MEDSOFT 2010

OBSAH

PACIENTI SE SEXUÁLNĚ PŘENOSNÝMI NEMOCEMI S RIZIKOVÝM CHOVÁNÍM V PRAŽSKÉ POPULACI 2007-8 (PRŮŘEZOVÁ STUDIE)
Jaromír Běláček, Ivana Kuklová, Petr Velčevský, Ondřej Pecha, Marek Novák 9

PROFESNÍ VZDĚLÁVÁNÍ KNIHOVNÍKŮ A INFORMAČNÍCH PRACOVNÍKŮ VE ZDRAVOTNICTVÍ
Helena Bouzková 15

NEMOCNICE ÚSTECKÉHO KRAJE SPOLEČNĚ K EHEALTH
Aleš Daniel, Martin Zeman, Jan Pejchal 23

MULTIMEDIÁLNÍ PODPORA VE VÝUCE BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Vladana Djordjevic, Václav Gerla, Lenka Lhotská, Vladimír Krajča 28

SAMOTNÝ SIMULÁTOR NESTAČÍ
Zuzana Dukátová, Jiří Kofránek 34

SOFTWAROVÝ NÁSTROJ PRO INTEGRACI A ANALÝZU DAT V KARDIOLOGII
Michal Huptych, Václav Chudáček, Lenka Lhotská 45

PODPŮRNÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY PRO DÁRCE KRVE
Naděžda Kalužová, Dagmar Valová 50

OPTIMALIZACE VYTĚŽOVÁNÍ INFORMACÍ ZE ZDRAVOTNICKÝCH REGISTRŮ
Pavel Kasal, Pavel Vavřík, Alena Veselková, Robert Fialka,Ladislav Dušek 55

SÉMANTICKÁ INTEROPERABILITA ZDRAVOTNICKÝCH ZÁZNAMŮ
Pavel Kasal, Alena Veselková, Monika Žáková, Milan Růžička, Alena Šímová, Lenka Maixnerová 60

MODELOVÁNÍ ACIDOBAZICKÉ ROVNOVÁHY
Jiří Kofránek, Stanislav Matoušek, Marek Mateják 66

WEBOVÉ SIMULÁTORY
Jiří Kofránek 81

VZDÁLENÁ ANALÝZA LIDSKÉHO HLASU - BEZEZTRÁTOVÉ NAHRÁVÁNÍ ZVUKU PŘES IP SÍTĚ
Tomáš Kulhánek, Marek Friš, Milan Šárek 96

INFORMAČNÍ VZDĚLÁVÁNÍ A PROFESNÍ MOBILITA ZDRAVOTNICKÝCH KNIHOVNÍKŮ
Eva S. Lesenková 102

MOBILNÍ ŘEŠENÍ PRO PODPORU PRÁCE LÉKAŘŮ V TERÉNU
Lenka Lhotská, Jaromír Doležal, Jiří Doležel 104

DLOUHODOBÁ OCHRANA DAT V NÁRODNÍ LÉKAŘSKÉ KNIHOVNĚ – AKTUÁLNÍ STAV A PROBLÉMY
Lenka Maixnerová, Filip Kříž, Ondřej Horsák, Helena Bouzková 117

ROZSÁHLÝ MODEL FYZIOLOGICKÝCH REGULACÍ V MODELICE
Marek Mateják, Jiří Kofránek 126

OD MODELU K SIMULÁTORU V INTERNETOVÉM PROHLÍŽEČI
Pavol Privitzer, Jan Šilar, Martin Tribula, Jiří Kofránek *147*

PODPORA INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ PŘI ŘÍZENÍ NEMOCNICE STŘEDNÍ VELIKOSTI
Miroslav Přádka, Drahomíra Maťová, David Havrlant, Ivo Václavek, Ivo Zikeš *170*

MĚL BY DATOVÝ STANDARD UMOŽNIT POSÍLAT FORMALIZOVANĚ I LABORATORNÍ VÝSLEDEK MIMO NÁRODNÍ ČÍSELNÍK LABORATORNÍCH POLOŽEK ?
Seiner Miroslav *177*

EDUKACE O ŽIVOTNÍM STYLU NA ČESKÉM INTERNETU
Štěpán Svačina, Martin Matoulek *183*

ROZVOJ MULTIMEDIÁLNÍCH APLIKACÍ
Milan Šárek, Leoš Rejmont, Jiří Navrátil, Vladimír Třeštík *186*

MOŽNOSTI ELEKTRONICKÉHO PODPISU VE ZDRAVOTNICKÉ DOKUMENTACI
Miloslav Špunda *191*

PORTÁL ZDRAVOTNÍCH POJIŠŤOVEN – MODERNÍ KOMUNIKACE S VYBRANÝMI ZDRAVOTNÍMI POJIŠŤOVNAMI
Jiří Těhan *197*

WEBOVÝ SIMULÁTOR LEDVIN
Martin Tribula, Marek Mateják, Pavol Privitzer, Jiří Kofránek *201*

VYHODNOCENÍ PILOTNÍHO PROJEKTU MPOC ZDRAVOTNICKÉ ZÁCHRANNÉ SLUŽBY HL. MĚSTA PRAHY
Pavel Trnka, Pavel Kasal, Pavel Kubů *211*

RFID TECHNOLOGIE A JEJÍ VYUŽITÍ V TRANSFUZNÍ SLUŽBĚ.
Dagmar Valová, Zuzana Čermáková, Jindřich Černohorský, David Vala *220*

ZDRAVOTNICKÉ PORTÁLY PRO OBČANY
Alena Veselková, Pavel Kasal, Štěpán Svačina, Robert Fialka *226*

BIOMEDICÍNSKÉ INŽENÝRSTVÍ A ICT V NEMOCNICI - SPOLUPRÁCE NEBO SPLYNUTÍ?
Martin Zeman, Martina Nováková *232*

ÚVOD

Dovolte, abych Vás jménem organizačního výboru uvítal na semináři Medsoft 2010, jehož tradice sahá až do roku 1988. Je pořádán tentokrát v klidném, kdysi lázeňském, městě Roztoky u Prahy.

Zcela jistě se na semináři i letos poučíte o novinkách oblasti zdravotnické informatiky a zdravotnických vědeckých informací, jak v přehledových přednáškách tak v původních sděleních. Počet i kvalita přihlášených sdělení ukazují, že se zdravotnická informatika vyvíjí a směřuje zejména k problematice vyššího využití internetu, elektronického vzdělávání i tzv. e-health. Rozvíjejí se však i další tradiční podobory zdravotnické informatiky jako například počítačové modelování.

Děkuji jménem organizačního a programového výboru agentuře Action/M za tradičně vynikající přípravu semináře.

Těším se na setkání s Vámi i na dalších Medsoftech v příštích letech. Letošní seminář je v pořadí dvacátý druhý, protože jednou v devadesátých letech došlo k přesunutí semináře z informaticky přehuštěného podzimu na termín jarní, a proto se v jednom roce seminář nekonal.

březen 2010

Prof. MUDr. Štěpán Svačina, DrSc.
přednosta III. interní kliniky VFN a UK -1.LF
předseda programového a organizačního výboru

PACIENTI SE SEXUÁLNĚ PŘENOSNÝMI NEMOCEMI S RIZIKOVÝM CHOVÁNÍM V PRAŽSKÉ POPULACI 2007-8 (PRŮŘEZOVÁ STUDIE)

Jaromír Běláček, Ivana Kuklová, Petr Velčevský, Ondřej Pecha, Marek Novák

Anotace

V letech 2008 - 2010 byla na oddělení BioStat ÚBI 1.LF UK a VFN v Praze provedena řada statistických analýz u osob vyšetřovaných s podezřením na získané sexuálně přenosné onemocnění (Sexually Transmitted Di-seases - STD), které byly anonymně dotazovány prostřednictvím sady standardizovaných anketních otázek na základní demografické charakteristiky a behaviorální (sexuální) zvyklosti.

U většiny osob (přesněji 301/61 mužů/žen) ze souboru N=488 dotazovaných v letech 2007-8 byla diagnostikována některá STD z následujícího seznamu: syfilis primaria (21/0); syfilis secundaria recens (54/23), syfilis secundaria latens (12/8); gonorea(122/23); chlamydiální infekce (78/9); urogenitální infekce vyvolaná *Mycoplasma hominis* (2/4); *Ureaplasma urealyticum* (31/12); hepatitis C (4/1); HIV (7/0); infekce vyvolaná papilomaviry (24/0); u 28 pacientů se syfilis byla diagnostikována ještě jiná STD. Výběrový soubor je typický vysokým podílem osob s rizikovým sexuálním chováním (22% homosexuálů - mužů; více než 9% vyšetřovaných „nepoužívá nikdy kondom"; 21% uvedlo „první pohlavní styk ve věku do 15 let"; 10% dotazovaných přiznalo „více než 10 partnerů za posledních 12 měsíců"; 5% „poskytlo sexuální službu za úplatu" atd).

V rámci této studie jsme se pokusili formálními statistickými prostředky specifikovat, které z výše naznačených souvislostí mezi sledovanými proměnnými a STD nemocemi se indikují jako statisticky významné. Protože některé proměnné mohou být s nemocemi v kauzálním vztahu a některé s nimi pouze koexistovat, použili jsme pro analýzu několika zdánlivě různých statistických metod (matice párových korelačních koeficientů, testy chí-kvadrát v kontingenčních tabulkách, ROC analýzy). Prezentované výsledky byly dosaženy a vznikly za podpory GP NS10292 (MZ0/NS, 2009-2011).

Klíčová slova:

Faktorová a korelační analýza, sexuálně přenosné nemoci (STD), rizikové sexuální chování, rizikové skupiny, ROC analýza

1.Úvod

Zvýšení incidence a prevalence nebezpečných sexuálně přenosných nemocí, jako je syfilis, kapavka, chlamydiální infekce, HIV/AIDS a další STD (Sexually Transmitted Diseases), zaznamenává v posledních letech u pražské populace nebývalý boom (bohužel i z řady objektivních příčin). Dotazování pacientů pražského STD centra infikovaných některou ze získaných STD na jejich behaviorální a sexuální zvyklosti probíhá na Dermatovenerologické klinice 1.LF UK Praha periodicky již řadu let (viz např. v [1]). Aktualizovaný dotazník

obsahuje t.č. cca 25 strukturovaných otázek, které zahrnují informace demografické (pohlaví, věk, národnost, rodinný stav, vzdělání, zaměstnání respondentů), epidemiologické (jaké zdravotní obtíže přivádějí pacienta; kdo jej poslal na vyšetření apod.), dotazy na sexuální chování (sexuální orientaci, praktiky, počet sexuálních partnerů za posledních 12 měsíců) až po frekvenci a formy používání (či nepoužívání) antikoncepce včetně doprovodných rizikových faktorů (drogy, kouření, konzumace alkoholu atd.).

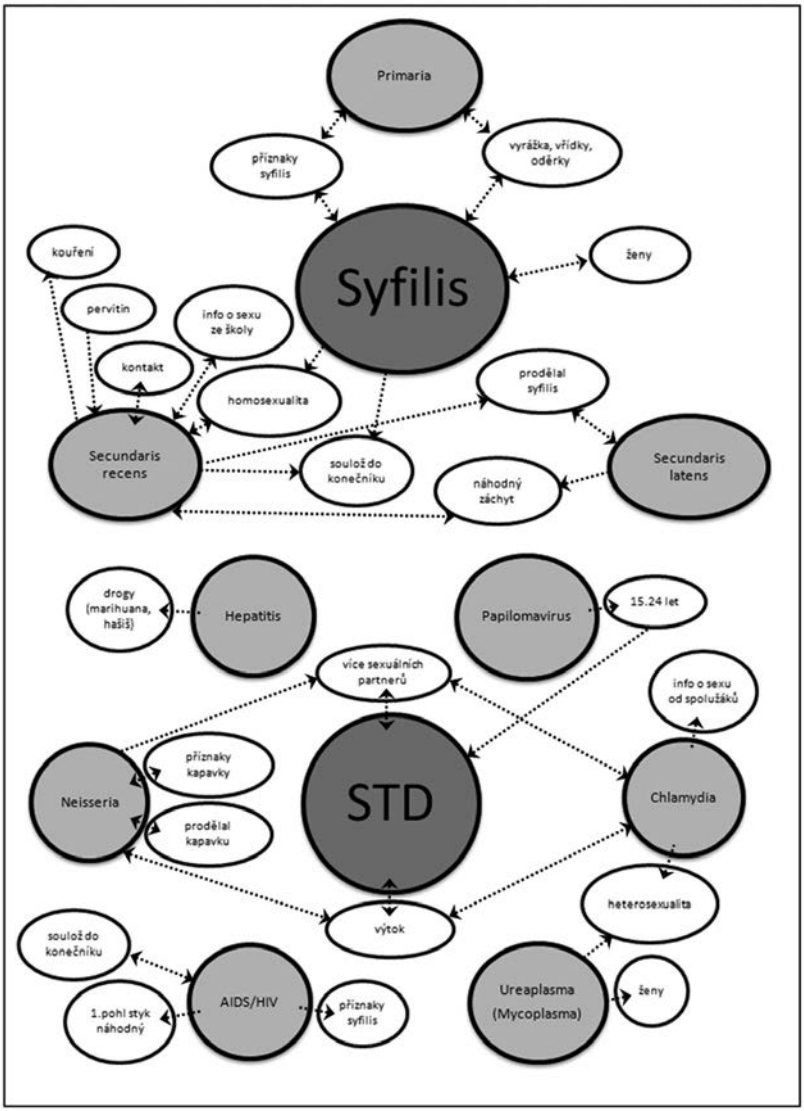
Cílem této studie bylo ověřit, zda event. jakými formálně statistickými prostředky lze výše jmenované ukazatele považovat za markery laboratorně diagnostikovaných STD nebo dokonce za latentní (skryté) prediktory pro výskyt těchto nemocí v populaci.

2. Statistické metody

Za účelem systematické analýzy prezentované v rámci tohoto příspěvku byly všechny analyzované proměnné nejprve překlasifikovány na dvouhodnotové (dichotomické) veličiny: Řada otázek v dotazníku, jmenovitě proměnné klasifikující lékařem verifikované STD diagnózy, byly dichotomické již ze své vlastní podstaty (ať byly dotazovány kupř. ve formě '1-Ano', '2-Ne', '3-Nevím' anebo "s možností více odpovědí" tzv. multiresponse). Vícekategoriální odpovědi z dotazníku byly převedeny na nula-jedničkové buď prostřednictvím tzv. dummy proměnných ('1~kategorie zodpovězená jako Ano'; '0~ve všech ostatních případech') anebo byly u vybraných „ordinálních" proměnných, jako je např. „věk" dotazovaných", rozděleny na dvě hodnoty ('1-Low'; '2-High¨') vhodně zvolenou agregací.

Pro takto vytvořenou sestavu cca 90 dvouhodnotových proměnných byly vypočteny matice všech párových korelačních koeficientů – za celý soubor respondentů (N=488), za všechny pacienty se syfilis (N=87/31), za všechny pacienty s nálezem jiné STD (N=235/37) a za zbytkovou skupinu kontrol (N=107/21). Následně byla provedena formální analýza statistické významnosti korelačních koeficientů; u korelačních koeficientů pro všechny dvojice různých proměnných proti nulové hypotéze ($H_{0:}$ r=0), u vybraných skupin nemocných vůči kontrolám proti hypotéze o rovnosti korespondujících korelačních koeficientů (H_0: $r_{STD}=r_{CONTROLS}$).

Vstupní sestava všech dichotomických proměnných (o rozsahu N=488) byla podrobena faktorové analýze (viz [3], str. 663-680) s cílem: Co nejobjektivněji identifikovat počet a hlavní skupiny tzv. skrytých/latentních resp. dobře interpretovatelných faktorů, které by měly schopnost vysvětlit vnitřní strukturu korelační matice resp. shledaných signifikancí „s dostatečně velkou přesností" (měřeno procentem vysvětlené variability této matice). Speciální pozornost při této analýze se zaměřila na faktory obsahující jednotlivé STD. V tomto smyslu byla provedena analýza citlivosti (senzitivity a specificity) a predikční schopnosti sexuálně-behaviorálních ukazatelů vůči indikovaným STD nemocem prostřednictvím standardních ROC analýz (viz [3], str. 1717-1720). Naše hlavní zjištění jsou ve zjednodušené podobě prezentována v následující stati a prostřednictvím jednoduchého grafického schématu.



Obrázek 1 - Grafické schéma statisticky významných kauzálních závislostí mezi diagnostikovanými STD a behaviorálními charakteristikami

2.Výsledky

2.1 Struktura faktorových zátěží výběrového souboru

Korelační analýza provedená na úrovni celého souboru (N=488) respondentů prokázala vysokou statisticky významnou závislost mezi mnoha z 95 vstupních dichotomických proměnných. Kdybychom si přáli vysvětlit variabilitu této korelační matice ze 75%, museli bychom použít 35 nejvýznamnějších faktorů; pro aproximaci na úrovni 50% by jich bylo zapotřebí 17. Od této hranice jsme postupně snižovali počet faktorů o jedničku, až jsme se konečně zastavili na počtu 9 interpretovatelných, které vysvětlují cca 35% variability. Přestože výsledky nejsou zcela jednoznačné, lze (vzájemně nezávislé latentní) faktory přibližně identifikovat následujícími sestavami proměnných:

- I: PŘÍZNAKY SYFILIS (pacienta přivedly k vyšetření nebo v minulosti prodělal syfilis); diagnostikovaná syfilis (primaria nebo secundaria-recens) nebo HIV; vřídky, oděrky na genitálu;
- II: DROGY (uváděn pervitin, heroin, marihuana, hašiš; injekční aplikace); diagnostikovaná hepatitis; přiznaná sexuální služba za úplatu;
- III: HOMOSEXUÁLNÍ PRAKTIKY (pohlavní styk do konečníku, do úst, nekoitální praktiky); přednost stykům se stejným pohlavím; více než 4 partneři za posledních 12 měsíců; v minulosti prodělal kapavku;
- IV: DIAGNOSTIKOVANÁ SYFILIS LATENS (náhodný záchyt nebo na vyšetření posláni gynekologem); obvykle žena; gravidní nebo cizí národnosti;
- V: VĚK 15-24 LET (svobodný/á; student/ka); faktor asociován s diagnostikovaným výskytem humánního papilomaviru;
- VI: PŘÍZNAKY KAPAVKY (pacienta přivedly k vyšetření); diagnostikovaná *Neisseria gonorrhoe;*
- VII: PROFESNĚ MÉNĚ KVALIFIKOVANÉ OSOBY (dělníci, prodavači apod.); obvykle nepoužívají žádnou antikoncepci (kondom nikdy nebo zřídka); první pohlavní styk ve věku 16-17 let; kuřáci;
- VIII: VYSOKOŠKOLÁCI (odesláni na vyšetření praktickým lékařem); první pohlavní styk v rámci partnerského vztahu; příležitostné pití alkoholu;
- IX: PŘÍZNAKY JINÉ STD (diagnostikovány příznaky *Chlamydia trachomatis*, *Mycoplasma hominis* nebo *Ureaplasma urealyticum*; na vyšetření odesláni urologem); středoškoláci s maturitou; častější výskyt u zaměstnanců z oblasti erotických a zábavních služeb.

Ne všechny výše uvedené, jmenovitě např. skupiny V, VII nebo VIII, jsou bezprostředně vázány na konkrétně diagnostikovanou STD nebo je lze přímo interpretovat jako latentní/skrytý zdroj pro výskyt některé STD (výběrový soubor obsahuje m.j. i zbytkovou skupinu N=128 „kontrol").

2.2 Výsledky kauzálních (ROC) analýz

Hlavní výsledky ROC analýz jsou vyjádřeny na dvou níže uvedených schématech. Šipky vyjadřují statisticky významné kauzální relace pro $p \leq 0,05$ (Ve směru „od" na grafu vyznačených Dg jde vlastně o analýzu senzitivity

a specificity prostřednictvím statistické významnosti ukazatelů AUC vůči referenční hodnotě 0,5 – viz [3], str.1720; ve směru „k" vyznačeným STD jde naopak o formálně ověřenou schopnost vybraných behaviorálních či dalších anketně dotazovaných indikátorů předpovědět výskyt některé na grafu uvedené STD prostřednictvím tzv. pozitivních a negativních prediktivních hodnot – viz také v [4], str. 138.)

3. Diskuse

Výše zvolený metodický přístup umožňuje jednak univerzálnější aplikaci metod mnohorozměrné statistické analýzy i následnou snazší orientaci ve statistické významnosti výsledků mnohorozměrných výstupních statistických sestav. Současně je bližší i snahám medicínských specialistů o maximální srozumitelnost výsledků, protože přirozeně pracuje s nejjednoduššími matematicko-statistickými objekty (procenta, čtyřpolní tabulky, elementární podmíněné pravděpodobnosti). Neumožňuje však přímo proniknout (věcně i formálně) do vnitřní struktury analyzovaných dat, což je nutně spojeno s řadou speciálních kombinačních třídění, např. podle demografie respondentů (pacientů i náhodně zachycených kontrol), zjištěných STD diagnóz a specifických behaviorálních/sexuálních zvyklostí. Některé z analýz tohoto typu byly již provedeny (např. v [1]), některé další (detailnější) budou ještě následovat.

4. Poděkování

Tato práce byla vytvořena za podpory *Projektu NS10292 – Vývojové trendy a prevalence syphilis, gonorey, chlamydiální infekce a HIV/AIDS u osob s rizikovým sexuálním chováním; behaviorální, klinické a epidemiologické charakteristiky pacientů STD centra (2009-2011, MZ0/NS);* příjemce: 1.LF UK Praha, řešitel: MUDr. Ivana Kuklová, CSc., další řešitel: RNDr. Jaromír Běláček, CSc.;spolupříjemce: VFN Praha, řešitel: MUDr. Martina Kojanová, M.D., další řešitelé: RNDr. Marcela Dražďáková, MUDr. Roman Trýzna, M.D. – viz [2].

Literatura

[1.] Kuklová I-Velčevský P-Kojanová M-Kaštánková V-Trýzna R-Pánková R-Sedláková K-Běláček J: Analýza příčin stoupající incidence syfilidy v pražské populaci. Čes-slov Derm, 2009, 84/6, str. 350-355

[2.] Projekt NS10292 [online]. Informační systém výzkumu, experimentálního vývoje a inovací. [cit. 2010-02-08]. Dostupný z WWW : <http://www.isvav.cz/projectDetail.do?rowId=NS10292>

[3.] SPSS (2007): 17.0 Command Syntax Reference, Chicago, IL 60606-6412, str. 663-680, 1717-1720, viz www.spss.cz

[4.] Špunda M.-Dušek J.(eds.): Zdravotnická informatika. Kap. 9.1. Karolinum, skripta 1.LF UK Praha, 2007, ISBN 978-80-246-1378-9

Kontakt:

RNDr.Jaromír Běláček, CSc,
Mgr. Ondřej Pecha, Ph.D.
Ing. Marek Novák
Ústav biofyziky a informatiky
1.LF UK a VFN Praha
Salmovská 1, 121 08 Praha 2
tel: +420 22496 5706 nebo 1.5797
e-mail: *jaromir.belacek@lf1.cuni.cz*
http://biof.lf1.cuni.cz/biostat.html

MUDr. Ivana Kuklová, CSc.
MUDr. Petr Velčevský
Dermatovenerologická klinika
1.LF UK a VFN Praha
U nemocnice 2, 128 08 Praha 2
tel: +420 22496 6731 nebo l.2406
e-mail: *ivana.kuklova@lf1.cuni.cz*
www.lf1.cuni.cz

PROFESNÍ VZDĚLÁVÁNÍ KNIHOVNÍKŮ A INFORMAČNÍCH PRACOVNÍKŮ VE ZDRAVOTNICTVÍ

Helena Bouzková

Anotace

V současné době roste rozpor mezi prudce rostoucím množstvím zaznamenaných poznatků (potenciálních informací) a schopností společnosti efektivně je využít, tzn. že v oblasti vzdělávání existuje společenský informační problém. [CEJPEK, 2005]

Všeobecné vzdělání a odborná příprava se stávají jednou z nejcennějších hodnot. Struktura vzdělávací soustavy se mění a zároveň roste vědomí, že se lze vzdělávat nejen ve škole, ale i na pracovišti, doma a ve společnosti. Tento fakt se týká i profese knihovníka a informačního pracovníka, který pracuje ve zdravotnictví. Příspěvek shrnuje stupně školního vzdělávání a uvádí významné profesní organizace, které se podílejí na kontinuálním (celoživotním) vzdělávání těchto pracovníků. Autorka uvádí informace o projektu CERTIDoc a o aktivitách pracovní skupiny EAHILu, která připravuje proces akreditace.

Klíčová slova

Profesní vzdělávání, knihovnické a informační služby, knihovník, informační pracovník, zdravotnictví, profesní organizace, zdravotnické knihovny

Úvod

Odborné povolání knihovníka i informačního pracovníka vyžaduje technicky, vědomostní ale i fyzicky zdatné pracovníky, kteří jsou schopni pružně reagovat na změny, které nás obklopují.

Kompetence představuje pojem z oblasti práce, k níž je daná osoba způsobilá či již je oprávněna vykonávat. Odpovídá pojmu kvalifikace či odborná způsobilost. U pracovníka kompetence vede k chování, které vede k určitému výsledku. Kompetence představuje soubor chování pracovníka, který musí použít, aby úspěšně zvládl úkoly své pracovní pozice. Znamená to, že zaměstnanec musí splňovat tři základní předpoklady:

1. je vnitřně vybaven vlastnostmi, schopnostmi, vědomostmi a dovednostmi, které k takovému chování potřebuje,
2. je k takovému chování motivován, spatřuje v něm tedy hodnotu a je ochoten vynaložit tímto směrem potřebnou energii,
3. má možnost v daném prostředí toto chování použít.

Efektivita práce organizace (knihovny) je závislá na kvalitním a efektivním využívání znalostí a dovedností pracovníků, které je třeba rozvíjet a vzájemně si je vyměňovat.

K rozvoji potřebných schopností zaměstnanců organizace přispívá výchova a vzdělávání. Výchovu chápeme jako proces vytváření osobnosti člověka, vzdělávání představuje formu dotváření a rozvoje osobnosti.

V důsledku proměn společnosti, prosazujících se tendencí ve vzdělávání a přeměnou tradičního prostředí knihovny na elektronické se mění postavení a role knihovníka."[7] Vzdělávání probíhá ve školách i mimo školu, např. v zaměstnání nebo doma. Významnou úlohu při mimoškolním profesním celoživotním vzdělávaní mají profesní organizace.

Významné zahraniční a tuzemské profesní spolky a asociace

Vyspělé demokratické země dávají při rozvíjení aktivit a spolupráce v ne-ziskovém sektoru jednoznačně přednost spolkům, občanským sdružením, nadacím, jinými slovy nevládním organizacím. Je u nich záruka, že fungují na demokratických principech a na základě dobrovolnosti. Knihovnické a informační asociace jsou pro ně zároveň zárukou svobodného a rovného přístupu všech k informacím, což je jedním z důležitých požadavků Listiny lidských práv a svobod. S tímto pojetím souvisí také požadovaný rozsah a kvalita knihovnických a informačních služeb, poskytovaných čtenářům a uživatelům a také jejich garantování. Profesní spolky a asociace se zabývají různými aspekty práce knihovníků a informačních pracovníků. Patří mezi ně např. oblast legislativy, spolupráce na národní i mezinárodní úrovni (různé typy knihoven, regiony, země, oborové zaměření) a další aktivity. Významnou roli má i problematika celoživotního profesního vzdělávání.

IFLA - International Federation of Library Associations and Institutions
(Mezinárodní federace knihovnických asociací a institucí)
www.ifla.org
- je světovou knihovnickou organizací, která jako nevládní, nepolitická organizace ovlivňuje a usměrňuje rozvoj knihovnictví na celém světě. Je mezinárodní představitelkou knihovnické profese. Sdružuje knihovnické spolky a knihovny z více než 150 zemí celého světa. Byla založena v Edinburghu ve Skotsku v roce 1927 z iniciativy hrstky evropských zemí, mezi nimiž bylo tehdy také Československo. Od roku 1971 je registrována v Nizozemí. Vedení IFLA sídlí v Haagu – konkrétně v Královské knihovně, která je nizozemskou národní knihovnou.

ALA - American Library Association (Americká knihovnická asociace)
www.ala.org
- je jedním z nejstarších spolků na světě. Byla založena v roce 1876 ve Filadelfii při příležitosti konání světové výstavy. Patří také k největším knihovnickým asociacím na světě. Sdružuje všechny druhy a typy knihoven, od knihoven veřejných, státních, školních až po knihovny akademické, odborné, vězeňské, nemocniční. Udržuje kontakty s více než 70ti jinými knihovnickými spolky v USA, Kanadě a dalších zemích a úzce spolupracuje s organizacemi, které se zabývají výchovou, výzkumem, kulturním rozvojem, rekreací a veřejnými službami. Úlohou ALA je napomáhat rozvoji, prosazování a zdokonalování knihovnických a informačních služeb a knihovnické profese za účelem zkvalitnění vzdělání a zajištění přístupu všech k informacím.

MLA - Medical Library Association
www.mlanet.org
- byla založena v roce 1898 jako nezisková organizace za účelem vzdělávání zdravotnických informačních profesionálů, podporující výzkum zdravotnických informací, zabezpečující přístup k k informačním zdrojům z oblasti zdravotnictví a s cílem zabezpečit přístup k nejlepším informacím ze zdravotnictví všem. MLA vydává časopis Journal of the Medical Library Association (JMLA) a je dostupný jako publikace open-access v PubMed Central.
V roce 1948 byl formálně schválen certifikační program MLA a byly stanoveny standardy pro lékařské knihovníky. Program je průběžně revidován a diskutován. V současné době je kreditní program rozvíjen a realizován ve spolupráci s Academy of Health Information Professional (AHIP).

EAHIL (European Association for Health Information and Libraries)
www.eahil.net.
- tato Asociace vznikla v roce v roce 1986 se snahou zlepšit knihovnické a informační služby všech zdravotnických profesí, a to vzájemnou spoluprací a výměnou zkušeností v celoevropském měřítku. Činnost koordinuje Rada,ve které má zastoupení i Česká republika. EAHIL organizuje evropské konference a workshopy, vydává časopis, organizuje profesní kontinuální vzdělávání a je odborným diskusním fórem. Evropské sdružení pro zdravotnické informace a knihovny je úspěšnou organizací, která má více než 1100 členů z přibližně 25 evropských zemí. Od roku 2006 je členství bezplatné. Cílem tohoto kroku bylo zvýšit a dále zdokonalit síť aktivních členů ve všech regionech Evropy, bez ohledu na schopnosti platit členské poplatky, tak aby bylo možné sdílet odborné znalosti, dovednosti a myšlenky a projednávat důležité problémy. Dalším cílem je spojování a motivování knihovníků a informačních pracovníků po celé Evropě. Členství je určeno pro ty, kteří se aktivně podílejí na informační činnosti v kterékoliv oblasti lékařství nebo zdravotnictví, v kterékoliv části Evropy, a rádi by spolupracovali prostřednictvím sítě s kolegy a učili se a rozvíjeli odbornou kvalifikaci. Nové přihlášky jsou kontrolovány členem Rady sdružení EAHIL (Council) z příslušné země žadatele .Když už je žadatel jednou schválen, může se těšit ze všech výhod členství ve sdružení EAHIL. Systém je kontrolovaný heslem a pouze schválení členové sdružení EAHIL mají přístup do databáze, kterou stávající členové již shledali uživatelsky přívětivou a velice užitečnou. Protože je mimořádně důležité, aby seznam byl přesný a aktuální, jsou členové zodpovědní za doplňování a opravy svých vlastních údajů, přičemž se od nich očekává, že alespoň jednou za rok vstoupí do databáze, aby si obnovili své členství. EAHIL uskutečňuje každý rok velmi úspěšný program konferencí a seminářů, včetně širokého rozsahu seminářů „kontinuálního vzdělávání" a praktických seminářů spojených s těmito akcemi. Vydává také informativní čtvrtletní časopis (Journal of the European Association for Health Information and Libraries). EAHIL má velmi dobré vztahy s ostatními profesními organizacemi na národní a mezinárodní úrovni. Jsou to např. organizace MLA, LIBER, IFLA a sdružení národních lékařských knihoven atd. EAHIL podporuje také odborný rozvoj a vysokou kvalitu mezi členy

prostřednictvím udělování stipendií a cen. EAHIL pracuje na vytvoření odborné certifikační soustavy. Všechny tyto činnosti se rozrůstají s počtem přijímaných nových a aktivních členů.

Svaz knihovníků a informačních pracovníků (SKIP) České republiky
skip.nkp.cz
- je dobrovolnou profesní a stavovskou organizací knihovníků a informačních pracovníků, která má charakter občanského sdružení. Posláním SKIP je usilovat o soustavné zvyšování úrovně knihovnické a informační práce a s tím spojené prestiže oboru a o to, aby ze strany státu, zřizovatelů knihoven a informačních institucí byly vytvářeny příznivé podmínky pro jejich rozvoj a činnost. SKIP sdružuje na 1200 členů a je organizován na regionálním principu. Po odborné linii zajišťují činnost sekce (veřejných knihoven, vzdělávání, zaměstnavatelská), kluby (dětských knihoven, školních knihoven, vysokoškolských knihovníků, frankofonní, klub lékařských knihoven-KLK) a komise (ediční, pro zahraniční styky). Od roku 2002 je ustanovena ve SKIP odborná vzdělávání - výukové centrum pro další vzdělávání knihovníků. Sekce je zároveň poradním orgánem Národní knihovny ČR pro otázky mimoškolního oborového vzdělávání. Hlavní cíle jsou: organizování vzdělávacích aktivit pro odbornou veřejnost v ČR; organizování seminářů, konferencí, workshopů a jiných společných akcí zaměřených na problematiku dalšího vzdělávání knihovníků, včetně aktivit mezinárodních; koordinace a integrace vzdělávacích aktivit pro knihovníky v ČR; zlepšení přístupu k informacím o kontinuálním odborném vzdělávání pro nejširší odbornou veřejnost; tvorba standardů v oblasti kontinuálního odborného vzdělávání a systému evaluace vzdělávacích akcí; podpora distančních forem vzdělávání; postupná tvorba a naplňování koncepce celoživotního vzdělávání pracovníků všech typů knihoven v České republice. Výsledkem těchto snah by mělo být zvýšení kvality a zajištění flexibility knihovních služeb a jejich přizpůsobení službám knihoven zemí EU. Úkolem této sekce je usilovat o zavedení systému certifikace kompetencí knihovníků (pracovníků v oboru knihovnických a informačních služeb).

Česká informační společnost (ČIS), o.s.,
- je sdružení občanů, kteří pracují v některém z oborů zabývajících se vyhledáváním, uchováváním a zpřístupňováním informací odborného (vědeckého, technického, ekonomického, medicínského apod.) charakteru.

Jedná se zejména o informační pracovníky, archiváře, bibliografy, knihovníky, administrátory informačních systémů v informačních institucích a další příbuzné profese. Jednou ze sekcí ČIS je Sekce pro informační vzdělávání. Členové sekce mají na starosti koordinaci informačního vzdělávání ve veřejných a školních knihovnách. Sekce zasedá 2 – 3x ročně.

CILIP – Chartered Institute of Library and Information Professional
www.cilip.org.uk
- je britská profesní organizace pro knihovníky, informační specialisty znalostní manažery. V rámci CILIP pracuje sekci Health Libraries Group.

Česká společnost zdravotnické informatiky a vědeckých informací (ČSZIVI)
- je odbornou společností České lékařské společnosti J.E.Purkyně. Společnost byla ustavena v roce 1994. Jejím zaměřením je rozvoj české medicínské informatiky - zejména v oblastech vytváření a používání informačních systémů pro zdravotnictví, ve využívání informačních sítí, ve využívání odborných a vědeckých informací pro zdravotnictví a v zajišťování jejich dostupnosti.

Konzultační skupina pro rozvoj regionálních center lékařských knihoven **Reglek** vznikla v roce 1999 při NLK, řeší otázky týkající se činnosti lékařských knihoven, rozvoje jejich spolupráce při poskytování služeb uživatelům. Členové této konzultační skupiny iniciovali založení **Klubu lékařských knihoven při SKIP,** jehož vznik byl schválen výkonným výborem SKIP dne 11.11.2009.

SDRUK (Sdružení knihoven)
- je zájmové sdružení právnických osob, jehož cílem je rozvoj duchovních hodnot ve vztahu k zabezpečení demokratického přístupu k informacím uloženým v knihovních fondech odborných a vědeckých knihoven. V zahraničí pracují další významné profesní spolky a asociace, jejich přehled a informace o nich popisují webové stránky Národní knihovny.

Úrovně školního vzdělávání knihovníků a informačních pracovníků

V současné době můžeme profesionály v knihovnách a informačních institu-cích dělit podle úrovně kvalifikace následovně:

1. Bez odborné kvalifikace.
2. Absolventi akreditovaných rekvalifikačních knihovnických kurzů – Certificate.
3. Absolventi gymnázií -Grammar Schoul.
4. Absolventi středních odborných škol (High School).
5. Absolventi středních knihovnických škol (High School and College for Vocational Studies in Information and Library Sciences).
6. Absolventi vyšších odborných škol (Higher Professional School) – Diploma.
7. Absolventi univerzitního knihovnického studia.
8. Absolventi vysokých škol nezaměřených na předmět knihovnických a informačních služeb.

Každá úroveň vyžaduje jinou délku studia a předpoklady.

Kontinuální vzdělávání knihovníků a informačních pracovníků v ČR

Mezi kontinuální vzdělávání knihovníků a informačních pracovníků patří odborné, vzdělávací, společenské, propagační a další akce pořádané knihovnami různých typů, velikosti a působnosti, profesními sdruženími, spolky a asociacemi, školami, spolupracujícími firmami, ale i dalšími pořadateli, včetně mezinárodních. Dále jsou to školení, kurzy, semináře a konference týkající se knihovnicko-informační profese, výstavy a veletrhy.

Významnými organizátory a pořadateli jsou např. SKIP, Národní knihovna, Národní technická knihovna, Národní knihovna ČR, ve zdravotnictví pak Národní

lékařská knihovna, Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví, EAHIL – kurzy kontinuálního vzdělávání na konferencích a workshopech a další.

Úkolem sekce pro vzdělávání SKIP je usilovat o zavedení systému certifikace kompetencí knihovníků (pracovníků v oboru knihovnických a informačních služeb). Inspirací je evropský projekt CERTIDoc, který je podporován Evropskou komisí v rámci programu Leonardo Da Vinci. Koordinátorem prací v obou projektech je francouzský spolek informačních profesionálů ADBS (Association of Information Professionals). SKIP se účastní prací v projektech již od r. 1997. V prvním projektu šlo především o vytvoření evropského rejstříku kompetencí pracovníků v informační sféře (tedy průvodce kompetencemi), v druhém projektu pak již o implementaci evropského systému certifikace kompetencí informačních pracovníků na podkladu tohoto rejstříku(průvodce). Výsledkem obou projektů jsou publikace:Průvodce znalostmi a dovednostmi evropských odborných pracovníků v oboru knihovnických a informačních služeb. 1. vydání 1999, česky v Aktualitách SKIP v témže roce – viz *http://skip.nkp.cz/KeStazeni/smernice.pdf* ; 2. přepracované a významně doplněné vydání 2004.

Evropský průvodce kompetencemi v oboru knihovnických a informačních služeb, česky v Aktualitách SKIP 2006 – viz *http://skip.nkp.cz/KeStazeni/Pruvodce_kompetencemi2007.pdf* . Průvodce popisuje základní znalosti, dovednosti a schopnosti informačních profesionálů; může být používán pro potřeby odborných škol, v personální politice knihoven, pro vlastní ohodnocení pracovníků a také pro jejich případnou certifikaci. Konsorcium CERTIDoc stanovilo pravidla evropské certifikace. SKIP se snaží vytvořit základní podmínky pro to, aby naplňoval požadavky konsorcia, a tak co nejúčinněji pokračovat v přípravách procesu, který by umožnil provádět evropskou certifikaci informačních pracovníků v České republice. Přínosem byla i návštěva francouzského experta – zástupce francouzského spolku informačních pracovníků ADBS pana Erica Suttera v listopadu 2009 ve Francouzském institutu v Praze.

Systém CERTIDoc v souhrnu kompetencí a hlavních schopností uvádí v českém překladu z roku 2006 celkem 33 okruhů kompetencí (I Informace-12, T-technologie-5, C-Komunikace-7, M-Řízení-8, S-Kompetence z ostatních vědních oborů -1). Dále je uvedeno 20 hlavních schopností (A-osobní vztahy -7, B-průzkum-1, C-analýza-3, D-komunikace-2, E-řízení-2, F-organizace-5). Protože pracovníci nemají vždy stejnou úroveň kompetence, uvádí CERTDoc 4 stupně, které jsou charakteristické pro každou úroveň.

Zdravotnické knihovny, inspirovány postgraduálním vzděláváním zdravotnických pracovníků a ostatních pracovníků ve zdravotnictví (forma atestačních zkoušek, zákonná norma) zvažují, zda by bylo možné iniciovat existenci akreditačního subjektu pro přidělování certifikátů a kreditů za účast v celoživotním vzdělávání ve spolupráci s profesními nebo státními zdravotnickými, knihovnickými a školskými subjekty. Důležité bude stanovit podmínky pro účast knihovníka v systému celoživotního vzdělávání a spolupracovat se SKIP a EAHIL v této problematice.

Pracovní skupina EAHILu, jejíž je autorka členem od roku 2007, pracuje na navržení a zavedení systému registrace evropských knihovníků a informačních

pracovníků ve zdravotnictví. Při zpracování materiálů a dotazníku určenému k sebehodnocení (testovací provoz v roce 2009), bylo využito zkušeností kolegyně Ioany Robu z Cluj/Napocca z Rumunska, která je držitelkou certifikátu CERTIDOC.

Závěr

Prof. Jiří Cejpek ve své knize uvádí: „Knihovnicko-informační vzdělání by mělo být zásadně vysokoškolské (bakalářské, magisterské, doktorské) a mělo by být široce pojaté, aby tak byla zajištěna dostatečná mobilita absolventů. Zároveň by však měla být dána studentům dostatečná možnost vnitřní diferenciace a specializace podle jejich dispozic, zájmů a volby. Tato zásada vysokoškolského vzdělání ovšem nevylučuje různé doplňkové formy v podobě kurzů, doškolování apod. Jako řada dalších povolání vyžadují i knihovnicko-informační povolání celoživotní vzdělávání, k němuž je odborné vzdělání pouze můstkem, v němž si student musí osvojit schopnost dalšího vzdělávání. V přípravě specializovaných informačních pracovníků je pak nutno klást důraz na vypěstování jejich schopnosti proniknout k podstatě jednotlivých oborů (do jejich struktury, terminologie,specifik atd.) v nichž budou vykonávat informační činnost včetně práce konzultační a pedagogické. Pro jejich přípravu je nejvhodnější tzv. navazující magisterské studium po absolvování minimálně bakalářského stupně oboru, v němž hodlají jako informační specialisté, manažeři či poradci působit."[7]

V případě zdravotnických informačních profesionálů, kteří většinou nejsou absolventy vysokých škol s lékařským či farmaceutickým vzděláním, je potřeba navázat na zkušenosti, které s celoživotním profesionálním vzděláváním ve zdravotnických knihovnách jsou (v ČR i zahraničí- USA, Velká Británie) a je třeba vypracovat systém vzdělávání s návaznou certifikací v souladu s aktivitami SKIP a EAHILu. Zahraniční zkušenosti potvrzují, že výukové programy škol obvykle nejsou zaměřeny na zdravotnický sektor, a že je třeba zohledňovat rychle se měnící potřeby zdravotnického sektoru a zaměřit se např. na problematiku marketingu a řídích schopností, výzkumných metod a dovedností, znalost terminologie oboru, pokročilých vyhledávacích metod, statistiky, schopnosti předávat zkušenosti - přednášet, učit a další dovednosti [PETRINIC 2007].

Reference

[1.] Česká informační společnost. [cit. 2010-01-17]. Dostupné z www: <http://www.cisvts.cz/default.asp?ch=500&typ=1&h=True&p=False&i=False&val=64932&ids=0>.

[2.] Spolky, sdružení, konsorcia. [cit. 2010-01-17]. Dostupné z www: <http://knihovnam.nkp.cz/sekce.php3?page=02_Spolky-sdruzeni-konsorcia.htm>

[3.] BELL,l. Jo Ann. History of the Medical Library Association´s credentialing program. Bull. Med. Libr. Assoc., 84(3), July 1996, pp. 320 -333.

[4.] BURGETOVÁ, Jarmila. Knihovnické spolky u nás. Informační studia a knihovnictví v elektronických textech. Praha, ÚISK, filozofická fakulta UK. 2001, 004pdf.

[5.] BURGETOVÁ, Jarmila. Knihovnické spolky ve světě. Informační studia a knihovnictví

v elektronických textech. Praha, ÚISK, filozofická fakulta UK. 2001, 005pdf.

[6.] BURGETOVÁ, Jarmila; FAITOVÁ, Miloslava. Evropský seminář CERTIDoc. Ikaros [online]. 2007, roč. 11, č. 8. [cit. 2010-01-19]. Dostupný na World Wide Web: <http://www.ikaros.cz/node/4267>. URN-NBN:cz-ik4267. ISSN 1212-5075.

[7.] CEJPEK, Jiří. Informace, komunikace a myšlení. 2. přeprac. Vydání. Praha, Karolinum. 2005. 233 s. ISBN 80-246-1037-X.

[8.] CERTIDoc – kompetence v oboru knihovnických a informačních služeb. Dostupné z www: <http://skip.nkp.cz/odbVzdelCERTIDOC.htm>

[9.] Evropský průvodce kompetencemi v oboru knihovnických a informačních služeb.2.vyd. Praha, SKIP. 2006. 91s. ISBN 80-85851-17-2.

[10.] Evropský seminář CERTIDoc. Ikaros [online]. 2007, roč. 11, č. 8. [cit. 2010-01-19]. Dostupný na World Wide Web: <http://www.ikaros.cz/node/4267>. URN-NBN:cz-ik4267. ISSN 1212-5075.

[11.] HOUŠKOVÁ, Zlata; BURGETOVÁ, Jarmila. Chceme vědět, jak jsme kompetentní? In INFORUM 2007 : 13. ročník konference o profesionálních informačních zdrojích. Praha, 22.–24. května 2007 [online]. Praha : Albertina icome Praha, 2007 [cit. 2010-01-17]. Dostupné na WWW: <http://www.inforum.cz/pdf/2007/houskova-zlata.pdf>. ISSN 1801-2213.

[12.] PAPÍK, Richard. Kompetence, schopnosti a vlastnosti informačních profesionálů. Ikaros [online]. 2006, roč. 10, č. 11 [cit. 2010-01-19]. Dostupný na WWW: <http://www.ikaros.cz/node/3690>. URN-NBN:cz-ik3690. ISSN 1212-5075.

[13.] PETRINIC, Tatjana; URQUHART, Christiane. The education and training needs of health librarians-the generalit versus specialist dilema. Health Information and Libraries Journal, 24, 2007, pp. 167-176.

[14.] SCHMIDT Dean. Certification of Medical Librarians, 1949-1977. Bull. Med. Libr. Assoc. 67(1), January 1979,pp.31-35.

Kontakt:

PhDr. Helena Bouzková
Národní lékařská knihovna
Sokolská 54
121 32 Praha 2
Tel: 296 335 943
e-mail: bouzkova@nlk.cz
http://www.nlk.cz

NEMOCNICE ÚSTECKÉHO KRAJE SPOLEČNĚ K EHEALTH

Aleš Daniel, Martin Zeman, Jan Pejchal

Anotace

Nemocnice Ústeckého kraje se v roce 2007 spojily do jediné organizace, do akciové společnosti Krajská zdravotní. Přitom se vydaly na cestu k bezfilmovému a bezpapírovému zdravotnictví. Přes množství obtíží dosáhly pozoruhodných úspěchů a jejich zkušenosti jsou poučením i inspirací pro zdravotnická zařízení v celé Evropě.

Klíčová slova

Regionální zdravotnický informační systém, Informační a komunikační centrum nemocnic, Nemocniční informační systém, PACS, Grid, Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, Klinický informační systém, Informační systémy a technologie, Systémy pro podporu rozhodování, E-zdraví, Telemedicína, Elektronický zdravotní záznam.

1.Úvod

1. září 2007 došlo ke spojení 5 nemocnic do jediného subjektu, zřejmě největšího zdravotnického zařízení v ČR, akciové společnosti Krajské zdravotní (dále jen KZ), jejímž jediným akcionářem je Ústecký kraj. Došlo tak ke sloučení nemocnic s dlouhými tradicemi a historií – krajské Masarykovy nemocnice v Ústí nad Labem s okresními Nemocnicí Děčín, Nemocnicí Teplice, Nemocnicí Most a Nemocnicí Chomutov.

V současnosti má Krajská zdravotní, a.s. přes 3300 lůžek, téměř 6500 zaměstnanců, z toho přes 800 lékařů a 2600 sester. Poskytuje na svých klinikách a odděleních široké spektrum zdravotní péče včetně superspecializované a podílí se na pregraduálním i postgraduálním vzdělávání.

2.Výchozí situace

Až do sloučení do KZ se každá nemocnice vyvíjela zcela samostatně. To se v důsledku vyznačuje mnoha vzájemnými odlišnostmi, které je ve společné organizaci nutné překonávat. Vyzrálost jednotlivých procesů byla v každé oblasti na jiné úrovni, vyspělost ICT taktéž.

Například zatímco Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem byla jedním z největších a nejmodernějších zdravotnických zařízení v zemi, která v oblasti ICT provozovala např. ERP systém mySAP ERP 2005, datové sklady, moderní middleware pro integraci RIS – NIS – PACS, gridovou storage infrastrukturu, blade servery či IP telefonii a videokonference, na druhém pólu bylo množství počítačů s MS DOS, celé budovy bez počítačové sítě a připojení k internetu a psací stroje.

V období sloučení nemocnic byly z pohledu ICT provozovány 3 různé nemocniční IS, používaly se 3 různé finanční systémy, různé systémy laboratorní, radiologické, lékárenské a další.

3.Podmínky transformace ICT

Počátkem roku 2007 byla definována základní koncepce a strategie přeměny ICT do nové společnosti:

- ERP systém mySAP ve všech nemocnicích,
- Datové a komunikační centrum v Masarykově nemocnici,
- Konsolidace ICT infrastruktury a srovnání míry vyspělosti procesů ve všech částech společnosti,
- Konvergující služby (servisy) budou řízeny společně, jako IS/ICT:
    - Výpočetní technika a informační systémy,
    - Zdravotnická technika,
    - Sdělovací a zabezpečovací technika,
    - Telekomunikační technika,
    - Reprografie a reprografická technika,
- Spojení lékařských knihoven,
- IS/ICT budou řízeny podle požadavků norem ISO 9001:2000 a ISO 27001:2005 a podle národních akreditačních standardů,
- Směřování ke konceptu bezfilmové (filmless) a bezpapírové (paperless) nemocnice,
- Změny v IS/ICT a jejich řízení budou podporovat a urychlovat využití potenciálu zefektivnění (zrychlení, zjednodušení, zlevnění) procesů v nově vzniklé společnosti,
- Respektování budoucího možného začlenění do větší skupiny poskytovatelů zdravotní péče v souladu s trendy globalizace tohoto odvětví služeb.

4.Společné kroky k eHealth

Od září 2007 uběhlo již přes 30 měsíců, a proto již lze představit a zhodnotit nejdůležitější uskutečněné kroky.

Vybudování regionální optické sítě

Nejdůležitějším krokem pro fungování společnosti v pěti lokalitách, vzdálených od sebe desítky kilometrů, bylo zabezpečení dostatečně propustné sítě, která dokáže pojmout provoz všech systémů, a to i datově velmi náročných, jakým je ukládání obrazové dokumentace do centrálního archivu (centrálního PACSu) nebo centrální kamerový systém. Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem již září 2006 zahájila a v srpnu 2007 dokončila realizaci velkého projektu pod názvem „Veřejný internet v síti nemocnic v Ústeckém kraji", spolufinancovaného ze strukturálních fondů EU. Vznikla tak regionální vysokorychlostní komunikační síť mezi nemocnicemi Ústeckého kraje na bázi pronajatých nenasvícených optických vláken mezi městy, s realizací či odkupem poslední míle na stejné technologii. Modulární aktivní prvky, použité v jednotlivých lokalitách jsou vybavené nebo připravené na přechod k 10 Gbps ethernetu. Protokol MPLS páteřní sítě umožňuje následně provoz řady informačních systémů včetně regionálního zdravotnického informačního systému, systému PACS apod. Vybudovaná regionální počítačová síť, vlastněná

a provozovaná zdravotnickým zařízením, je napojena na internet a na národní vědeckou počítačovou síť CESNET2+.

Implementace ERP
Dalším významnou podmínkou pro transformaci společnosti bylo zavedení jednotného ekonomického informačního systému. Pro tuto úlohu byl zvolen ERP systém mySAP 2005, který byl již provozován v Masarykově nemocnici v Ústí nad Labem. Do podzimu 2009 probíhala implementace jednotlivých modulů a customizace systému včetně ošetření navazujících procesů a rozhraní.

Centrální HelpDesk
Již v květnu 2007 započaly v Masarykově nemocnici v Ústí nad Labem práce na implementaci helpdesku jako výchozího systému pro evidenci požadavků a incidentů v oblasti ICT. S transformací společnosti doznal projekt úprav, které zaručovaly dostupnost řešení v rámci celé společnosti. Od května 2008 tak provozuje Centrum informačních systémů KZ jednotný helpdesk pro zajištění společných služeb.

Jednotná správa identit
V souvislosti se sloučením nemocnic vyvstala otázka jednoznačného určení identity každého zaměstnance společnosti. Do KZ přišla každá z nemocnic s různou formou identifikace zaměstnance, a to i v rámci ICT.

Nedílnou součástí správy identit se tak stala implementace jednotného personálního informačního systému. V koordinaci s tímto krokem vznikala nová koncepce pro správu identit a účtů zaměstnanců. V současnosti lze prohlásit, že účty všech zaměstnanců jsou evidovány v LDAP, který je účelně propojen s personálním systémem. V současnosti probíhá další fáze zvyšování automatizace v oblasti práce s elektronickými identitami, potažmo účty zaměstnanců.

Jednotné úložiště digitální obrazové zdravotní dokumentace
Díky digitalizaci radiologických oddělení přešla loni společnost Krajská zdravotní na tzv. „filmless" provoz. To znamená, že RTG snímky a výsledky dalších specializovaných vyšetření (magnetická rezonance, CT, ultrazvuky, angiografie aj.) jsou zdravotníkům přístupny v počítači v digitální podobě. Výsledky jsou ihned po jeho provedení uloženy ve společném PACS systému a zdravotník je tak má okamžitě k dispozici. Systém rovněž ošetřuje vizuální získávání všech informací pro účel diagnostiky a přenos informací mezi lékaři na vzdálených pracovištích. Získané snímky je nyní možné v rámci Krajské zdravotní nechat posoudit zdravotníkem - specialistou v jiném městě, aniž by pacient musel být transportován jinam, či aby tento odborník naopak musel přijet za pacientem nebo za svým kolegou.

Společný intranet
Během roku 2008 byl implementován jednotný intranet pro všechny nemocnice. Systém je provozován na platformě Microsoft Sharepoint 2007. Během implementace proběhla základní customizace, další změny jsou na intranetu prováděny v rámci běžného provozu. Do systému byly nejprve

včleněny stávající části intranetů. V současnosti probíhají další úpravy, které mají za cíl zajistit snazší dohledání informací o jednotlivých částech organizace pro všechny pracovníky společnosti.

5.V realizaci …

Implementace KIS
Implementace klinických informačních systémů je jedním z hlavních kroků, které jsou v současnosti ve fázi implementační. V rámci této oblasti jsou nemocnice v Mostě a Teplicích vybavovány nemocničním informačním systémem Akord fy Stapro, a to v ojedinělé architektuře, kdy obě nemocnice jsou implementovány v rámci jedné instalace, jedné databáze. Vzniká tak v ČR z pohledu architektury nasazení ojedinělý systém, kdy nemocniční IS je provozován z jednoho datového centra, a to v Masarykově nemocnici v Ústí nad Labem.

Implementace nového PACS
Je implementováno nové, ještě robustnější, modernější a svou kapacitou rozsáhlejší centrální řešení, postavené na v ČR oblíbeném produktu MariePACS. Implementace systému je, v prostředí KZ pochopitelně obtížnější než obvykle, a to zejména v oblasti zajištění DICOM služeb. S PACSem nekomunikuje pouze jeden radiologický systém, ale hned 5. Přitom je třeba zachovat jedinečnost identifikace dokumentace pacienta nejen v rámci jedné lokality, ale celé společnosti. Rázem se tak míra problému přibližuje problematice regionálního elektronického zdravotního záznamu. Nicméně, zajištění uvedených služeb bylo vyřešeno v KZ již před implementací nového PACSového systému, proto v rámci implementace došlo pouze k inovaci řešení v rámci nové architektury.

Datové a komunikační centrum
V roce 2009 započala realizace datového centra pro zajištění společných služeb v KZ, umístěného v Masarykově nemocnici v Ústí nad Labem. Na konci roku 2009 se podařilo projekt dovést do fáze přesunu dosud provozovaných systémů do datového centra. V rámci tohoto centra jsou zajišťovány všechny sdílené ICT služby společnosti, jakými jsou ERP systém mySAP, společné klinické informační systémy, personální informační systém a další.

Implementace lékárenského IS
KZ doposud provozuje 4 různé lékárenské systémy. Protože si je KZ vědoma komplikací, které jsou důsledkem takového stavu, byl na podzim loňského roku zahájen projekt jednotného (a jediného) lékárenského informačního systému Apothéké. Kromě sjednocení evidence a procesů v oblasti lékáren dojde i ke zjednodušení komunikace mezi lékárenským IS a okolními systémy.

Facility management
Další oblastí, na kterou se společnost zaměřila, je oblast facility managementu. V této oblasti byl do současnosti implementován systém Fama +, který byl nasazen do oblasti správy majetku.

Společné zabezpečení ICT
Od roku 2007 postupně probíhá zabezpečování ICT na společnou úroveň v souladu s již zavedenými systémy pro přístup (access systémy).

A další

6.Závěr

Spojením nemocnic do Krajské zdravotní, a.s. vznikla společnost, která zejména v roli zdravotnického zařízení řeší díky své struktuře v ČR ojedinělé problémy. Pět velmi odlišných nemocnic zároveň sjednocuje své procesy, srovnává jejich zralost a mění se na obchodní společnost.

V rámci oblasti ICT staví KZ na základech, které do KZ přinesla Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, a dále je rozvíjí. KZ tak využívá v této zemi ojedinělou regionální optickou síť s rychlostí 10Gbps. Jakákoli implementace systémů v KZ sebou nese řešení problematiky fungování těchto systémů na regionální úrovni, což je zejména pro dodavatele jedinečnou příležitostí, jak ukázat pokročilé funkcionality implementovaných systémů.

Od roku 2007 zvládla KZ zavést a vybudovat základní prvky, které jsou nutné pro fungování v její unikátní struktuře. Zároveň však pokračuje ve zvyšování efektivity ve všech základních oblastech (zdravotnické, ICT, ad.). Krajskou zdravotní čekají mnohé další kroky, které povedou ke zlepšování jak na straně péče o pacienty, tak v optimalizaci ve vnitřním chodu organizace.

Literatura

[1.] *Zeman, M. Transformation of five hospitals into one organization and related changes in IT. Healthcare IT Management. 3, 3, Brusel, 2008, p. 34-35.*

[2.] *Zeman, M. Koncepce budování informačního systému v nemocnicích Ústeckého kraje. In Efektivní zdravotnictví v podmínkách Ústeckého kraje. Sborník příspěvků z konference Efektivní zdravotnictví v podmínkách Ústeckého kraje. Praha : V.I.A. PRAHA, a.s., 2007.*

[3.] *Pejchal, J., Zeman, M., Hostaš, M. Dark Fibre PC network - Public Internet Access Points in 5 hospitals. IT @ Networking Communications. vol. 3, no. 1, EMC Consulting BVBA, Brusel, 2009, p. 20-21.*

Kontakt:

Aleš Daniel
Krajská zdravotní, a.s.
Sociální péče 3316/12A
401 13 Ústí nad Labem
e-mail: *ales.daniel@kzcr.eu*
http://www.kzcr.eu

MULTIMEDIÁLNÍ PODPORA VE VÝUCE BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Vladana Djordjevic, Václav Gerla, Lenka Lhotská, Vladimír Krajča

Anotace

Tento příspěvek popisuje modul pro podporu výuky v oblasti biomedicínského inženýrství. Konkrétním tématem byla elektroencefalografie (EEG). Materiál umožní uživatelům seznámit se s elektroencefalografií, a také s měřením a zpracováním EEG signálu. Takový postup zpřístupní výukový materiál nejenom studentům prezenční, ale i kombinované formy studia. Materiál je v angličtině. Při tvorbě tohoto nástroje a jeho částí byl kladen důraz především na jeho jednoduchost, srozumitelnost a názornost.

Klíčová slova:

Elektroencefalografie, biomedicínské inženýrství, podpora výuky, multimédia

1. Úvod

Vývoj a vznik nových technologií uvádí nové možnosti do různých lidských činností, včetně výuky a vzdělávání. Existuje mnoho důvodů pro používaní informačních a komunikačních technologií (ICT) ve všech oblastech vzdělávání. ICT poskytují různé způsoby zavádění vzdělávacích příležitostí pro širší skupinu lidí. Kromě toho rozšiřují dostupnost kvalitních výukových materiálů, čímž se zvyšuje celková účinnost a efektivita.

EEG dnes patří k nejdůležitějším diagnostickým metodám v neurologii. EEG se nepoužívá jenom v medicíně, ale například také v kognitivní vědě. Manuální vyhodnocování je stále základní a velmi rozšířená metoda analýzy EEG záznamu. Je to velmi zdlouhavý a časově náročný proces, především pokud se jedná o dlouhodobé EEG záznamy (spánkové EEG, epileptické EEG nebo EEG u předčasně narozených dětí). Z tohoto důvodu nabývají počítačem podporované metody zpracování biologických signálů stále většího významu. Navrhované automatizované metody mohou jednak ušetřit práci lékařům, dále pak učinit proces klasifikace objektivnějším. V současné době se pro zpracování a rozpoznávání důležitých oblastí v EEG využívají nejčastěji klasické metody zpracování signálu, které umožňují získat základní statistické charakteristiky v časové a frekvenční oblasti.

Modul, který popisujeme v tomto příspěvku, umožní uživatelům bližší seznámení se s elektroencefalografií a způsobem měření, dále pak umožní hlouběji proniknout do problematiky zpracování EEG signálu. Materiál obsahuje části týkající se těchto oblastí: teorie EEG signálu, zpracování EEG signálu v časové a frekvenční oblasti (včetně ukázkových kódů a praktických cvičení v programu Matlab), a instruktážní videozáznam ilustrující způsob měření EEG.

Cílovou skupinou tohoto konkrétního projektu jsou studenti předmětů Úvod do biomedicínského inženýrství, Kognitivní systémy, Biologické signály, Zpracování biologických dat, vyučovaných na Fakultě elektrotechnické ČVUT. Oblast využití realizovaného modulu je ovšem širší. Studenti s medicínským vzděláním jej mohou použít pro seznámení se s technickou částí elektroencefalografie. Také jej lze použít jako informativní materiál pro seznámení se s tématy v této oblasti a jako materiál pro motivaci a vzdělávání studentů. Může být také použit v oblasti celoživotního vzdělávání.

2. Obsah výukového materiálu

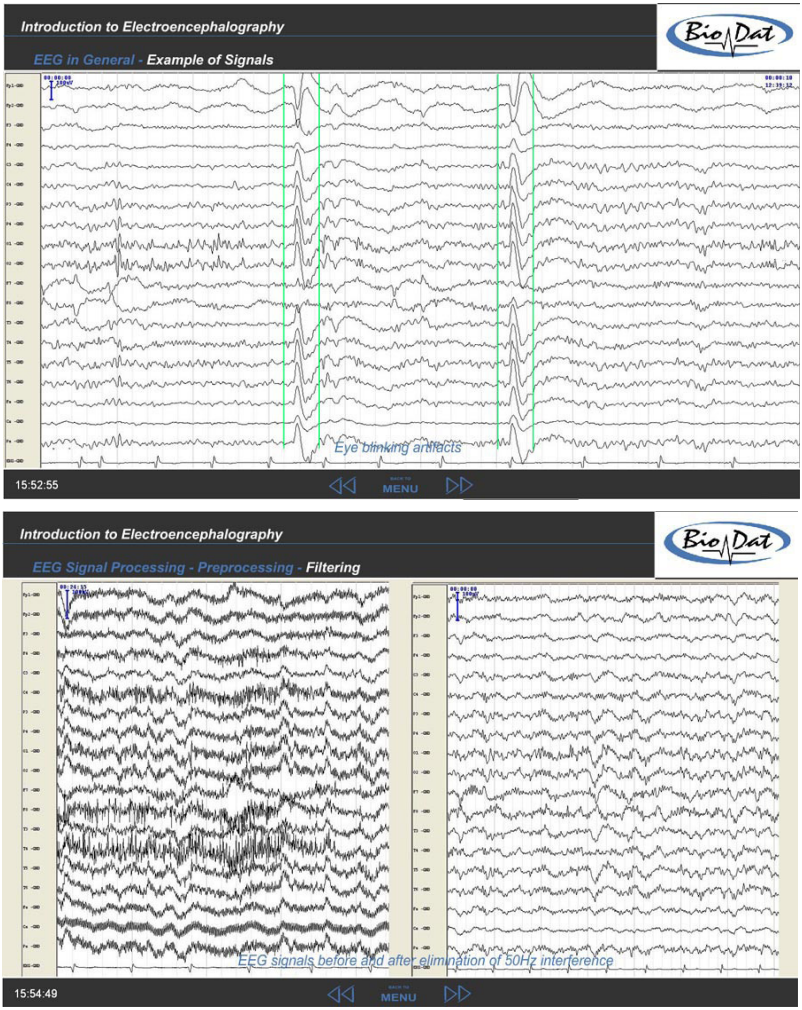
Prezentovaný multimediální materiál obsahuje tří hlavní části: teoretickou část, objasnění základních pojmů a příklady v programu Matlab a demonstraci EEG měření v praxi v neklinickém prostředí.

Teoretická část projektu umožňuje uživatelům bližší seznámení s elektroencefalografií, procesem měření, a také s možnostmi zpracování tohoto složitého signálu. Je rozdělena do dvou hlavních části: informace o elektroencefalografii a informace o zpracování signálu. Část zabývající se EEG záznamem je rozdělená na další detailnější části: historie EEG, aplikace, postup měření, umístění elektrod, typická frekvenční pásma, polysomnografie (PSG), a artefakty.

Součástí materiálu jsou také ukázky EEG a PSG signálů (spánek dospělých, PSG novorozenců, příklady delta, theta, alfa a beta EEG aktivity a příklady artefaktů), viz *Obrázek 1*.

V části, která popisuje zpracování signálu lze nalézt tato témata: typické fáze zpracování EEG signálu, předzpracovaní a reprezentace EEG dat pomocí extrahovaných příznaků a klasifikace. V procesu předzpracování je uvedena filtrace a segmentace signálu [1]. Extrakce příznaků je významným krokem v procesu zpracování dat [2]. Extrahované příznaky mohou být různé, například statistické parametry nebo příznaky po použití Fourierovy a wavelet transformace [3]. V další části je uveden program Weka [4], který se používá jak v oblasti vzdělávání, tak i ve výzkumu. Lze jej použít například pro klasifikaci dat na základě vypočtených příznaků.

Tato část také seznámí studenty s dvěma softwarovými nástroji používaných pro zobrazování EEG/PSG záznamu, jejich zpracování a vizualizace. Prvním z nich je WaveFinder [5], který se používá v klinické praxi. Tento program umožňuje pracovat s různými formáty dat, dále mohou lékaři offline hodnotit záznamy, použít implementované metody zpracování EEG signálu, zobrazovat záznam v různých montážích, zobrazovat video záznamy apod. Druhý program je EEGLab [6], používaný pro analýzu EEG záznamů. Skládá se z několika modulů, které umožňují například segmentaci signálu, tvorbu a editaci trénovací množiny, spektrální analýzu, digitální filtraci, 2D a 3D mapovaní

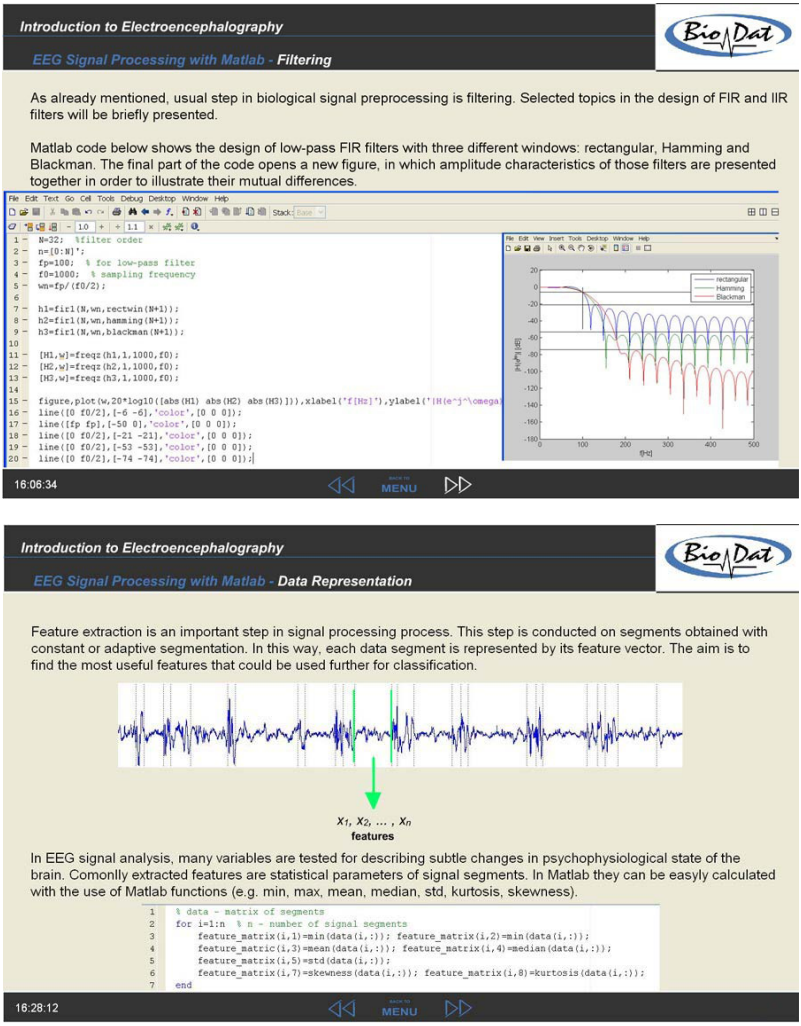


Obrázek 1: Ukázka EEG signálu

mozkové aktivity a online podporu. Na závěr je představena vizualizace jednotlivých fází procesu zpracování signálu a zobrazení konečných výsledků.

Další část materiálu obsahuje příklady a ukázky v programu Matlab. V příkladech jsou použita reálná data ze spolupracujících lékařských pracovišť nebo data, která byla naměřena ve fakultní EEG laboratoři. Příklady a ukázky odpovídají těmto oblastem: filtrace, konstantní a adaptivní segmentace, extrakce statistických příznaků, a použití Fourierovy a wavelet transformace.

Na *Obrázku 2* je možné vidět některé částí realizovaného projektu, které se týkají zpracování biologických signálu v programu Matlab.



Obrázek 2: Ukázky a příklady v programu Matlab

Konečná část materiálu ilustruje prostřednictvím natočených videí přípravu a měření EEG signálu v neklinické praxi (pro vzdělávací a výzkumné účely). Tímto způsobem se např. studenti mohou seznámit s procesem měření, aby se mohli co nejaktivněji účastnit práce v laboratoři, nebo si mohli navrhnout a implementovat vlastní experimenty.

3. Realizace

Pro vytvoření tohoto multimediálního materiálu bylo použito prostředí Adobe Flash. Jak už bylo zmíněno, příklady kroků zpracování signálu jsou prezentovány v programu Matlab. Pro vizualizace biologických signálů, zpracování signálu a zobrazení mezivýsledků byly použity programy WaveFinder a EEGLab. Použité záznamy byly získány od spolupracujících lékařských pracovišť (Fakultní nemocnice Na Bulovce a Ústav pro péči o matku a dítě), nebo naměřeny v laboratoři skupiny Biodat, části Gerstnerovy laboratoře Katedry kybernetiky.

Ve své práci jsme vycházeli ze svých dosavadních zkušeností ve výuce a tvorbě multimediálních materiálů. Také jsme při řešení spolupracovali s psychologem, který poskytl rady a pokyny o formě multimediálního materiálu. Výsledkem je materiál, který je možné modifikovat a rozšiřovat podle získaných zkušeností a hodnocení uživatelů. Materiál je dostupný na internetové adrese *http://bio.felk.cvut.cz/eegintro.*

Materiál je v angličtině, aby ho mohli používat i zahraniční studenti.

4. Závěr

Realizovaný modul je určen především pro podporu výuky, ale také jako motivační nástroj. Důraz byl kladen na poskytování dostatečného množství informací, aby byli studenti schopni pochopit a samostatně provádět různé části procesu zpracování signálu. Studenti jsou takto motivováni, aby se pokusili samostatně pracovat, namísto pouhého vnímání vizualizovaných výsledků. Další potenciální využití je pro prezentaci středoškolským studentům a nebo pro přípravu kursů v rámci celoživotního vzdělávání.

Celý přístup byl navržen tak, aby mohl byt použit nejenom na EEG signál, ale i na další témata v biomedicínském inženýrství, např. elektrokardiografie. Materiál je koncipován a realizován jako otevřený a umožňuje rozšiřitelnost a modifikace podle získaných zkušeností. Navíc se také nabízí možnost přidávat kódy nebo jiný obsah, který studenti vytvoří v rámci bakalářských a diplomových prací. Do budoucna předpokládáme také začleňování nově vyvíjených metod do tohoto materiálu.

Poděkování

Práce je podporována výzkumným záměrem č. MSM 6840770012 "Transdisciplinární výzkum v oblasti biomedicínského inženýrství II" a v roce 2009 byla podporována grantem FRVŠ č. 2238/2009.

Reference

[1.] Paul, K., Krajca, V., Roth, Z., Melichar, J., Petranek, S. Characteristics of quiet and active sleep in newborns. Sleep Med., 2003, vol. 4, no. 6, p. 569 – 571.

[2.] Gerla, V., Paul, K., Lhotska, L., Krajca, V. Multivariate analysis of full-term neonatal polysomnographic data. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, 2009, vol. 13, no. 1, p. 104 – 110.

[3.] Gerla, V., Djordjevic, V., Lhotska, L., Krajca, V. Systems approach to complex signal processing task. In Proceedings EUROCAST. Las Palmas (Spain), 2009, p. 191 – 192.

[4.] Witten, I. H., Frank, E. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, 2nd ed. Morgan Kaufmann, San Francisco, 2005.

[5.] Krajca, V. Long-term electroencephalogram analysis. ERCIM news, Online edition, no. 29, 1997.

[6.] Rieger, J., Lhotska, L., Matousek, M. Long-term EEG data analysis. In Proceedings 3rd European Medical and Biomedical Engineering Conference EMBEC '05 [CD ROM], 2005.

Kontakt:

Vladana Djordjevic
ČVUT FEL Praha
katedra kybernetiky
Technická 2, 166 27 Praha 6
tel.: 224357609
fax: 224357224
e-mail: *djordvla@fel.cvut.cz*
http: cyber.felk.cvut.cz

Václav Gerla
ČVUT FEL Praha
katedra kybernetiky
Technická 2, 166 27 Praha 6
tel.: 224357609
fax: 224357224
e-mail: *gerlav@fel.cvut.cz*
http: cyber.felk.cvut.cz

Lenka Lhotská
ČVUT FEL Praha
katedra kybernetiky
Technická 2, 166 27 Praha 6
tel.: 224353933
fax: 224311081
e-mail: *lhotska@fel.cvut.cz*
http: cyber.felk.cvut.cz

Vladimír Krajča
Fakultní nemocnice Na Bulovce
Budínova 2, 180 81 Praha 8
e-mail: *vladimir.krajca@fnb.cz*

SAMOTNÝ SIMULÁTOR NESTAČÍ

Zuzana Dukátová, Jiří Kofránek

Abstrakt

Webový atlas fyziologie a patofyziologie obsahuje několik výukových modelů. Pedagogická praxe však ukázala, že bez jasného scénáře simulační hry je pracně vyvinutý výukový simulátor hůře využitelný. Proto jsme k některým dříve vyvinutým simulátorům vytvořili pomocí nástroje Adobe Captivate webově dostupné učební texty, využívající simulátor v simulační hře.

Klíčová slova

E-learning, Internet, Simulátory, Výuka

Úvod

Lékařské trenažéry umožňují, obdobně jako letecké trenažéry zcela nový způsob výuky, kdy si student, bez nebezpečí pro pacienta může ve virtuální realitě procvičovat diagnostické a terapeutické úkony. A na rozdíl od reálného světa, ve virtuální realitě jsou chyby vratné. Ale nejenom to, student může podrobně sledovat průběhy hodnot nejrůznějších veličin, které u reálného pacienta nejsou běžně dostupné klinickému vyšetřování.

Simulátory také mohou sloužit jako interaktivní výuková pomůcka k vysvětlení fyziologických mechanismů fungování lidského organismu. Student také může opakovaně rozpojovat i zapojovat jednotlivé regulační smyčky, sledovat odezvy jednotlivých fyziologických subsystémů na nejrůznější vstupy odděleně od jejich okolí (což v reálném světě často není možné ani v těch nesložitějších experimentech).

Komplexní simulátory fyziologických funkcí

Pro výuku patofyziologie a studium patogenezy nejrůznějších patologických stavů i jako podklad pro klinické trenažéry využívající robotizovanou figurínu pacienta mají velký význam komplexní simulátory, zahrnující ***modely nejen jednotlivých fyziologických subsystémů, ale i jejich propojení do komplexnějšího celku***.

Počátek historie složitých výukových biomedicínských simulátorů sahá do začátku osmdesátých let, kdy Thomas Coleman a Randal vytvořili model ***„Human"*** určený především k výukovým účelům [4]. Model umožnil simulovat řadu patologických stavů (kardiální a renální selhání, hemorhagický šok aj.) i vliv některých terapeutických zásahů (infúzní terapii, vliv některých léků, transfúzi krve, umělou plicní ventilaci, dialýzu atd.). Autoři za mírný poplatek na požádání rozesílali zdrojový text programu v jazyce Fortran. Model byl v osmdesátých letech jedním z nejrozsáhlejších simulačních výukových biomedicínských programů.

V poslední době Meyers a Doherty implementací v Javě původní Colemanův model zpřístupnili na webu [14]. Model je na webu (*http://placid.skidmore.edu/*

human/index.php) snadno ovladatelný, nicméně z původní implementace ve Fortranu si odnáší názvy proměnných (omezených na šest alfanumerických znaků), jejichž význam musí uživatel nejprve rozklíčovat.

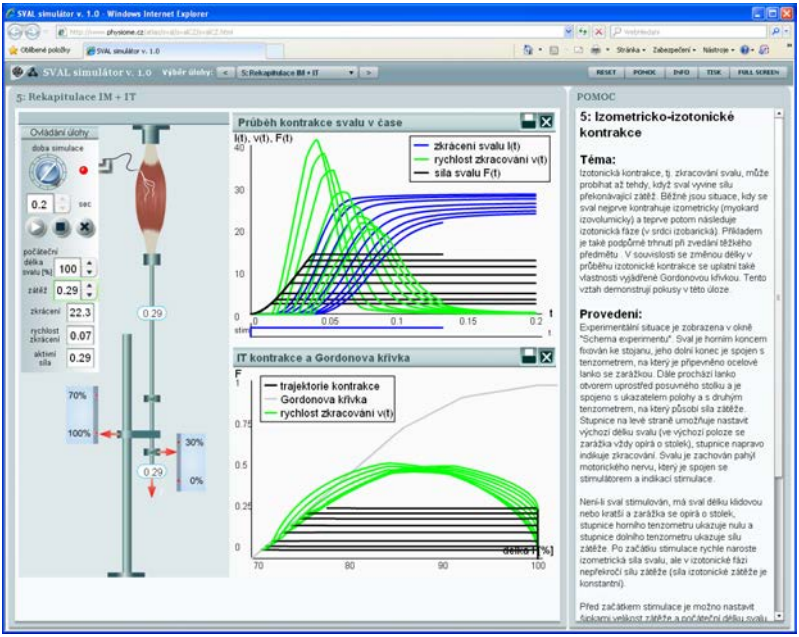
Současným, velmi podstatným, rozpracováním původního modelu Human je rozsáhlý výukový simulátor ***Quantitative Circulatory Physiology (QCP)*** [1] a jeho následovník ***Quantitative Human Physiology (QCP)*** [4, 8]. Pro podporu jejich využívání jako výukové pomůcky v lékařské výuce autoři tyto simulátory volně zpřístupnili na webu University od Mississippi (*http://physiology.umc.edu/themodelingworkshop/*). Simulátory je možné stáhnout a instalovat na počítači v prostředí Windows. Na rozdíl od modelu Human, význam jednotlivých proměnných již není kryptický, nicméně proměnných je velmi mnoho a efektivní práce s modelem vyžaduje znalost složité nabídkové struktury simulátoru i představu o tom, jaké proměnné je třeba při simulacích jednotlivých patologických stavů vhodné sledovat a hodnotu jakých parametrů je nutno změnit pro simulaci nejrůznějších patologických poruch (simulátor umožňuje měnit hodnoty cca 750 parametrů, modifikujících fyziologické funkce). Hodnoty těchto parametrů je možno ukládat do externího souboru nebo z externího souboru načítat, což umožňuje připravit řadu scénářů pro různé scénáře modelovaných patologických stavů. Autoři pro výukové potřeby řadu těchto scénářů (ve formě vstupních souborů) připravili a spolu s příslušným komentářem umožnili jejich stahování z příslušné webové stránky.

Určitou bariérou pro výukové využití simulátoru QCP (i jeho následníka QHP) je složitost ovládání simulátoru. Nicméně ve výukové praxi (tam, kde simulátor využívali) se osvědčil. Tak např. španělští autoři Rodriges-Barbero a Lopes-Novoa [16] referují, že více než 70% studentů v anonymizovaném dotazníku uvedlo, že výuka pomocí simulátoru QCP jim umožnila lepší chápání komplexity fyziologických procesů a vzájemného koordinovaného působení několika fyziologických subsystémů v homeostatické odpovědi na nejrůznější podněty. Studenti si pochvalovali, že výukou na simulátoru získali lepší pochopení o funkcích lidského organismu bez ohledu na to, že simulátor byl pouze v angličtině a nebyl lokalizován do španělštiny.

Naše zkušenosti i zušenosti jiných pracovišť s nasazením komplexních modelů do výuky ale ukazují, že velké a složité modely mají z didaktického hlediska značnou nevýhodu ve složitém ovládání [7, 12, 13].

Rozvětvené uživatelskému rozhraní složitých simulátorů, umožňující najednou sledovat hodnoty stovek proměnných se nakonec paradoxně ukazuje jako omezující prvek pro jejich nasazení v běžné výuce na lékařských fakultách.

Velké množství vstupních proměnných i široká paleta možností sledování výstupních proměnných, vyžadují od uživatele důkladnější porozumění vlastní struktury simulačního modelu, i znalost toho, jaké procesy je zapotřebí při simulacích určitých patologických stavů sledovat. V opačném případě se složitý sofistikovaný model uživateli jeví jen jako „složitá a málo srozumitelná technická hračka" (obdobně, jako když ho posadíte před složitý simulátor dopravního letadla bez předchozího teoretického kurzu).



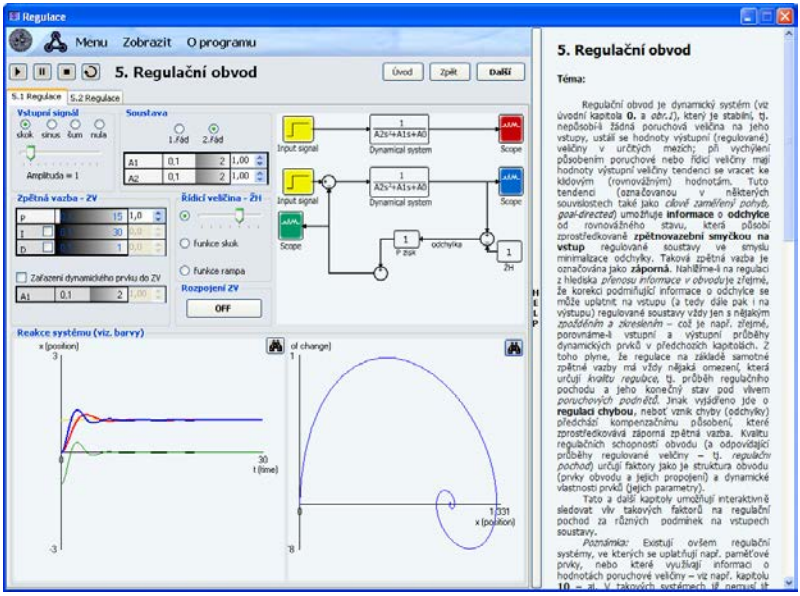
Obrázek 1 - Výukový program se simulačními hrami věnovaný studiu mechanických vlastností kosterního a srdečního svalu.

Výuka se simulátorem proto klade ***citelně vyšší nároky na vyučujícího, než klasická výuka***. Při správném využití simulátoru, je však pedagogický efekt velmi výrazný, zvláště v takových oblastech, kde je rychlé a správné rozhodování velmi důležité, například v medicíně akutních stavů a v anesteziologii [2, 6, 9, 10, 15, 17, 18].

Vzhledem k technologickým i personálním nárokům proto vznikla na řadě univerzit i mimo ně specializovaná simulační centra pro lékařskou výuku na simulátorech, např. na Harwardu existuje „Center for Medical Simulation" - *http://www.harvardmedsim.org/*, v Oxfordu se problematikou lékařské výuky na simulátorech zabývá „Oxford Simulation Centre" - *http://www.oxsim.ox.ac.uk/*, a v Izraeli vzniklo štětře dotované „Israel Center for Medical Simulation" - *http://www.msr.org.il/*.

3. Webová interaktivní učebnice

Pedagogická praxe ukázala, že simulační hra s jednoduchými agregovanými modely (s možností sledování pouze několika proměnných) je někdy vhodnějším nástrojem pro vysvětlení složitých procesů než rozsáhlý výukový model. Při výkladu je vhodné postupovat od jednoduššího ke složitějšímu, tj. nejprve s využitím jednoduchých modelů vysvětlit základní principy a teprve potom se věnovat složitějším detailům a využívat simulační hry se složitějšími modely [12].



Obrázek 2 - Výukový program se simulačními hrami věnovaný základním dynamickým vlastnostem fyziologických regulačních systémů.

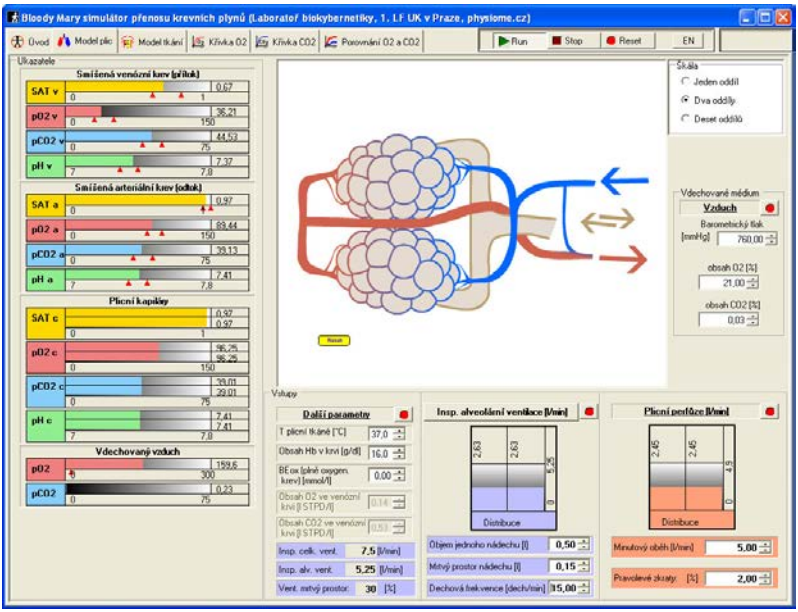
Výukové modely (a zřejmě nejen komplexní modely se stovkami proměnných) pro efektivní využití ve výuce proto sami o sobě nestačí. Musí být provázeny výkladem jejich využití – nejlépe pomocí interaktivních výukových aplikací na internetu.

Teprve ***spojení výkladu a se simulační hrou*** dává možnost využít všech výhod virtuální reality pro vysvětlení složitých patofyziologických procesů.

Je zřejmé, že sebelepší simulátor bez dostupného výkladového textu a jasného scénáře jeho využití ve výuce, je jen polovičaté řešení. Na druhé straně je zřejmé, že i vynikající interaktivní multimediální výukové programy s mnoha ozvučenými animacemi, ale bez simulačních her s modely na pozadí, jako je např. Interactive Physiology [3] (*http://www.interactivephysiology.com*), využívají možnosti počítače pro výuku jen napůl.

Pro skloubení možností interaktivních multimédií a simulačních modelů pro lékařskou výuku jsme proto koncipovali projekt internetového počítačového ***Atlasu fyziologie a patofyziologie*** [11] jako multimediální výukovou pomůcku, která názornou cestou prostřednictvím internetu s využitím simulačních modelů by měla pomoci vysvětlit funkci jednotlivých fyziologických subsystémů, příčiny a projevy jejich poruch – *http://physiome.cz/atlas*.

Některé simulátory mají v sobě kombinovaný model i výkladovou část. Příkladem je Simulátor mechanických vlastností svalu [19] (*Obrázek 1*). Dalším příkladem internetem dostupného výukového textu, kde jednotlivé modely jsou nedílnou součástí vykládané látky, je kapitola Atlasu fyziologie



Obrázek 3 - Simulační hra s modelem přenosu krevních plynů k vysvětlení následků poruch nerovnoměrnosti ventilace-perfúze. Počáteční stav.

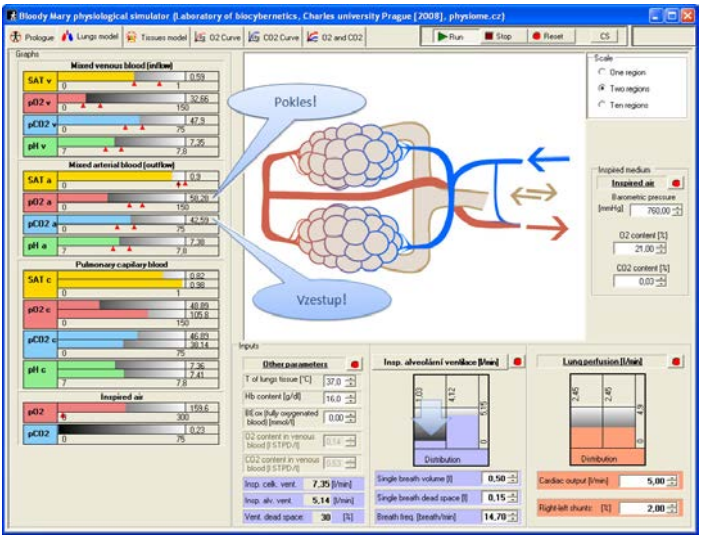
a patofyziologie pojednávající o základních dynamických vlastnostech fyziologických regulačních systémů [20] (*Obrázek 2*).

Atlas obsahuje i simulátory, které se spouštějí samostatně. Příkladem je komplexní simulátor přenosu krevních plynů, který je využíván jako výukovou pomůcka při výkladu fyziologie a patofyziologie přenosu kyslíku a kysličníku uhličitého. Využití simulátoru při výkladu následků ventilačně perfúzních nerovnoměrností (např při chronické obstrukční chorobě plicní) ilustrují *Obrázky 3 – 7*. Simulace vlivu plicní embolie na přenos krevních plynů je na *Obrázcích 8 -9*.

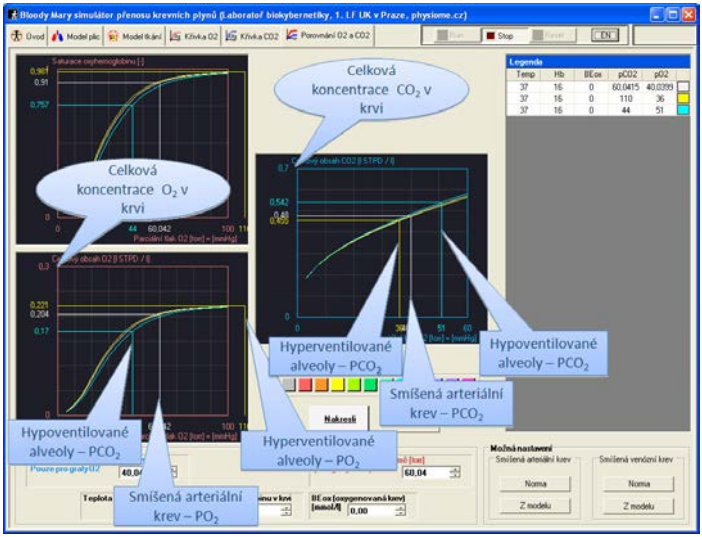
4. Nástroj pro tvorbu webově dostupných scénářů simulačních her

Samostatně spustitelné simulátory, dostupné na Atlasu fyziologie a patofyziologie je možno využít v řadě možných scénářů, které pomohou pochopení rozvoje řady patofyziologických stavů. Ve výuce patologické fyziologie je proto na seminářích s úspěchem využíváme. Určitým problémem je ale to, že samostatně spustitelný simulátor je sice dostupný na kliknutí z internetu, avšak bez výkladu učitele ztrácí svůj didaktický význam. Bez na webu snadno dostupných scénářů simulačních her je pak pracně vyvinutý výukový simulátor hůře využitelný.

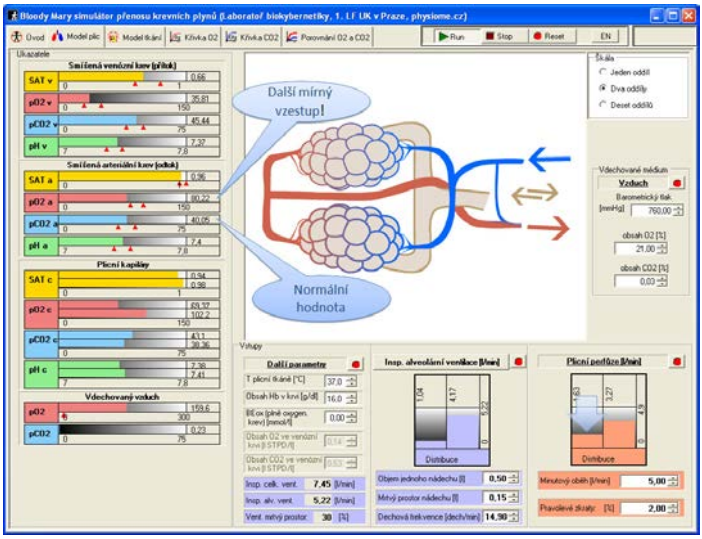
Proto k některým dříve vyvinutým simulátorům vytváříme webově dostupné učební texty, které simulátor využívají. Vhodným nástrojem pro tuto tvorbu je vývojový nástroj ***Adobe Captivate***, který umožňuje i bez programování vytvářet výukové vysvětlující moduly, včetně zkušebních testů.



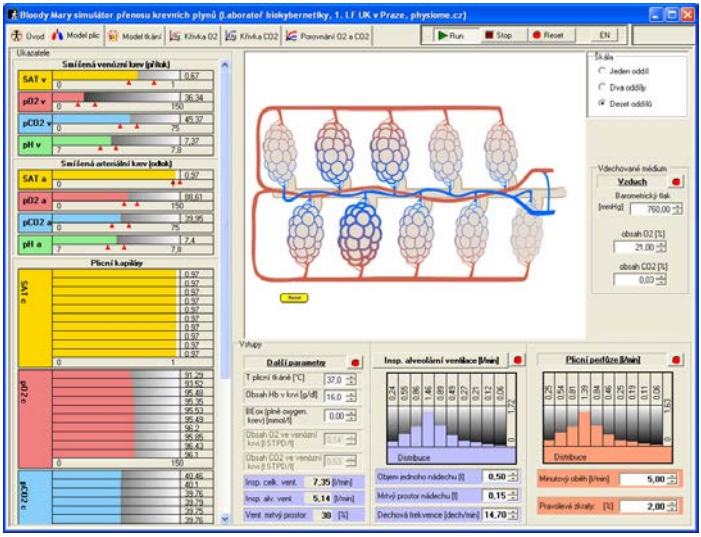
Obrázek 5 - Nepatrným zvýšením dechové frekvence dosáhneme normalizace PCO_2 ve smíšené arteriální krvi, PO_2 však zůstává stále nízké. Příčina je v rozdílném tvaru disociačních křivek O_2 a CO_2 - následující obrázek.



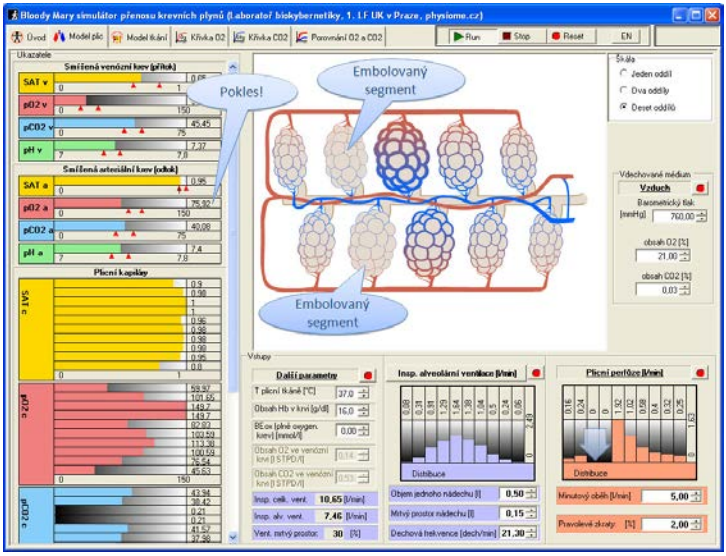
Obrázek 6 - Porovnání celkových koncentrací a parciálních tlaků O_2 a CO_2 v hyperventilovaných hypoventilovaných alveolech a ve smíšené arteriální krvi.



Obrázek 7 - Omezení perfúze špatně ventilovanými alveoly omezí příměs hypooxygenované krve z hypoventilovaných alveolů, ve smíšené arteriální krvi se proto parciální tlak kyslíku zvýší. Důsledkem ale je také zvýšení odporu plicního krevního řečiště a rozvoj prekapilární plicní hypertenze.



Obrázek 8 - Simulace plicní embolie. Využíváme toho, že simulátor umožňuje provádět simulační experimenty i s jemnějším rozložením distribuce ventilace-perfúze do deseti ventilačních a perfúzních segmentů. Výchozí stav.



Obrázek 9 - Plicní embolie narušila normální distribuci ventilace-perfúze a způsobila výpadek plicní perfúze v třetím a čtvrtém segmentu (simulujeme tím plicní embolii). Pacient je dušný, respirace kompenzuje pH a parciální tlak oxidu ohličitého na normálních hodnotách, nicméně porušení normální distribuce ventilace-perfúze vede k poklesu arteriálního pO2. Jak můžeme vidět na simulátoru, krev, která nemůže proudit embolovanými plicními segmenty, proudí přes okolní plicní segmenty, kde se poměr ventilace-perfúze snižuje (a alveoly v těchto segmentech jsou vzhledem ke zvýšené perfúzi hypoventilované a hodnoty PO2 a saturace hemoglobinu kyslíkem v kapilární krvi, oddtékající z těchto segmentů jsou nízké).

Při přípravě výukového modulu je možné využít prezentace připravené v PowerPointu, které je možné doplnit animačními komponenty vytvořenými v nástroji Adobe Flash. Výklad je možné kombinovat se zvukovou stopou synchronizovanou s výukovým obsahem.

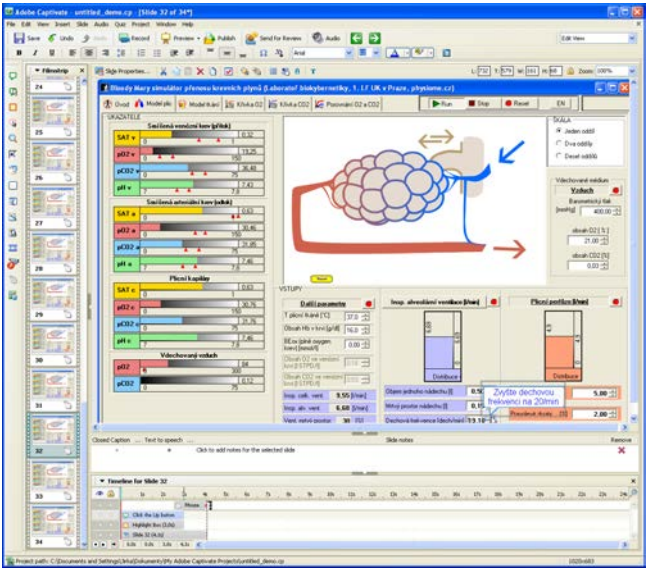
Výhodnou vlastností nástroje je to, že umožňuje zařadit do výukového obsahu animované z obrazovky nasnímané sekvence práce s nainstalovaným softwarem – a v nástroji pak tyto sekvence upravovat a připravit interaktivní návod k ovládání jiného softwaru.

Adobe Captivate nakonec vygeneruje výukovou aplikaci spustitelnou v Adobe Flash Playeru.

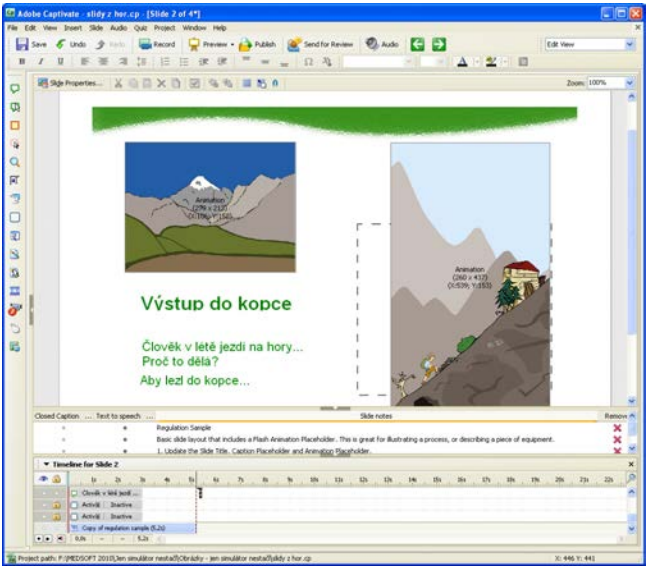
Ukázku využití s Adobe Captivate pro přípravu scénáře práce se simulátorem přenosu krevních plynů při výkladu výškové nemoci uvádí *Obrázcích 10 a 11*.

5. Závěr

Adobe Captivate se ukázal jako velmi vhodný nástroj pro rychlé vytváření výukových modulů, které názorným způsobem propojí vykládanou látku se



Obrázek 10 - Využití nástroje Adobe Captivate pro vytvoření animovaného zadání práce se simulátorem přenosu krevních plynů v simulační hře pro vysvětlení patogenezy výškové hypoxie



Obrázek 11 - Využití nástroje Adobe Captivate pro vytvoření výkladu patogenezy výškové hypoxie

simulačními hrami využívajícími již vytvořené výukové simulátory. Tím se naše úsilí, v minulosti věnované do tvorby výukových simulátorů, dále zhodnotí a simulátory se stanou lépe využitelnými nástroji pro výklad fyziologických a patofyziologických procesů.

Poděkování

Tvorba výukových simulátorů a vývoj příslušných vývojových nástrojů byly podporovány granty MŠMT č. 2C06031 „e-Golem", výzkumným záměrem MSM 0021620806 a společností Creative Connections s. r. o.

Literatura

[1.] Abram, S. R., Hodnett, B. L., Summers, R. L., Coleman, T. G., & Hester, R. L. (2007). Quantitative circulatory physiology. An integrative mathematical model of human mathematical model of human physiology for medical education. Advanced Physiology Education, 31, stránky 202-210.

[2.] Binstadt, E. S., Walls, R., White, B. A., Nadel, E. S., Takavesu, J. K., & Barker, T. D. (2006). A Comprehensive Medical Simulation Education Curriculum for Emergency Medicine Residents. Annals of Emergency Medicine , 49, stránky 495-504.

[3.] Branstrom, M. J., Haynes, L. W., Hoehn, K., LePage, P., Marieb, E. N., Mitchell, S. J., a další. (2008). Interactive Physiology, 10 System Suite. (S. Beauparlant, Editor, & Benjamin Cummings, San Francisco, CA) Načteno z http://www.interactivephysiology.com.

[4.] Coleman, T. G., & Randall, J. E. (1983). HUMAN. A comprehensive physiological model. The Physiologist, , 26, stránky 15-21.

[5.] Coleman, T. G., Hester, R. L., & Summers, R. L. (2009). Quantitative Human Physiology. Načteno z http://physiology.umc.edu/themodelingworkshop/

[6.] Day, R. S. (2006). Challenges of biological realism and validation in simulation-based medical education. Artificial Inteligence in Medicine , 38, stránky 47-66.

[7.] de Freitas, S. I. (2006). Using games and simulations for supporting learning. Learning, Media and Technology , 31, stránky 343 – 358.

[8.] Hester, R. L., Coleman, T., & Summers, R. (2008). A multilevel open source integrative model of human physiology. The FASEB Journal , 22, str. 756.

[9.] Jones, A., & Lorraine, S. (2008). Can human patient simulator be used in physiotherapy education? The Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice , 5, stránky 1-5.

[10.] Kobayashi, L. K., Patterson, M. D., Overly, F. L., Shapiro, M. J., Williams, K. A., & Jay, G. D. (2008). Educational and research implications of portable human patient simulation in acute care medicine. Academic Emergency Medicine , 15, stránky 1166-1174.

[11.] Kofránek, J., Matoušek, S., Andrlík, M., Stodulka, P., Wünsch, Z., Privitzer, P., a další. (2007). Atlas of physiology - internet simulation playground. V B. Zupanic, R. Karba, & s. Blažič (Editor), Proceedings of the 6th EUROSIM Congress on Modeling and Simulation, Vol. 2. Full Papers (CD ROM) (stránky MO-2-P7-5: 1-9). Ljubljana: University of Ljubljana. Práce je dostupná na adrese http://ww.physiome.cz/references/EUROSIM2007.pdf.

[12.] Kofránek, J., Privitzer, P., Matoušek, S., Vacek, O., & Tribula, M. (2009). Schola Ludus in modern garment: use of web multimedia simulation in biomedical teaching. Proceedings of the 7th IFAC Symposium on Modelling and Control in Biomedical Systems, Aalborg, Den-

mark, August 12-14, 2009, (stránky 425-430). Práce je dostupná na adrese 1http://www.physiome.cz/references/IFAC2009.pdf

[13.] Lane, J. L. (2001). Simulation in medical education: a review. Simulation&Gaming , 32, stránky 297-314

[14.] Meyers, R. D., & Doherty, C. L. (2008). Web-Human physiology teaching simulation (Physiology in health, disease and during therapy). Načteno z http://placid.skidmore.edu/human/index.php.

[15.] McGaghie, W. C., Siddall, V. J., Mazmanian, P. E., & Myers, J. (2009). Lessons for continuing medical education from simulation research in undergraduate and graduate medical education. Chest , 165, stránky 625-685

[16.] Rodriguez-Barbero, A., & Lopez-Novoa, J. M. (2009). Teaching integrative physiology using the quantitative circulatory physiology model and case discussion method: evaluation of the learning experience. Advances in Physiology Education , 32, stránky 304-311.

[17.] Rosen, K. R. (2008). The history of medical simulation. Journal of Critical Care , 23, stránky 157-166

[18.] Wayne, D., Didwania, A., Feniglass, J., Fudala, M. J., Barsuk, J. H., & McGaghie, W. C. (2008). Simulation-based education improves quality of care during cardiac arrest team responses at an academic teaching hospital. Chest , 133, stránky 56-61

[19.] Wünsch, Z., Kripner, T., Kofránek, J., & Andrlík, M. (2004). The mechanical properties of skeletal muscle - Multimedia simulation educational software. V G. Attiya, & Y. Hamam (Editor), Proceedings of the 5th EUROSIM Congress on Modeling and Simulation.Full Papers CD Volume., (stránky 28-32). Marne La Vallée. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/EUROSIMWunsch2004.pdf

[20.] Wünsch, Z., Matúš, M., & Kofránek, J. (2007). Physiological feedback modelling in medical education. V B. Zupanic, R. Karba, & S. Blažič (Editor), Proceedings of the 6th EUROSIM Congress on Modeling and Simulation, Vol. 2. Full Papers (CD). (stránky TU-1-P7-5: 1-7.). Ljubljana: University of Ljubljana. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/EUROSIMWunsch2007.pdf

Kontakt:

Zuzana Dukátová
MUDr. Jiří Kofránek, CSc.

Oddělení biokybernetiky a počítačové podpory výuky,
Ústav patologické fyziologie 1.LF UK
U nemocnice 5, 121 53 Praha 2
tel: +420 22496 5912
e-mail: *zuzaduka@centrum.cz*
http://physiome.cz

SOFTWAROVÝ NÁSTROJ PRO INTEGRACI A ANALÝZU DAT V KARDIOLOGII

Michal Huptych, Václav Chudáček, Lenka Lhotská

Anotace

Příspěvek popisuje aplikaci vyvinutou pro integraci, vizualizaci a hodnocení měření elektrokardiografických záznamů (standardní EKG, povrchové potenciály, intrakardiální signály). Aplikace umožňuje prohlížení a hodnocení měřených záznamů a vytváření tzv. povrchových potenciálových map, integraci měřených záznamů s údaji o anamnézách, diagnózách, medikaci a podmínkami a důvody měření a časově-frekvenční metody vizualizace signálů (spektrogram, spojitá vlnková transformace, frekvenční mapy, přehledy trendů). Aplikace je implementována v jazyce Java. Aplikace je v současné době používána při experimentálních měřeních ve fyziologické ústavu 1.LF UK a je jedním z výsledků dosažených při řešení výzkumného projektu Znalostní podpora diagnostiky a predikce v kardiologii.

Klíčová slova

Kardiologie, elektrokardiografie, signálové zpracování, vizualizace, datové modely, znalostní podpora

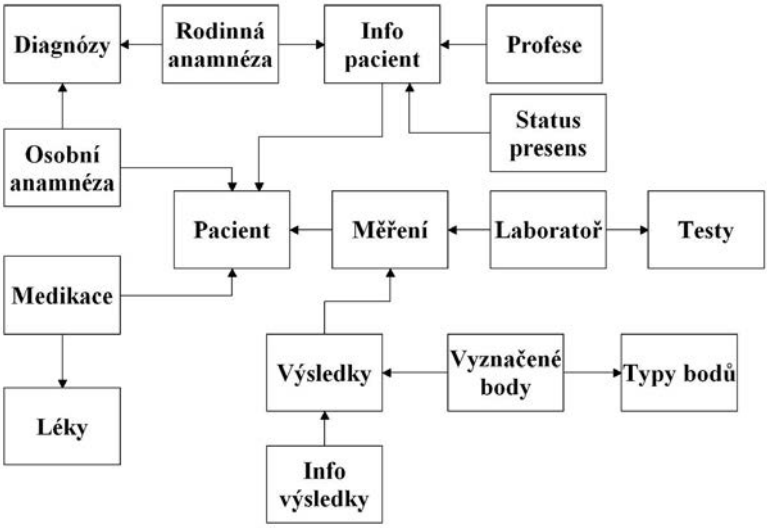
Úvod

V průběhu vývoje aplikace pro vizualizaci a analýzu více-svodových záznamů [1] byla stále silněji zřejmá potřeba rozšířit dosavadní náhled na problematiku o rozsáhlejší, resp. komplexnější podklady, které by umožňovaly dávat jednotlivá měření do souvislostí se stavem měřeného subjektu a také aby umožňovaly tyto podklady integrovat ve společné bázi s měřenými signály. Proto byla původní aplikace propojena s datovým modelem, který řeší úlohu integrace jednotlivých typů dat. Vzniká tak ucelený, přehledný záznam, který může obsahovat vícero měření (zaznamenaných signálů), vždy s příslušným časovým označením, informacemi o měřeném subjektu a hodnocením měření a možností vizualizace.

Datový model a databáze

Jednou z nejpodstatnějších částí celé koncepce je datový model dané problematiky. Model vychází z následujících předpokladů, které byly definovány na základě konzultací s lékaři z oblasti fyziologie a klinické kardiologie. Základním jednotícím prvkem záznamu je subjekt (pacient). Základní časově určenou entitou je měření. U každého měření musí být možné definovat libovolný počet výsledných signálů (vzhledem k typu signálu, vzorkovací frekvenci, senzitivitě, typu zpracování). Pro každé měření jsou vždy definovány výsledky laboratorních testů. Informace o dlouhodobém (výška, diagnóza, osobní a rodinná anamnéza, medikace) a střednědobém (např. váha, systolický a diastolický tlak) stavu subjektu jsou definovány vzhledem k subjektu – tedy

nemusí být dány pro každé měření. Základem všech kódových hodnot jsou číselníky, které tvoří základní bázi kódování pro údaje o stavu subjektu, ale také pro definici hodnocení signálů (rozměření charakteristických bodů, body pro získaní intervalů, hodnot amplitudy, označení událostí) a v neposlední řadě také pro definici prováděných laboratorních testů, měřených parametrů a jednotek. Schématické znázornění uspořádání modelu je zobrazeno na *Obrázku 1*. Popsaný model je implementován jako relační databáze v databázovém



Obrázek 1. Schéma datového modelu

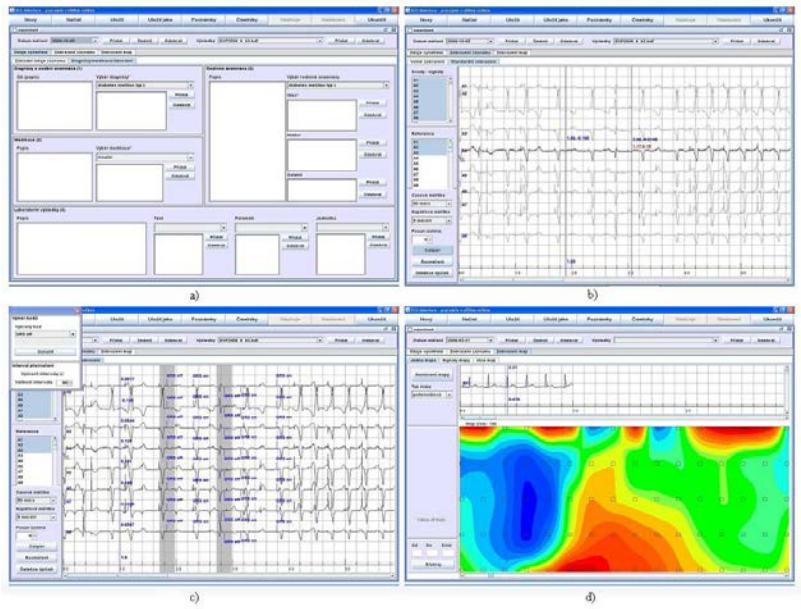
systému Oracle 10.2.0 [2].

Implementace aplikačního rozhraní

Implementace aplikace pracující nad výše zmíněnou databází je provedena v jazyce Java, tedy v objektově orientovaném jazyce, který je pro naše účely reprezentace navrženého datového modelu vhodný. Potřeba realizace datového modelu nejen na straně databáze, ale i na straně aplikace je také důvodem, proč je v přístupu k databázi namísto novějšího přístupu Java Persistence API (JPA) i nyní využíván přístup data access object (DAO).

Aplikace je rozdělena do čtyř základních oken. První obsahuje formuláře pro zadávání údajů o měřeném subjektu. Údaje vyplňované lékařem nebo asistentem (anamnézy, medikace, atd.), jsou zadávány výběrem a přiřazením kódového označení a možným popisem. Ten vznikl původně vzhledem ke zpracovávaným datům, kdy bylo při každém měření nutné vyplnit některé informace v měřícím zařízení a aplikace je načítá automaticky. Druhé okno je určeno pro vykreslení naměřených signálů. Aby orientace v jednotlivých výsledcích měření (signálech)

byla co nejjednodušší, je do aplikace zavedeno nastavení jednotlivých svodů (protokol). Takto je dosaženo jednotného seznamu svodů (svod je definován jakožto signál vztažený k referenci) – z různých zdrojů, které mohou být vzájemně pozorovány. Samozřejmě je zde řešena i otázka synchronizace jednotlivých signálu. Základním signálem zpracovávaným aplikací je elektrokardiogram (EKG). Hlavním snímacím zařízením je v současné době systém BioSemi ECG [3]. Signál EKG je předzpracován (odstranění šumu a artefaktů) dle doporučení popsaných v [4]. Neboť však aplikace předpokládá zobrazení i jiných typů signálů (jiných dle definice výše), jsou kroky načítání a předzpracování signálů řešeny pomocí definice rozhraní (ve smyslu prostředí Java), které umožňuje využívat různé algoritmy při dodržení definovaných vstupů a výstupů. Třetím oknem aplikace je okno mapování. Zde je využito protokolu pro nadefinování svodů mapy. Tento krok vznikl s ohledem na experimentální měření, kdy byl výsledný rastr mapy několikrát předefinován. Mapování obsahuje základní tři typy map (okamžiková, integrální, rozdílová), náhled na signály uspořádané dle rastru mapy a vytvoření více map pro náhled vývoje rozložení srdeční aktivity v čase (alternativní přístup k možnosti tento vývoj animovat). Poslední možností mapování je vytvoření frekvenčních a fázových map v definovaném počtu pásem (např. 4 – 10 Hz), které vycházejí z jiného způsobu hodnocení vlastností srdečních fibrilací, viz např. [5]. Posledním oknem aplikace jsou



Obrázek 2 - Příklady aplikace: a) Okno pro zadávání anamnéz, medikace a výsledků laboratorních testů, b) Okno signálového přehledu – použití kaliperu, c) Okno signálového přehledu – vyznačení bodů, d) Okno map – okamžiková potenciálová mapa

přehledy záznamu. Ty obsahují výpočet a vizualizaci trendů u dlouhodobých a střednědobých údajů a agregaci krátkodobých údajů (trendy statistických parametrů) a přehledy některých základních signálových parametrů (korelace, koherence, fraktální dimenze, atd.). Dále jsou součástí tohoto okna také další typy vizualizace vlastností signálu (spektrum, spektrogram, spojitá vlnková transformace). Teoretické podklady k těmto transformacím lze nalézt v [6] a [7]. Příklady některých oken aplikace jsou zobrazeny na *Obrázku 2*.

Bezpečnost a autorizace

Autorizace uživatele je prováděna prostřednictvím uživatelského jména a hesla (minimálně 8 znaků), které je ihned po zadání kódováno algoritmem MD5 a výsledek je odeslán k porovnání jakožto požadavek na databázi. Následně jsou podle výsledku autorizace uživateli přiřazena oprávnění k přístupu a změnám záznamů v databázi. V současné době jsou definovány tři úrovně autorizace – lékař, asistent a technik. Lékařská autorizace umožňuje plné zobrazení záznamů (včetně jmen) a změnu veškerých číselníků (změnu ve smyslu přidání nové položky). Autorizace asistenta je omezena v úpravě číselníků. Autorizace technika umožňuje pouze přistupovat k záznamům a to v omezené míře – nejsou načítána jména, adresy, atd. Databáze je spuštěna na serveru, který je umístěn v rámci sítě 1. LF UK, tedy je k ní znemožněn přímý přístup.

Závěr

Vytvořená aplikace umožňuje zpracování a integrace jednotlivého záznamu a možnost analýzy a hodnocení záznamu z hlediska krátkodobých, střednědobých a dlouhodobých údajů. Díky tomu vzniká dostatečně široká základna pro vytvoření části umožňující analýzu záznamů, hledání a definici souvztažností a funkčních relací mezi parametry záznamů. To představuje, z hlediska znalostního inženýrství, základní element pro vytvoření komplexního popisu problematiky.

Poděkování

Výzkum popisovaný v příspěvku vznikl za podpory projektu č. 1ET201210527 „Znalostní podpora diagnostiky a predikce v kardiologii" v rámci programu „Informační společnost" a pokračuje v rámci výzkumného záměru *č. MSM 6840770012 "Transdisciplinární výzkum v oblasti biomedicínského inženýrství II".*

Reference:

[1.] Huptych M., Lhotská L., A Software Tool for Processing and Visualization of ECG, In: Proceedings of the 5th European Symposium on Biomedical Engineering

[2.] [CD-ROM]. Vienna: International Federation for Medical & Biological Engineering, 2006,

[3.] Oracle, http://www.oracle.com/index.html

[4.] BioSemi ECG system, http://www.biosemi.com

[5.] Kligfield P., Gettes L.S., Bailey J.J., Childers R., Deal B.J., Hancock E.W., van Herpen G., Kors J.A., Macfarlane P., Mirvis D.M., Panům O., Rautaharju P., Wagner G.S., Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram, Journal of the American College of Cardiology, 2007, Vol. 49

[6.] Valderrábano M., Yang J., Omichi Ch., Kil J., Lamp S.T., Qu, Z., Lin S.F., Karagueuzian H.S., Garfinkel A., Chen P.S., Weiss J.N., Frequency Analysis of Ventricular Fibrillation in Swine Ventricles, Circulation research, American Heart Association, 2002

[7.] Lee E. A., Varaiya P., Structure and Interpretation of Signále and Systems,

[8.] Daubechies I., Ten lectures on Wavelets, CBMS-NSF, SIAM, 61, Philadelphia, Pennsylvania, USA, 1992

Kontakt:

Michal Huptych
ČVUT, FEL, Katedra kybernetiky
Technická 2
166 27 Praha 6
tel: 420 22435 7325
e-mail: *huptycm@fel.cz*
http://bio.felk.cvut.cz/

PODPŮRNÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY PRO DÁRCE KRVE

Naděžda Kalužová, Dagmar Valová

Anotace

Příspěvek se zabývá podpůrnými informačními systémy na Krevním centru FN Ostrava pro dárce krve a krevních složek, které slouží především dárci ke snadnému přístupu k potřebným aktuálním informacím a ke „komfortu" dárce. Popíše elektronický informační servis pro dárce na Krevním centru včetně možnosti uvedení sponzorů v moderní elektronické podobě. Dále popíše systém přihlašování dárců k odběrům z pohodlí jejich domova přes webové rozhraní.

Klíčová slova

Dárci krve, Krevní centrum, informační systém transfuzního oddělení, LCD monitor, PC Video Player, PCTTP Manager

1. Úvod

2. Informační systém na Krevním centru FN Ostrava

Cílem Krevního centra je spokojený dárce. Abychom rozšířili dárcovskou základnu, udrželi si stávající dárce, snažíme se o rozšíření komfortu pobytu dárce krve.

K veškerému komfortu patří zejména spokojený pobyt dárce v prostorách našeho pracoviště, ale i co největší informovanost. Jelikož informací a akcí spojených s darováním krve je mnoho, tak jsme přistoupili k vytvoření informačního systém pomocí softwaru a LCD televizorů. Dárci mají možnost se setkat s tímto informačním systémem v prostorách KC a mají dostatek času na jejich zhlédnutí.

2.1 Popis

LCD nebo PLAZMA monitor lze díky našim aplikacím rozdělit až na tři různé obsahové části. Zpravidla největší plochu tvoří speciální přehrávač PCVideoPlayer, který umožňuje zobrazovat TV vysílání, video nebo jednotlivé obrázky. V další části obrazovky je možnost zobrazovat informace z vyvolávacího systému pomocí software PCSegDisp.

Typicky je zobrazována historie volaných klientů – hlavní displej. Zobrazovat lze ale samozřejmě i délka fronty klientů, odhady doby čekání apod. Poslední volitelnou částí je možnost on line posílání textových zpráv. Všechny tyto aplikace jsou konfigurovatelné z jednoho místa (i v případě více monitorů) pomocí PCTTPManageru.

Další možností využití je hlasové vyvolávání klientů. Díky speciálnímu softwaru

VoiceDisp je možno při vyvolání přehrát zvukový záznam s informací pořadového čísla klienta a čísla přepážky, která ho volá. Všechny tyto aplikace mohou být spuštěny na jednom PC.

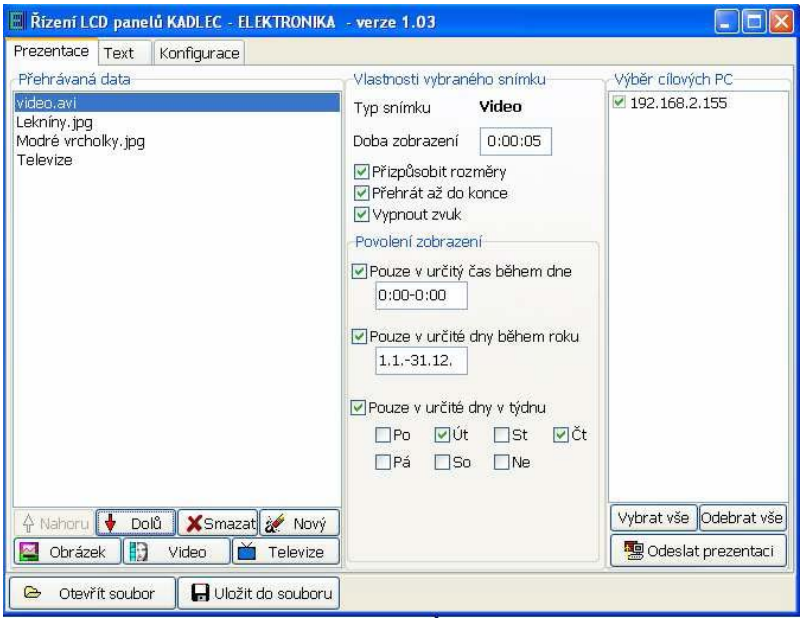
2.2 PCVideoPlayer

Tato aplikace je zobrazena standardně na levých 2/3 obrazovky. Umožňuje přehrávat TV, video a obrázky. Soubory, které má aplikace přehrávat, se ukládají na daném PC. Díky tomuto řešení není po celý den při přehrávání zatěžována síť dokola se opakujícími videi nebo obrázky. Soubory se přenášení při nastavení konfigurace pomocí PCTTPManageru. Je možno zobrazovat obrázky ve formátech jpg, bmp, gif.

Vzhledem k velkému množství typů videí a kodeků, uvádíme pouze námi odzkoušené formáty. V případě nutnosti spouštět formát jiný, je potřeba toto video, nebo jeho část zaslat výrobci SW k otestování.

V případě potřeby distribuce TV vysílání na více PC, lze TV vysílání streamovat z jednoho PC a pomocí programu VLC distribuovat na více PC – tzv. IP TV. Jakým způsobem a kdy se mají jednotlivé prezentace nebo TV přehrávat se nastavuje v programu PCTTPManager.

2.3 Řídící LCD panely



Obrázek 1

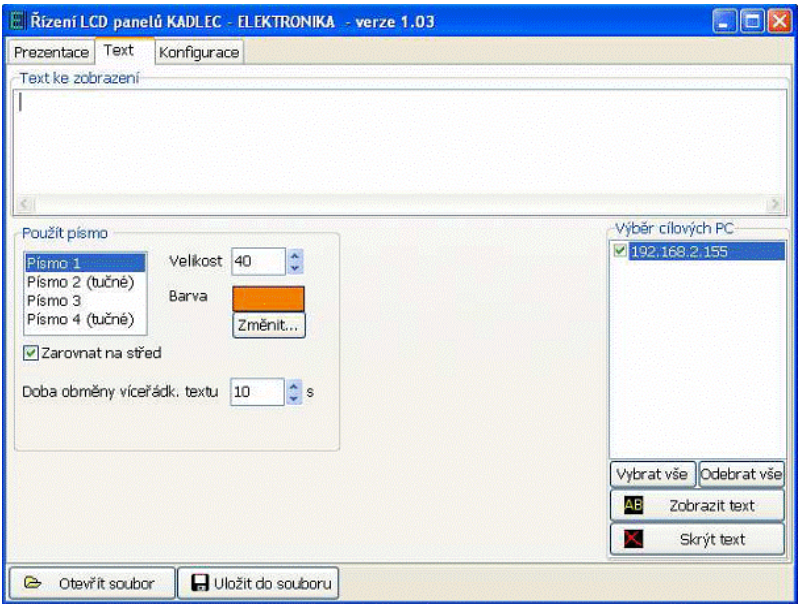
Pomocí tlačítka „Vložit obrázek“ nebo „Vložit video“ zvolíme požadované soubory, které se při odeslání prezentace přenesou na cílový PC .

Vlastnosti vybraného snímku:

- *Doba zobrazení* – možnost zvolit si dobu na jak dlouho se má obrázek zobrazit
- *Povolit zobrazení pouze na určitou část dne* – možnost zadání časového intervalu ve dni, kdy bude snímek zobrazován
- *Povolit zobrazení pouze na určitou část roku* – možnost zadání data od kdy do kdy se má snímek zobrazovat
- *Povolit zobrazení pouze pro určité dny v týdnu* – možnost povolení/zakázání zobrazování snímku pro určité dny v týdnu

V případě, že je potřeba snímek přehrávat v jednom dni ve dvou různých časech, lze snímek „Vložit" vícekrát a nastavit mu příslušné parametry.

Tlačítkem „Odeslat prezentaci" odešleme konfiguraci do nastaveného PC.



Obrázek 2

V poli „Text k zobrazení" je možno vepsat libovolný text do více řádků.

Máme k dispozici čtyři nastavitelná písma o zvolených velikostech a barvách. Písma nelze v jednom odeslání kombinovat.

Tlačítkem „Zobrazovat text" se text zobrazí na zvoleném monitoru, tlačítkem „Nezobrazovat text" zmizí text z vybraného panelu.

3. Zvací systém přes webové rozhraní

3.1 Zvaní dárců k odběrům od historie k dnešku

Před 10 lety a více nazpět se dárci zvali pozvánkami doručovanými poštou. Ve výjimečných případech, kdy bylo nutné narychlo pozvat dárce, používalo se zvaní telefonem, pokud jej měl uvedený. Po masovém nastoupení mobilních telefonu jsme začali posílat pozvánky přes sms a se stále větší počítačovou gramotnosti našich dárců se komunikace mezi dárcem a Krevním centrem začala ubírat cestou e-mailové pošty. V současné době posíláme pozvánky dárcům buď sms zprávou nebo e-mailem. Pro možnost zkrácení čekacích dob jsme před více než rokem přistoupili k tomu, že dárce se po případném obdržená pozvánky telefonicky objedná na určitou dobu odběru v rozmezí půl hodiny. Odezva dárců na tuto službu je velmi příznivá, avšak je značně zatěžující pro pracovnice evidence. Od dárců slyšíme jedinou připomínku na tento systém a to, že jim mnohdy trvá dlouho, než se jim na jednu ze dvou „zelených" linek podaří dovolat. Proto jsme přistoupili k dalšímu řešení a to umožnit dárcům přihlásit se k odběru na příslušnou hodinu a den přes webové rozhraní.

3.2 program pro webové rozhraní

Dárci se po přihlášení do programu zobrazí kalendář s možnými volnými termíny. V případě, že u dárce nastaly po předchozím odběru nějaké komplikace (špatný krevní obraz, reaktivní infekční markery apod.) bude dárci doporučeno, aby kontaktoval Krevní centrum a přihlásit se k odběru nemůže. Pokud žádné problémy nejsou může se přihlásit k odběru na volný termín.

Krevnímu centru tak jak nyní i v tomto novém systému umožňuje regulovat počet dárců podle potřeby a požadavků klinik včetně regulace odběrů podle krevních skupin.

4. Závěr

Zavedením objednávkového systému pro dárce krve a krevních složek jsme vytvořili příjemné prostředí Krevního centra, kde mohou darovat krev bez zbytečného čekání. Jelikož se denně objednává 100-150 dárců, jsou telefonní linky přeplněné. Zavedením systému objednávání dárců přes webové rozhraní bude objednávkový systém značně vylepšen. Dárci mohou využít tento systém a v klidu domova se objednat.

Stejně tak LCD televize s aktuálními informacemi pro dárce namísto papírových informací na vývěsních tabulích jsou pro dárce přehlednější a příjemnější.

V poslední době i zkrácené čekací doby si dárci mohou zpříjemnit připojením se na internet přes wifi zařízení určené pro ně.

Již nyní přemýšlíme, jak bychom ještě více zkomfortnili dárcům pobyt na Krevním centru FN Ostrava.

Kontakt:

Bc. Naděžda Kalužová
Fakultní nemocnice Ostrava
Krevní centrum
Tř. 17. listopadu 1790
708 52 Ostrava – Poruba
tel: 59 737 4459
e-mail: *nadezda.kaluzova@fnspo.cz*

OPTIMALIZACE VYTĚŽOVÁNÍ INFORMACÍ ZE ZDRAVOTNICKÝCH REGISTRŮ

Pavel Kasal, Pavel Vavřík, Alena Veselková, Robert Fialka, Ladislav Dušek

Anotace

Dlouhodobým problémem v oblasti zdravotnických registrů je malé využívání výsledků zadávaných dat, která jsou dosud zpracovávána převážně jen v podobě popisných statistik, jejichž výsledky jsou uplatňovány převážně pouze pro dokumentaci populační situace. Pracné zadávání dat klinickými pracovníky tedy není dostatečně zhodnoceno možností řešení konkrétních praktických otázek.

V této souvislosti byla zahájena inovace zpracování dat prostřednictvím postupů „data mining", umožňujících operativní řešení konkrétních otázek z praxe, kupř. efektivity určitého typů léčby u pacientů charakterizovaných přítomností daného příznaku atd.

V rámci registru kloubních náhrad bylo rozpracováno modelové vytěžování klinicky významné informace z primárních dat s cílem následného zobecnění a opakovatelnosti metodologie pro další registry. Bylo vytvořeno schéma jednotlivých položek registru, vyjadřující ve formalizované podobě časovou následnost dějů včetně aktuálních znalostí o problematice , které jsou výsledkem dosavadního výzkumu. Výsledkem je strukturovaný znalostní model s ohodnocenými relacemi vyjadřujícími konkrétní klinické dotazy. Dále pak byla navržena sada základních problémů směřujících k rozhodování o volbě postupu při indikaci operace a jejím typu včetně dalšího řešení při komplikacích. Uvedený systém je podkladem pro volbu relevantních testů hypotéz , využitelných v rámci jednotlivých problémových okruhů.

Klíčová slova

Zdravotnické registry, statistika, evaluace klinických dat

Současný stav

Budování registrů je ve vyspělých zemích postupně převáděno na vysoce sofistikovanou úroveň vytěžování klinických informací. Obecným trendem prezentace jejich obsahu je přechod od deskriptivních charakteristik k dynamickému pohledu a možnosti posuzování efektivity jednotlivých klinických postupů vycházející z přímé interakce s uživateli. Ve srovnání se stavem v ČR je však na druhé straně provozování registrů většinou realizováno v rámci řady různých odborných institucí. Výhodou situace v ČR je centralizace registrů daná historickým vývojem, se kterou souvisí jejich jednotné pojetí. V této souvislosti se zkvalitňování jejich funkcí může uplatnit současně v řadě oborů pro které jsou zavedeny.V současnosti obsahují již některé registry (kupř. NOR) analytický a grafický servis ,případně interpretované prezentace

výstupů. Analýzy jsou vypracovány převážně pro populační údaje (incidence, mortalita věkové rozložení) . Uživatel vybírá diagnózu, pohlaví, region, časové obdob atd. Pro takto definovanou podskupinu získá vybranou analýzu vycházející z populačního popisu.Hlavním požadavkem odborné veřejnosti je však i možnost zadání samostatně definovaných dotazů z oblasti klinických hypotéz , tedy statistické zpracování podmnožin informací , které by umožnilo ověřování optimality využití jednotlivých klinických postupů (expertní modul) a srovnávání regionální a mezinárodní (manažerský modul). Za současných organizačně-technických podmínek je možno v podmínkách ČR v rámci registrů zajišťovat pouze základní provoz, tedy bez uvedené potřebné nadstavby odpovídající současným trendům , které směřují k vyšší efektivitě vytěžování informací .

Perspektivy

Vytvoření nástroje pro efektivní vytěžování informací z registrů v podobě dynamického pohledu a možnosti posuzování efektivity jednotlivých klinických postupů. Účelem je jednak vyhledávání trendů a změn, zejména negativních, které jdou nad rámec statistické chyby a dále pak využití dat pro tvorbu prognostických a rozhodovacích algoritmů. Ve zdravotnických registrech jsou obsaženy informace o trendech a změnách v posledním období, rozdílech efektu léčebných alternativ, o rozdílech mezi regiony atd. Některé z nich zůstávají zcela skryté, protože při standardním přehledovém zpracování nejsou formulovány jako konkrétní dotazy a přitom představují významné informace pro uživatelskou praxi. Vyhodnocením je možno odlišit změny nahodilé od signifikantních, které si zasluhují pozornost.Pro tento účel lze využít prognostické algoritmy k hodnocení vyhlídek konkrétního pacienta charakterizovaného vstupním stavem při volbě několika alternativ léčebného postupu atd. Vyhodnocená prognóza může být jedním z faktorů kupř. v rozhodování před nasazením nákladné léčby.

Způsob zpracování dat

Statistické analýzy dat budou připravovány ve dvou režimech: Jednodušší analýzy využívající nový systém práce s daty registrů vytvořený v KSRZIS a napojené na interaktivní výběr srovnávaných skupin. Vícerozměrné analýzy, hledající odpověď na obecnější otázky a vyžadující delší odbornou práci s daty, kterou nelze automatizovat.Budou připravovány samostatně na základě předem definovaných datových souborů generovaných z registrů jednou za delší časové období. Každá volba požadavku počínaje typem úlohy, vymezením subpopulace našeho zájmu a výběrem sledovaných faktorů představuje proceduru, která může být realizována sekvencí příkazů programu Její výstup včetně grafiky lze uložit jako soubor formátu HTM

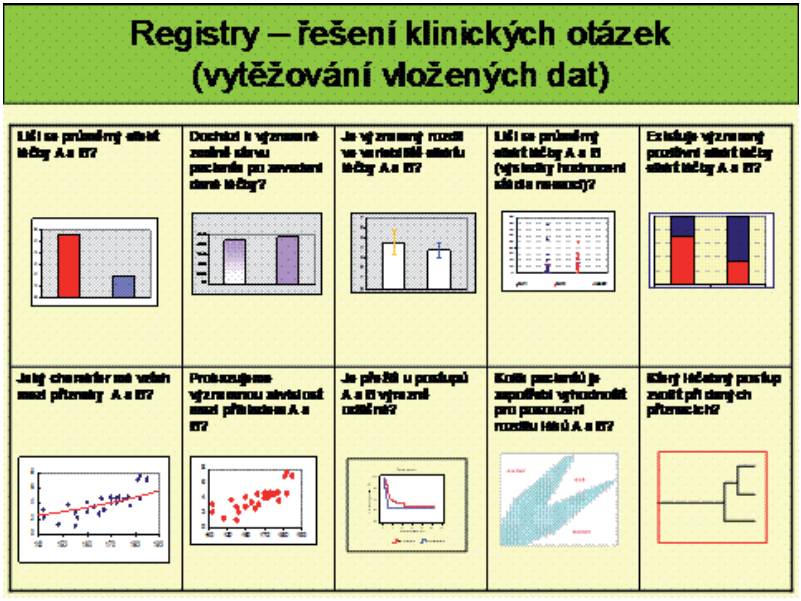
Typová řešení klinických otázek pro vytěžování registrů:
Liší se průměrný efekt léčby A a B, ev. existuje významný pozitivní efekt léčby?

Dochází k významné změně stavu pacienta po zavedení léčby?Je významný rozdíl ve variabilitě efektu léčby? Prokazujeme významnou závislost mezi příznaky? Jaká je těsnost zjištěného vztahu? Je přežití u postupů A a B významně odlišné?Kolik pacientů je zapotřebí vyhodnotit pro posouzení rozdílu postupů A a B? Který klinický postup zvolit při daných příznacích.?

Výběr požadavků pro zadání testu:
Vymezení populace , které se analýza týká, výběr časového období a dále faktoru, který bude sledován

Postup:
Při každé aktualizaci bude ověřováno, že použitá metoda je vhodná pro typ a rozsah dat, pro který je aplikována, a vyhodnocen charakter dat např. normalita rozložení. A současně zváženo posouzení odlehlých hodnot Před zařazením analýzy do nabídky zvážit významu a vlivu chybějících hodnot. Výsledek: tabulka, graf, výsledek testu včetně interpretace testované hypotézy

Uživatelské prostředí:
tvorba s důrazem srozumitelnost -Ovládání volbou z menu,názvy položek vycházející z klinických hypotéz, nikoliv názvů statistických metod, ověření správnosti použitých statistických metod, komentáře k interpretaci výsledků k zábraně nesprávných závěrů.



Obrázek 1

Diskuze

Navrhovaný postup je u některých zahraničních registrů zaváděn jako nadstavba, jejíž realizace je poměrně náročná (cit. 1,2). Zadání otázky musí být totiž ošetřena tak, aby rutinní aplikace testu hypotéz neměla za následek nekorektní užití metody. Z tohoto hlediska je nutno vytvořit typové klinické dotazy s jednoznačným významem a současně stanovit podmínky (vlastnosti dat) , za kterých je možno danou metodu využít.Žádoucí realizací je situace, kdy uživatel nemusí využívat jako mezičlánek konzultaci se statistikem, ale svůj dotaz formuluje přímo, prostřednictvím webového uživatelského prostředí. Dosavadní prezentace dat klinických registrů je rozpracována na různé úrovni. Základním požadavkem je v současnosti možnost formulace individuálního dotazu, kde je výstupem výběr podmnožiny případů.Dalším stupněm evaluace dat je pak formulace hypotéz , kdy je jako odpověď pro zadaný dotaz posouzena významnost změn sledovaných parametrů nebo jejich rozdílů . Pro tento účel byl již vytvořeno ve fázi předvýzkumu na pracovišti KSRZIS řešení, které prokázalo schůdnost navrhovaného postupu .

Očekávané výsledky

Laická veřejnost - zlepšení informovanosti veřejnosti dostupnou internetovou formou (veřejný modul)

Řídící pracovníci rezortu zdravotnictví - poskytnutí údajů pro nalezení trendů a predikci očekávaného počtu potřebných výkonů v příslušných oborech a dále pak srovnávání regionální a mezinárodní (manažerský modul).

Odborná lékařská veřejnost - interaktivní nabídka analýz nad daty registru, která nejen rozšíří odpovědi na aktuální klinické otázky včetně podpory výzkumných a publikačních aktivit, ale bude současně i motivací k dalšímu kvalitnímu plnění registrů (expertní modul).

Specializovaní výzkumní pracovníci – formulace nových analytických a interpretačních postupů (analytický modul).

Literatura:

[1.] Vavřík P.:Stav registru kloubních náhrad v České republice Praha. NRKN- Národní registr kloubních náhrad „jak to probíhalo ?“ .. dostupný z WWW:

[2.] www.csot.cz/RSystem/Soubory/Dokumenty/REGISTR06%20koment.ppt

[3.] Dušek L.:Optimalizace vytěžování informací z klinických zdravotnických registrů NZIS (NS10621). /cit 2009-12-14 /, dostupný z WWW:www.muni.cz/people/670/projects

[4.] Kasal P., Fialka R., Hladíková M.: Zdravotnické registry . In: Počítač v ordinaci s. 40-45, České národní fórum pro eHealth, 2008

Podpora projektu

Projekt je podporován grantem IgA NS 10621-2

Kontakt:

Doc. MUDr. Pavel Kasal, CSc.,
Mgr. Alena Veselková,
Ústav lékařské informatiky,
2. LF UK, Praha
e-mail: *pavel.kasal@lfmotol.cuni.cz,*
e-mail: *alena.veselkova@lfmotol.cuni.cz*

Doc. MUDr. Pavel Vavřík, CSc.
Ortopedická klinika 1. LF UK
pavel.vavrik@lf1.cuni.cz

Ing. Robert Fialka MBA,
KSRZIS, Praha
e-mail: *Robert.fialka@ksrzis.cz*

Doc. RNDr. Ladislav Dušek,CSc.,
Ústav biostatistiky a analýz, Brno
e-mail: *dusek@iba.muni.cz*

SÉMANTICKÁ INTEROPERABILITA ZDRAVOTNICKÝCH ZÁZNAMŮ

Pavel Kasal, Alena Veselková, Monika Žáková, Milan Růžička, Alena Šímová, Lenka Maixnerová

Anotace

Aktuálním požadavkem je v současnosti možnost převodu lékařské dokumentace mezi jednotlivými členskými zeměmi EU. Uvedený problém je řešen projektem EPSOS, jehož úkolem je převod sumáře pacienta nezávisle na jazyku , ve kterém byl vytvořen. Řešením je vytvoření katalogu standardního českého odborného názvosloví , umožňujícího mapování na sémanticky relevantní adekvátní výrazy v jakémkoliv jazykovém prostředí zemí EU. Současným východiskem je tezaurus 5000 pojmů distribuovaný jednotlivým členským zemím pro potřeby odpovídajících ontologií, rozčleněný do několika dílčích katalogů: anamnestické údaje, nosologické jednotky, symptomy a testy, procedury a medikace včetně posologie a nepříznivých účinků. Harmonizace českého standardizovaného názvosloví s anglickou referenční terminologií by měla být provázena i převodem národních číselníků do adekvátních mezinárodních kódovacích systémů. Kromě dlouhodobě využívaných klasifikací , zejména ICD 10 a ATC se nově uplatní pro indexování řady kategorií systemizovaná nomenklatura mediciny SNOMED CT.

Klíčová slova

Zdravotní záznamy, interoperabilita, kompatibilita

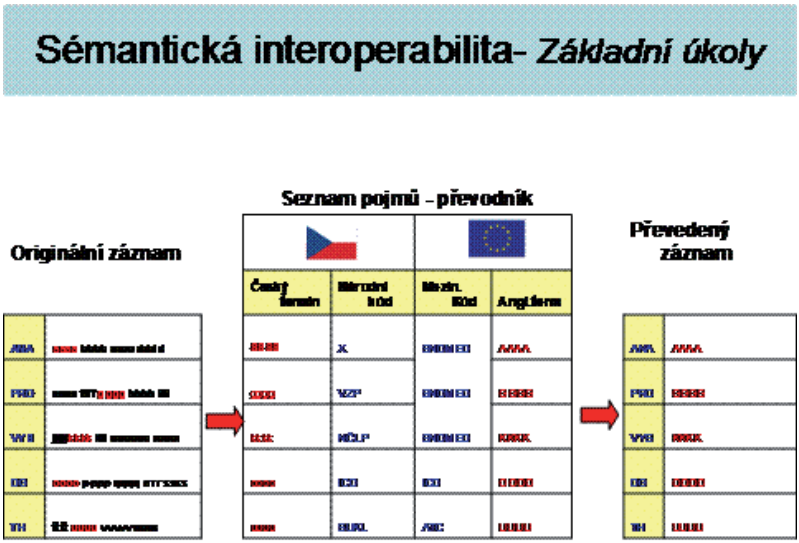
Východiska sémantické interoperability

Mezinárodním orgánem pro regulaci zdravotnické interoperability je Technická komise pro standardizaci ICT ve zdravotnictví – TC 251 v rámci Evropské komise pro standardizaci – CEN. Jejím Cílem je kompatibilita a interoperabilita mezi zdravotnickými informačními systémy a zajištění modularity elektronických zdravotních záznamů. Uvedená technická komise se zabývá čtyřmi oblastmi, rozvíjenými v rámci následujících **pracovních skupin**: 1. Terminologie a sémantika, 2. Informační modely, 3. Bezpečnost a kvalita, 4. Technologie pro interoperabilitu. Standardizace sémantické interoperability a je rozvíjena v první pracovní skupině.

Projekt epSOS

Cílem epSOS projektu Evropské komise (www.epsos.eu) je vytvoření platformy pro přenos zdravotnických dat mezi národními zdravotnickými informačními systémy za dodržení všech ochranných a bezpečnostních prvků. Projekt je zaměřen zejména na vytvoření možnosti vzdáleného přístupu k relevantním zdravotním údajům pacienta, které jsou nezbytné při plánovaném i neplánovaném poskytování zdravotnické péče, včetně elektronické preskripce léku (na národní a především mezinárodní úrovni.Klíčovým úkolem pro projekt je zajištění sémantické interoperability obsahu relevantních zdravotních

informací pacienta, tj. datové struktury nazývané „Patient summary“ (PS) tak, aby poskytovatel zdravotních služeb mohl texty číst ve vlastním jazyce nezávisle na jazyce, ve kterém byl PS vytvořen. Za použití několika standardů pro strukturovaný zápis zdravotnického údaje (včetně SNOMED-CT, ICD-10, ATC a HL7 CDA) byl za konsensu odborníků ze všech 12 zúčastněných členských států vytvořen centrální epSOS pivotní katalog odborných pojmů v angličtině, které jsou strukturovány do sekcí podle jejich významu a poslání. Katalog obsahuje cca 3.200 hesel, na něž budou mapovány pojmy národní, ať již při interpretaci dat obdržených ze zahraničí, nebo při odesílání dat do zahraničí. Je tedy třeba sestavit národní katalog pojmů, který bude odpovídat centrálnímu katalogu.



Obrázek 1

Cíle a zaměření

Hlavním cílem řešení epSOS projektu na národní úrovni v oblasti sémantické interoperability je sestavení národního katalogu pojmů (NKP), který bude odpovídat centrálnímu katalogu pojmů definovanému v rámci projektu epSOS, tzv. Master Value Set Catalogue (MVC).Terminologie NKP je prostředkem, který má umožnit elektronickou i manuální extrakci zdravotnicky relevantních údajů z EHR do standardizované národní epSOS struktury „Patient summary“. Tento souhrn musí být mapovatelný na epSOS pivot Patient Summary, který je nositelem textů pro překlady do a z národních jazykových aj kulturních prostředí. Metodika by měla vytvořit předpoklady pro to, aby pojmy přeložené v rámci projektu epSOS, mohly posloužit jako základ pro českou verzi standardů, pro které dosud neexistuje česká verze, např. SNOMED-CT, LOINC

a některé části HL7 a IHE standardů. Vychází zejména z dokumentu „Guidelines for Translation of SNOMED CT®" [1] a publikovaných zkušeností s vytvářením dánské, švédské a španělské verze SNOMED CT® [3-5].

Překlad a kontrola existující terminologie

Pro standardy SNOMED-CT, LOINC a některé části HL7 a IHE standardů zatím neexistuje česká verze, proto je třeba pojmy z MVC, které pocházejí z těchto standardů, přeložit do češtiny. Je třeba zdůraznit, že se jedná o překlad pojmů, nikoli o překlad slov. Je tedy třeba brát při překladu v úvahu definici pojmu, jeho postavení v hierarchii pojmů a případně jeho definované vlastnosti.

V rámci standardu SNOMED-CT, jsou pro každý pojem definovány dva termíny: jeden plně specifikovaný název (fully specified name) a jeden preferenční termín (preferred term). Pro účely projektu epSOS se zaměříme na překlad preferovaného termínu. Pro standardy ATC, EDQM a IDC-10 již česká verze existuje, ale je třeba překlad zkontrolovat a doplnit synonyma a vybrat preferenční termín. Před začátkem překládání je třeba definovat lingvistické pokyny a pokyny pro výběr nejvhodnějšího termínu pro daný pojem.

Dále již existuje český překlad tezauru Medical Subject Headings, který bude možno částečně využít včetně překladatelské praxe.

Kritéria pro výběr nejvhodnějšího termínu

Překladatelé dostanou pokyny pro výběr nejvhodnějšího termínu z dostupných synonym. Obecná kritéria pro výběr jsou následující [1],[6]:

Systémovost a konsistence

- Prostředkem pro vyjádření příslušnosti k systému jsou především koncovky, jež často umožňují jednoznačnou významovou specifikaci termínu, např. -tomie, -ektomie pro chirurgické výkony, -itis pro zánět, –om pro nádor apod. Obecně by tedy měly být upřednostňovány termíny založené na latinských a řeckých slovech nebo jejich částech
- Nesystémové jsou na druhé straně názvy podle autora popisu - eponyma, např. Morbus Hodgkin.

Přesnost

- Druhým nejdůležitějším požadavkem je jednoznačnost a výstižnost, tedy volba termínu, jenž pojem nejlépe charakterizuje.
- Termín může popisovat:
    - adherentní, zevní vlastnosti pojmu, např. anafylaktoidní purpura – purpura je jako krvácení do kůže vlastností zjevnou, nebo
    - inherentní , vnitřní vlastnosti pojmu, např. imunní vaskulitis.
- Pokud není tento aspekt v rozporu s hlediskem systémovosti, je doporučeno dávat přednost vlastnostem adherentním.

Úspornost

- Je již praktickým požadavkem ze strany uživatelů.
- Obecně je složené slovo úspornější než složený výraz.
- Kratší podobu mohou získat sousloví vypuštěním slov – elipsou, tyto ter-

míny již mají vlastnosti tzv. Profesionalizmů, jež často na pomezí slangu.

- Nejúspornější formou slovního vyjádření pojmu jsou zkratky. Je však nutno dávat přednost zkratkám slabičným a zkráceným slovům, jež přebírají pádové koncovky a umožňují tvorbu odvozených výrazů.

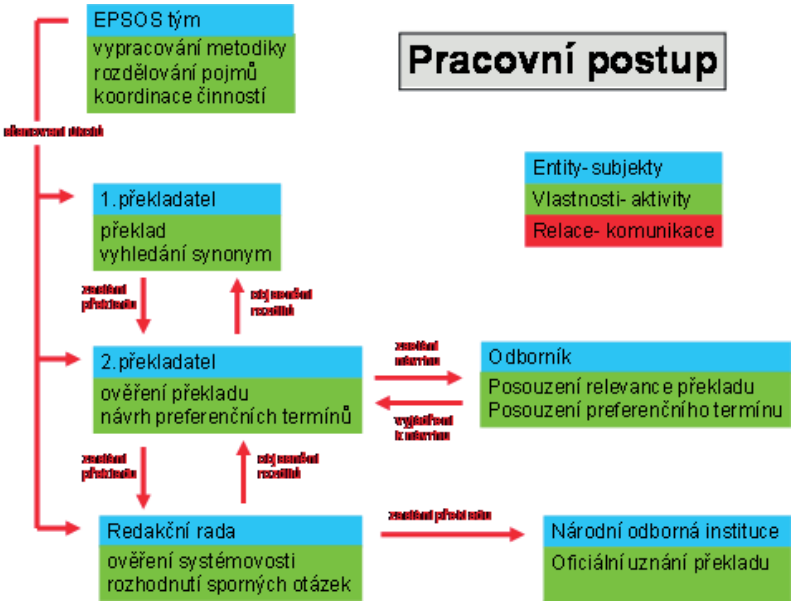
Funkčnost

- Kdykoli je to možné, je třeba vzít v úvahu užívanost termínu, tedy frekvence výskytu v lékařských textech. V rámci analýzy užívanosti termínu by bylo vhodné provést analýzu frekvence výskytu v dostupných lékařských zprávách. Tato analýza se pak stane součástí pokynů pro výběr nejvhodnějšího termínu.

Lingvistická správnost

- termín by měl být v souladu se syntaktickými a ortografickými pravidly češtiny a měly by být eliminovány nezdůvodněné anglikanizmy.

Postup při překladu



Obrázek 2

Schéma základního postupu při překladu pojmů je na obrázku. Tento postup se používá pro překlad pojmů, pro které zatím neexistuje česká verze. Pro kontrolu pojmů s již existující českou verzí se činnost 1. překladatele mění na kontrolu stávajícího překladu a vyhledání synonym.

Překlad pojmu

Překlad pojmu se odehrává ve dvou krocích. Nejdříve jeden překladatel pojem přeloží a vyhledá synonyma a druhý překladatel pak překlad zkontroluje. Úkolem překladatelů je:

- přeložit pojem do češtiny, vyhledat synonyma a navrhnout preferenční termín
- ověřit překlad před odesláním k posouzení odborníkem; 2. překladatel může po kontrole překladu navrhnout alternativní překlad – o alternativním překladu a důvodech, které k němu vedly, informuje 1. překladatele
- po vyjádření odborníka v daném oboru, zaslat překlad ke schválení Redakční radě

Posouzení překladu lékařskými odborníky

Po ověření překladu druhým překladatelem je překlad společně s návrhem preferenčního termínu posouzen lékařským odborníkem v daném oboru (recenzentem). Tento odborník se vyjadřuje zejména k:

- relevanci překladu (zda termín odpovídá definici pojmu)
- návrhu preferenčního termínu (posouzení na základě pravidel pro volbu preferenčního termínu i svých odborných zkušeností)

Redakce

Redakční rada ověří systémovost překladu i volby preferenčního termínu a rozhoduje o případných sporných otázkách. Redakční rada také po dokončení překlad zašle příslušným národním odborným institucím k oficiálnímu schválení.

Validace

Po schválení překladu proběhne validace lékaři z klinické praxe, kteří budou hodnotit podmnožiny pojmů relevantní pro jejich specializaci. Bude zpracována sada hodnotících kritérií.

Posouzení terminologie autorizovanými institucemi a zveřejnění terminologie

Po validaci terminologie lékaři z klinické praxe, kteří se nepodíleli na jejím vytváření, bude terminologie předána k posouzení a schválení příslušným odborným institucím (Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně, odborníci Ministerstva Zdravotnictví, atd.).

Literatura

[1.] Asta Høy et al., Guidelines for Translation of SNOMED CT®, Version 1.00, 2009-03-09, http://www.ihtsdo.org/fileadmin/user_upload/Docs_01/SNOMED_CT/SNOMED_CT_Publications/IHTSDO_Translation_Guidelines_20090309_v1-00.pdf

[2.] Molina, L., Albir, A.H. Translation Techniques Revisited: A Dynamic and Functionalist Approach, Meta 2000, XLVII(4), 497-512.

[3.] Reynoso G.A., March A.D., Berra C.M., Strobietto RT, Barani M, Lubatti M et al. Development of the Spanish Version of the Systematized Nomenclature of Medicine: Methodology and Main Issues, Prc AMIA Symp; 694-8, 2008.

[4.] Experience of the Danish, Swedish and Canadian Release Centres Translating SNOMED CT - Approach, Challenges and Lessons Learned (April, 2009) http://www.ihtsdo.org/fi-

leadmin/user_upload/Docs_01/Members/NRC_Workshop_Combined_SCT_Translation_v1.0.pdf

[5.] Lene Asholm. Translation of SNOMED CT®- Approaches, Challenges and Lessons Learned in Denmark, IHTSDO Spring 2009, Pre-Conference Workshop.

[6.] P. Kasal, Š. Svačina a kolektiv. Lékařská informatika. Karolinum, Praha, 1998.

Podpora projektu:

Projekt je podporován v rámci projektu epSOS - european patients Smart Open Services

Kontakt:

Doc. MUDr. Pavel Kasal, CSc.
Mgr. Alena Veselková
Ústav lékařské informatiky,
2. LF UK, Praha
e-mail: *pavel.kasal@lfmotol.cuni.cz*
e-mail: *alena.veselkova@lfmotol.cuni.cz*

Ing. Monika Žáková,
Ing. Milan Růžička,
IZIP, Praha
e-mail: *monika.zakova@izip.cz*
e-mail: *milan.ruzicka@izip.cz*

RNDr. Alena Šímová,

Mgr. Lenka Maixnerová,
Národní lékařská knihovna,
Praha
e-mail: *maixnero@nlk.cz*
e-mail: *simova@nlk.cz*

MODELOVÁNÍ ACIDOBAZICKÉ ROVNOVÁHY

Jiří Kofránek, Stanislav Matoušek, Marek Mateják

Abstrakt

Náš bilanční přístup k modelování a hodnocení poruch acidobazické rovnováhy vychází z modelování bilancí dvou toků – tvorby a vylučování CO_2 a tvorby a vylučování silných kyselin, propojených přes pufrační systémy jednotlivých oddílů tělních tekutin. Toto pojetí dle našeho názoru lépe vyskytuje fyziologickou kauzalitu acidobazických regulací, než nepřímé modelování acidobazických poruch přes bilanci doprovázejících elektrolytů. Krom toho se podstatně zlepšuje věrnost modelování zejména smíšených (acidobazických a elektrolytových) poruch vnitřního prostředí. Model je rozšířením komplexního modelu acidobazické rovnováhy krve, publikovaném na konferenci MEDSOFT 2009. Zahrnuje respirační a renální složku regulace acidobazické rovnováhy.

Klíčová slova

Acidobazická rovnováha, Model, pH, Simulace

1. Úvod

Acidobazickou rovnováhu organismus řídí ovlivňováním dvou bilancí – bilance toku oxidu uhličitého (řízením respirace) a bilancí mezi tvorbou a vylučováním silných kyselin (regulací acidifikace moči). Oba toky jsou propojeny přes pufrační systémy, tlumícími výchylky pH tělních tekutin. Svojí tlumivou úlohu hrají i buňky, které mohou vyměňovat sodíkové a draselné ionty za vodíkové ionty, pufrované uvnitř buněk nitrobuněčnými nárazníky. Při dlouhodobých acidémiích dochází i k vymývání $NaHCO_3$, $KHCO_3$ a později i $CaCO_3$ a $CaHPO_4$ z minerální hmoty kostí.

Z klinického hlediska je důležitým indikátorem stavu acidobazické rovnováhy pufrační systém v arteriální krvi. Retence či deplece CO_2 při změnách bilance oxidu uhličitého nebo retence či deplece H^+/HCO_3^- při změnách bilance mezi tvorbou a vylučováním silných kyselin se projeví v posunu chemické rovnováhy v pufračním systému tvořeném bikarbonátovým a nebikarbonátovým pufrem.

Výukově využívaný model acidobazické rovnováhy plazmy je součástí našeho Atlasu fyziologie a patofyziologie *http://www.physiome.cz/atlas*. Na minulém Medsoftu jsme referovali o komplexním modelu acidobazické rovnováhy krve [22], model krve je dostupný na adrese *http://www.physiome.cz/acidbase*.

2. Stewartův přístup

V klinice se často pro popis acidobazických poruch využívá přístup, který navrhl Peter Stewart [34, 35]. Na základě fyzikálněchemických rovnic Stewart ukázal, že pH plazmy lze vypočítat jako funkci parciálního tlaku CO_2 (tj. na respirační složce acidobazické rovnováhy, ovlivňující hodnotu arteriálního pCO_2), celkové koncentrace nebikarbonátových bazí a kyselin $[Buf_{TOT}]$ a hodnotě SID – „string

ion difference", definované jako rozdíl mezi koncentrací plně disociovaných kationtů a plně disociovaných aniontů:

$$pH = funkce\ (pCO_2, SID, [Buf_{TOT}])$$

Celková koncentrace nebikarbonátových bazí a kyselin [Buf_{TOT}] souvisí s celkovou koncentrací plazmatických hladiny bílkovin, resp. albuminů. Podrobnější studie ještě uvažují i celkovou koncentraci fosfátů. Výsledkem těchto studií jsou vztahy (viz např. [36]), které umožňují (pomocí počítačového programu) vypočítat pH a další proměnné, jako je např. koncentrace plazmatických bikarbonátů) z hodnot SID, pCO_2, celkových koncentrací albuminů [Alb_{TOT}] a celkových koncentrací fosfátů [Pi]:

$$pH = funkce\ (pCO_2, SID, [Alb_{TOT}], [Pi])$$

Jedna z nejpodrobnějších kvantitativních analýz acidobazické rovnováhy plazmy [11,12] rozvíjející Figge-Fencelův model [10] koriguje i vliv externě přidaného citrátu [Cit] v odebíraném vzorku plazmy na acidobazické vyšetření:

$$pH = funkce\ (pCO_2, SID, [Alb_{TOT}], [Pi], [Cit])$$

3. Nevýhody Stewartova přístupu

Matemstické vztahy, odvozené z kvantitativní fyzikálně chemické analýzy umožňují z nezávisle proměnných (tj. z pCO_2, SID, koncentrací albuminů, fosfátů a případně i citrátu) vypočítat závisle proměnnou – tj. pH plazmy a z ní pak další závislé proměnné, jako je koncentrace bikarbonátů aj.

Stewartův přístup umožňuje přesněji popsat některé patofyziologické stavy (vliv hypo- a hyperalbuminémie na acidobazickou rovnováhu, diluční acidózu a koncentrační alkalózu) a na první pohled dává klinikům lepšího vhledu do příčin acidobazické poruchy pacienta. K určení „nezávislých proměnných" z nichž se vypočítávají další acidobazické parametry, je totiž třeba explicitně změřit koncentrace fosfátů, Na^+, Cl^-, HCO_3^- a jiných iontů, se kterými klinik pracuje ve své diagnostické rozvaze.

Naproti tomu, k nevýhodám Stewartovy teorie patří to, že pracuje pouze s krevní plazmou. Krom toho, někteří následovníci Stewarta, fascinování tím, že acidobazické parametry - pH (a příslušné koncentrace bikarbonátů, karbonátů, nebikarbonátových kyselin) lze vypočítat z nezávislých proměnných (pCO_2, SID, [Alb_{TOT}], [Pi]) nezřídka docházejí v jejich interpretaci k věcně nesprávným názorům.

Nezávislost výchozích proměnných, především SID je totiž při výpočtu míněna nikoli v kauzálním, ale v striktně matematickém slova smyslu. Ovšem v klinicko-fyziologické praxi se na to zapomíná, což často vede k nesprávnému výkladu kauzálního řetězce příčin acidobazických poruch.

K matematickým vztahům řada Stewartových následovníků (např. [7, 8, 9, 10, 11, 12] přistupovala jako k „orákulu" – z věcně správných matematických vztahů se vyvozují nesprávné kauzální příčiny. Zaměňují kauzalitu matematického výpočtu (kdy se ze závislých proměnných počítají nezávislé proměnné) s kauzalitou patofyziologických vztahů.

Někteří autoři např. vyvozují, že jednou z prvotních kauzálních příčin

acidobazických poruch jsou změny v hodnotách SID. Tak např. Sirker a spol. [33] dokonce tvrdí, že *„pohyb vodíkových iontů přes membrány (skrze vodíkové kanálky) nemá vliv na jejich aktuální koncentraci. Přímé odstranění H^+ z jednoho kompartmentu nezmění hodnotu žádné nezávislé proměnné a tudíž i hodnotu koncentrace [H^+]… rovnovážná disociace vody vyrovnává jakékoli fluktuace v koncentraci [H^+] a slouží nevyčerpatelným zdrojem nebo výlevkou pro ionty H^+“*.

Představa, že SID (jako matematický konstrukt, nikoli fyzikálně-chemická vlastnost) určitým mechanistickým způsobem ovlivňuje koncentraci [H^+] aby udržel elektroneutralitu, postrádá racionální vysvětlení – jakékoliv pufrační reakce jsou pouze posuny chemických rovnovah a sami o sobě (bez membránových přesunů) elektroneutralitu nemohou nijak ovlivnit.

4. Klasický přístup „dánské školy“ k hodnocení poruch acidobazické rovnováhy

Při změnách pCO_2 se mění pH krve – vyjádříme-li titrační křivku změn pCO2 a pH v semilogaritmických souřadnicích, pak v rozmezí se životem slučitelných hodnot pH se tyto titrační křivky prakticky blíží přímkám. Na tomto předpokladu bylo také založeno vyšetřování acidobazického stavu krve navržené v první polovině padesátých let minulého století Paulem Astrupem. V té době ještě neexistovaly elektrody, které přímo měřily pCO_2 v plazmě vyšetřovaného vzorku krve. Existovaly však poměrně přesné elektrody na měření pH. Metoda stanovení pCO_2 podle Astrupa [2] spočívala v tom, že ve vyšetřovaném vzorku krve se nejdříve změřilo pH, potom se tento vzorek krve automaticky ekvilibroval se směsí O_2/CO_2, v níž se mohla přesně nastavit hodnota pCO_2. Vzorek krve se nejprve ekvilibroval s plynnou směsí s vysokým pCO_2, po ekvilibraci se změřilo pH, a pak se krev ekvilibrovala se směsí s nízkým parciálním tlakem oxidu uhličitého a rovněž se změřilo pH. Obdržené body se propojili na semilogaritmickém grafu přímkou a na ní se podle původně změřeného pH odečetla odpovídající hodnota pCO_2. Koncept Buffer Base zavedený Singerem a Hastingsem [32] byl v šedesátých letech dále rozveden Siggaard-Andersenem [25, 26], který jako klinicky relevantní faktor zavedl pojem rozdílu hodnoty Buffer Base od její normální hodnoty - Normal Buffer Base (NBB):

$$BE = BB - NBB$$

Za normálních okolností je hodnota BE (pro krve s jakoukoli koncentrací hemoglobinu) nulová. Mění se při pufrační reakci s přidanou silnou kyselinou nebo silnou bazí. Siggaard Andersen využil ekvilibrační titrační křivky krve ke stanovování hodnot BB a BE. Ke vzorkům krve s různým hematokritem nejprve přidával definované množství silné kyseliny či zásady – a tím měnil jejich BE. Potom tyto vzorky krve titroval a výsledky vynášel do souřadnic log PCO_2/pH. Titrační křivky (v semilogaritmických souřadnicích prakticky přímky) vzorků krve s různým hematokritem ale stejnou hodnotou BE se protínaly vždy ve stejných bodech.

Tím v semilogaritmických souřadnicích získal nomogram s křivkami BE a BB,

které umožnily při vyšetřování krve stanovit hodnoty BE a BB ve vyšetřovaném vzorku krve.

Siggaard-Andersen tímto způsobem experimentálně zjišťoval závislost koncentrace vodíkových iontů [H^+] resp. resp. pH na hodnotě pCO_2 a koncentraci hemoglobinu (Hb), a získané výsledky vtělil do klinicky využitelných nomogramů vyjadřujících závislost:

$$[H^+] = funkce\ (pCO_2, BE, Hb)$$

Pro vyhodnocování acidobazických poruch podle BE a pCO_2 je důležité, že vzestup či pokles CO_2 nemá vliv na celkovou koncentraci pufračních bazí (BB) ani na hodnotu BE. Při vzestupu pCO_2 stoupne hladina kyseliny uhličité, která disociuje na bikarbonát a vodíkové ionty, které jsou však prakticky úplně navázány na nebikarbonátové pufrační báze [Buf^-], a proto přírůstku hladiny bikarbonátů odpovídá stejný pokles hladiny nebikarbonátových pufrů, celková koncentrace [$HCO3^-$]+[Buf^-] a tedy BB i BE se prakticky nemění. Hodnoty BB a BE jsou tedy (uvažujeme-li plazmu in vitro) nezávislé na hodnotě pCO_2.

To však platí pro plazmu, zcela přesně to však neplatí pro krev – pCO_2 ovlivňuje oxygenaci hemoglobinu kyslíkem. Protože ale deoxygenovaný hemoglobin má větší afinitu k protonům než deoxygenovaný hemoglobin (a v oxygenované krvi se proto objevuje zdánlivě větší koncetrace nebikarbonátových nárazníkových bazí), závisí celková koncentrace nárazníkových bazí BB také na saturaci hemoglobinu kyslíkem (která je ovlivnitelná hodnotou pCO_2 díky Bohrovu efektu).

Právě proto je výhodné pro modelování acidobazické rovnováhy krve definovat ***standardizovanou oxyhodnotu Buffer Base (BBox)*** jako takovou hodnotu BB, která by byla naměřena v daném vzorku krve, kdyby byl oxhemoglobin plně nasycen kyslíkem (tj. plné 100% saturaci hemoglobinu kyslíkem). Obdobně je definována ***standardizovaná oxyhodnota Base Excess (BEox)*** jako taková hodnota BE, která by byla stanovena v daném vzorku krve, kdyby byl oxhemoglobin plně nasycen kyslíkem [19]. Hodnota ***BEox*** je pak skutečně nezávislá na pCO_2.

Je třeba poznamenat, že nezávislost pCO_2 a BEox pro krev „in vivo" zcela neplatí, protože při vzestupu pCO_2 stoupnou bikarbonáty v plazmě více než v intersticiu a část bikarbonátů se proto při vzestupu pCO_2 přesouvá do intersticiální tekutiny (a hodnota BEox při akutním vzestupu pCO_2 mírně klesá).

Hodnoty BB a BE (resp. BBox a BEox) se mění po přidání silné kyseliny (nebo silné zásady) ke krvi, nebo po přidání bikarbonátů. Přidání jednoho milimolu silné kyseliny k jednomu litru krve vede k poklesu BE o jeden milimol, přidání jednoho milimolu bikarbonátů (nebo odebrání jednoho milimolu vodíkových iontů reakcí se silnou zásadou) vede k vzestupu BB a BE (BBox a BEox) o jeden milimol.

Změna hladiny rozpuštěného CO_2 v plazmě (vyjádřená jako pCO_2) bude tedy charakterizovat bilanci toku oxidu uhličitého a změna hodnoty BE charakterizuje změnu bilance mezi tvorbou a vylučováním silných kyselin. Hladina pCO_2 tedy charakterizuje respirační složku acidobazické rovnováhy a

hodnota BE složku metabolickou.

Pro klinické využití hodnot pH, pCO_2 a BE v diagnostice acidobazické rovnováhy byly vytvořeny tzv. kompenzační diagramy vyjadřující vliv adaptačních odpovědí respiračního systému a ledvin na poruchy acidobazické rovnováhy [4, 13, 14, 27].

Siggaard-Andersenův nomogram (vyjádřený ve formě aproximačních rovnic) se stal základem vyhodnocovacích algoritmů v řadě laboratorních automatů pro měření acidobazické rovnováhy krve. Určitým problémem je to, že experimentální měření při konstrukci Siggard-Andersenova nomogramu byla prováděna při teplotě 38°C [25, 26]. Dnešní přístroje pro měření acidobazické rovnováhy krve (přímo měřící hodnoty pCO_2, pH a pO_2) poskytují obvykle údaje naměřené při teplotě vzorku krve 37°C.

Na minulém MEDSOFTu jsme publikovali model, který koriguje tyto rozdíly – ukázalo se, že pro případy kdy se BE mění v rozmezí +/- 10 mMol/l jsou tyto rozdíly zanedbatelné [22].

Závažnějším problémem je však to, že titrace při tvorbě experimentálního nomogramu [25, 26] byla prováděna s krví, která měla normální koncentraci plazmatických bílkovin (72 g/l). V případech, kdy je koncentrace plazmatických bílkovin nižší (což u kriticky nemocných pacientů nebývá vzácností), budou body na nomogramu posunuty a veškeré klinické výpočty podle tohoto nomogramu budou tedy chybné.

Siggaard-Andersen později publikoval i určité korekce, uvažující různé koncentrace plazmatických bílkovin [28, 29, 30, 31], do rutinní klinické praxe však tyto korekce zřejmě pronikly nedostatečně.

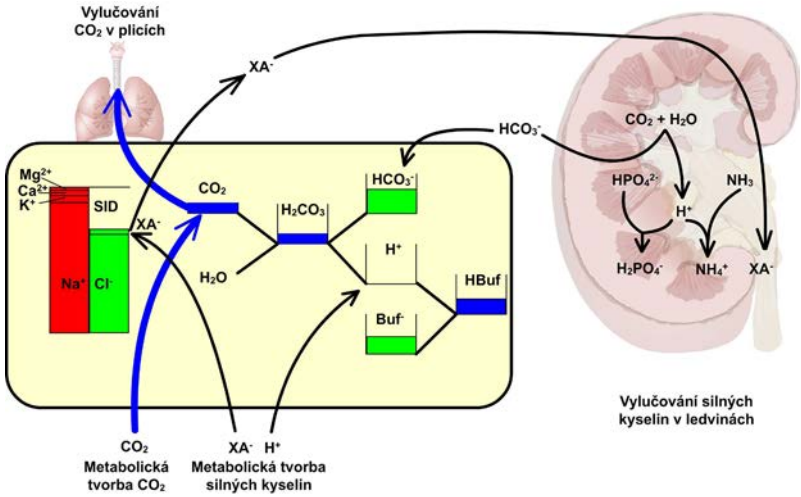
Náš komplexní model acidobazické rovnováhy krve [22] propojil přesná data kvantitativní analýzy plazmy získaná Figgem [11, 12] s experimentálními daty Siggaard-Andersena z roku 1974 [27] a korigoval původní Siggaard-Andersenův nomogram [25, 26] i vzhledem k hodnotám koncentrace albuminů, fosfátů a globulinů v plazmě.

Ukázalo se, že rozdíly mez naším modelem a korigovanou Van Slykovou rovnicí Siggaarda-Andersena z roku 1995 [30] nejsou velké.

Siggaard-Andersen [31] místo hodnoty BE preferuje používat spíše hodnotu „koncentrace titrovatelné koncentrace vodíkových iontů" (ctH^+), kterou definoval jako takovou hodnotu mililolů silných kyselin, kterou je nutno odtitrovat přidáním silných bazí k litru krve, abychom při pCO_2=40 torr vytitrovali pH plazmy na hodnotu 7.4 – nebo jinak řečeno, je to množství silných kyselin které bylo přidáno k litru krve (při poruše metabolické bilance tvorby a odstraňování silných kyselin) a posunulo pH z hodnoty 7.4 na hodnotu, která by byla naměřena při fixovaním pCO_2 = 40 torr (číselne BE = - ctH^+). Do klinické praxe však tento (pro kliniky poněkud krkolomný) přístup příliš nepronikl.

5. Jsou oba přístupy k hodnocení acidobazické rovnováhy odlišné?

Ze vzrušených debat, které vedou příznivci klasického přístupu dánské školy a Sterartova přístupu ve světovém odborném tisku (např. [5, 6, 16, 17, 18, 23])



Obrázek 1 - Acidobazická rovnováha je výslednicí dvou bilancí propojených přes pufrační systém – bilancí mezi tvorbou a vylučováním oxidu uhličitého a bilancí mezi tvorbou a vylučováním silných kyselin. Pufrační reakce sami o sobě nemění elektroneutralitu. Přesun iontů mezi kompartmenty tělních tekutin je vždy elektroneutrální, proto jsou přesuny bikarbonátů a vodíkových iontů vždy provázeny přesunem komplementárních iontů

by se mohlo zdát, že obě teorie jsou naprosto odlišné a teprve čas ukáže, která z nich je správná.

Ve skutečnosti se obě teorie doplňují. Pokud jsou dodrženy obdobné podmínky jejich platnosti (tj. uvažujeme pouze plazmu s normální koncentrací albuminů a fosfátů), jsou výsledky prakticky shodné. Při rozdílných koncentracích albuminu a fosfátů však musíme uvažovat korigovaný přístup podle Van Slykovy rovnice [29, 30] nebo podle našeho modelu [22].

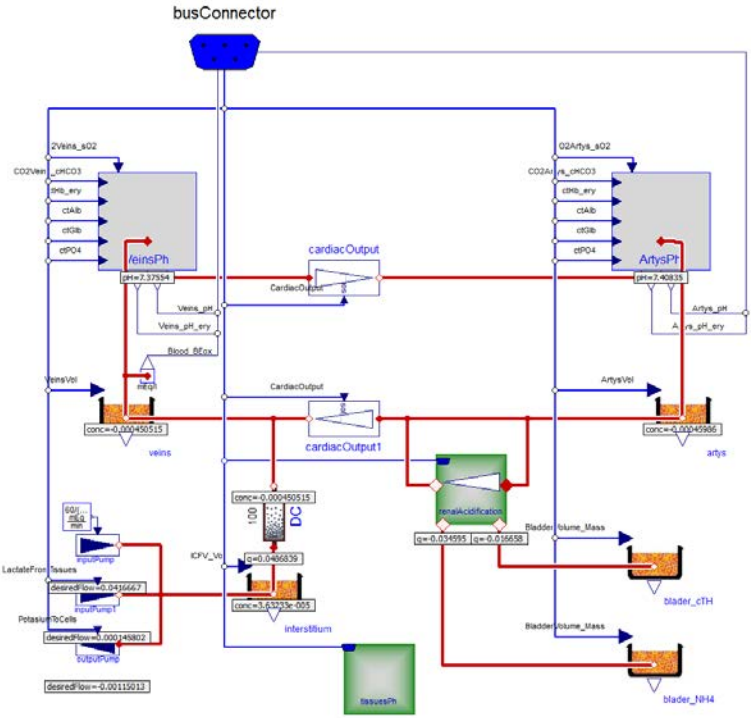
Tak např. snížená hladina plazmatických bílkovin neodpovídá podmínkám, pro které byl experimentálně stanoven Siggaard-Andersenův nomogram, a pokud podle tohoto nomogramu u pacientů s hypalbuminémií vyhodnotíme hodnotu BE podle nekorigovaného Siggaar-Andersenova nomogramu, zpravidla dostaneme nesprávné hodnoty.

Použití Stewartovy metody v tomto případě může uchránit před nesprávným diagnostickým závěrem.

Na druhé straně však Stewart nekalkuluje s vlivem tak význačného krevního pufru, kterým je hemoglobin v krvinkách.

Vliv hemoglobinu na změnu hodnot SID kvantifikuje náš model acidobazické rovnováhy krve, dostupný na *http://physiome.cz/acidbase*.

Stewartův přístup mnoho nepomůže v kalkulacích množství infúzních roztoků pro korekci acidobazické poruchy a ani nám nepomůže posoudit stupeň respirační a renální kompenzace acidobazické poruchy. Při diagnostickém



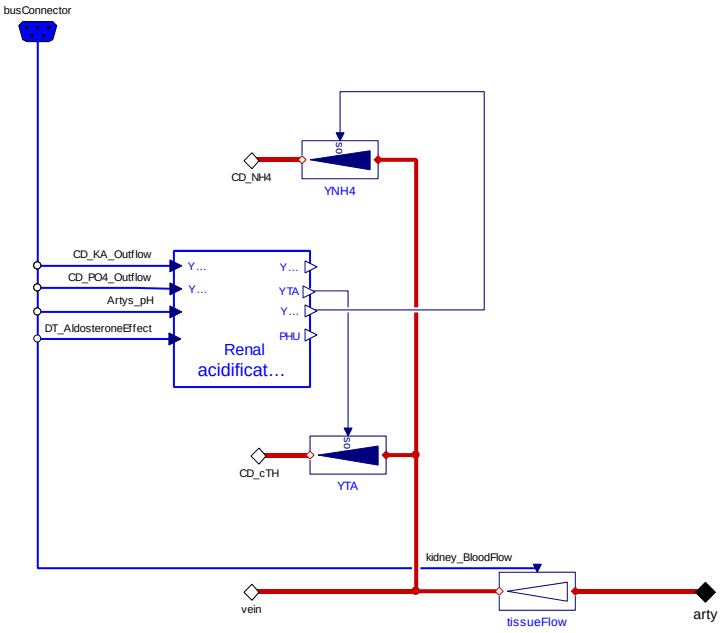
Obrázek 2 – Modelování metabolické bilance tvorby a vylučování silných kyselin v našem modelu QHP. Ve schématu modelu jsme vypsali hodnoty ctH+ - vidíme, že v ustálené bilanci jsou prakticky nulové. Je uvažována metabolická tvorba silných kyselin (60 mmol/24 hod), tvorba kyseliny mléčné v tkáních a výměna vodíkových iontů za draselné mezi buňkami a IST. Intersticiální tekutina je v ekvilibriu s odtékající krví ze tkání. Uvnitř bloku renalAcidification je modelována renální acidifikace moči

uvažování u lůžka nemocného je vhodné zvažovat obě teorie a uvědomovat si jejich výhody a omezení [17].

Je možno ukázat [22], že změna SID je stejná jako změna BE (resp. změna ctH^+). Oba přístupy jsou vzájemně kompatibilní [24].

6. Bilančního pojetí regulace acidobazické rovnováhy vnitřního prostředí

V našem pojetí acidobazické regulace vnitřního prostředí [20] vycházíme z toho, že acidobazická rovnováha je výsledkem dvou bilancí propojených přes pufrační systémy (viz *Obrázek 1*) - bilancí mezi metabolickou tvorbou oxidu uhličitého a jeho eliminací respiračním traktem a bilancí mezi tvorbou

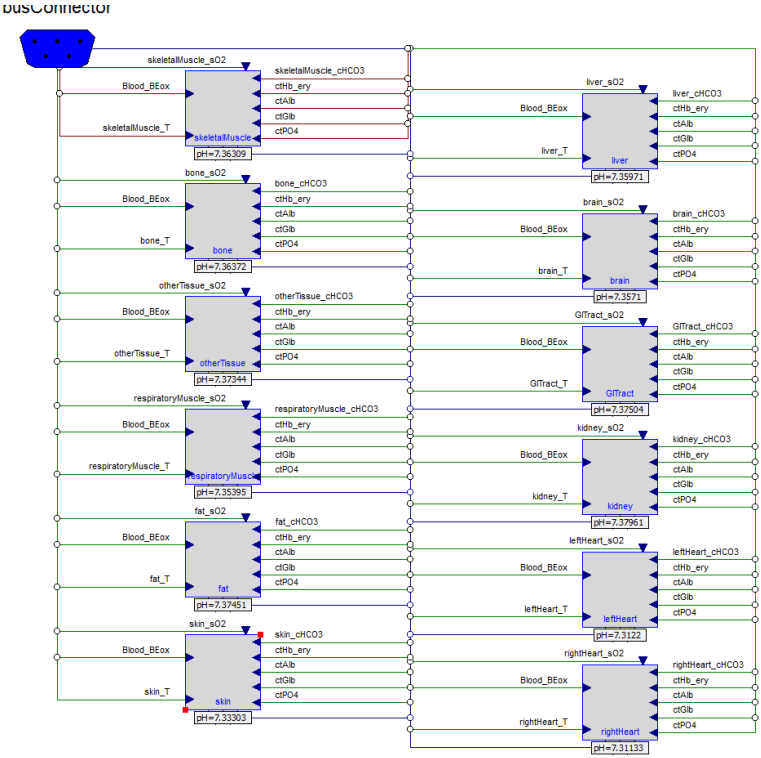


Obrázek 3 – Modelování renální acidifikace v ledvinách. Je modelováno vylučování titrovatelné acidity a amonných iontů (včetně adatpačních odpovědí na acidémii při kompenzaci respiračních poruch acidobazické rovnováhy, nebo korekci metabolických poruch acidobazické bilance

silných kyselin a jejich vylučováním prostřednictvím ledvin. Ledviny za každý exkretovaný vodíkový iont (navazovaný v tubulech na fosfáty nebo amoniak) do extracelulární tekutiny generují iont bikarbonátu; Při vyrovnané bilanci tok bikarbonátů, generovaných ledvinami je vyrovnává přítok vodíkových iontů jako součástí metabolické tvorby silných kyselin.

Pufrační reakce jsou vždy elektroneutrální (proto úvahy o acidobazických poruchách z důvodů zachování elektroneutrality nemají kauzální zdůvodnění).

Přesun elektrolytů mezi jednotlivými kompartmenty tělních tekutin je z kvantitavního hlediska také elektroneutrální (pomineme-li z bilančního hlediska nepatrné rozdíly generující rozdíl potenciálů na buněčném rozhraní). Přesuny vodíkových iontů a bikarbonátů mezi oddíly tělesných tekutin jsou proto vždy provázeny přesunem komplementárních iontů. Tak např. při metabolické tvorbě silných kyselin je vodíkový iont provázen aniontem (např. sulfátem) silné kyseliny – a tento anion (na obr. 1 označený jako XA^-)je v rovnovážném stavu ledvinami vylučován z organismu, zatímco místo něj do extracelulární tekutiny přichází bikarbonát, vygenerovaný ledvinami při acidifikaci moči.



Obrázek 4 – Modelování acidobazické rovnováhy v odtékající krvi z jednotlivých tkání

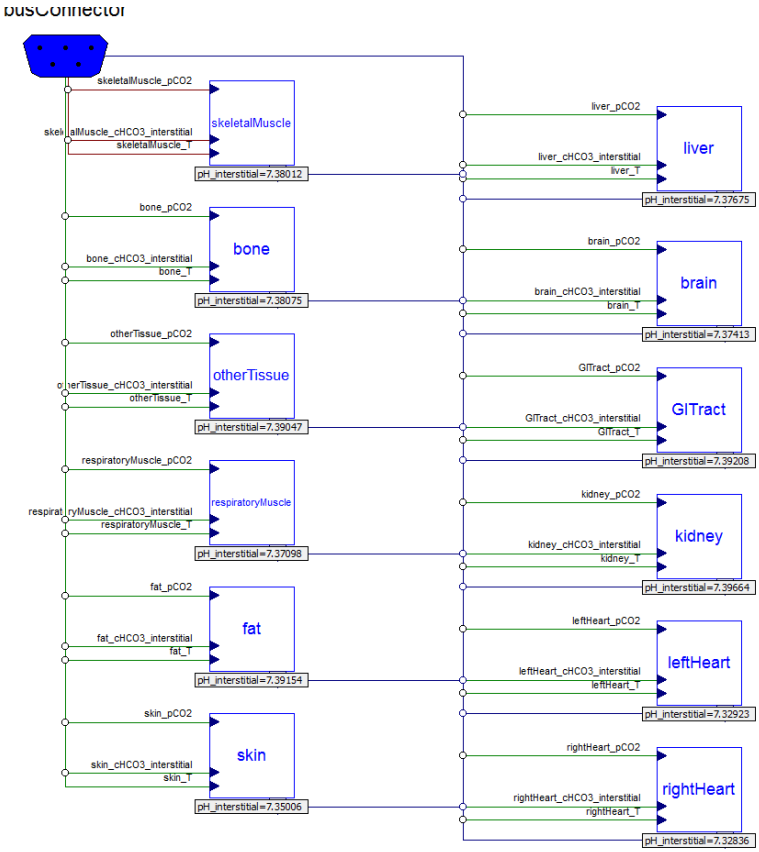
Při poruše metabolické bilance díky zvracení se v extracelulární tekutině hromadí bikarbonát, (generovaný v parietálních buňkách žaludku při sekreci kyseliny solné) a ztrácí se ekvimolární množství vodíkových iontů – důsledkem je hypochloremická alkalóza, při průjmech se naopak z extracelulární tekutiny ztrácí bikarbonáty vyměňované za chloridy důsledkem je hyperchloremická acidóza.

Náš bilanční přístup dokáže (i s využitím simulačních modelů) vysvětlit kauzální řetězce řady poruch vnitřního prostředí souvisejících s poruchou acidobazické rovnováhy. O patogeneze některých poruch acidobazické rovnováhy z hlediska naší teorie např. pojednáváme v [24].

7. Modelování acidobazické rovnováhy podle bilančního pojetí

Náš bilanční přístup je lepším východiskem pro modelování acidobazické regulace vnitřního prostředí než přístup dle Stewarta.

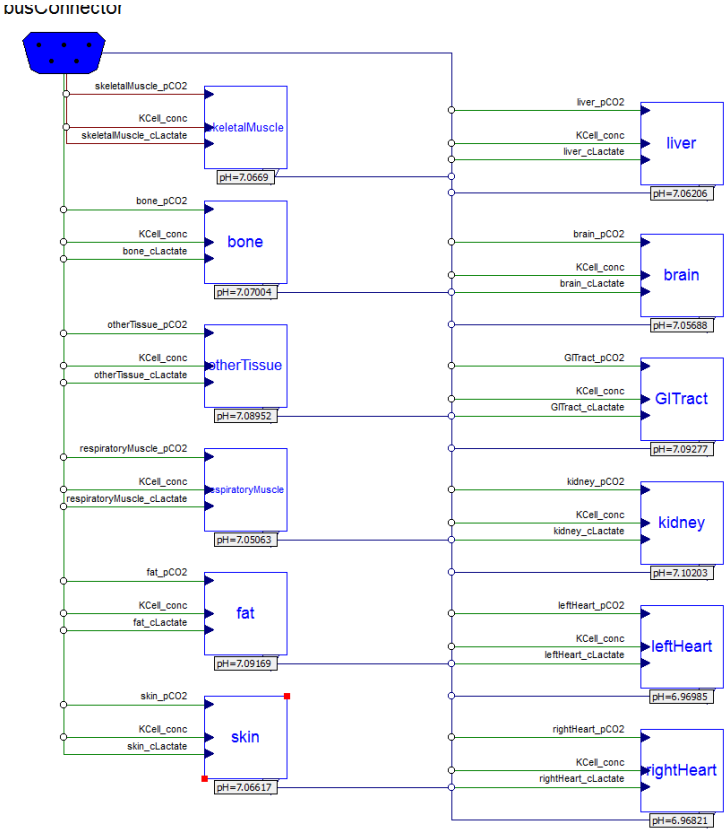
Problém modelování acidobazické rovnováhy vycházející ze Stewartova



Obrázek 5 – Modelování acidobazické rovnováhy v intersticiální tekutině (IST) jednotlivých tkání. Hladiny bikarbonátů v IST jsou ekvilibrovány s hladinou bikarbonátů v odtékající venózní krvi podle Donnanových rovnovah

pojetí spočívá v tom, že je nutno přesně modelovat hodotu SID, ovlivňovanonou bilancí silně disociovaných kationtů a aniontů – v praxi to znamená, že přesnost modelování pH pak velmi silně závisí na přesnosti modelování bilance silně disociovaných kationtů a aniontů (tj. především iontů sodíkových, draselných, chloridových a sufátových) – jejich příjmu a především vylučování v ledvinách. Drobné nepřesnosti, které vznikají při modelování příjmu a vylučování sodíku, draslíku a chloridů se pak odrážejí v nepřesnostech modelování acidobazického stavu.

Tento přístup zvolili autoři v simulátoru ***Quantitative Circulatory Physiology (QCP)*** [1].

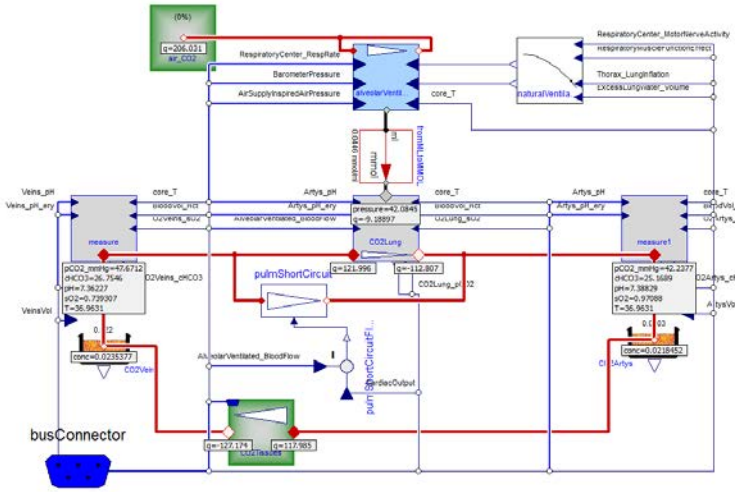


Obrázek 6 – Modelování acidobazické rovnováhy v buňkách jednotlivých tkání

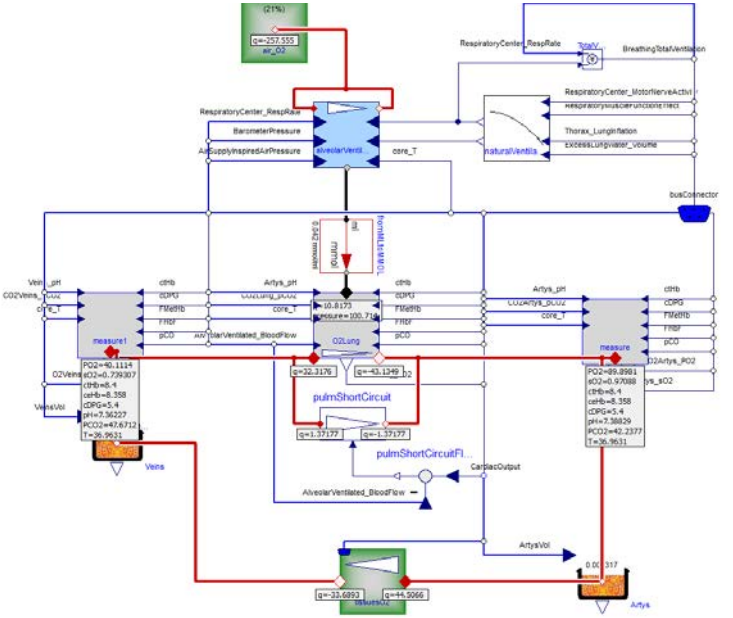
Přestože Coleman a spol. ve svém modelu ***Quantitative Human Physiology (QHP)*** [3] podstatně zlepšili přesnost modelování příjmu a vylučování sodíku, draslíku a chloridů v ledvinách, modelujeme-li dlouhodobý stav (kdy se s virtuálním pacientem nic neděje) má virtuální pacient v současné verzi modelu po měsíci simulovaného času tendenci upadat do lehké ustálené metabolické acidózy.

Na rozdíl od amerických autorů v naší implementaci modelu ***QHP – Golem Edition*** modelujeme skutečné metabolické bilance tvorby a vylučování silných kyselin (*Obrázek 2*)

Je modelována metabolická produkce silných kyselin (v normě i patologii – např. zvýšená produkce kyseliny mléčné či ketokyselin) v tkáních – produkce a metabolická utilizace laktátu je uvažována v 12 různých tkáních.



Obrázek 7 – Modelování výměny CO2 v plicích (respirační složky acidobazické rovnováhy)



Obrázek 8 – Modelování výměny O2 v plicích (saturace hemoglobinu kyslíkem ovlivňuje acidobazickou rovnováhu).

Zároveň je modelována i acidifikace v ledvinách (*Obrázek 3*), kde se uvažuje tvorba titrovatelné acidity a vylučování amonných iontů. Podklady jsme vzali částečně z modelu Ikedy a spol [15] a z našeho staršího simulátoru Golem [21].

Odtékající krev z tkání (viz *Obrázek 4*) je ekvilibrována s hladinami elektrolytů v intersticiální tekutině IST podle Donnanových rovnovah. Tímto způsobem je počítána koncentrace bikarbonátů v IST, a z ní a z hodnoty pCO_2 (která je stejná jako ve venózní krvi, odtékající z tkání) je počítáno pH intersticiální tekutiny (*Obrázek 5*). Je také počítán acidobazický stav v buňkách (*Obrázek 6*), který v našem modelu ovlivňuje hladina kyseliny mléčné a výměna draselných iontů za vodíkové ionty.

Respirační složka acidobazické rovnováhy je počítána podle CO_2 ovlivňované cirkulací a respiračním centrem (*Obrázek 7* a *8*).

8. Závěr

Model acidobazické rovnováhy je součástí rozsáhlého modelu Quantitative Human Physiology – Golem Edition. Je podkladem pro vyvíjený simulátor (pracovně nazvaný „eGolem") určený pro výuku medicíny akutních stavů.

V nejbližší budoucnosti plánujeme využití modelu acidobazické rovnováhy v internetovém výukovém kurzu, provázeném simulačními hrami, který bude součástí našeho Atlasu fyziologie a patofyziologie.

Poděkování

Tvorba výukových simulátorů a vývoj příslušných vývojových nástrojů byly podporovány granty MŠMT č. 2C06031 „e-Golem", výzkumným záměrem MSM 0021620806 a společností Creative Connections s. r. o.

Literatura

[1.] Abram, S. R., Hodnett, B. L., Summers, R. L., Coleman, T. G., & Hester, R. L. (2007). Quantitative circulatory physiology. An integrative mathematical model of human mathematical model of human physiology for medical education. Advanced Physiology Education, 31, stránky 202-210.

[2.] Astrup, P. (1956). A simple electrometric technique for the determination of carbon dioxide tension in blood and plasma, total content of carbon dioxide in plasma, and bicarbonate content in "separated" plasma at a fixed carbon dioxide tension (40 mm. Hg). Scand. J. clin. & Lab. Invest., 8:33-43.

[3.] Coleman, T. G., Hester, R. L., & Summers, R. L. (2009). Quantitative Human Physiology. Načteno z http://physiology.umc.edu/themodelingworkshop.

[4.] Dell R.D., Winters R.W. (1970). A model for the in vivo CO2 equilibration curve. Am J Physiol. 219:37–44

[5.] Dubin A. (2007). Acid-base balance analysis: Misunderstanding the target Crit Care Med. 35:1472–1473.

[6.] Dubin A., Menises M.M., Masevicius F.D. (2007). Comparison of three different methods of evaluation of metabolic acid-base disorders. Crit Care Med. 35:1264–1270.

[7.] Fencl V., Rossing T.H. (1989). Acid-base disorders in critical care medicine. Ann Rev. Med. 40, 17-20, 1989

[8.] Fencl V., Leith D.E. (1993). Stewart's quantitative acid-base chemistry: applications in biology and medicine. Respir. Physiol. 91: 1-16, 1993

[9.] Fencl J., Jabor A., Kazda A., Figge, J. (2000). Diagnosis of metabolic acid-base disturbances in critically ill patients. Am. J. Respir. Crit. Care. 162:2246-2251.

[10.] Figge J., Mydosh T., Fencl V. (1992). Serum proteins and acid-base equilibria: a follow-up. The Journal of Laboratory and Clinical Medicine. 1992; 120:713-719.

[11.] Figge J. (2009). The Figge-Fencl quantitative physicochemical model of human acid-base physiology. Updtated version 15 January 2009. Online Web site. Available at http://www.acid-base.org/modelapplication.html. Accessed 1.3.2009.

[12.] Figge J. (2009). Role of non-volatile weak acids (albumin, phosphate and citrate). In Stewart's textbook of acid-base. Kelum and Elbers (Editors). Acidbase.org, Second Edition. ISBN: 987.1.4092.5470-6. 217-232.

[13.] Goldberg M., Green S.B, Moss M.L., Marbach C.B., Garfinkel D. (1973). Computerised instruction and diagnosis of acid-base disorders. J. Am. Med. Assoc. 223:269-275.

[14.] Grogono AW, Byles PH, Hawke W (1976). An in-vivo representation of acid-base balance. Lancet, 1:499-500, 1976.

[15.] Ikeda, N., Marumo, F., & Shirsataka, M. (1979). A Model of Overall Regulation of Body Fluids. Ann. Biomed. Eng. , 7, stránky 135-166.

[16.] Kaplan L. (2007): Acid-base balance analysis: A little off target. Crit Care Med. 35:1418–1419.

[17.] Kelum J.A. (2005). Clinical review: Reunification of acid-base physiology. Critical Care, 9:500-507

[18.] Kellum J.A. (Ed) (2009).The Acid base pHorum. University of Pittsburgh School of Medicine, Department of Critical Care Medicine. Online Web site. Available at: http://www.ccm.upmc.edu/education/ resources/phorum.html.

[19.] Kofránek, J. (1980). Modelování acidobazické rovnováhy krve. Kandidátská disertační práce. Univerzita karlova v Praze, Fakulta všeobecného lékařství, Praha, 1980.

[20.] Kofránek, J., Matoušek, S., & Andrlík, M. (2007). Border flux ballance approach towards modelling acid-base chemistry and blood gases transport. V B. Zupanic, S. Karba, & S. Blažič (Editor), Proceedings of the 6th EUROSIM Congress on Modeling and Simulation, Full Papers (CD) (stránky TU-1-P7-4: 1-9). Ljubljana: University of Ljubljana. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/ljubljana2007.pdf.

[21.] Kofránek, J., Anh Vu, L. D., Snášelová, H., Kerekeš, R., & Velan, T. (2001). GOLEM – Multimedia simulator for medical education. V L. Patel, R. Rogers, & R. Haux (Editor), MEDINFO 2001, Proceedings of the 10th World Congress on Medical Informatics. 1042-1046. London: IOS Press. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/MEDINFO2001.pdf

[22.] Kofránek, J. (2009). Komplexní model acidobazické rovnováhy. (Anglická verze: Complex model of acid-base balance je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/medsoft2009acidbase.pdf, model je na adrese http://www.physiome.cz/acidbase). In M. Zeithamlová (Editor), MEDSOFT 2009 (stránky 23-60). Praha: Agentura Action M.

[23.] Kurtz I. Kraut J, Ornekian V. , Nguyen M. K. (2008). Acid-base analysis: a critique of the Stewart and bicarbonate-centered approaches. Am J Physiol Renal Physiol. 294:1009-1031.

[24.] Matoušek S., Kofránek J., Rees S.E. (2009). Independence of Variables in Stewart's model of acid-base chemistry of the blood plasma. In Proceedings of the 7th IFAC Symposium

on Modeling and Control in Biomedical Systems, Aalborg, Denmark, August 12-14, 2009, 246-250

[25.]Siggaard-Andersen O, Engel K. (1960). A new acid-base nomogram. An improved method for the calculation of the relevant blood acid-base data. Scand J Clin Lab Invest, 12: 177-86.

[26.]Siggaard-Andersen O. (1962). The pH, log pCO2 blood acid-base nomogram revised. Scand J Clin Lab Invest. 14: 598-604.

[27.] Siggaard-Andersen O (1974). The acid-base status of the blood. Munksgaard, Copenhage

[28.] Siggaard-Andersen O. (1977). The Van Slyke Equation. Scand J Clin Lab Invest. Suppl 146: 15-20.

[29.]Siggaard-Andersen O., Wimberley P.D., Fogh-Andersen, Gøthgen I.H. (1988). Measured and derived quantities with modern pH and blood gas equipment: calculation algorithms with 54 equations. Scand J Clin Lab Invest. 48, Suppl 189: 7-15.

[30.]Siggaard-Andersen O, Fogh-Andersen N. (1995). Base excess or buffer base (strong ion difference) as measure of a non-respiratory acid-base disturbance. Acta Anaesth Scand. 39, Suppl. 107: 123-8.

[31.] Siggaard-Andersen O.(2006). Acid-base balance. In: Laurent GJ, Shapiro SD (eds.). Encyclopedia of Respiratory Medicine. Elsevier Ltd. 2006: 5-10.

[32.]Singer R.B. and Hastings A.B. (1948). An umproved clinical method for the estimation of disturbances of the acid-base balance of human blood. Medicine (Baltimore) 27: 223-242.

[33.]Sirker, A. A., Rhodes, A., and Grounds, R. M. (2001). Acid-base physiology: the 'traditional' and 'modern' approaches. Anesthesia 57: 348-356. Stewart PA. (1981). How to understand acid)base. A Quantitative Primer for Biology and Medicine. New York: Elsevier. (Reedice: Stewart's textbook of acid-base. Kelum and Elbers (Editors). Acidbase.org, Second Edition. ISBN: 987.1.4092.5470-6, 19-197.20.

[34.] Stewart, P. A. (1983). Modern quantitative acid-base chemistry. Can. J. Physiol. Pharmacol., 61, stránky 1444-1461.

[35.]Watson, P.D. (1999). Modeling the effects of proteins of pH in plasma. J. Appl Physiol. 86:1421-1427.

Kontakt:

MUDr. Jiří Kofránek, CSc.
MUDr. Stanislav Matoušek
Mgr. Marek Mateják

Oddělení biokybernetiky a počítačové podpory výuky
Ústav patologické fyziologie 1.LF UK
U nemocnice 5, 121 53 Praha 2
tel: +420 22496 5912
e-mail: *kofranek@google.com*
http://physiome.cz

WEBOVÉ SIMULÁTORY

Jiří Kofránek

Anotace

Internet se dnes stává prostředím pro distribuci výukových programů včetně výukových simulátorů. Přednáška se zabývá přehledem technologií tvorby webově dostupných simulátorů. Zahrnuje i zkušenosti autora s různými technologiemi tvorby webově dostupných simulátorů.

Klíčová slova:

e_Learnig, Model, Simulace, Web

1.Úvod

Obdobně, jako počítače dnes již prakticky vytlačily psací stroje z kanceláří a staly se běžným kancelářským vybavením, lze očekávat, že se počítače propojené na vysokorychlostní internet v blízké budoucnosti stanou běžnou výukovou pomůckou. Zřejmě to ale nepůjde nijak závratně rychle. Jestliže textový procesor, tabulkový kalkulátor, kreslící a prezentační program pokrývají značnou část potřeby automatizace administrativních prací, pak pro použití počítačů ve výuce je klíčovým limitujícím faktorem dostatek vhodných výukových programů.

Jejich tvorba není jednoduchá. Zdaleka nestačí jen převést skripta (případně doplněné multimediálními komponenty) do počítačem prezentovatelné podoby. Kombinace hypertextu, obrázků, zvuku, videa a interaktivních animací na jedné straně dává velké pedagogické možnosti pro názorné vysvětlení složitých problémů, na druhé straně však klade na autory výukových programů i použité technologie pro jejich tvorbu velké nároky.

V posledních letech se objevila celá plejáda výukových programů, využívajících interaktivní multimediální rozhraní pro vysvětlení složitých procesů v biomedicínských vědách ať již ve všeobecně dostupných (např. *http://www.apsarchive.org*) nebo komerčních (např. *http://interactivephysiology.com*) aplikacích. Většinou však jde o jen animace a nikoli o simulace.

2. Schola ludus v internetovém hávu

Staré čínské přísloví říká *„Co slyším, zapomenu, co spatřím, to si pamatuji, co dělám, tomu rozumím“*. Tuto starou čínskou moudrost potvrzují i moderní metody učení nazývané někdy jako „learning-by-doing“, kde mají velké uplatnění simulační hry. Kromě toho, simulační hry vnášejí do výuky prvek prožitku a zároveň i jistý stupeň hravé zábavy.

Rozšíření výukových multimediálních programů o simulační hry klade na tvůrce výukových aplikací a technologii tvorby další nároky, na druhé straně však výsledné možnosti interaktivních simulačních her jsou z didaktického hlediska nepoměrně větší než využití pouhých animovaných interaktivních ilustrací.

Výukové multimediální programy se simulačními komponentami nejsou jen moderní náhradou klasických učebnic. Jsou zcela novou výukovou pomůckou umožňující prostřednictvím výukových simulačních her názorně prozkoumat vykládaný problém ve virtuální realitě.

Internet, jako distribuční médium dokáže tyto nové výukové pomůcky učinit snadno dostupnými kdekoli po světě. Masové rozšíření internetu přineslo možnost snadné dostupnosti těchto moderních výukových pomůcek na pouhé kliknutí myší. Jejich vytváření však není jednoduché.

Spojení internetu, multimediálního prostředí, sloužícího jako zvukové a vizuální uživatelské rozhraní, se simulačními modely umožňuje studentům po připojení do kouzelné internetové pavučiny si prostřednictvím výukové simulační hry názorně ozřejmit dynamické vztahy mezi vykládanými pojmy.

Zapojení multimediálních výukových her do výkladu přináší zcela nové pedagogické možnosti zejména při vysvětlování složitě provázaných vztahů a pro aktivní procvičování praktických dovedností a ověřování teoretických znalostí.

Simulační hrou je možné bez rizika otestovat chování simulovaného objektu – např. zkusit přistávat virtuálním letadlem nebo, v případě lékařských simulátorů, léčit virtuálního pacienta, či testovat chování jednotlivých fyziologických subsystémů.

Právě zde nachází své moderní uplatnění staré krédo Jana Amose Komenského „Schola Ludus" – tj. „škola hrou" [4], které tento evropský pedagog razil již v 17. století.

Výklad pomocí internetem dostupných simulačních her je častý ve fyzice či chemii, méně časté je využití simulačních her a simulátorů v oblasti medicíny, což je zřejmě dané složitostí příslušných simulačních modelů.

Nicméně i v oblasti medicíny se na internetu dá najít řada výukových aplikací se simulačními hrami. Na pavučině internetu je možné najít k volnému pedagogickému použití mnohé výukové simulátory jednotlivých fyziologických subsystémů.

Tak například simulátor ECGsim (*http://www.ecgsim.org/*) umožňuje studovat tvorbu a šíření elektrického potenciálu v komorách srdce a studovat mechanismus vzniku komorového komplexu QRS za různých patologií – od poruch vedení vzruchu až po ischemie a infarkty [23]. Tlakově oběhové křivky v komorách srdce při různých patologiích srdce (chlopenních vadách, levostranném či pravostranném selhání) umožňuje sledovat simulátor srdce z Columbia Univerzity (*http://www.columbia.edu/itc/hs/medical/heartsim*), [2]. Simulátory anesteziologických přístrojů z University of Florida umožňují dávat anestézii virtuálnímu pacientovi (*http://vam.anest.ufl.edu/*) a sledovat příslušné fyziologické odezvy (složitější simulátory ale vyžadují placený přístup). Přenos krevních plynů a acidobazické parametry jsou tématem simulátoru OSA (Oxygen Status Algorithm), určeného pro výuku i klinickou praxi [18]. Poslední verze tohoto simulátoru z roku 2005 je dostupná na adrese *http://www.siggaard-andersen.dk/OSA.exe*. Činnost neuronu a neuronových sítí umožňuje

studovat simulační program NEURON z Yale University *http://www.neuron.yale.edu/neuron/* [3, 7]. Výukový simulátor AIDA (*http://www.2aida.net/*) modeluje virtuálního diabetického pacienta a umožňuje sledovat vliv dávkování různých druhů inzulinu při zadaném příjmu potravy na glukózový metabolismus [15, 17]. Softwarové simulační hry pro výuku medicíny jsou i tématem nabídky řady komerčních firem, např. firmy Anesoft (*http://www.anesoft.com/*), Medical Simulation Corporation (*http://www.medsimulation.com*) a další nabízejí řadu softwarových simulátorů pro nejrůznější oblasti medicíny.

Výukové simulátory dnes šířeny prakticky téměř výhradně prostřednictvím internetu, což, na rozdíl od dřívější distribuce prostřednictvím CD ROM, usnadňuje šíření aktualizovaných verzí. Moderním trendem je spouštění simulačních výukových programů přímo v internetovém prohlížeči.

Nové možnosti, zatím ještě příliš často využívané, přináší využití virtuálního internetového 3-D světa pro lékařskou výuku. Virtuální 3D světy představují kolaborativní prostředí, zobrazitelné pomocí internetového prohlížeče. V tomto světě je každý účastník reprezentován figurkou (tzv. avatarem), kterého ovládá. Prostřednictvím svého avatara se může toulat po virtuálním světě (procházet se či dokonce teleportovat do jiných oblastí virtuálního světa), v reálném čase může komunikovat s okolními „avatary" a provádět nejrůznější aktivity mimo jiné třeba i ve virtuálním 3D prostředí lékařského zařízení může pečovat o virtuálního pacienta. Virtuálním pacientem může být avatar ovládaný učitelem, ale také i naprogramovaný avatar propojený se simulačním modelem [5]. Jedním z nejrozšířenějších 3D virtuálních prostředí je 3D prostředí Second Life (*http://secondlife.com/*).Právě v tomto prostředí se v poslední době také nezřídka využívá i pro lékařskou výuku. [1, 5, 6, 21, 22].

3. Simulační modely pro výukové simulátory

Při vytváření simulátorů a výukových simulačních her je nutno řešit dva typy problémů:

Tvorba simulačního modelu – vlastní teoretická výzkumná práce, jejíž podstatou je formalizovaný popis reality vyjádřený matematickým modelem. Výsledkem je verifikovaný simulační model. který na zvolené úrovni přesnosti dostatečně věrně odráží chování modelované reality.

Tvorba vlastního multimediálního simulátoru, resp. tvorba výukového programu využívajícího simulační hry – je praktická realizace teoretických výsledků, která navazuje na výsledky řešení předchozího problému – tj. na vytvoření (a verifikaci) simulačního modelu. Zde jde o náročnou vývojovou práci, vyžadující skloubit nápady a zkušenosti pedagogů, vytvářejících scénář výukového programu, kreativitu výtvarníků, vytvářejících interaktivní multimediální komponenty a úsilí programátorů, kteří „sešijí" výsledné dílo do konečné podoby.

Každý z těchto problémů má svou specifiku, a proto vyžaduje použít zcela odlišné vývojové nástroje.

Zatímco vytvoření vlastního simulátoru je spíše vývojářskou a programátor-

skou prací, tvorba simulačního modelu není vývojářský, ale poměrně náročný výzkumný problém související s hledáním adekvátního formalizovaného popisu modelované reality. Na základě formalizovaného popisu je formulován matematický model. Matematický model je implementován na počítači, kde je řešením příslušných rovnic matematického modelu simulováno chování reálného systému. Proto se o matematickém modelu, implementovaném na počítači, hovoří jako o simulačním modelu. Při tzv. verifikaci modelu je chování modelu je porovnáváno s chováním reálného systému. Rozdíly v chování vedou ke korekcím formalizovaného modelu (např. stanovením nových hodnot některých koeficientů modelu nebo přímo ke změnám rovnic modelu) do té doby, dokud se chování modelu ve zvolených mezích přesnosti neshoduje s chováním modelované reality. Teprve dostatečně dobře verifikovaný model je možné použít jako jádro vytvářeného výukového simulátoru.

V minulosti se simulační modely vytvářely přímo ve stejném vývojovém prostředí jako i vlastní simulátor (např. v programovacím jazyku Fortran, C++ či Java). V současné době se pro tvorbu a verifikaci simulačních modelů používají spíše vývojové nástroje než obecné programovací jazyky.

Pro vývoj modelů jsme dlouhá léta využívali vývojové prostředí Matlab/Simulink od firmy Matworks. V tomto prostředí je možné graficky vyjádřit matematické vztahy pomocí propojených bloků vyjadřujících jednotlivé matematické operace. V propojkách mezi jednotlivými bloky tečou signály, které přenášejí signály z výstupů jednoho bloku ke vstupům dalších propojených bloků. V hierarchicky uspořádaných blocích dochází ke zpracování vstupních informací na výstupní. Propojení bloků tak odráží spíše postup výpočtu, než vlastní strukturu modelované reality, proto se v této souvislosti hovoří o tzv. kauzálním modelování.

V tomto prostředí jsme vytvořili i volně šiřitelnou Physiolibrary pro modelování fyziologických regulací. Knihovna obsahuje i dokumentaci zaintegrovanou do nápovědy k Matlab/Simulink. Knihovnu i příslušný instalátor lze bez omezení stáhnout z adresy *http://physiome.cz/simchips*.

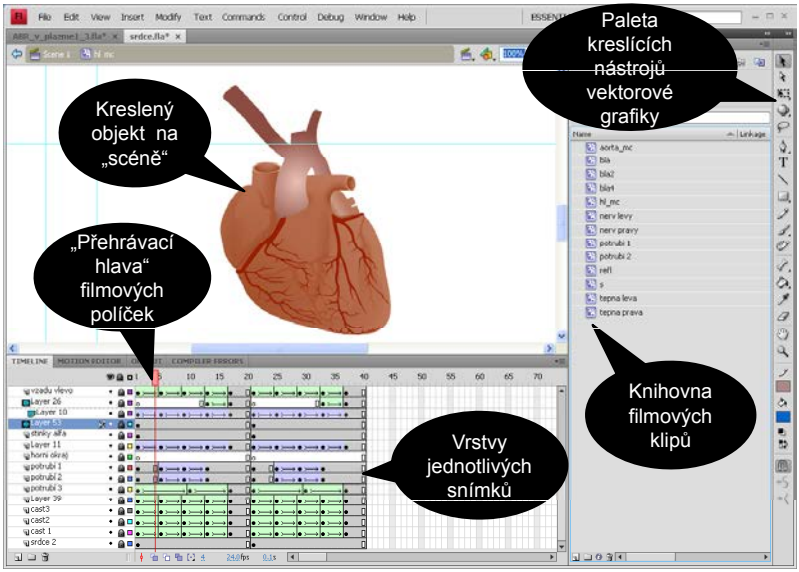
Při vytváření modelu je ale důležité, aby vlastní struktura modelu, spíše než vlastní algoritmus simulačního výpočtu, vystihovala především vlastní podstatu modelované reality. Proto se v moderních simulačních prostředích začíná stále více uplatňovat deklarativní (akauzální) zápis modelů, kdy v jednotlivých komponentách modelu popisujeme přímo rovnice a nikoli algoritmus jejich řešení. Propojováním jednotlivých komponent dochází k propojení soustav rovnic mezi sebou. Propojením komponent tak nedefinujeme postup výpočtu, ale modelovanou realitu - způsob řešení rovnic je úlohou příslušného překladače. Moderním simulačním jazykem, který je přímo postaven na akauzálním zápisu modelů je Modelica. Vývojové prostředí založená na jazyce Modelica je hlavním vývojovým nástrojem, v němž nyní vytváříme simulační modely. Podrobněji jsme o akauzálním modelování a Modelice referovali na loňském Medsoftu [14].

4. Flashové webové simulátory jako „živé“ interaktivní ilustrace

Nejpřímočařejší cestou, jak vytvořit webový simulátor je vytvářet celou výukovou aplikaci ve vývojovém prostředí pro tvorbu tzv. RIA (Rich Internet Application) aplikací, které se snaží překlenout rozdíly mezi klasickou webovou aplikací a desktopovou aplikací. RIA aplikace se snaží v rámci webového prohlížeče napodobovat vzhled a chování desktopové aplikace a svým vzhledem a chováním poskytnout vyšší uživatelský komfort. Výhodou RIA aplikací je to, že program před spuštěním nevyžaduje zvláštní instalaci, pro její spouštění stačí pouze instalovaný plugin v internetovém prohlížeči.

Jednou z možností realizace RIA aplikací je využití Javascriptu a Java appletů. Touto cestou je například realizován výše zmíněný simulátor diabetického pacienta AIDA (*http://www.2aida.net*) i mnohé další simulační aplikace. Nevýhodou tohoto přístupu je poněkud těžkopádná složitějších grafických obrázků a animací.

Bohaté možnosti grafiky naopak umožňují aplikace využívající Adobe Flash Player. Vývojové prostředí Adobe Flash (a framework Adobe Flex) umožňuje vytvářet aplikace s interaktivními animacemi (*Obrázek 1*). Vývojové prostředí má uživatelsky vyzrálé rozhraní pro výtvarníky, vytvářejících základní animační prvky i rozhraní pro programátory využívající objektový jazyk ActionScript 3.0

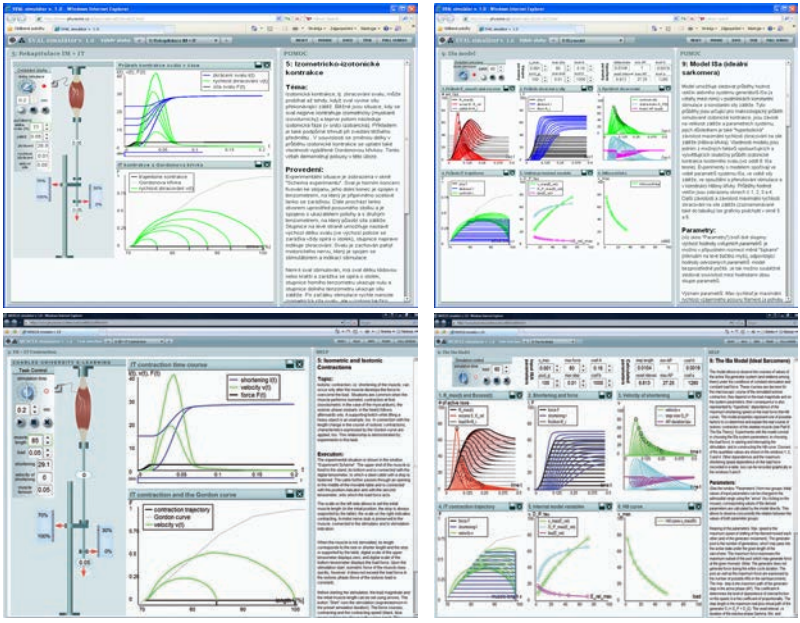


Obrázek 1 - Prostředí Adobe Flash poskytuje výtvarníkům nástroje pro kreslení vektorových obrázků. Do jednotlivých vrstev filmových políček je však (jako v příkladě na obrázku) také možno vložit instanci filmového klipu (MovieClipu) z knihovny. Chování jednotlivých vizuálních (i nevizuálních) komponent je možno programovat (ve speciálním okně pro programování).

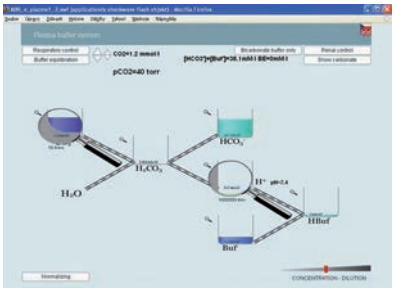
(syntaxí podobný Javě) a makrojazyk MXML pro popis uživatelského rozhraní ve vývojovém nástroji Adobe Flex.

S tvorbou výukových simulátorů v prostředí Adobe Flash jsou dva problémy. Simulační model, vytvořený, odladěný a verifikovaný v prostředí pro vývoj modelů (Matlab/Simulink nebo Modelica) je nutné ručně přeprogramovat do jazyka ActionScript. Další problém spočívá v tom, že rychlost aplikací kombinujících složité numerické výpočty s interaktivní grafikou interpretovaných Adobe Flash Playerem je omezená. Z tohoto důvodu jsme v prostředí Adobe Flash vytvářeli výukové simulátory, u kterých simulační model na pozadí nebyl příliš složitý.

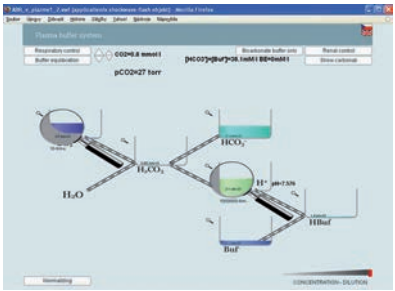
Na druhé straně, bohaté možnosti interaktivní grafiky a výsledky naší spolupráce s uměleckou školou Václava Hollara (kde jsme naučili výtvarníky pracovat ve vývojovém prostředí Adobe Flash) nám umožnili vytvářet graficky atraktivní výukové simulátory kombinované s výkladovými kapitolami. V prostředí Adobe Flash je vytvořeno i jádro našeho internetového Atlasu fyzio-logie a patofyziologie (*http://www.physiome.cz/atlas/*), koncipovaného jako multimediální výuková pomůcka, která názornou cestou prostřednictvím Internetu s využitím simulačních modelů by měla pomoci vysvětlit funkci jednotlivých fyziologických systémů, příčiny a projevy jejich poruch – *http://physiome.cz/atlas/* [10, 12, 13].



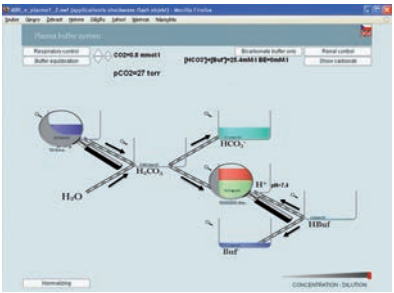
Obrázek 2 - Simulátor mechanických vlastností kosterního svalu je flashová aplikace koncipovaná jako výkladová kapitola zahrnující praktická cvičení s modelem v české i anglické verzi.



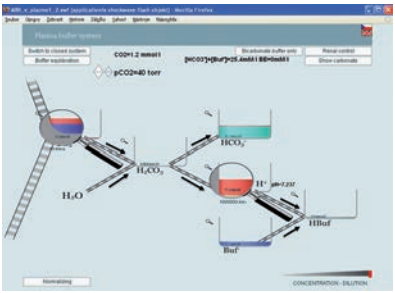
Obrázek 3a - Anglická verze Interaktivního výukového modelu pufračního systému plazmy. Výšky hladin znázorňují hodnoty koncentrací. Počáteční stav.



Obrázek 3b -Ovládacím šoupátkem vyvoláme v modelu diluci, hladiny všech látek, včetně koncentrace CO2 a koncentrace vodíkových iontů, se sníží.



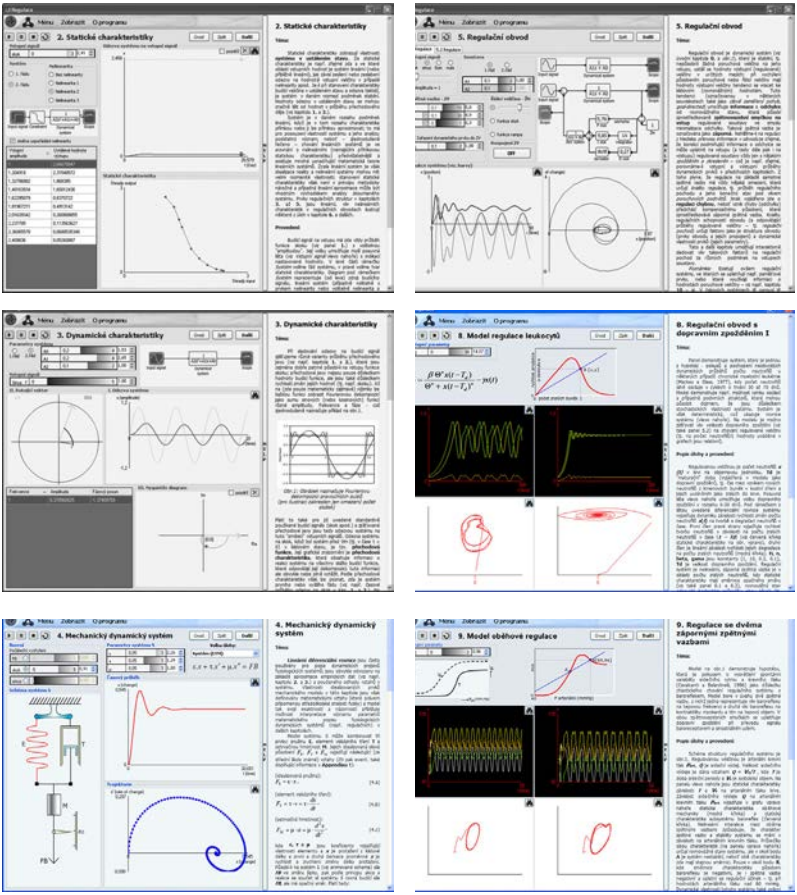
Obrázek 3d -Stiskem tlačítka „Pufrační ekvilibrace" zapojíme ustavení chemické rovnováhy v pufračním systému a pH plazmy se vrátí na hodnotu 7.4.



Obrázek 3d - Respirace zvýší (původně po diluci sníženou) hodnotu koncentrace CO2 na původní hladinu 1,2 mmol/l. Po ustavení nové chemické rovnováhy se koncentrace vodíkových iontů zvýší a pH plazmy se sníží.

Projekt atlasu je otevřený – jeho výsledky jsou volně přístupné na internetu. Je vytvářen v české a anglické verzi. Je součástí elektronických výukových pomůcek v rámci sítě MEFANET (MEdical FAculties NETwork), soustřeďující elektronické učební texty lékařských fakult ČR a SR (*http://www.mefanet.cz/*).

Atlas kombinuje interaktivní výkladové kapitoly a simulační hry s modely fyziologických systémů. Při tvorbě uživatelského rozhraní modelů, využívaných jako podklad pro simulační hry, připomíná spíše animované obrázky z tištěného Atlasu fyziologie [19] nebo Atlasu patofyziologie [20], než abstraktní regulační schémata využívaná ve výuce bioinženýrů. Na rozdíl od tištěných ilustrací, jsou ale obrázky tvořící uživatelské rozhraní multimediálních simulátorů „živé" a interaktivní – změny proměnných simulačního modelu se projeví změnou obrázku. Pomocí takto koncipovaných interaktivních ilustrací je možno realizovat simulační hry, které lépe než statický obrázek nebo i prostá animace pomohou vysvětlit dynamické souvislosti ve fyziologických systémech



Obrázek 4 - Seznamovat posluchače medicíny se základními dynamickými vlastnostmi fyziologických regulačních systémů pouze pomocí tištěného textu, obsahujícího statická schémata struktur těchto systémů a popis některých jejich funkčních vlastností, je obtížné. Tuto problematiku se snaží přiblížit internetem volně dostupný výukový program, kde vykládaná látka je provázána se sadou simulačních experimentů.

a napomoci především k pochopení příčinných souvislostí v rozvoji patogenez nejrůznějších chorob.

Příkladem čistě flashového simulátoru, kombinujícího v sobě výkladovou i simulační část je simulátor mechanických vlastností svalu [24] vytvořený původně v prostředí Control Web a později celý přeprogramován jako čistě flashová aplikace v anglické i české verzi (viz *Obrázek 2*). Je přístupný na adrese *http://www.physiome.cz/atlas/sval/svalCZ/svalCZ.html.*

Jako příklad „obrázkového" uživatelského rozhraní výukové simulační hry

vytvořené v prostředí Flash můžeme uvést model acidobazické rovnováhy plazmy, kde jsou pufrační systémy v uživatelském rozhraní znázorněny jako propojené nádoby zobrazující kompartmenty jednotlivých látek. *Obrázek 3*) Model je součástí atlasu a je dostupný v české i anglické verzi na adrese *http://www.physiome.cz/atlas/acidobaze/02/ABR_v_plazme1_2.swf*.

Výška „hladiny" v těchto nádobách reprezentuje koncentrace. Chemické reakce jsou znázorněny jako „přelévání tekutiny" mezi nádobami s jednotlivými složkami pufračních systémů. Do těchto nádob mohou „přitékat" nebo „odtékat" látky z/do metabolismu, respiračního systému nebo ledvin. Pomocí simulačních her s tímto modelem můžeme názorně vysvětlit vývoj různých poruch acidobazické rovnováhy.

Jiným příkladem flashového simulátoru je jednoduchý agregovaný model krevního oběhu, na němž je možné demonstrovat základní principy struktury a chování krevního oběhu a možnosti regulačního ovlivnění - *http://www.physiome.cz/atlas/cirkulace/05/SimpleUncontrolledSimulation.swf*.

Jeho ovládání je velmi jednoduché a webový simulátor slouží především k ujasnění základních vztahů mezi jednotlivými proměnnými oběhového systému (tj. tlaky a průtoky v malém a velkém oběhu) a základními (neurohumorálně řízenými) veličinami, které tlaky a průtoky ovlivňují (odpory, poddajnosti, objem cirkulující krve, kontraktilita levé a pravé komory).

5. Kde Adobe Flash nestačí

Simulátory, v jejichž pozadí je složitější model je nutné vytvářet v jiném prostředí než čistě Adobe Flash. Důležité jsou požadavky na rychlost grafiky, která ale nesmí omezovat schopnost numerických výpočtů. S obdobnými požadavky se setkáváme při tvorbě průmyslových měřících/řídících aplikací.

V minulosti jsme proto pro tvorbu simulátorů využívali prostředí Control Web (od firmy Moravské přístroje *http://www.mii.cz*), původně určené pro tvorbu průmyslových aplikací využívajících personální počítač s příslušnou řídící/měřící kartou, komunikující (s využitím příslušného ovladače) s vnějším technologickým zařízením. Pomocí rafinovaného triku (kdy jsme do softwarového ovladače měřicí/řídící karty vložili simulační model a signály, místo do připojených zařízení, pak směrovaly jako vstupy do modelu, zatímco místo čtení hodnot z periferií se četly výstupní hodnoty modelu) jsme získali možnost využívat Control Web pro rychlé sestavování simulátorů s bohatým uživatelským rozhraním.

Tímto způsobem jsme např. implementovali simulátor Golem [8]. Abychom zautomatizovali převod simulačního modelu vytvářeného v prostředí Matlab/Simulink do formy ovladače virtuální měřící/řídící karty, vytvořili jsme generátor, který automaticky generuje zdrojový text tohoto ovladače v jazyce C++ přímo ze simulinkového modelu [9].

Vývojové prostředí Control Web umožňuje mimo jiné implementovat grafické flashové animace, které lze (jako ActiveX komponenty) řídit na základě výstupů simulačního modelu. Tímto způsobem jsme v prostředí Control Web

jsme vytvořili výukový model řízení glomerulární filtrace ledvin [11].

Aplikace vytvořené v prostředí Control Web lze spouštět v prostředí Windows – vyžadují však nainstalování. Přes webové rozhraní (např. Atlasu fyziologie a patofyziologie) je možné tyto aplikace distribuovat kliknutím na příslušné tlačítko instalačního balíčku zobrazitelného v prohlížeči.

Stálým problémem bylo udržovat soulad poloautomatického generátoru simulačního ovladače mezi novými verzemi Simulinku a Control Webu. Vývoj nových verzí Simulinku je rychlý. Jeho výrobce, firma Mathworks, stejně tak jako i výrobce Control Webu, firma Moravské přístroje pravidelně inovují svůj nástroj. Každá nová verze Simulinku nebo Control Webu nezřídka znamenala nutnost přepracovat vývojový nástroj, který generuje ze simulinkového modelu ovladač virtuální řídící/měřící karty v C++ se simulačním modelem. Krom toho přes veškerou snahu vnější vzhled aplikací vytvořených v ControlWebu byl až příliš formován průmyslovým zaměřením a aplikace připomínali spíše velín technologického zařízení než fyziologický obrázek (i přes možnosti vkládání flashových komponent, které ale běh aplikace dosti zpomalovaly).

Proto jsme od vývoje simulátorů v Control Webu ustoupili a složitější simulátory jsme začali vytvářet v prostředí .NET s využitím flashových komponent začleňovaných do takto vytvářených simulátorů prostřednictvím komponenty ActiveX. Vývojovým prostředím pro tvorbu simulátorů se stalo programovací prostředí Microsoft Visual Studio .NET. Grafické komponenty, vytvářené výtvarníky v prostředí Adobe Flash jsme propojovali (přes ActiveX) s jádrem simulátoru, kterým byl simulační model. Flashové grafické komponenty se tak chovaly jako „loutky" řízené simulačním modelem.

Pro automatizaci převodu modelů, vytvořených v prostředí Matlab/Simulink jsme vytvořili softwarový nástroj, který ze Simulinkového modelu automaticky generoval jádro simulátoru jako komponentu .NET assembly.

Tímto způsobem byla jsem například vytvořili výukový program věnovaný základních dynamických vlastnostech fyziologických regulačních systémů - *http://physiome.cz/atlas/sim/RegulaceSys/* [25] (viz *Obrázek 4*), nebo výukový simulátor přenosu krevních plynů

http://physiome.cz/atlas/sim/BloodyMary_cs/.

Simulátory se jediným kliknutím na příslušné tlačítko instalátoru ve webovém prohlížeči automaticky nainstalují a spustí na počítači klienta. Tímto způsobem můžeme v internetovém Atlasu fyziologie a patofyziologie nabízet v internetovém prohlížeči simulátory spustitelné jediným kliknutím.

Nutnost instalace programu (nabízeného přes internetové rozhraní) do počítače klienta ale vyžaduje, aby klient měl příslušná instalační práva na počítači, na němž pracuje, což ale často neplatí v počítačových učebnách.

Obtížnost tohoto přístupu je také neustálé překlenování nesourodých světů vývojového prostředí .NET (v němž je vytvářen vlastní simulátor) a Adobe Flash (v němž jsou vytvářeny grafické komponenty) a Matalb/Simulink (v němž je vytvářen simulační model).

6. Od Adobe Flash k Silverlightu, od Simulinku k Modelice

Z hlediska pedagogického efektu by proto bylo vhodné mít možnost spouštět a ovládat i složité modely přímo z webového prohlížeče bez nutnosti instalace.

Ukazuje se, že tato cesta je dnes možná, pokud celý simulátor vytvoříme tak aby byl spustitelný v novém prostředí Microsoftu – Silverlight. Silverlight je reakcí firmy Microsoft na dnes hojně rozšířený Flash-Player firmy Adobe.

Silverlight je webová platforma založená na technologii .NET, která úplně abstrahuje od použitého operačního systému i hardware, na kterém aplikace běží. Je určená pro tvorbu dynamického online obsahu a interaktivní práce s ním. Kombinuje text, vektorovou i bitmapovou grafiku, animace a video. Aplikace primárně běží v internetovém prohlížeči bez potřeby její instalace (jediná potřebná instalace je samotný Silverlight plugin).

Pomocí malé stažitelné komponenty (plugin) tedy Silverlight umožní interaktivní ovládání aplikací ve většině současných webových prohlížečů (Internet Explorer, Firefox, Safari) na různých hardwarových a softwarových platformách. Přímo jsou nyní podporovány operační systémy Windows a Mac pro nejpoužívanější prohlížeče. Pro Linux je vyvíjená plně kompatibilní open source implementace Moonlight.

Aplikace vytvořené pro tuto platformu využívají podstatnou část .NET frameworku, který je součástí pluginu (a tudíž mohou provádět i poměrně složité výpočty).

Silverlight je tedy platformou umožňující přes internet distribuovat simulátory, které mohou běžet přímo v internetovém prohlížeči (a to i na počítačích s různými operačními systémy – stačí aby prohlížeč měl instalován příslušný plugin). Pro vývoj vlastního simulátoru je tak možné použít prostředí Microsoft Visual Studia s rozšířeními pro Silverlight. Implementačními jazyky simulátorů jsou C# a F# (funkcionální jazyk pro platformu .NET vhodný k implementaci vědeckých výpočtů).

Pro implementaci grafických komponent nyní místo Adobe Flash využíváme vývojové prostředí Microsoft Expression Blend, v němž jsme naučili pracovat i naše spolupracující výtvarníky. Pro usnadnění vytváření a testování animací, které budou posléze řízeny simulačním modelem, jsme vytvořili softwarový nástroj Animtester.

Při tvorbě modelů jsme přešli od prostředí Matlab/Simulink přešli k vývojovému prostředí založeném na jazyce Modelica, v němž modely vytvářejí mnohem efektivněji.

Simulační jádro v platformě Silverlight vyžaduje být realizováno jako řízený kód v prostředí .NET – to zajišťuje námi vyvíjená aplikace Modelica .NET generující zdrojový kód modelu a příslušného solveru algebrodiferenciálních rovnic v C#. To znamená, že vlastní simulátor, jeho grafické interaktivní prvky i jeho simulační jádro jsou vytvářeny na jednotné platformě .NET. Odpadá tedy nutnost složitého přemosťování prostředí .NET a Adobe Flash přes ActiveX komponenty.

V prostředí Silverlight může být simulátor snadno kombinován s výkladovou

kapitolou. Mnohem jednodušeji než v prostředí Adobe Flash lze realizovat synchronizace animací a zvukové stopy.

Simulátor i výkladová kapitola může být realizována jako skutečná webová aplikace, spustitelná přímo v internetovém prohlížeči s nainstalovaným pluginem Silverlight, bez nutnosti instalace na počítači klienta.

Námi používané metodice tvorby simulátorů je podrobněji věnován další příspěvek v tomto sborníku (Privitzer a spol, 2010).

7. Závěr – od Control Webu k webovým simulátorům

Náš vývojový tým se tvorbou výukových simulátorů zabývá velmi dlouho. Pokrok v informačních technologiích je velmi rychlý a použitelné technologie se nám doslova měnily pod rukama. V průběhu posledních patnácti let jsme naši technologii tvorby simulátorů třikrát zásadně změnili. Tyto změny musely být dostatečně dobře promyšlené, protože každá změna technologie znamená zpočátku zdržení, způsobené tím, že členové vývojového týmu musí nejprve tuto technologii „vstřebat", což určitou dobu trvá.

1. V první verzi technologie v polovině devadesátých let jsme simulátory vytvářeli ve vývojovém prostředí Control Web, původně určeném pro řídící a měřící aplikace v průmyslu. Modely jsme navrhovali, odlaďovali a identifikovali v tehdy relativně novém prostředí Matlab/Simulink. Když jsme nakonec vytvořili softwarový nástroj, který automaticky generoval zdrojový kód ovladače virtuální měřicí/řídící karty pro Control Web, měli jsme možnost snadné a pohodlné aktualizace simulačního jádra vytvářených výukových simulátorů. Touto technologií jsme mimo jiné vytvořili simulátor fyziologických funkcí Golem.

2. Časem se ale ukázalo, že naše vývojové simulátory připomínaly spíše velín automatizované průmyslové linky, než elektronický nástroj pro lékařskou výuku. Zároveň se objevila možnost pomocí programu Macromedia Flash (nyní Adobe Flash) vytvářet ovladatelné animované obrázky, propojitelné pomocí technologie AxtiveX se svým okolím. Navázali jsme proto úzkou spolupráci se Střední uměleckou školou Václava Hollara a věnovali velké úsilí naučit pracovat s tímto nástrojem profesionální výtvarníky. Iniciovali jsme založení Vyšší odborné školy se zaměřením na obor interaktivní grafika, kde nyní také učíme (*http://www.hollarka.cz*). To nám otevřelo možnosti vkládat do uživatelského rozhraní výukových simulátorů graficky atraktivní obrázky, které jako loutky na nitích ovládal simulační model na pozadí. Naše simulátory pak obsahovaly interaktivní obrázky jak z lékařské učebnice. Místo vývojového nástroje Control Web jsme začali používat vývojové prostředí Microsoft .Net nebo, pro jednodušší simulátory, vývojové prostředí jazyka ActionScript a FlashPlayer v internetovém prohlížeči. Vytvořili jsme nové softwarové nástroje pro automatizaci převodu

modelu z vývojového prostředí Matlab/Simulink do prostředí .NET. Touto technologií jsme začali vytvářet náš internetový Atlas fyziologie a patofyziologie (*http://www.physiome.cz/atlas*). Simulátory realizované v prostředí Adobe Flash bylo možné spouštět přímo v okně internetového prohlížeče. Složitější simulátory ale vyžadovaly instalaci na počítači klienta, který musel mít příslušná přístupová práva.

3. Nedávno se objevila nová technologie Siverlight, kterou Microsoft reagoval na dnes velmi rozšířený Adobe Flash. Nová technologie od Microsoftu svými možnostmi Flash v mnohém překonává. V Silverlightu je nyní možné vytvářet numericky náročné simulátory s přitažlivým grafickým rozhraním spustitelné přímo v internetovém prohlížeči. To se jevilo velmi slibné, a proto jsme v roce 2008 zásadně změnili technologickou bázi řešení tohoto projektu. Abychom ale novou technologii mohli využít, museli jsme naučit naše spolupracující výtvarníky pracovat ve vývojovém prostředí Microsoft Expression Blend (které je pro ně náročnější než graficky více intuitivní prostředí Adobe Flash). Zároveň bylo nutno vytvořit softwarové nástroje, které umožňují lépe oddělit vývojové prostředí určené pro výtvarníka od prostředí pro programátora. Tyto nástroje výtvarníkům usnadňují tvorbu animací snadno propojitelných se simulačním modelem na pozadí. Na trhu se objevila i nová (tzv. akauzální) simulační prostředí, která umožňují jednotlivé části modelu popisovat přímo jako soustavu rovnic a nikoli jako algoritmus řešení těchto rovnic. Ukázalo se, že je daleko efektivnější začít naše modely vytvářet v akauzálním prostředí využívajícím simulační jazyk Modelica, než se spoléhat jen na nové akauzální knihovny v prostředí Simulink. Při vývoji simulačních modelů jsme se proto přeorientovali z vývojového prostředí Matlab/Simulink na vývojové prostředí pro jazyk Modelica. Nyní (v rámci mezinárodního sdružení Open Source Modelica Consortium) vyvíjíme pro překladač Modeliky generátor kódu v C#. To nám umožní spouštět v prostředí Silverlight model vyvinutý a odladěný v Modelice.

Současným výsledkem je tedy nová technologie tvorby webových simulátorů (včetně vytvoření sady softwarových nástrojů, umožňujících „bezešvé" propojení vývojového nástroje pro tvorbu modelů využívajícího akauzální modelovací jazyk Modelica, vývojových nástrojů pro tvorbu interaktivní počítačové grafiky a vývojového prostředí pro tvorbu webových aplikací). Domníváme se, že nová technologie tvorby výukových simulátorů není ohraničena pouze oblastí medicíny a může mít i uplatnění v jiných oblastech.

Poděkování

Tvorba výukových simulátorů a vývoj příslušných vývojových nástrojů byly podporovány granty MŠMT č. 2C06031 „e-Golem", výzkumným záměrem MSM 0021620806 a společností Creative Connections s. r. o.

Literatura

[1.] Boulos, M. N., Hetherington, L., & Wheeler, S. (2007). Second Life: an overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education. Health Information & Libraries Journal (24), stránky 233-245

[2.] Burkhoff, D., & Dickstein, M. L. (2003). The heart simulator. Načteno z http://www.columbia.edu/itc/hs/medical/heartsim

[3.] Carnevale, N. T., & Hines, M. L. (2006). The Neuron Book. Cambridge: Cambridge University Press

[4.] Comenius, J. A. (1656). Schola Ludus, seu Encyclopaedea Viva. Sarospatak.

[5.] Danforth, D., Procter, M., Heller, R., Chen, R., & J. M. (2009). Development of Virtual Patient Simulations for Medical Education. Journal of Virtual World Research , 2, stránky https://journals.tdl.org/jvwr/article/view/707/503, 1-11

[6.] Diener, S., Windsor, J., & Bodily, D. (2009). Design and Development of Medical Simulations in Second Life and OpenSim. EDUCAUSE Australasia 2009, Perth Western Australia. 3-6 May 2009 (stránky http://hdl.handle.net/2292/4305, 1-13). Perth: Educause Australasia

[7.] Hines, M. L., & Carnevale, N. T. (2001). NEURON: a tool for neuroscientists. The Neuroscientist, 7, stránky 123-135

[8.] Kofránek, J., Anh Vu, L. D., Snášelová, H., Kerekeš, R., & Velan, T. (2001). GOLEM – Multimedia simulator for medical education. V L. Patel, R. Rogers, & R. Haux (Editor), MEDINFO 2001, Proceedings of the 10th World Congress on Medical Informatics. 1042-1046. London: IOS Press. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/MEDINFO2001.pdf

[9.] Kofránek, J., Kripner, T., Andrlík, M., & Mašek, J. (2003). Creative connection between multimedia, simulation and software development tools in the design and development of biomedical educational simulators. Simulation Interoperability Workshop, Position papers, Volume II, paper 03F-SIW-102., stránky 677-687

[10.] Kofránek, J., Matoušek, S., Andrlík, M., Stodulka, P., Wünsch, Z., Privitzer, P., a další. (2007). Atlas of physiology - internet simulation playground. In B. Zupanic, R. Karba, & s. Blažič (Editor), Proceedings of the 6th EUROSIM Congress on Modeling and Simulation, Vol. 2. Full Papers (CD ROM) (stránky MO-2-P7-5: 1-9). Ljubljana: University of Ljubljana. Práce je dostupná na adrese http://ww.physiome.cz/references/EUROSIM2007.pdf

[11.] Kofránek, J., & Tribula, M. (2007). Control web pro multimediální interaktivní ledvinu. In Medsoft 2007, Zeithamlová, M. (Editor). Praha, Czech Republic, Agentura Acion M., str.93-100

[12.] Kofránek, J., Mateják, M., Matoušek, S., Privitzer, P., Tribula, M., & Vacek, O. (2008). School as a (multimedia simulation) play: use of multimedia applications in teaching of pathological physiology. MEFANET 2008. CD ROM Proceedings, ISBN 978-80-7392-065-4 (stránky kofranek.pdf: 1-26). Brno: Masarykova Univerzita, Brno. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/MEFANET2008.pdf

[13.] Kofránek, J., Privitzer, P., Matoušek, S., Vacek, O., & Tribula, M. (2009). Schola Ludus in modern garment: use of web multimedia simulation in biomedical teaching. Proceedings of the 7th IFAC Symposium on Modelling and Control in Biomedical Systems, Aalborg, Denmark, August 12-14, 2009, stránky 425-430. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/IFAC2009.pdf

[14.] Kofránek, J., Privitzer, P., Mateják, M., Tribula, M. (2009) Akauzální modelování – nový přístup pro tvorbu simulačních her. In MEDSOFT 2009. Ziethamlová (Editor) Praha: Agentura Action M, Praha 2008, str. 31-75

[15.] Lehmann, E. D., Tarin, C., Bondia, J., Teufel, E., & Deutsch, T. (2007). Incorporating a Generic Model of Subcutaneous Insulin Absorption into the AIDA v4 Diabetes Simulator. Journal of Diabetes Science and Technology , 1, stránky 780-793.

[16.] Privitzer, P., Šilar, J., Tribula, M., Kofránek, J.: Od modelu k simulátoru v internetovém prohlížeči. Ibid

[17.] Reed, K., & Lehmann, E. D. (2005). Diabetes website review: www. 2aida. org. Diabetes Technology & Therapeutics , stránky 741-754

[18.] Siggaard-Andersen, M., & Siggaard-Andersen, O. (1995). Oxygen status algorithm, version 3, with some applications. Acta Anaesth Scand , 39, Suppl 107, stránky 13-20.

[19.] Silbernagl, S., & Despopoulos, A. (2003, české vydání 2004). Tashenatlas der Physiologie; české vydání: Atlas fyziologie člověka (6. vyd.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag, české vydání Praha: Grada

[20.] Silbernagl, S., & Lang, F. (1998, české vydání 2001). Taschenatlas der Pathophysiologie. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, české vydání Praha: Grada

[21.] Toro-Troconis, M., Partridge, M., & Barret, M. (2008). Game-based learning for the delivery of virtual patients in Second Life. Issues and News on Learning and Teaching in Medicine, Dentistry and Veterinary Medicine , 1, stránky 3-5

[22.] Toro-Troconis, M., & Boulos, M. N. (2009). Musings in the state of ,3D virtual worlds for health and healthcare in August 2009. Journal of Virtual Worlds Research , 2, stránky https://journals.tdl.org/jvwr/article/view/629/496, 1-15

[23.] van Oosterom, A., & Oostendorp, T. F. (2004). ECGSIM: an interactive tool for studying the genesis of QRST waveforms. Heart , 9, stránky 165-168

[24.] Wünsch, Z., Kripner, T., Kofránek, J., & Andrlík, M. (2004). The mechanical properties of skeletal muscle - Multimedia simulation educational software. In G. Attiya, & Y. Hamam (Editor), Proceedings of the 5th EUROSIM Congress on Modeling and Simulation.Full Papers CD Volume., (stránky 28-32). Marne La Vallée. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/EUROSIMWunsch2004.pdf

[25.] Wünsch, Z., Matúš, M., & Kofránek, J. (2007). Physiological feedback modelling in medical education. In B. Zupanic, R. Karba, & S. Blažič (Editor), Proceedings of the 6th EUROSIM Congress on Modeling and Simulation, Vol. 2. Full Papers (CD). (stránky TU-1-P7-5: 1-7.). Ljubljana: University of Ljubljana. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/EUROSIMWunsch2007.pdf

Kontakt:

MUDr.Jiří Kofránek, CSc.,
Oddělení biokybernetiky a počítačové podpory výuky,
Ústav patologické fyziologie 1.LF UK
U nemocnice 5, 121 53 Praha 2
tel: +420 22496 5912
e-mail: *kofranek@gmail.com*
http://physiome.cz

VZDÁLENÁ ANALÝZA LIDSKÉHO HLASU - BEZEZTRÁTOVÉ NAHRÁVÁNÍ ZVUKU PŘES IP SÍTĚ.

Tomáš Kulhánek, Marek Friš, Milan Šárek

Anotace

Aplikace ParVRP vyvinutá Výzkumným centrem hudební akustiky HAMU v prostředí Matlab umožňuje vytvoření fonetogramu a další následné analýzy jakými jsou plocha hlasového pole, poloha nejčetnějších zastoupení, statistiky hlasových projevů. V příspěvku představíme nasazení aplikace ParVRP ve virtualizovaném systému XEN a přístupnou přes protokol RDP v síti CESNET 2 a obecně Internetu. Během vývoje jsme vyzkoušeli několik možností pořizování nahrávek ze zvukové karty klientského počítače ke vzdálené aplikaci, neboť tato možnost není standardně v protokolu RDP k dispozici. RDP protokol verze 7.0 dostupný od nejnovějších systémů Windows Server 2008 R2 přenáší zvuk pomocí ztrátové komprese, která vede ke zkresleným výsledkům následné analýzy hlasu. Modifikace rozšířeného protokolu RDP v 5.2 pomocí Sound over RDP přináší podobný problém zkresleného zvuku přeneseného ke vzdálené aplikaci. Proto jsme vyvinuli bezeztrátovou možnost nahrávání zvuku přes IP sítě, která přináší stejnou kvalitu pořízeného záznamu jako na lokálním počítači, oproti předchozím ztrátovým kompresím je zhruba 10 krát náročnější na propustnost sítě a pro potřeby průběžné realtime analýzy potřebuje propustnost skoro 1 MBit/s, která je dosažitelná v běžných v lokálních sítích a je běžně dosažitelná i v organizacích připojených do sítě CESNET2

Klíčová slova:

fonetogram, vzdálená plocha, RDP, přenos zvuku

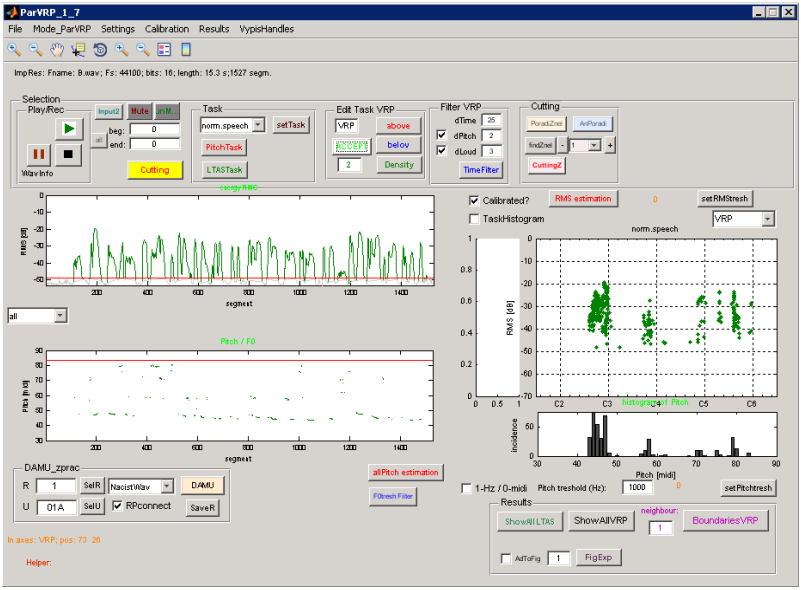
Úvod

Ve spolupráci Hudební akademie múzických umění (HAMU), Ústřední vojenské nemocnice, Pardubickou krajskou nemocnicí a sdružením CESNET z.s.p.o. pracujeme na projektu vzdálených vyšetření v oblasti otorhinolaryngologické medicíny[1], konkrétně v oblasti pořízení a analýza hlasového signálu. Ve výzkumném centru hudební akustiky HAMU jsme vyvinuli aplikaci ParVRP [2], která provede analýzu hlasového signálu z pořízených nahrávek, nebo za běhu aplikace s využitím mikrofonu připojeného ke zvukové kartě počítače.

Aby tuto aplikaci mohli využívat spolupracovníci z různých míst republiky, umístili jsme aplikaci do virtuálního prostředí v rámci již existující pilotní infrastruktury, která byla budována v minulosti pro potřeby gridového projektu Globus MEDICUS a zpřístupnili ji pomocí protokolu RDP (Remote Desktop Protocol). Tato koncepce se obecně nazývá tenkým klientem. Klientský počítač má jednoduchý prohlížeč a veškerá aplikační logika je provozována na straně „tlustého" serveru. Protokol RDP od verze 5.2 přenáší od klienta události z klávesnice a změny polohy myši k serveru, která tyto události vyhodnotí

a vykreslí je v prostředí, či předá aplikace a změny grafického vzhledu jsou zakódovány a přeneseny zpět ke klientovi, který je vykreslí na obrazovku uživatele. Protokol RDP verze 5.2 umí přesměrovat zvuk ze vzdálené aplikace ke klientovi na zvukovou kartu, ale neumí přesměrovat nahrávání zvuku z klientského mikrofonu k serverové aplikaci. Tato funkcionalita je dostupná až od RDP verze 7 dostupné od MS Windows 2008 R2, případně lze tuto funkcionalitu doinstalovat pluginem třetí strany. Nicméně v minulosti jsme ukázali, že obě dostupná řešení pro přesměrování zvuku z mikrofonu k serveru pomocí protokolu RDP jsou ztrátová v kvalitě, dochází k ořezání vysokých či nízkých frekvencí – i v kvantitě, dochází ke ztrátám některých úseků nahrávky. Tudíž nejsou příliš vhodná pro přesnou analýzu lidského hlasu[3]. Navíc tyto a další metody např. VoIP technologie či obecně přenosu zvuku přes IP sítě jsou navrhovány s požadavkem realtime přenosu a poslechu zvuku, tudíž odchylky v rychlosti přenosu zvuku vyrovnávají dynamicky dočasným zhoršením kvality tím i objemu přenášené zvukové frekvence. V našem případě je balík audio dat jen balík obyčejných dat, které chceme přenést beze ztrát kvality a jedno v jakém pořadí pakety k cíli dojdou a jestli a k jakému dojde zpoždění.

V této práci představíme řešení přenosu zvukového signálu z mikrofonu lokálního počítače až k aplikaci, které rozšiřuje protokol RDP, používající k přenosu zvuku vyhrazený RDP kanál s možností použití nastavitelné komprese audio signálu a to hlavně bezeztrátové.



Obrázek 1: Obrazovka aplikace parametrického fonetogramu ParVRP s analýzou hlasového pole v pravé části okna

Analýza zvuku

Ve Výzkumném centru hudební akustiky HAMU bylo vytvořeno uživatelské prostředí pro analýzu hlasových signálů ParVRP – parametrizované hlasové pole [3] pracující v postprocessingovém módu. Aplikace využívá numerické knihovny systému Matlab. Program umožňuje ze zvukových dat ve formátu WAV analyzovat základní frekvenci (pomocí autokorelační funkce), vypočte okamžitou energii signálu a spektrální charakteristiky pomocí rychlé Fourierovy transformace. Vypočtená data jsou následně efektivně filtrována podle vlastností lidského hlasu, tak aby vytvořila konečné zobrazení hlasového pole (voice range profile, VRP) a jeho parametrů. Systém hlavně umožňuje efektivní segmentaci signálů na jednotlivé typy vyšetřovaných hlasových úkonů.

Přesměrování nahrávání přes RDP

Na virtuálních serverech se systémy MS Windows 2003 a MS Windows 2008 provozujeme aplikaci ParVRP, která se automaticky spustí při přihlášení uživatele na vzdálenou plochu.

Protokol RDP jsme modifikovali na klientské straně pluginem, který čeká na signál k zahájení a ukončení nahrávání a souběžného přenosu zvuku přes vyhrazený virtuálního kanálu v navázaném RDP spojení a na serverové straně samostatným modulem otvírajícím virtuální kanál.

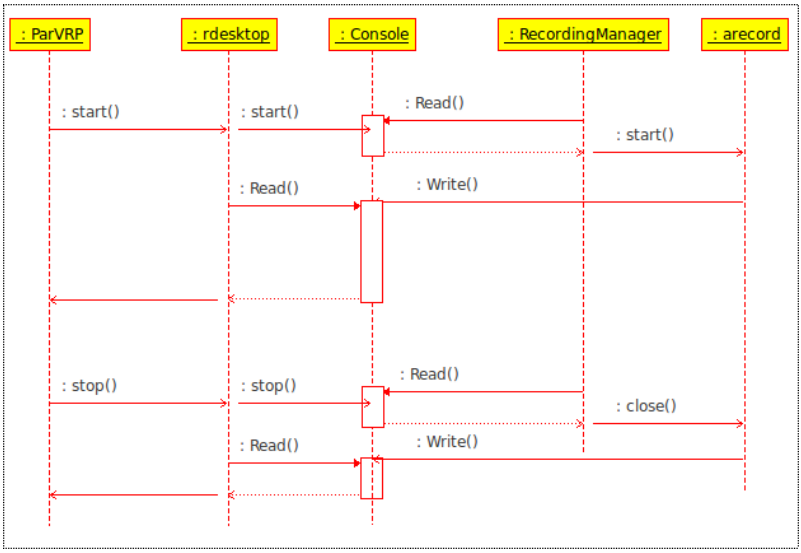
Na serverové straně běží modul, který posílá signál k zahájení a k ukončení nahrávání a přijímá binární data nahrávky standardně ve formátu WAV a buďto je ukládá do souboru, nebo je předává aplikaci ParVRP k dalšímu zpracování. Modul používá funkce z knihovny Remote Desktop Service API (Wtsapi32.dll) a otvírá pojmenovaný virtuální kanál, který je používán pro posílání signálu a příjem dat [6].

Plugin na klientské straně jsme vyvinuly pro platformu Windows i Linux. Plugin na klientské straně v Linuxu je realizován jako aplikace, která čte zprávy ze standardního vstupu a zapisuje binární data na standardní výstup. Modifikovali jsme RDP klienta rdesktop pomocí záplaty přidávající nový parametr:

-r addin:<channelname>:</path/to/executable>[:arg1[:arg2:]...]

Ten spustí program a veškerou komunikaci z RDP kanálu <channelname> přesměrovává na standardní vstup programu a výstup programu přesměrovává zpět do RDP kanálu.[5] Sekvenční diagram na *Obrázku 2*. ukazuje sekvenci při zahájení a ukončení nahrávání. Plugin jsme implementovali jako třídu RecordPlugin. Ze serveru přijde asynchronní zpráva „start", přes standardní výstup (objekt Console) tato zpráva doputuje k třídě RecordPlugin, která vyvolá nahrávání s předvolenými parametry tak, že výsledný WAV je v průběhu nahrávání již přesměrováván na standardní výstup. Ten je kódován do RDP kanálu k serveru. Pokud server chce ukončit nahrávání, pošle signál stop, který se obdobným způsobem distribuuje až k třídě RecordPlugin. Zpátky se ještě pošle ukončovací sekvence WAV. Serverový modul i klientský plugin musí poslouchat tentýž kanál, který je identifikován svým jménem. Prototyp

klientského pluginu i serverového modul jsou napsány v C# a zkompilované do .NET. Klientská část v Linuxu využívá k vykonávání .NET aplikací projekt MONO [7] a pro digitalizaci nahrávání na klientovi arecord[8].



Obrázek 2: Sekvenční diagram při zahájení a ukončení nahrávání pomocí pluginu pro rdesktop.

Výsledky

Pokud je zapnuto nahrávání z klientské strany, datový tok z klienta k serveru dosahuje průměrně 98 kB/s. Pokud je klient připojen pomalejším připojením, dochází ke kumulaci neposlaných dat na klientské straně a ke zpoždění doručení dat, které ale nemá vliv na kvalitu pořízeného záznamu. Pro srovnání „sound recording redirection" v protokolu RDP v 7 je datový tok od klienta k serveru průměrně 10 kB/s a obdobné výsledky dává „Sound over RDP" v protokolu RDP v 5.2.

Závěr

Přenos zvuku pořízeného na lokálním počítači ke vzdálené aplikaci pomocí virtuálních kanálů v protokolu RDP je efektivním řešením pro systémy sledující koncept tenkého klienta i pro systémy, které chtějí obecně přenést balík dat z klienta na server. Toto řešení využívá již navázané RDP spojení, tudíž není nutné navazovat a konfigurovat nové extra síťové spojení pro přenos audio dat a konfigurovat firewally na cestě. Toto řešení však není vhodné např. pro využití v IP telefonii, neboť plýtvá kapacitou sítě a nereaguje na výkyvy

v latenci IP sítě. Uvedený způsob přenosu audio signálu je náročný k přenosové kapacitě sítě, oproti řešením se ztrátovou kompresí využívající různé kodeky je až 10x náročnější. S uvažovaným nasazením v rámci vysokorychlostní sítě CESNET2 jsou však tyto nároky zdaleka naplněny s dostatečnou rezervou. Díky bezeztrátovému přenos audio signálu je tento typ nasazení aplikace na vzdálený server a zpřístupnění lokálních zdrojů včetně nahrávání z lokálního mikrofonu plnohodnotnou náhradou za lokální instalaci na klientském počítači. Toto řešení je navíc akceptovatelné pro zamýšlené nasazení této služby v klinické praxi, kdy pacient nemusí dojíždět na specializované pracoviště, případně specialisté nemusejí dojíždět na různá pracoviště, ale vyšetření hlasu může být prováděno na dálku.

Plánujeme systém rozšířit o plugin pro klientský prohlížeč vzdálené plochy na platformě MS Windows a doplnit možnost komprese při přenášení audio dat.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu Výzkumného centra hudební akustiky (za podpory Ministerstva školství a mládeže, ČR Pr.No. 1M6138498401) na Hudební fakultě Akademie múzických umění v Praze a s podporou výzkumného záměru MŠMT „Optická síť národního výzkumu a její nové aplikace" ve sdružení CESNET z.s.p.o.

Literatura

[1.] Šárek M., Kulhánek T., Nové směry medicínských aplikací sdružení CESNET, MEDSOFT 2009. (Milena Ziethamlová Ed.) Praha: Agentura Action M, Praha 2008, str. 145-148. ISBN 978-80-904326-0-4

[2.] Frič M., Parametrizovaný fonetogram obecných řečových a hlasových projevů – ParVRP, MARC-Technologický list čís. 12, Zvukové studio HAMU, Praha 2007, http://web.hamu.cz/zvuk/vyzkum/dokumenty/TL12x.pdf

[3.] Kulhánek T., Frič M., Šárek M.: Vzdálený přístup k virtuálním výukovým a výzkumným aplikacím - podpora foniatrických vyšetření, MEFANET 2009 sborník přednášek, Brno, ISBN: 978-80-7392-118-7

[4.] Remote Desktop Protokol http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa383015(VS.85).aspx

[5.] Yakimenko S.,"Writing plugins for Rdesktop", The Code Project, Apriorit Inc, 1.12.2009, Web, http://www.codeproject.com/KB/cross-platform/writing-plugins-for-rd.aspx

[6.] Selvin, How to Write a Terminal Services Add-in in Pure C#, The Code Project, 14.11.2006, Web, http://www.codeproject.com/KB/system/TSAddinInCS.aspx

[7.] Mono, Cross platform, open source .NET development framework,Web, 2.2.2010, http://www.mono-project.com/Main_Page

[8.] Kysela J., arecord, Linux manual page, 2.8.2001, Web, http://linuxcommand.org/man_pages/arecord1.html

Kontakt:

Mgr. Tomáš Kulhánek
CESNET z.s.p.o.
Zikova 4
16000 Praha 6
e-mail: *tomaton@centrum.cz*

INFORMAČNÍ VZDĚLÁVÁNÍ A PROFESNÍ MOBILITA ZDRAVOTNICKÝCH KNIHOVNÍKŮ

Eva S. Lesenková

Klíčová slova

knihovnicko-informační služby, zdravotnictví, zdravotnické knihovny, průzkumy uživatelů

Příspěvek seznamuje s výsledky první části dotazníkového průzkumu informačního chování vybrané skupiny zdravotníků, který byl proveden v roce 2009 pod garancí Národní lékařské knihovny. Na základě vyhodnocení průzkumu bylo posuzováno informační chování lékařů ve specializační přípravě ve vztahu k existenci, organizaci a designu knihovnicko-informačních služeb ve zdravotnictví. Výsledky průzkumu se shromáždily ze třech dotazovacích bloků průzkumu Vzdělávání, Gramotnost a Zdravotnické knihovny . Nízkou znalost existence a služeb zdravotnických knihoven zkoumané uživatelské skupiny ovlivňuje nedostatečná informační příprava. Z dalších závěrů průzkumu vyplynula doporučení pro změny v organizaci a designu knihovnicko-informačních služeb NLK. Transformace referenčních služeb pro digitalizované zdroje, možnost personalizovaného vyhledávání ve zdravotnickém portálu NLK MEDVIK s podporou snadného a diferencovaného přístupu k hodnověrnému obsahu. V procesech vzdělávání zdravotníků usilovat v NLK o prosazování vzdělávání v předmětu informační propedeutika ve spolupráci se vzdělávacími zdravotnickými institucemi a profesními organizacemi. V profesním celoživotním vzdělávání knihovníků udržovat a inovovat programy specializovaného vzdělávání. Do realizace výuky zavádět moderní vzdělávací formy a a metody (např. distanční výuka, mentoring).

Reference

[1.] BARRIE, AR.,WARD, AM. Questioning behaviour in general practice: a pragmatic study. BMJ 1997,39: 489 - 499.

[2.] BLAKE, Catherine, PRATT, Wanda. Collaborative informatik synthesis I: a model of informatik behaviours of scientists in medicine and public health. Journal of the American Society for Information Science and Technology, November 2006, roč. 57, č.13, s. 1740 -1749.

[3.] CEJPEK, J. Co je informační věda? I´93, 1993, roč. 35, č. 3. s. 61-65.

[4.] DISMAN, Miroslav. Jak se vyrábí sociologická znalost: příručka pro uživatele /MiroslavDisman. 3. vyd. Praha: Karolinum, 2008. 372 s. ISBN 978-80-246-0139-7.

[5.] EBELL,Mark, SHAUGHNESSY,A. Information Mastery"Integrating Continuing Medical Education with the Information Needs of Clinicians. J.of Continuing Education in the Helath Proffesions. 2003,Vol.23,pp.553 – 562.

[6.] HOLČÍK, J., ŽÁČEK, A. Sociální lékařství I. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 1991.

[7.] Informační věda a knihovnictví.Výkladový slovník české terminologie z oblasti informační vědy a knihovnictví.Praha 2006.161 s.ISBN80-7080-599-4.

[8.] JAROLÍMKOVÁ, A. 2008. Teorie a praxe informačního chování lékařských profesionálů. Dizertační práce. Praha: Univerzita Karlova, Filozofická fakulta, Ústav informačních studií a knihovnictví, 2008. 148 s.

[9.] KASAL, Pavel, SVAČINA, Štěpán. Lékařská informatika. Praha: Karolinum, 1998. 543 s. ISBN 80-7184-594-9.

[10.] KOZEL, Roman. Moderní marketingový výzkum. Praha: Grada, 2006, 277 s. ISBN 80-2470966-X.

[11.] KUBÁTOVÁ, Helena. Metodologie sociologie. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006. 197 s.

[12.] NIEDŹWIECKA, B. A. A proposed general model of information behaviour. Information research, 2003, roč. 9, č. 1.

[13.] NOVÁK, Zdeněk. eHealth – poklidný život jedné vize (v provedení České republiky).Sdělovací technika.Telekomunikace.Multimedia.Elektronika.Speciální příloha 2009.

[14.] SMETÁČEK, Vladimír. Průzkum uživatelů informací : metodická příručka. 1.vyd. Praha: ÚVTEI, 1974, 224s.

[15.] SMITH R. What clinical informatic do doctors need? BMJ 1996,313: 576 -581.

[16.] STEINEROVÁ, Jela Informačné správanie človeka – používatelia informácií v súvislostiach. Ikaros, 2005, roč. 9, č. 9. [cit. 25-07-2009]. Dostupné z URL: <http://www.ikaros.cz/node/2008>

[17.] STEINEROVÁ, Jela. Online Inf. Rev, 2005 roč. 29, č. 2, s. 139-156.

[18.] STEINEROVÁ,Jela 2005. Teória informačního prieskumu. Bratislava: CVTI SR, 1996. 262 s. ISBN 80-85165-90-2.

[19.] ŠUBRT,Jiří.Kapitoly ze sociologie veřejného mínění „ teorie a výzkum.Praha, 1998. 241 S.ISBN 80-7184-522-1

[20.]VICKERY, B. C., VICKERY, A. Information science in theory and practice. London: Bower-Saur, 1989.

Kontakt:

PhDr. Eva S. Lesenková
Národní lékařská knihovna
Sokolská 54
121 32 Praha 2
Tel: 296335949
e-mail: *lesenkov@nlk.cz*
http://www.nlk.cz

MOBILNÍ ŘEŠENÍ PRO PODPORU PRÁCE LÉKAŘŮ V TERÉNU

Lenka Lhotská, Jaromír Doležal, Jiří Doležel

Anotace

Cílem příspěvku je seznámit s návrhem, vývojem a implementací mobilního řešení s využitím osobních digitálních asistentů (personal digital assistant – PDA) v systému pro inteligentní podporu rozhodování zdravotnických pracovníků v oblasti primární péče. Základní motivace vzešla z přímého pozorování práce lékařů a sester v terénu a také z rozhovorů s nimi. Požadavky na lékaře a sestry neustále vzrůstají: musejí vyšetřit a navštívit více pacientů v kratším čase, vyplnit více formulářů a sledovat více pacientských dat. Proto je vítán každý nástroj, který umožní zvýšit efektivitu bez negativního dopadu na péči o pacienta. V tomto ohledu nabízejí informační a komunikační technologie zajímavou podporu. Podle požadavků uživatelů je možné využít celou řadu mobilních zařízení: laptopy, tablety nebo PDA. Všechna tato zařízení, která mohou fungovat buď samostatně, nebo jako terminál bezdrátově připojený k nemocničnímu informačnímu systému, získávají na oblibě. Nejnovější PDA nabízejí následující vlastnosti a funkce: barevný displej s vysokým rozlišením, možnost bezdrátového připojení, GSM, GPS, fotografování, záznam a přehrávání zvukového záznamu, vhodnou velikost.

Klíčová slova:

mobilní aplikace, elektronický zdravotní záznam, podpora rozhodování

Úvod

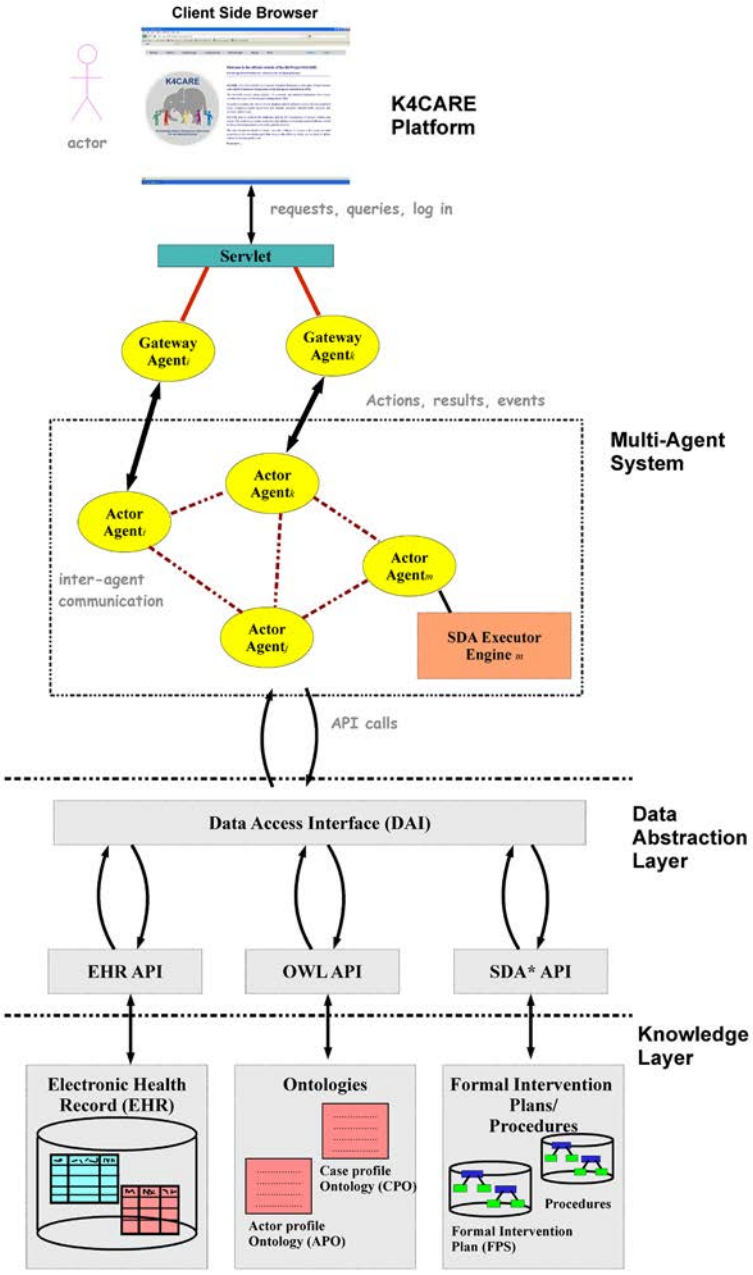
Všechna prostředí ve zdravotnictví můžeme považovat za distribuovaná. Služby obvykle zahrnují profesionály z různých institucí (nemocnice, organizace sociálních služeb, apod.), které jsou navzájem nezávislé. Nicméně jejich pracovníci musejí spolupracovat při péči o konkrétního pacienta, byť mají často sídlo v odlišných lokalitách a mají nezávislé a často odlišné informační systémy. Tudíž je vhodné a výhodné, aby vyvíjené aplikace mohly spolupracovat ve vysoce distribuovaném prostředí s využitím různých typů komunikace (např. LAN, WiFi, GPRS) a koncových uživatelských zařízení (osobní počítač, přenosný počítač, PDA).

V rámci integrované platformy se tok informací o aktualizovaném stavu pacienta mezi různými profesionály může stát časově a prostorově nezávislý. Kdykoliv může každý pověřený poskytovatel konzultovat reálný stav pacienta a přijímat rozhodnutí on-line a přitom si být jist, že to jsou opravdu nejnovější informace o pacientově stavu. Typickými oblastmi, kde takový systém může být s výhodou použitý, jsou primární a domácí péče, které jsou typickým příkladem vysoce distribuovaného prostředí. Výhodnost se projeví zejména tehdy, když se pacient přestěhuje z jednoho místa do jiného, což se může stávat i opakovaně. V současnosti při přestěhování pacienta mohou mít noví

poskytovatelé péče obtíže při získávání informací o anamnéze a dosavadní léčbě pacienta. Navíc se celá řada specifických detailů o léčbě vůbec k novým poskytovatelům nedostane. Práce v terénu není pouze prací lékaře a sestry v ordinaci, ale její neoddělitelnou součástí jsou také návštěvy pacientů v jejich domovech. Z tohoto pohledu je primární péče velmi podobná domácí péči, která dnes často bývá uváděna (a hlavně realizována) samostatně. Do oblasti domácí péče náležejí totiž vedle zdravotní péče i sociální služby. Právě nutnost pohybu v terénu přímo vybízí k optimalizaci zátěže pracovníků s tím, že by ale i mimo své pevné pracoviště měli mít přístup k informacím a datům pacientů a také k informacím a znalostem, které potřebují pro kvalifikované rozhodnutí v místě poskytování péče. Notebooky sice nabízejí dnes za rozumnou cenu dobrý výkon, nicméně jejich rozměry a hmotnost mohou pro některé uživatele představovat nadbytečnou zátěž. Kromě toho postrádají některé funkce, jako např. telefon, fotoaparát, GPS navigaci, které mohou být v terénu potřeba. Naproti tomu PDA či komunikátory jsou jednak rozměrově menší a také lehčí, jednak u celé řady typů je telefon, fotoaparát, či GPS přímo integrovanou součástí. To nás přivedlo k vývoji aplikace pro PDA, která umožňuje poskytovatelům péče mít přístup ke všem potřebným datům a informacím přímo u pacienta doma a také vkládat nová data o pacientově zdravotním stavu. Potom může např. praktický lékař kontrolovat pacientův stav na dálku. V navrženém a implementovaném systému jsou pacientovy údaje ukládány do databáze. Následně je možné kontrolovat trendy v monitorovaných hodnotách, vizuálně hodnotit např. vývoj zranění nebo bércových vředů.

Distribuované řešení znalostní podpory

První impuls pro návrh a vývoj mobilního řešení vzešel z našich prací v rámci projektu K4CARE (znalostní podpora domácí péče ve stárnoucí Evropě, IST-2004-026968), projektu Evropské unie v rámci 6. rámcového programu. Základním cílem bylo využití informačních a komunikačních technologií pro zefektivnění práce lékařů, sester a sociálních pracovníků v oblasti domácí péče. Projekt K4CARE si položil za cíl přispět k řešení v této oblasti. Z pohledu lékařského jde o vytvoření funkčního modelu informační podpory domácí péče, který umožní všem účastníkům snadný a bezpečný přístup k potřebným informacím, komunikaci mezi jednotlivými účastníky a také ukládání veškerých potřebných dat pro budoucí využití (např. sledování dlouhodobého vývoje stavu pacienta, včetně kvantitativního vyhodnocení). Bylo vytvořen modelu domácí péče z pohledu práce lékaře, zdravotní sestry a dalších poskytovatelů domácí péče. Model domácí péče obsahuje služby, které jsou distribuovány na lokální zdravotnické jednotky a integrovány se sociálními službami v jednotlivých městech či regionech a s dalšími organizacemi pracujícími v oblasti péče a sociální podpory. Model je založen na základní struktuře s minimálním počtem společných prvků, které zajišťují základní služby v domácí péči a které mohou být modulárně rozšířeny o další struktury. Model je modulární, inkrementální, škálovatelný, lze ho snadno adaptovat



Obrázek 1 - Architektura systému K4Care.

a aktualizovat, je řízený standardy, využívá znalosti a je implementovatelný.

Na základě velmi podrobné analýzy a vytvořeného modelu byla navržena architektura, která by umožňovala do budoucna snadné rozšiřování a modifikace. Architektura K4Care je rozdělena do následujících částí: znalostní vrstva (knowledge layer), vrstva abstrakce dat (data abstraction layer) a platforma K4Care (viz *Obrázek 1*). Znalostní vrstva obsahuje všechna data a zdroje znalostí potřebné pro činnost platformy. Obsahuje elektronický zdravotní záznam, ve kterém jsou uloženy pacientské záznamy s osobními daty, diagnózou, návštěvami lékaře a probíhající léčbou.

Důležitou částí modelu je elektronický zdravotní záznam, který musí integrovat data z mnoha zdrojů, ukládat a vybavovat data v místě poskytování péče a podporovat rozhodování poskytovatelů. Vlastní databázi tvoří dvě části: EHCR a podpůrná část. EHCR popisuje pacienty a jejich dokumenty. V podpůrné části jsou uloženy informace o profesionálních aktérech, jejich rolích, skupinách aktérů (např. evaluační jednotce) nebo relacích mezi entitami (např. kdo je rodinný/praktický lékař konkrétního pacienta). Základními tabulkami v datovém modelu jsou administrativní data, pacient, dokument, profesionální aktér, entita, skupina entit a role entity.

Modulární architektura umožnila implementovat postupně jednotlivé části relativně nezávisle. Byly využity moderní technologie, jako např. XML pro tvorbu dokumentů, Java pro větší část platformy. Uživatelské rozhraní je založeno na JavaScriptu, sémanticky korektním HTML. Na straně klienta se používají AJAX, XSL transformace a Xpath.

Elektronický zdravotní záznam pro domácí péči je svou strukturou poněkud odlišný od standardních EHR používaných v nemocničních informačních systémech. Po důkladné analýze bylo rozhodnuto, že bude implementován pomocí souboru standardních XML dokumentů, které umožňují vhodně strukturovat lékařská data. Pro implementaci byla zvolena relační databáze PostgreSQL, která poskytuje bohatý dotazovací jazyk založený na standardu SQL. Je spolehlivá a významně podporuje transakce. PostgreSQL dovoluje používat různé jazyky pro uložené procedury, včetně Javy, která je v systému K4Care základním programovacím jazykem.

Vrstva abstrakce dat poskytuje metody (také v Javě), které umožňují agentům v platformě vyhledat a získat data a znalosti, potřebné k vykonání jejich úkolů.

Uživatel může se systémem pracovat buď ze svého osobního počítače prostřednictvím webovského rozhraní (viz *Obrázek 2*), nebo z mobilního zařízení. Tím může být přenosný počítač nebo zařízení typu PDA či smart phone, vybavený připojením a rozhraním pro Internet. Na tomto zařízení nejsou sice dostupné úplně všechny funkce jako na osobním počítači, ale základním cílem bylo umožnit např. zdravotním sestrám zadávat jednoduchým způsobem požadovaná data přímo při návštěvě pacienta [2].

Neodmyslitelnou součástí řešení byla také otázka kvalitního zabezpečení dat, komunikace i fyzických zařízení [3]. Byly využity metody a technologie, které patří k současné špičce, protože systém pracuje s citlivými daty o zdravotním

stavu a požadavky na zabezpečení jsou v celé EU velmi podobné. Navíc systém pracuje v distribuovaném režimu a umožňuje komunikaci po Internetu i GPRS, tudíž i požadavek na zabezpečenou komunikaci musí být dobře ošetřen.

Obrázek 2 - Webovská aplikace z pohledu lékaře: přihlašovací menu

Implementovaný systém prošel v roce 2009 dvojnásobnou validací. První validaci uskutečnili zdravotničtí pracovníci z center, která se účastnila řešení projektu K4Care. Druhá validace proběhla ve zdravotnickém systému italského města Pollenza. Oba testy skončily úspěšně se všeobecnou spokojeností zdravotnických profesionálů a dalších poskytovatelů péče. V hodnocení uvedli, že systém je užitečný, velmi blízký jejich potřebám, snadno se obsluhuje a zefektivnil by jejich práci. Tento výsledek nás povzbudil i do další činnosti, kdy jsme analyzovali možnosti využití ve zdravotnickém prostředí v České republice. Vedle relativně snadného přenesení do systému domácí péče se nabízejí i další aplikace. Typově nejblíže je právě oblast primární péče, kdy také lékaři a sestry musejí uskutečňovat návštěvy pacientů. Snadno ovladatelná a přenosná zařízení mohou být samozřejmě velmi výhodně využita i v nemocničních areálech, protože je zdravotníci mohou mít neustále při sobě, aniž by je to příliš zatěžovalo. Vzhledem k tomu, že je celý systém koncipován jako modulární, lze v nových aplikacích

Motivace pro využití mobilních zařízení

Motivace

Ústřední myšlenkou, která vedla k využití mobilních zařízení v oblasti domácí péče, je automatizace procedur, které jsou v současnosti řešeny papírově. Papírové formuláře jsou snadno přenosné, snadno dostupné (v jednom místě), levné a nevyžadují žádné zaškolování. Avšak mají celou řadu nevýhod, z nichž nejpodstatnější jsou omezený prostor, možná nekonzistence dat

zaznamenávaných jednotlivými uživateli, nemožnost vzdáleného přístupu k datům, obtížnost vytvoření rychlého přehledu, např. časového vývoje monitorovaných hodnot. Odhaduje se, že lékaři a sestry tráví 25 – 40 % svého času administrativními úkony.

Sestry v domácí péči používají papírové formuláře pro sběr dat a informací. Tyto formuláře byly vyvinuty v průběhu doby a pomalu se rozrostly do velkého rozsahu, což znesnadňuje a prodlužuje jejich kompletní vyplňování.

Naším záměrem je poskytnout sestrám zařízení, které jim usnadní práci s dokumenty a nabídne jim nové možnosti a současně bude mít minimální negativní dopad na práci a čas sester.

Jednou z nových možností je pořizování fotografií. Tato myšlenka vzešla od našich lékařských partnerů z Všeobecné fakultní nemocnice v Praze, pro které je zajímavá funkce vizuální kontroly např. vývoje zranění či bércových vředů. Série fotografií, které má lékař k dispozici během návštěvy pacienta, mu může pomoci při rozhodování a není tak odkázán pouze na subjektivní popis problému od pacienta. Z těchto diskusí a konzultací vznikly též návrhy základních scénářů a následně i návrhy grafického uživatelského rozhraní jak webovské aplikace, tak aplikace na PDA.

Typické scénáře

V principu můžeme definovat několik typických scénářů. Nejčastějšími typy jsou dlouhodobý scénář a každodenní scénář.

Typický dlouhodobý scénář:

1. Lékař rozhodne během návštěvy pacienta, jaká léčba se má aplikovat v době před jeho další návštěvou. Ve své webovské aplikaci sleduje ty hodnoty, které ho zajímají u konkrétního pacienta (krevní tlak, fyzický či psychický stav, apod.). Na *Obrázku 1* jsou pro ilustraci uvedeny 3 první obrazovky webovské aplikace z pohledu lékaře: přihlašovací menu, menu s nabídkou funkcí a seznam pacientů.
2. Sestra pracuje podle požadavků lékaře, měří příslušné veličiny a ukládá jejich hodnoty; v případě nutnosti může pořídit fotografie specifikované části těla.
3. Pro příští návštěvu má lékař k dispozici předchozí údaje o pacientovi, přičemž kvantitativní údaje si může zobrazit v podobě tabulky nebo grafu. Podobně si může zobrazit i pořízené fotografie. Má tak přehledně k dispozici veškeré informace o vývoji zdravotního stavu pacienta v čase a o průběhu aplikované léčby.

Velký důraz jsme kladli na požadavek zefektivnění práce sestry. Kritickým pravidlem je, že aplikace musí přinést přidanou hodnotu, t.j. větší kladný efekt než vyžadované úsilí. Práce s PDA musí být rychlejší než zpracování papírové dokumentace a musí přesvědčit uživatele (jak sestry, tak lékaře), že nová technologie je užitečná a je výhodné ji používat. To nebyl a není jednoduchý úkol a po celou dobu návrhu a vývoje jsme ho měli neustále na paměti.

Navrhli jsme následující každodenní scénář pro sestru vybavenou PDA:

1. Ráno po příchodu do práce se sestra zaloguje na PDA. PDA se automaticky

spojí prostřednictvím lokální bezdrátové sítě se serverem a stáhne si seznam pacientů, které má sestra v daný den navštívit. Samozřejmě kromě seznamu se také stáhnou ta jejich data, která sestra pro svou práci potřebuje.

2. Sestra si prohlédne seznam pacientů, včetně jejich adres a případných fotografií (to je užitečné např. pro nově nastoupivší sestru nebo když sestra dostane na starost nové pacienty). Pokud je PDA vybaveno GPS, může se využít pro snadnější nalezení konkrétní adresy.
3. Při návštěvě u pacienta sestra změří požadované veličiny (např. krevní tlak, glukózu v krvi), případně pořídí požadované fotografie. Tyto úkony by neměly zabrat mnoho času (maximálně pár minut), protože primárním účelem domácí péče je vlastní péče, nikoliv pořizování dat.
4. Nakonec (po návratu na pracoviště, nejpozději druhý den ráno) sestra zvolí v aplikaci funkci kopírování výsledků. PDA se automaticky spojí se serverem, zkopíruje výsledky a fotografie do elektronických zdravotních záznamů příslušných pacientů. Pokud je v ideálním případě možné neustálé online připojení, výsledky se na server mohou kopírovat vždy po uzavření souboru pacienta na PDA.

Pozn.: Stejný scénář lze využít i pro pracovníky sociální péče s tím, že mohou mít dostupné jiné údaje o pacientovi a také jiné funkce než sestra.

Implementace

Použité technologie

V současnosti je na trhu celá řada různých typů PDA. Obvykle mají podobné základní technické parametry, liší se použitým operačním systémem a některými funkcemi. Protože jsme se na začátku projektu museli rozhodnout o konkrétním typu pro vývoj aplikace, navrhli jsme dotazník a požádali lékařské partnery projektu K4Care, aby ho vyplnili. Nejdůležitějšími aspekty byly: dotyková obrazovka (větší velikost), hardwarová klávesnice, fotoaparát, životnost baterie.

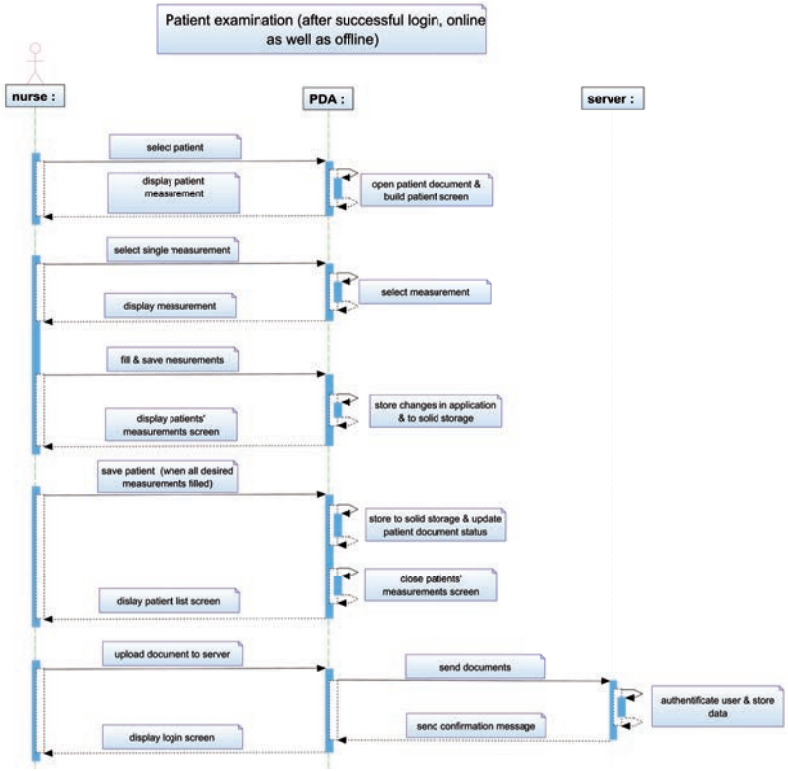
Po tomto šetření (v roce 2007) jsme jako hardwarovou platformu zvolili HTC P3300. Tehdy to byl dobrý kompromis z hlediska požadovaných technických parametrů, ceny, váhy a životnosti baterie. Zařízení má procesor s frekvencí 200 MHz, pamětí 64 MB RAM, 128 Flash ROM, microSD slot, 2.8" 16-bit barevným TFT dotykovým displejem s rozlišením 240 x 320 pixelů. Nabízí následující možnosti připojení: GSM/GPRS/EDGE, Bluetooth® 2.0 a Wi-Fi®. Má také k dispozici GPS a navigaci TomTom NAVIGATOR 6. Dále je vybaven fotoaparátem s rozlišením 2 megapixelů a možností pořizovat videoklipy. Použitý operační systém je Windows Mobile 5.0.

V současnosti využíváme HTC TouchPro 2, který má ve srovnání s výše uvedeným modelem zejména kvalitnější dotykový displej s vyšším rozlišením (3,6 palcový TFT-LCD s rozlišením 480 x 800 WVGA), rychlejší procesor (528 MHz), paměť ROM 512 MB / RAM 288 MB, microSD slot, fotoaparát s rozlišením 3,2 megapixelů a kameru pro videohovory. Použitý operační systém je Windows Mobile 6.1. Možnosti připojení jsou analogické modelu HTC P3300.

Srdcem této podpory je aplikace na PDA. Je napsána v Javě, běžící na virtuálním stroji MySaifu (kompatibilní s Javou 1.4). MySaifu [2] je implementací virtuálního stroje Javy pro zařízení s operačním systémem Windows Mobile. Importuje většinu funkcionalit Java2 Standard Edition (J2SE) a je distribuován v rámci licence GPLv2.

Pro snadnou výměnu informací se počítá s tím, že pracoviště sestry (pracovníků domácí péče) bude vybaveno přístupovým bodem bezdrátové sítě, což je v současnosti levné a snadno instalovatelné zařízení (instalace se udělá jednou na začátku činnosti). Pomůže pracovníkům pohodlně synchronizovat data mezi PDA a centrálním serverem.

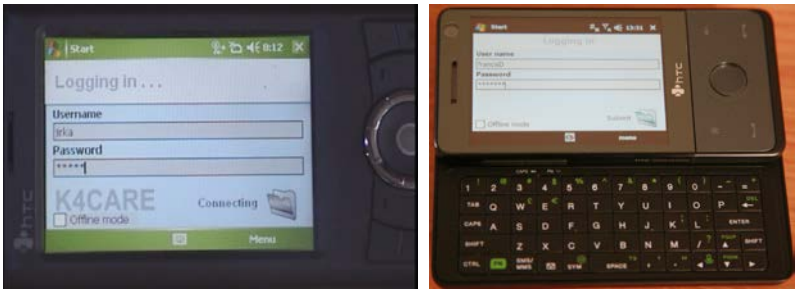
Data jsou uchovávána na centrálním serveru. Na serveru je také nainstalována platforma K4Care, zejména její nejdůležitější součásti – databáze a infrastruktura pro zasílání zpráv. Data jsou přístupná prostřednictvím webovské aplikace, která má rozhraní pro lékaře, sestry, další pracovníky domácí péče a speciální rozhraní pro výměnu informací s aplikací na PDA.



Obrázek 3 - Sekvenční diagram PDA

Funkcionalita aplikace

Implementovaná aplikace má několik hlavních funkcí, které jsou schematicky znázorněné v sekvenčním diagramu na *Obrázku 3*. Poté, co se uživatel přihlásí svým uživatelským jménem a heslem (viz *Obrázek 4*), spojí se aplikace se serverem, odkud si z databáze zkopíruje data o pacientech pro naplánované návštěvy. Každý pacient je reprezentován jedním souborem. Aplikace umožňuje práci jak v online, tak offline režimu. V offline režimu jsou data nahrána a po dobu návštěv se nové informace ukládají lokálně v PDA a teprve následně jsou přehrána do databáze na server. V obou režimech se po nahrání dat objeví hlavní obrazovka se seznamem pacientů (viz *Obrázek 5*). Možné akce jsou: vyšetření pacienta, odeslání (dříve) dokončených formulářů na server, ukončení aplikace.

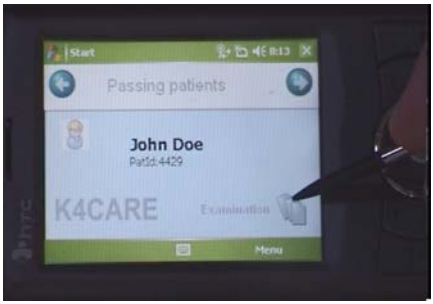


Obrázek 4 - Proces přihlášení - pro srovnání: první fotografie zobrazuje původní verzi na HTC P3300, druhá fotografie novou verzi na HTC Touch Pro

Obrázek 5 - Seznam pacientů

Když je vybrána návštěva (viz *Obrázek 6*), otevře se soubor vybraného pacienta z paměťového média, udělá se syntaktická analýza a vytvoří se grafické uživa-

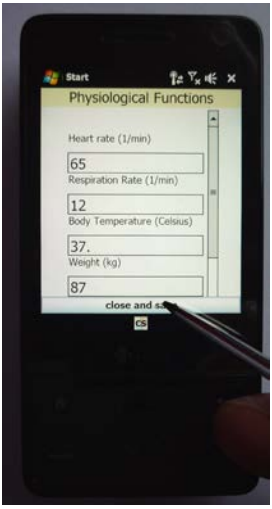
telské rozhraní. Objeví se nová obrazovka. Formulář je rozdělen do několika menších bloků, které závisejí na logické struktuře formuláře. Barevné označení bloků má také svůj význam (viz *Obrázek 7*): našedlý podklad mají ty bloky, které dosud nebyly otevřeny, tmavozeleně jsou označeny úplně vyplněné údaje, světle zeleně poslední vyplňovaný blok údajů a červeně ty, které již byly otevřeny, ale nebyly v nich všechny údaje vyplněny. Každý blok reprezentuje jednu obrazovku a velikost zhruba odpovídá velikosti displeje přístroje. Je-li blok větší, je přidána možnost rolování. V jednotlivých formulářích se vkládají požadované údaje (viz *Obrázek 8*). Vedle těchto předdefinovaných formulářů umožňuje aplikace vkládat volný text do poznámky (viz *Obrázek 9*), který se také uloží do pacientova záznamu.



Obrázek 6 - Pacient – první obrazovka (ze starší verze)

Při opuštění každé obrazovky jsou všechny změny uloženy a celý dokument je uložen na paměťové médium. Jestliže obrazovku uzavřeme, celý dokument se opět uloží a aplikace se vrátí na hlavní obrazovku.

Obrázek 7 - Obrazovka s bloky reprezentujícími jednotlivé skupiny požadovaných vyšetření



Obrázek 8 - Příklad formuláře pro zadávání hodnot naměřených veličin, zde konkrétně srdeční frekvence a krevní tlak

Obrázek 9 - Aplikace umožňuje vkládat textovou informaci do poznámky, která se uloží do záznamu pacienta

Diskuze a závěr

Podle studií prováděných v poslední době jsou lékaři a sestry obecně více přístupní moderním technologiím. Zvyšuje se pravděpodobnost, že využívají PDA či „chytré" telefony, mají doma osobní počítače, připojení na Internet a používají počítače jako neodmyslitelnou podporu své práce.

PDA je velmi vhodné zařízení pro medicínské aplikace, protože je to nástroj,

který je možné využít přímo u pacienta. V současné praxi sestry používají papírové formuláře. Tyto formuláře narůstají časem a někdy jsou docela objemné i pro jediného pacienta. Účelem zavádění nových technologií je zjednodušení a zrychlení procesu vyplňování. Základním rozhodnutím při návrhu bylo, že požadované informace vybírá příslušný zodpovědný lékař, který ví, jaké informace jsou v daný okamžik důležité. Tudíž pouze tyto informace má sestra při dané návštěvě zjistit, což ušetří čas ve srovnání se stavem, kdy musela vyplňovat nepodstatná data, která nakonec nebyla využita.

Na druhé straně aplikace označuje, která data dosud nebyla vyplněna, takže sestra nemůže opomenout vyplnit tato data.

Co se týče použité elektroniky, je stále několik problémů, které nejsou uspokojivě dořešeny.

Prvním problémem je bezpečnost dat. Jsou-li data na papíře, je pravděpodobnost jejich zcizení relativně nízká (pokud zloděje neláká aktovka, ve které je sestra či lékař přenášejí). Krádež elektroniky je bohužel pravděpodobnější, částečně kvůli ceně samotného zařízení. Zpravidla zloděj netuší, jaká data zrovna zařízení obsahuje. Proto se zabýváme výzkumem metod pro ochranu dat na PDA v případě krádeže. Základní myšlenkou je použití hesla uživatele pro zakódování dat. Přitom vlastní heslo není uloženo v PDA.

Dalším omezením, které se může projevit, je velikost písmen na displeji. Naštěstí novější zařízení jsou vybavena větším displejem a navíc je možné softwarově ošetřit velikost písmen.

Na základě dosavadních testů, kdy si sestry odzkoušely funkčnost aplikace, můžeme také zhodnotit výhody hardwarové klávesnice. Pokud PDA má pouze softwarovou klávesnici, zmenší se použitelná plocha displeje, tudíž je nutné použít menší písmena a tím se zmenší čitelnost.

Testování potenciálními uživateli (hlavně sestrami) ukázalo některé další výhody a nevýhody. Standardní baterie při intenzivním používání nevydržela příliš dlouho. Rozšířená baterie sice umožňovala delší pracovní zatížení, ale zase zvětšila rozměry a hmotnost zařízení. Je pravda, že vývoj v oblasti PDA a komunikátorů přináší na trh nové, vylepšené produkty. Při jejich výběru je však nutné mít na paměti několik podstatných aspektů, které by mohly ovlivnit jak vývoj aplikace, tak zejména praktické nasazení. Prvním bodem je volba architektury. Zkušenost z vývojové verze ukazuje, že Windows Mobile a virtuální Java stroj nejsou právě nejvhodnější, zejména kvůli uzavřenosti a rychlosti. V současnosti se objevují nové operační systémy – Android (pro google phone) a Maemo (pro Nokia), které plánujeme otestovat a vyhodnotit jejich vlastnosti vzhledem k naší aplikaci. Při volbě určité technologie je pak stejně nutné navrhnout nový obecný model i s ohledem na integraci s existujícími aplikacemi uživatele, které by měly být s mobilní aplikací propojeny. Dalšími důležitými body rozhodně budou otázky automatické validace vkládaných údajů vyšetření, případně dokumentů, tvorba automatických reportů.

Dosavadní vývoj a testování ukazují, že při takovýchto praktických aplikacích

je nutné na prvním místě naslouchat požadavkům potenciálních uživatelů. To je základ pro budoucí úspěšné nasazení. Pro práci v terénu je výhodné, aby bylo ovládání aplikace co nejjednodušší a intuitivní, aby uživatel nemusel složitě vymýšlet, jaký další krok má učinit. Dostatečná velikost písmen je další nezbytnou vlastností. Neustálé nasazování a snímání brýlí na čtení také práci neurychlí. Technické parametry současných PDA již v podstatě omezení nepředstavují.

Poděkování

Práce byla částečně podporována projektem K4CARE (FP6-2004-IST-026968) v rámci 6 rámcového programu Evropské unie a nadále je podporována výzkumným záměrem č. MSM 6840770012 "Transdisciplinární výzkum v oblasti biomedicínského inženýrství II".

Literatura

[1.] www.k4care.net

[2.] Lhotská, L. - Doležel, J. - Doležal, J. - Hora, I.: Application of Mobile Devices in Medical Decision Support. In Computer Aided Systems Theory EUROCAST 2009. Las Palmas: University of Las Palmas de Gran Canaria, 2009, p. 93-94. ISBN 978-84-691-8502-5.

[3.] Lhotská, L. - Aubrecht, P. - Valls, A. - Gibert, K.: Security Recommendations for Implementation in Distributed Healthcare Systems. In Proceedings of 42nd Annual 2008 IEEE International Carnahan Conference on Security Technology. Piscataway: IEEE, 2008, p. 76-83. ISBN 978-1-4244-1816-9.

Kontakt:

Lenka Lhotská
ČVUT FEL Praha
katedra kybernetiky
Technická 2, 166 27 Praha 6
tel.: 224353933
fax: 224311081
e-mail: *lhotska@fel.cvut.cz*
http: cyber.felk.cvut.cz

DLOUHODOBÁ OCHRANA DAT V NÁRODNÍ LÉKAŘSKÉ KNIHOVNĚ – AKTUÁLNÍ STAV A PROBLÉMY

Lenka Maixnerová, Filip Kříž, Ondřej Horsák, Helena Bouzková

Anotace

Národní lékařská knihovna (NLK) provozuje od roku 2008 digitální archiv v systému Kramerius. Archiv aktuálně obsahuje již přes 290 digitálních dokumentů, které byly získány z různých zdrojů, různými způsoby a na základě různých licencí. V roce 2009 NLK zahájila spolupráci s autory a vydavateli vědeckých publikací, které po uzavření licenční smlouvy mohou být archivovány a zpřístupněny v digitálním archivu. Byly získány cenné zkušenosti při provozování archivu, zejména v oblasti získávání dat od vydavatelů, která se ukazuje jako klíčová pro efektivní zpracování a zpřístupnění. V rámci pokračujícího vývoje portálu Medvik bylo mimo jiné zprovozněno dynamické propojení databáze Bibliographia medica Čechoslovaca s archivovanými časopisy a sborníky, takže se uživatel snadno dostane k plnému textu. NLK dosáhla v oblasti digitalizace hmatatelných výsledků, ale je třeba se systematicky více zaměřit na dosažení parametrů důvěryhodného digitálního archivu, které jsou definovány standardem OAIS.

Klíčová slova

informační služby, digitální archivy, Národní lékařská knihovna, uchovávání dokumentů, digitalizace, zdravotnické knihovny, elektronické dokumenty, digital preservation

Úvod

Získávání, zpracování, trvalé uchování a zpřístupnění fondů a sbírek tradičních dokumentů je v prostředí knihoven relativně dobře a kvalitně zajištěno. Knihovny se však musí vypořádat s hrozbou ztráty tištěných dokumentů způsobenou degradací kyselého papíru, který se používal téměř 150 let a poškozením dokumentů častým používáním. Efektivním prostředkem pro uchování ohrožených publikací je jejich digitalizace a následné zpřístupnění v digitálních knihovnách, archivech nebo repositářích. V souvislosti s rozvojem informačních a komunikačních technologií knihovny řeší získávání, zpracování, uložení a zpřístupnění nových typů dokumentů, které vznikly již elektronicky. Zejména se jedná o problémy dlouhodobého uchování a zpřístupnění těchto digitálních dokumentů.

Potřeba a nutnost dlouhodobě uchovávat a zpřístupňovat kulturní dědictví a vědecké informace v tradičních i elektronických dokumentech je formulována v iniciativě Komise evropských společenství i2010: Digital Libraries Initiative [1]. Pro knihovny v České republice je určena Koncepce trvalého uchování knihovních sbírek tradičních a elektronických dokumentů v knihovnách ČR do roku 2010, která předpokládá vytváření oborových digitálních knihoven a archivů s návazností na systém Národní digitální knihovny [2].

Situace v NLK

Národní lékařská knihovna (NLK) se již v roce 2004 zapojila do programu MK ČR VISK 6 „Národní program digitálního zpřístupnění vzácných dokumentů Memoriae Mundi Series Bohemica" a v roce 2008 do programu MK ČR VISK 7 „Národní program mikrofilmování a digitálního zpřístupňování dokumentů ohrožených degradací kyselého papíru – Kramerius". Následným logickým krokem je zpřístupnění výstupů uvedených programů uživatelům NLK. Knihovníci a informační pracovníci NLK rozvíjejí aktivity v získávání dokumentů a jejich digitalizace dokumentů z fondu NLK. Budování a údržba digitálního archivu (DA) je perspektivním úkolem NLK a vyžaduje investiční finanční prostředky. NLK zahájila spolupráci s českými nakladateli odborných biomedicínských periodik, která se soustřeďuje na možnosti získávání a zpřístupnění elektronických dokumentů v digitálním archivu. Neméně důležité je získávat obsah archivu přímo od autorů vědeckých informací a motivovat je k využívání DA pro archivaci a zpřístupňování jejich prací.

Digitální archiv NLK

Pro implementaci DA byl vybrán český systém Kramerius [3]. Kramerius je software s otevřeným zdrojovým kódem produkovaný firmou Qbizm Technologies, na jehož vývoji se podílí Národní knihovna ČR (NK ČR), Knihovna Akademie věd ČR a Moravská zemská knihovna v Brně. Vývoj systému je zajišťován finančními dotacemi Ministerstva kultury ČR a Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR. Systém Kramerius slouží ke zpřístupňování digitálních dokumentů v souladu s autorským zákonem. V současnosti podporuje periodika a monografie, do budoucna se plánuje rozšíření i pro ostatní typy dokumentů. Systém umožňuje replikaci dat mezi jednotlivými instalacemi.

Provoz DA zahrnuje tyto činnosti:

1. Akvizice - výb ěr a získání dokumentů pro DA
2. Zpracování
3. Ochrana
4. Zpřístupnění

Akvizice

Digitalizace tištěných periodik a monografií se odvíjí zejména od možností finančního rozpočtu NLK, neboť v programech VISK je vždy vyžadována spoluúčast příjemce. U vlastní digitalizace jsme omezeni kapacitou zpracovatelské linky a počtem digitalizačních pracovišť - zatím pouze 1. Digitalizují se primárně poničené exempláře vytištěné na kyselém papíru a často využívané příručkové publikace, které nemá NLK ve více výtiscích. Před zahájením digitalizace se vždy ověřuje, zdali daný dokument nedigitalizovala již jiná instituce v ČR. Pro tento účel je možné využít Registr digitalizace [4]. U dokumentů, které vznikly již elektronickou cestou je klíčové zahájit spolupráci

s nakladateli a autory. Toto se ukazuje jako problém - řada nakladatelů a autorů má neopodstatněnou obavu z podepsání smlouvy, která je podmínkou pro trvalou archivaci a zpřístupnění dokumentů v DA. Dalším zdrojem může být replikace digitalizovaných dokumentů, které má NLK ve fondu, z archivů jiných knihoven ČR na základě vzájemné dohody, zejména s Národní knihovnou ČR.

Vlastní digitalizace
Dokument určený k digitalizaci je komplet naskenován v rozlišení 300 DPI (Plustek OpticBook 4600) a je automaticky provedeno OCR, výstupem je soubor ve formátu PDF s textovou vrstvou. Po kontrole kvality se následně digitální kopie rozdělí na jednotlivé soubory - části podle typu dokumentu a připojí se k bibliografickému záznamu v systému Medvik. Po doplnění a kompletaci technických a administrativních metadat je vyexportován XML soubor dle DTD Kramerius, který je následně importován do DA.

Zpracování
Pro všechny digitalizované dokumenty je vytvořen (pokud již neexistuje) bibliografický záznam v systému Medvik [5]. Digitalizovaný dokument v DA a bibliografický záznam jsou vzájemně propojené přes URL odkazy, takže se uživatel dostane z bibliografického záznamu přímo do digitální verze a naopak. V případech velmi zničených exemplářů, mají uživatelé k dispozici už pouze digitální kopii. U dokumentů, u nichž se provádí analytické zpracování (periodika, sborníky, grantové zprávy) se propojují jednotlivé části digitálního dokumentu s databází Bibliographia medica Čechoslovaca (BMČ). Protože nejsou metadata v BMČ a v archivu vždy strukturálně shodná, byl vytvořen dynamický linkovací mechanismus, který uživatele odkáže ze záznamu článku v BMČ na nejbližší existující úroveň metadat v digitálním archivu (úrovně: článek - číslo - ročník - titul).

Zpracování dat z VISK a Manuscriptoria
Externě digitalizované dokumenty (program VISK 7) jsou získávány již ve formátu Kramerius - po kontrole a případných opravách metadat jsou data importována do DA. Pro potřeby konverze metadat ve formátu Manuscriptorium (VISK 6) byl vytvořen konverzní program, po nezbytných úpravách metadat a konverzi obrazových souborů na formát DjVu mohou být data importována do DA.

Zpracování dat od vydavatelů
Zpracování dat od vydavatelů velmi závisí na možnostech konkrétního vydavatele poskytnout digitální dokumenty, případně i metadata. Obvykle jsou získány soubory ve formátu PDF, které obsahují jednotlivé články nebo čísla časopisu, ke kterým je třeba metadata vygenerovat z katalogu Medvik a BMČ. Metadata jsou obvykle předávána jako XML soubory v nestandardních formátech. V některých případech se nepodařilo od vydavatele získat žádná data, takže jsme byli odkázáni pouze na webovskou stránku časopisu s plnými texty. V takovém případě byl použit software WebHarvest [6], který umožňuje

stáhnout potřebná data přímo ze stránek vydavatele podle nastaveného profilu. Takto získaná data (metadata, PDF soubory, obrazové soubory, HTML stránky) jsou následně zpracována na importní balíček pro digitální archiv. Pokud získaná metadata obsahují alespoň názvy článků, jsou porovnávána se záznamy BMČ a v případě shody jsou obohacena o identifikátor článku BMČ. V případech, kdy stránky vydavatele poskytují pouze HTML obsah, jsou jednotlivé články nebo čísla časopisu kompletována s obrazovými soubory do formátu PDF. V průběhu zpracování se zpravidla objevují chyby v HTML (chybné kódování znakové stránky, neplatné odkazy, chybějící obrázky, nevalidní HTML atp.). Pokud je to možné, tak jsou chyby odstraňovány na straně vydavatele, případně jsou stažená data upravována až v procesu zpracování dat v NLK.

Ochrana

Zajištění dlouhodobé ochrany digitálních dat je komplexní proces, který zahrnuje nejen technické prostředky ochrany, ale také zajištění organizace, financování, personální zabezpečení a řízení všech procesů probíhajících v systému digitálního archivu [7]. Této oblasti se věnuje řada výzkumných projektů - např. PLANETS, CASPAR a DPE. V rámci těchto projektů vznikají praktické nástroje nejen pro provoz ale zejména pro plánování a řízení systémů pro dlouhodobou ochranu digitálních objektů - např.: PLATTER, DRAMBORA, TRAC. NLK plánuje v blízké době tyto nástroje vyzkoušet v praxi a kontextu budovaného DA. Prozatím jsme se soustředili na organizaci základních funkcí archivu a technické zabezpečení provozu a bezpečnosti dat DA, které využívá infrastrukturu datového centra NLK vybudovaného v rámci projektu MEDVIK.

Zpřístupnění

Podmínky zpřístupnění digitalizovaných dokumentů jsou dány ochrannými lhůtami definovanými v Autorském zákoně. Volně přístupná mohou být periodika vydaná po roce 1888. V případě monografií po uplynutí 70 let od smrti autora. V opačných případech mohou být díla zpřístupněna pouze v rámci počítačové sítě NLK. V případě vědeckých a odborných dokumentů však není tento model z hlediska využitelnosti vhodný. NLK proto připravila Licenční smlouvu o užití díla pro autory, kteří mají zájem o archivaci a zpřístupnění svých děl s odborným obsahem, která stanovuje mimo jiné podmínky, za kterých lze dílo zpřístupnit v DA. S vydavateli kteří mají zájem o archivaci publikovaných titulů NLK uzavírá Smlouvu o poskytování elektronických online zdrojů. Licenční smlouvy jsou dostupné z [8]. Začínáme také s archivací dokumentů zveřejněných pod licencemi Creative Commons (CC).

CC jsou licence, které umožňují legální využívání a sdílení autorských děl. CC vychází z toho, že existují lidé, kteří nechtějí využívat všechna práva k duševnímu vlastnictví, která jim zaručuje zákon, ale která mohou omezovat sdílení a využívání autorských děl. CC nabízí různá licenční schémata a držitelé autorských práv si mohou vybrat, jaká z autorských práv k dílu si chtějí

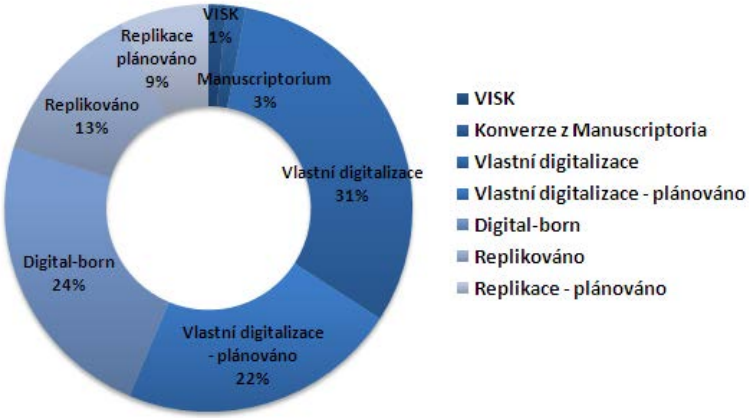
ponechat a jakých se naopak vzdát ve prospěch veřejnosti. Používání CC v ČR je umožněno díky novele Autorského zákona č. 216/2006 Sb. Česká verze CC byla schválena na jaře 2009 [9].

Obsah archivu

Digitální archiv NLK je přístupný na adrese http://www.medvik.cz/kramerius a jeho obsahem jsou a mohou být následující materiály:

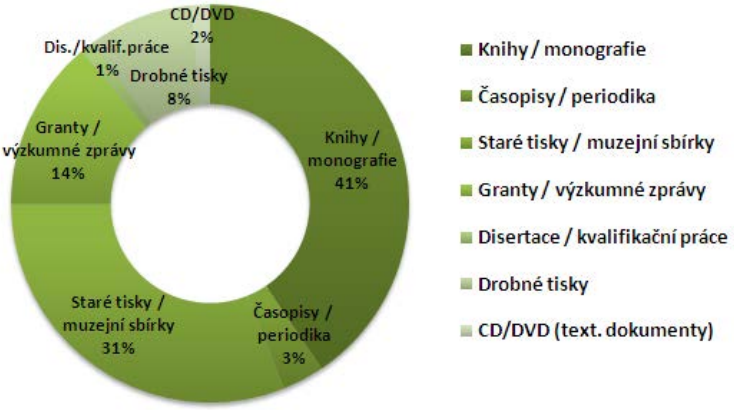
- digitalizovaná tištěná periodika a monografie
- digitalizované staré tisky
- elektronické časopisy
- závěrečné grantové zprávy (IGA MZ ČR)
- konferenční materiály
- digital-born dokumenty

K 1.2. 2010 obsahuje archiv 17 titulů periodik a přes 270 monografických titulů. Nově zpracované dokumenty jsou doplňovány obvykle týdně nebo jednou za 14 dní. Po zpracování plánovaných dokumentů se bude počet dokumentů v DA blížit 400. Aktuální seznam archivovaných dokumentů včetně popisu licencí a podmínek přístupu je uveden v [8 - seznam dokumentů]. Dokumenty byly získány z následujících zdrojů.



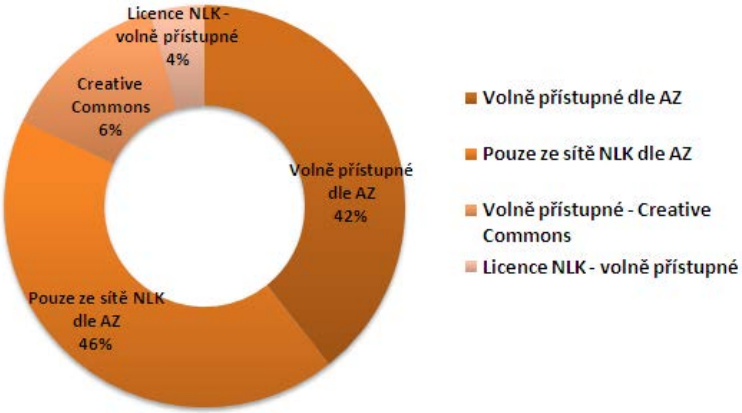
Graf 1 - Obsah archivu podle zdroje dokumentu

Přestože Kramerius standardně podporuje archivaci pouze periodik a monografií, lze ho použít i pro jiné typy strukturou podobných dokumentů. Rozložení obsahu archivu podle fondů NLK je uvedeno v následujícím grafu.



Graf 2 - Obsah archivu podle fondu

Aktuální obsah archivu podle typu licencí je uveden v následujícím grafu.



Graf 3 - Obsah archivu podle typu licence

Digitalizovaná tištěná periodika

Digitalizace tištěných periodik byla v NLK zahájena v roce 2008 díky finanční dotaci z programu MK ČR VISK 7 Kramerius. Pro digitalizaci byla vybrána periodika, tištěná na kyselém papíru. Snahou bylo digitalizovat kompletní vydání (tj. od prvního do posledního vydaného čísla), což se bohužel ne vždy podařilo. NLK též zahájila digitalizaci periodik, které nejsou zničené, ale jsou

často využívané. Pro digitalizaci periodik v rámci programu VISK 7 byla vybrána firma Ampaco ČR, ostatní periodika byla digitalizována přímo v NLK.

Elektronické časopisy
V současné době má většina odborných tištěných časopisů i svou elektronickou verzi, některé již vychází pouze elektronicky. Trvalé a dlouhodobé uchování a zpřístupnění těchto elektronických verzí se stává stále důležitějším úkolem. NLK počátkem roku 2009 oslovila české nakladatele odborných biomedicínských časopisů, zda by měli zájem o službu dlouhodobé archivace a zpřístupnění elektronických verzí periodik v digitálním archivu NLK včetně následného propojení s bibliografickou databází Bibliographia medica Čechoslovaca (BMČ).

Staré tisky ze sbírky Zdravotnického muzea
Zdravotnické muzeum je součástí NLK. Spravuje následující sbírky: akologický kabinet, novější nástroje a přístroje, mince a medaile, Würtzova sbírka sošek, další hmotné památky vztahující se k dějinám lékařství, staré tisky, archiv. V DA jsou zatím k dispozici pouze monografie (cca 135 titulů) z různých zdrojů.

Závěrečné grantové zprávy IGA MZ ČR
NLK archivuje závěrečné zprávy Interní grantové agentury Ministerstva zdravotnictví ČR. Zprávy je možné využívat pouze absenčně v prostorách NLK. Pro velký zájem uživatelů začaly být zprávy v roce 2008 digitalizovány. Plné texty digitalizovaných závěrečných zpráv jsou standardně přístupné v souladu s Autorským zákonem pouze z počítačové sítě NLK. V případě souhlasu hlavních řešitelů (podepsáním Licenční smlouvy o užití díla) jsou díla volně přístupná přes Internet. Publikační činnost, která je přílohou závěrečné zprávy, je přístupná pouze z počítačové sítě NLK a je prolinkována do databáze BMČ (Bibliographia medica Čechoslovaca). Digitalizace zpráv probíhá postupně, přednostně jsou digitalizovány práce, u nichž je podepsána licenční smlouva.

Konferenční materiály
Sborníky, prezentace, postery z konferencí, kongresů, workshopů apod. se řadí mezi tzv. šedou literaturu, kterou nelze získat v běžné distribuční síti. V posledních letech řada z nich vychází pouze v elektronické podobě. V současné době zpracováno 15 digital-born sborníků a další čekají na zpracování. Naše zkušenosti ukazují, že zejména starší online sborníky je často obtížné dohledat a pokud máme uložen z dřívějška v katalogu URL odkaz, tak je velmi často již nefunkční.

Digital-born monografie
Stejně jako u periodik vycházejí některá monografická díla i elektronicky nebo jsou pouze v elektronické podobě. Pro zařazení online monografie do DA je nutné podepsat licenční smlouvu s NLK, případně musí být elektronická verze označená zveřejněna pod licencí CC. Dokumenty, u kterých nebylo možno

uzavřít licenční smlouvu a nejsou zveřejněny pod licencí CC, jsou přístupné v souladu s autorským zákonem pouze z počítačové sítě NLK.

Závěr

Další rozvoj DA NLK by měl směřovat k implementaci referenčního modelu OAIS (Open Archival Information System - standard ISO 14721) [9]. Stávající systém DA standardu OAIS vyhovuje pouze v dílčích aspektech. Sledujeme však vývoj nové verze Krameria, která by měla požadavky OAIS splňovat.

Klíčové pro další rozvoj digitálního archivu NLK je směřovat postupně k dosažení i dalších stanovených atributů důvěryhodného digitálního repozitáře [11], který by umožnil následnou certifikaci. Datová kapacita stávajícího úložiště je omezená a se stoupajícím počtem dokumentů ji bude potřeba rozšiřovat. Budování digitální knihovny NLK přináší nové technologické postupy. Zvětšuje se objem digitalizačních prací, např. závěrečných grantových zpráv IGA MZ ČR a dokumentů ohrožených degradací kyselého papíru, u kterých již hrozí jejich nenávratná ztráta.

Důležitým aspektem je také persistentní identifikace objektů v DA pomocí systému identifikátorů (PID), předpokládáme v budoucnu zapojení do národního systému URN, který je řešen pracovní skupinou PID [12] v souvislosti s projektem NK ČR Národní digitální knihovna. Podle posledních informací by měly být první identifikátory založené na číslech České národní bibliografie generovány již v letošním roce. Důležité pro využití v oblasti lékařských informací však je, zda PID navrhne takové schéma, které bude rozšiřitelné o další systémy identifikátorů, v našem případě číslo BMČ.

Aktuálně se však můžeme soustředit na rozvoj spolupráce s vydavateli a autory odborných lékařských publikací, kteří mají zájem o archivaci a zpřístupnění svých publikací a děl v DA NLK. Plánujeme návrh společného standardu pro předávání metadat časopisů, aby bylo možno zefektivnit zpracování dat od vydavatelů. Další důležitou oblastí je průzkum spolupráce se zdravotnickými knihovnami ČR. Digitální knihovna NLK přináší novou hodnotnou službu zdravotnickým uživatelům.

Reference

[1.] STOKLASOVÁ, B. Koncepce trvalého uchování knihovních sbírek tradičních a elektronických dokumentů v knihovnách ČR do roku 2010 [online]. [cit. 2010-01-30]. Dostupný z WWW: <http://www.ndk.cz/narodni-dk/publikace/koncepcekniharch.pdf>.

[2.] STOKLASOVÁ, B. Projekt „Národní digitální knihovna" v širším kontextu. [cit. 2010-01-30]. Dostupný z WWW: <http://www.ndk.cz>.

[3.] Qbism. Uživatelský portál systému Kramerius [online]. 2003-2009 [cit. 2010-01-30]. Dostupný z WWW: <http://kramerius.qbizm.cz>.

[4.] Registr digitalizace : evidence digitalizovaných dokumentů a sledování procesu zpracování [online]. [2009] [cit. 2010-01-30]. Dostupný z WWW: <http://sluzby.incad.cz/esp/rdcz>.

[5.] Portál Medvik - katalog Národní lékařské knihovny [online]. [cit. 2010-01-30]. Dostupný

z WWW: <http://www.medvik.cz/medvik/?library=ABA008>.

[6.] WebHarvest [online]. [cit. 2010-01-30]. Dostupný z WWW: <http://web-harvest.sourceforge.net/>.

[7.] ROSENTHAL, Colin, BLEKINGE-RASMUSSEN, Asger, HUTAŘ, Jan. Průvodce plánem důvěryhodného digitálního repozitáře (PLATTER). 1. vyd. Praha : Národní knihovna České republiky, 2009. 51 s. ISBN 978-80-7050-569-4.

[8.] Národní lékařská knihovna. Digitální archiv [online]. Praha : NLK, 2009 , 20.11.2009 [cit. 2010-01-30]. Dostupný z WWW: <http://www.nlk.cz/informace-o-nlk/odborne-cinnosti/digitalni-archiv>.

[9.] Creative Commons Česká republika - České CC licence [online]. 2009 [cit. 2010-01-30]. Dostupný z WWW: <http://www.creativecommons.cz/zakladni-informace-o-cc/ceske-cc-licence>.

[10.] Consultative Committee for Space Data Systems. Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS) [online]. Washington, DC : [s.n.], 2002. 148 s. [cit. 2010-01-30]. Dostupný z WWW: <http://public.ccsds.org/publications/archive/650x0b1.pdf>

[11.] RLG/OCLC Working Group on Digital Archive Attributes. Trusted Digital Repositories: Attributes and Responsibilities : An RLG-OCLC Report [online]. Mountain View, CA : RLG, 2002. 70 s. [cit. 2010-01-30]. Dostupný z WWW: <http://www.oclc.org/programs/ourwork/past/trustedrep/repositories.pdf>.

[12.] Pracovní skupina pro perzistentní identifikátory. Specifikace požadavků – Pracovní skupina PID [online]. 2007-2010 [cit. 2010-01-30]. Dostupný z WWW: <http://pid.ndk.cz/specifikace-pozadavku>.

Kontaktní adresa

Mgr. Filip Kříž
Národní lékařská knihovna
Sokolská 54
121 32 Praha 2
Tel: 296 335 940
e-mail: *kriz@nlk.cz*
http://www.nlk.cz

ROZSÁHLÝ MODEL FYZIOLOGICKÝCH REGULACÍ V MODELICE

Marek Mateják, Jiří Kofránek

Abstrakt

Model QHP (Quantitative Human Physiology) Colemana a spol. patří k nejrozsáhlejším modelům fyziologických systémů (obsahuje 4000 proměnných).

Jeho struktura je na webových stránkách (*http://physiology.umc.edu/themodelingworkshop)* do všech podrobností zveřejňována jako open source. Popis modelu je však rozčleněn do více než dvou tisícovek XML souborů roztroušených do stovek adresářů, z nichž speciální solver vytváří a spouští simulátor. Celková struktura modelu a jednotlivé návaznosti jsou proto velmi nepřehledné. Pro přehledné zobrazení matematických vztahů z XML notace QHP jsme proto nejprve vytvořili speciální softwarový nástroj QHPView. Model jsme implementovali v jazyce Modelica, což vedlo k mnohem přehlednější struktuře modelu. Odstranili jsme některé chyby a model rozšířili zejména o problematiku modelování vnitřního prostředí. Rozšířený model QHP-Golem Edition je podkladem vytvářeného výukového trenažéru „eGolem", určeného pro lékařskou výuku v oblasti klinické fyziologie akutních stavů, vyvíjeného v rámci výzkumného projektu MŠMT č. 2C067031, na webových stránkách tohoto projektu je možno i najít aktuální strukturu naší modelicové implementace modelu QHP (http://www.physiome.cz/egolem).

Klíčová slova

Akauzální modelování, Fyziologie, Modely, Modelica, QHP

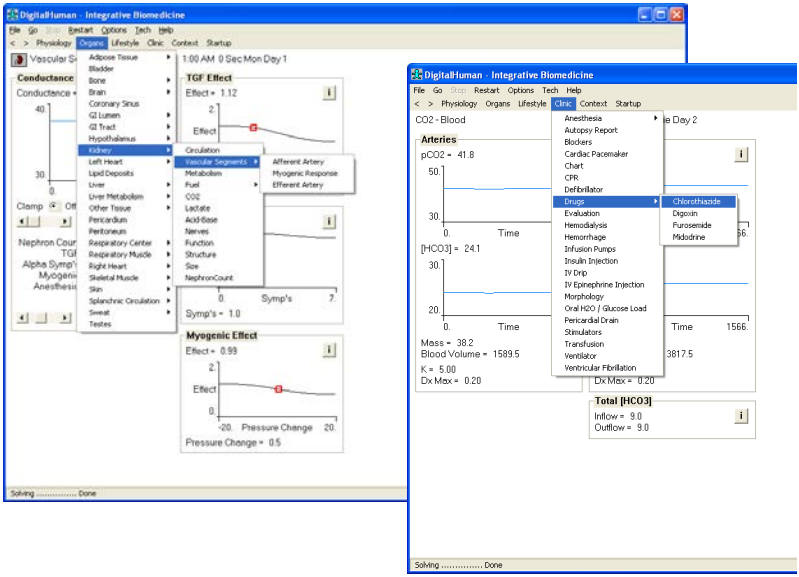
1. Úvod

Modely, které jsou v pozadí výukových simulátorů, představují formalizované vyjádření popisu modelované fyziologické reality. Tento cíl mají i mezinárodní projekty PHYSIOME a EUROPHYSIOME, které se snaží o co možno nejúplnějším zveřejňování fyziologických modelů jako vědeckého výsledku; proto také struktura modelů využívaných ve výukových simulátorech je nezřídka šířena jako „open source". V rámci tohoto projektu vzniklo i několik databází obsahující přesnou strukturu fyziologických modelů.

Modely, které jsou podkladem rozsáhlých výukových simulátorů, však v těchto databázích obvykle nenajdeme, protože jejich podrobnou strukturu autoři, až na některé výjimky, většinou nezveřejňují. Jednpu z těchto výjimek je rozsáhlý model fyziologických vztahů ***Quantitative Human Physiology*** Thomase Colemana a spoluautorů, veřejně přístupný na webu University od Mississippi *http://physiology.umc.edu/themodelingworkshop/* (poslední verzi autoři nazvali již ***Digital Human***).

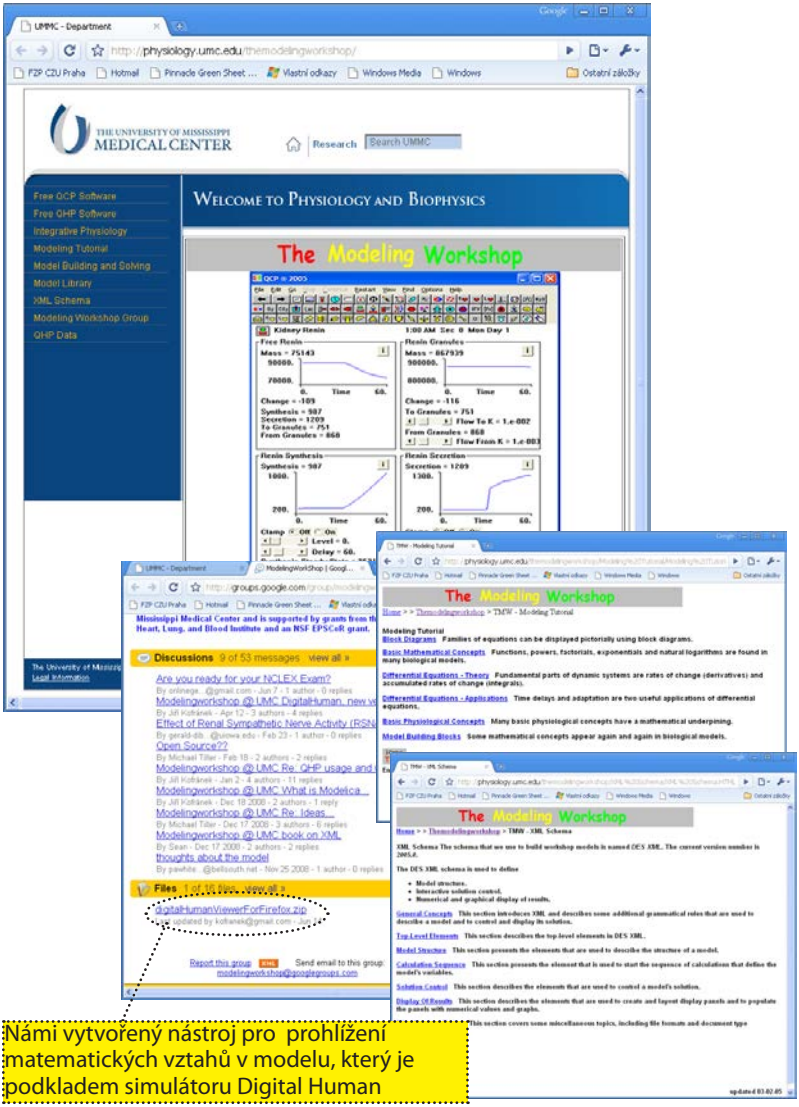
2. Quantitative Human Physiology – rozsáhlý model fyziologie člověka jako (poněkud nepřehledný) Oper Source

Výukový simulátor ***Quantitative Human Physiology (QHP)*** [3, 6] je rozšířením výukového simulátoru ***Quantitative Circulatory Physiology (QCP)*** [1]. Model obsahuje více než 4000 proměnných, a v současné době zřejmě představuje implementaci jednoho z nejrozsáhlejších modelů fyziologických regulací. Model má velmi rozvětvené menu a umožňuje simulovat řadu patologických stavů, včetně vlivu příslušné terapie (*Obrázek 1*).

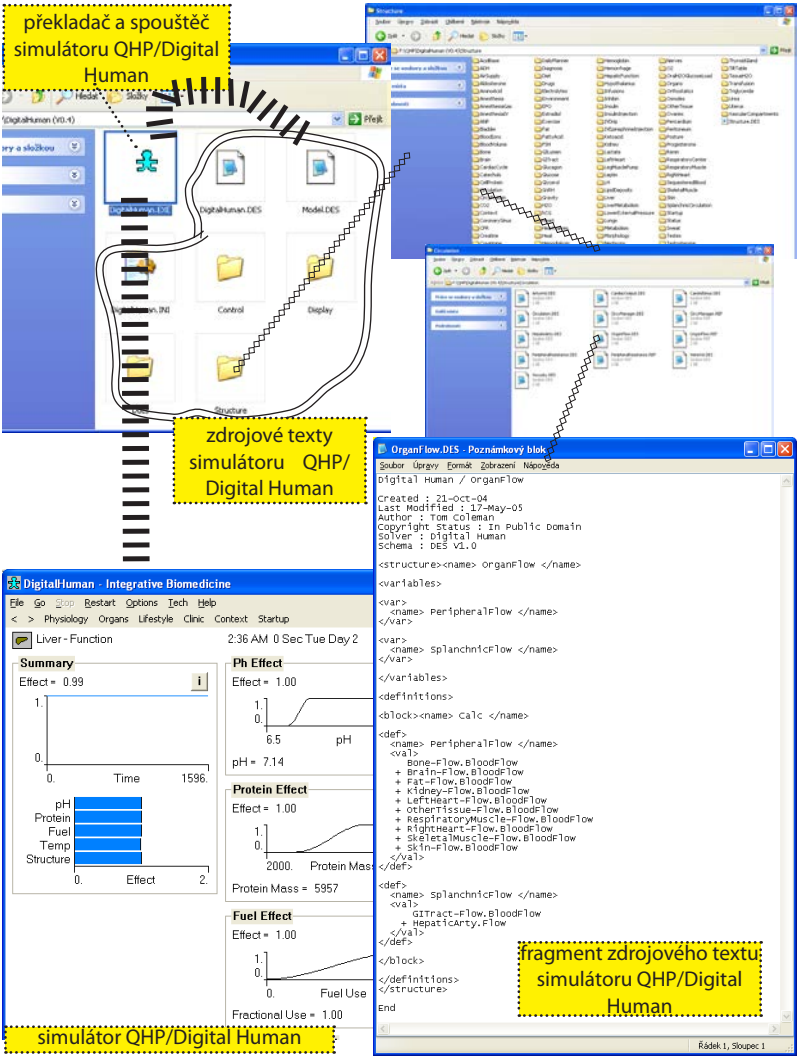


Obrázek 1 - Prostředí výukového simulátoru Quantitative Human Physiology (QHP) (nyní též šířeného pod názvem Digital Human). Simulátor sice zatím nemá tak atraktivní ikonky v panelové liště jako jeho předchůdce, simulátor QCP (viz obr. 11), nabízí ale rozvětvenější menu, větší počet proměnných, jejichž hodnoty lze sledovat, ale především neskrývá strukturu matematického modelu fyziologických regulací, který je jádrem výukového simulátoru. Simulátor je šířen ve zdrojové formě obsahující popis všech matematických vztahů prostřednictvím speciálního jazyka odvozeného z formátu XML. Zároveň se zdrojovým textem je šířen i jeho překladač, který po překladu zdrojového textu také spustí vlastní simulátor.

Na rozdíl od předchozího simulátoru QCP, jehož matematické pozadí je uživateli skryto ve zdrojovém kódu simulátoru napsaném v C++, jde simulátor QHP jinou cestou. Jeho autoři se rozhodli oddělit implementaci simulátoru a popis rovnic modelu tak, aby struktura modelu mohla být zřejmá pro širší vědeckou komunitu.



Obrázek 2 - Jazyk, požívaný na popis simulátoru QHP (resp. Digital Human) je podrobně popsán na webových stránkách University of Mississippi Medical Center. K dispozici jsou nabízeny nejrůznější menší modely popsané v tomto jazyce i vlastní zdrojový text a příslušný překladač simulátoru QHP. Zároveň je zde organizována diskusní skupina pro výměnu zkušeností i informací. Z ní je možné stáhnout i námi vytvořený nástroj pro prohlížení matematických vztahů v modelu, které jsou ve své zdrojové podobě roztroušeny ve více než dvou tisícovkách souborů.



Obrázek 3 - Veškeré potřebné soubory výukového simulátoru QHP/Digital Human. Simulátor je určen pro systém Windows, nevyžaduje zvláštní instalaci, stačí pouze rozbalit „zazipované" soubory do nějakého adresáře. Po kliknutí na ikonku překladače a spouštěče simulátoru DigitalHuman.exe překladač přeloží zdrojový text obsažený ve stovkách adresářů a více než dvou tisících souborů a spustí vlastní simulátor. I když je zdrojový text simulátoru i celý matematický model na jeho pozadí tímto způsobem nabízen jako „open source" (a uživatel si teoreticky může i model modifikovat), je orientace v matematických vztazích prohlížením tisícovek vzájemně provázaných XML souborů poměrně obtížná.

Hlavní architekt tohoto modelu Thomas Coleman proto již v roce 1985 vypracoval speciální jazyk pro zápis struktury modelu i definic prvků uživatelského rozhraní simulátoru. Jazyk je založen na upravené XML notaci. Model je pak zapsán pomocí XML souborů. Speciální překladač (DESolver) pak přeloží tyto XML soubory do spustitelného kódu simulátoru.

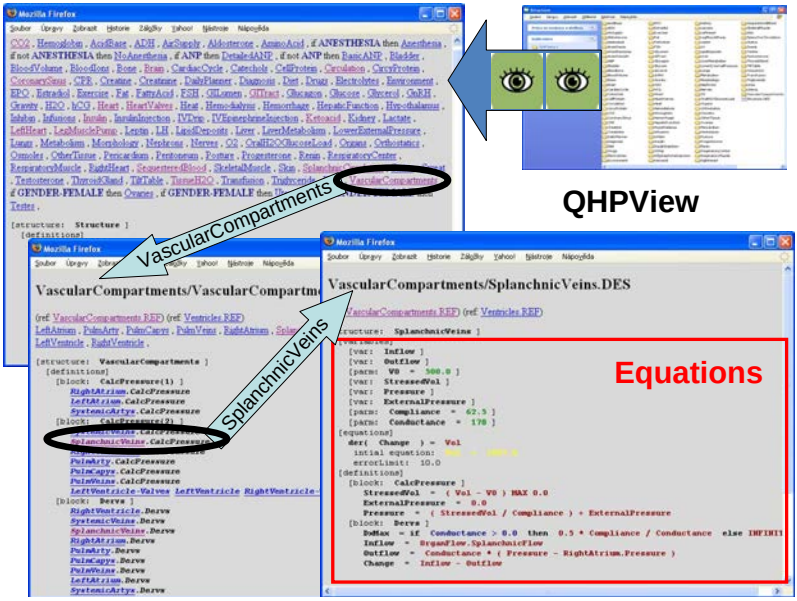
Podrobný popis tohoto jazyka, stejně jako jeho překladač (DESolver) a příslušný výukový tutoriál jsou volně přístupné na výše uvedeném webu University od Mississippi (*Obrázek 2*).

Právě pomocí tohoto XML jazyka je zapsán i nový model QHP (resp. Digital Human). Vzhledem k rozsahu tohoto modelu byl ale pro něj vyvinut speciální překladač (který je možné stejně jako všechny zdrojové soubory, z univerzitního webu volně stáhnout).

Uživatel proto může model upravovat i modifikovat. Potíž tkví ale v tom, že zdrojové XML texty celého modelu jsou napsány v celkem ***2833 souborech*** umístěných ***v 772 složkách*** (*Obrázek 3*).

Celková struktura modelu a jednotlivé návaznosti jsou tudíž velmi nepřehledné. Proto například mezinárodní výzkumný tým v projektu SAPHIR (System Approach for Physiological Integration of Renal, cardiac and repiratory control) jako východisko pro tvorbu nového rozsáhlého modelu fyziologických funkcí raději zvolil staré modely Guytona z roku roku 1972 [2] a model Ikedy z roku 1979 [7] a nesáhl po volně přístupném modelu QHP. Zdrojové texty modelu QHP se účastníkům nového projektu zdály velmi špatně čitelné a obtížně srozumitelné [18].

Obrázek 4 - Thomas Coleman, spolupracovník A.C. Guytona, který v sedmdesátých letech programoval všechny jeho modely, tvůrce simulátorů Human a QCP, nyní hlavní systémový architekt simulátoru Quantitative Humman Physiology/Digital Human u hrobu rabína Jehudy Levy ben Becalela, známého jako rabi Löw, údajného tvůrce mýtického golema – umělé bytosti z hlíny na návštěvě v Praze v roce 2008.



Obrázek 5 - Námi vytvořený vizualizační nástroj QHPView umožní zpřehlednit strukturu modelu QHP/Digital Human, původně zapsaného ve více než dvou tisícovkách XML souborů rozházených do stovek adresářů, v nichž rovnice a jednotlivé návaznosti nebyly na první pohled zřetelné.

Nový model QHP (resp. model Digital Human) je stále ještě ve fázi testování, rozšiřování a modifikace. S hlavním architektem tohoto simulátoru Thomasem Colemanem (*Obrázek 4*) a dalšími americkými autory z University od Mississippi jsme dojednali ***dlouhodobou přímou spolupráci na dalším rozvoji tohoto modelu***.

V rámci naší spolupráce jsme nejprve vytvořili ***speciální softwarový nástroj QHPView*** (*Obrázek 5*), který z tisícovek souborů zdrojových textů vytvoří přehledné zobrazení všech matematických vztahů a souvislostí.

Nástroj jsme nabídli na webových stránkách QHP (*http://physiology.umc.edu/themodelingworkshop/*) jako „open source".

3. QHP v modelicovém kabátě

Model QHP jsme se nejprve pokusili implementovat v prostředí Simulink.

V modelu se však vyskytuje celá řada vztahů, které vedou na řešení implicitních rovnic. Z tohoto důvodu je blokově orientovaná implementace modelu (kde výstupy jednoho bloku jsou využity jako vstupy do dalších bloků) velmi složitá a v průběhu implementace se stoupající složitostí modelu rapidně klesala jeho přehlednost.

Využití nových akauzálních simulinkových knihoven v takto složitém modelu

se ukázalo problematickým a přehlednost modelu se příliš nezvýšila.

Proto jsme simulinkovou implementaci přerušili a model začali implementovat pomocí akauzálního modelovacího jazyka ***Modelica*** [5] s využitím vývojového prostředí Dymola (*http://www.3ds.com/products/catia/portfolio/dymola*).

O výhodách akauzálního modelování, zvláště při tvorbě složitých, hierarchicky uspořádaných modelů jsme referovali na loňkém MEDSOFTu [13].

Velmi rychle se ukázalo, že ***i***mplementace rozsáhlého modelu v Modelice je mnohem efektivnější než pouhé využívání akauzálních knihoven v Simulinku. Při porovnání simulinkové a modelicové implementace se projevil podstatný rozdíl, spočívající zřejmě v tom, že nové akauzální knihovny jsou pouhou akauzální nadstavbou Simulinku a nikoli objektově orientovaným na rovnicích postaveným modelovacím jazykem, jakým je Modelica.

Porovnáme-li spletitou strukturu modelu QHP vizualizovanou pomocí QHPView (*Obrázek 5*) s ukázkami jeho implementace v simulačním jazyku Modelica na dalších obrázcích 6-16, vidíme, že akauzální implementace vede k přehledné struktuře modelu a ke snadnějším následným modifikacím a úpravám modelu [14, 15].

4. Naše modifikace a rozšíření QHP

Model QHP implementovaný v prostředí jazyka Modelica ***modifikujeme*** a dále ***rozšiřujeme***.

Úpravy a rozšíření QHP jsou z části převzaty z našeho původního modelu Golem [9] a dále modifikovány podle novějších poznatků a zčásti i z modelu Ikedy a spol [7].

Naše úpravy spočívají zejména v rozšíření, které zlepšuje použitelnost modelu pro modelování složitých poruch acidobazické, iontové, objemové a osmotické homeostázy vnitřního prostředí, což má, zejména v medicíně akutních stavů značný význam.

Naše modifikace modelu QHP spočívá zejména v ***přeprogramování subsystému acidobazické rovnováhy***, který je v původním modelu QHP založen na tzv. Stewartově pojetí acidobazické rovnováhy. Zjednodušeně řečeno, tzv. „moderní přístup" Stewarta [17] a jeho následovníků (např. [4, 16]) k vysvětlení poruch acidobazické rovnováhy vychází z matematických vztahů, počítajících koncentraci vodíkových iontů [H^+] z parciálního tlaku CO2 v plazmě (pCO2), celkové koncentrace (*[*Buf_{tot}*]*) slabých (neúplně disociovaných) kyselin (*[HBuf]*) a jejich bazí (*[Buf]*, kde *[*Buf_{tot}*]=[Buf]+[HBuf]*) a z rozdílu mezi koncentrací plně disociovaných kationtů a plně disociovaných aniontů – tzv. *SID* (strong ion difference):

[H^+*]=Funkce (pCO2, SID,* Buf_{tot}*)*

Problémem tohoto pojetí je, že v modelu pak přesnost acidobazických výpočtů závisí na přesnosti výpočtu SID, tj. rozdílu mezi koncentrací plně disociovaných kationtů (tj. především sodíku a draslíku) a plně disociovaných aniontů (především chloridů). Nepřesnosti, které vznikají při modelování příjmu a vylučování sodíku, draslíku a chloridů se pak odrážejí v nepřesnostech

modelování acidobazického stavu.

Přestože Coleman a spol. [3] ve svém modelu QHP podstatně zlepšili přesnost modelování příjmu a vylučování sodíku, draslíku a chloridů v ledvinách, modelujeme-li dlouhodobý stav (kdy se s virtuálním pacientem nic neděje) má virtuální pacient v současné verzi modelu po měsíci simulovaného času tendenci upadat do lehké ustálené metabolické acidózy.

Náš bilanční přístup k modelování a hodnocení poruch acidobazické rovnováhy [8, 11, 12] vychází z modelování bilancí dvou toků – tvorby a vylučování CO_2 a tvorby a vylučování silných kyselin, propojených přes pufrační systémy jednotlivých oddílů tělních tekutin. Toto pojetí dle našeho názoru lépe vyskytuje fyziologickou kauzalitu acidobazických regulací, než nepřímé modelování acidobazických poruch přes bilanci doprovázejících elektrolytů. Krom toho se podstatně zlepšuje věrnost modelování zejména smíšených (acidobazických a elektrolytových) poruch vnitřního prostředí.

Další závažnou modifikací QHP je ***rozšíření modelu o závislost toku draslíku do buněk na vtoku glukózy způsobeném vlivem inzulínu***, což umožní mimo jiné modelovat vliv infůzí draselných roztoků s inzulínem a glukózou, které se v akutní medicíně podávají pro léčení deplece draslíku.

Bilanční přístup k modelování acidobazické rovnováhy jsme využívali již v našem starém simulátoru *„Golem"* – například při simulaci vzniku a neadekvátního léčení metabolické acidózy s následkem ohrožení života pacienta navozenou hypokalémií, která byla nakonec zvládnuta infúzí draselného roztoku s inzulínem a glukózou [11].

Rozšířený model QHP je podkladem námi vytvářeného výukového trenažéru „eGolem", určeného pro lékařskou výuku v oblasti klinické fyziologie akutních stavů, vyvíjeného v rámci tohoto výzkumného projektu. Na webových stránkách projektu„eGolem" je možno i najít aktuální strukturu naší modelicové implementace modelu QHP (*http://physiome.cz/egolem*).

5. Struktura QHP

Naši implementaci modelu QHP jsme nazvali ***QHP-Golem Edition***. Naše implementace se snaží udržovat strukturu smysluplného „adresářového stromu", který má na jedné úrovni maximálně 20 „podstromů". Je dobrým programátorským zvykem model koncipovat tak, aby jedno schéma bylo zřetelně zobrazitelné na jedné obrazovce.

Modelicová třída může být navenek reprezentovaná ikonkou s příslušnými konektory. Propojení „ikonek" ve schématu pak odpovídá propojeným instancím jednotlivých tříd.

Každé grafické schéma tedy odpovídá implementaci jedné modelicové třídy (viz náš příspěvek o akauzálním modelování na minulém MEDSOFTu [13]).

Třídy v Modelice mají hierarchickou strukturu. Pod ikonkou ve schématu se proto může skrývat další schéma, tato hierarchie pak analogicky odpovídá adresářovému stromu souborů.

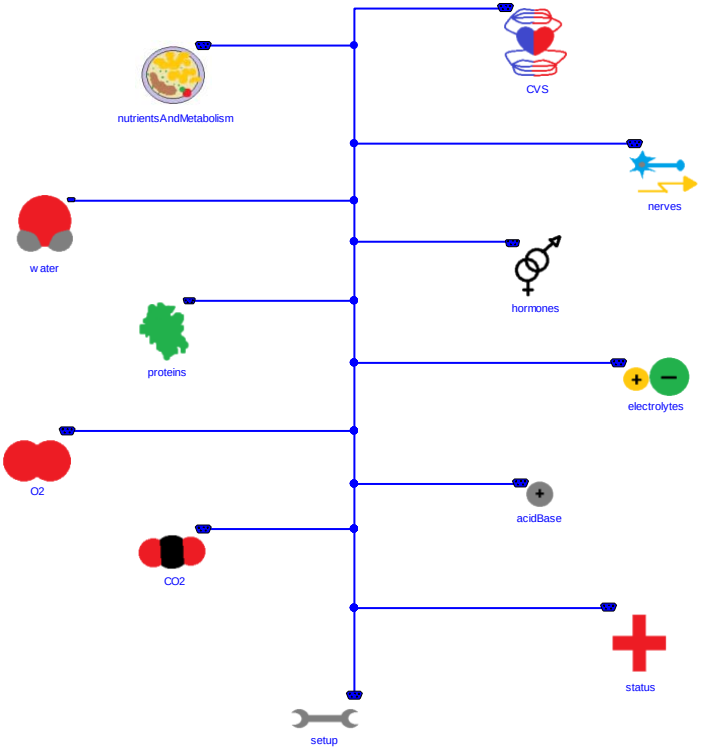
Pokud ikonka obsahuje uvnitř sebe (po rozkliknutí) ještě nějaké další propojené ikonky, graficky se tím zobrazuje struktura modelicové třídy

realizovaná propojenými instancemi dalších modelicových tříd.

Pokud se pod ikonkou ve schématu již další smysluplné schéma neskrývá, pak je příslušná třída definovaná textově přímo matematickými rovnicemi. Naší snahou bylo přiřadit těmto elementárním blokům co nejjednodušší fyziologické vztahy, aby se staly co nejvíce univerzálně použitelnými a srozumitelnými.

Příkladem jsou například bloky připomínající elektrický odpor, kterého rovnicí je jednoduchý Ohmův zákon. Analogii Ohmova zákona je možné používat nejen s gradientem elektrického napětí a proudu, ale také s tlakovým gradientem, koncentračním, osmotickým, hydraulickým nebo teplotním gradientem. Odpor (vodivost) a tok pak odpovídají příslušným veličinám v daných fyzikálních doménách (např. látkový tok apod.).

Další, často používanou analogií je schéma součástky elektrického kondenzátoru. V různých doménách může vyjadřovat hromadění látky, objemu, náboje nebo energie.



Obrázek 6 – Základní struktura modelu Quantitative Human Physiology – Golem Edition

6. Základní schéma modelu QHP – Golem Edition

Základní strukturu QHP-Golem Edition zobrazuje *Obrázek 6*. Prostřednictvím sběrnice jsou propojeny následující komponenty (instance tříd)

- ***CVS*** – kardiovaskulární subsystém - subsystém cirkulace;
- ***nutritientsAndMetabolism*** - subsystém živin a energetického metabolismu zahrnuje problematiku metabolismu lipidů, ketolátek, glukózy, laktátu a aminokyselin, vstřebávání z gastrointestinálního traktu, metabolismus v játrech (včetně tvorby močoviny a proteinů), metabolismus laktátu, ketolátek, glukózy a mastných kyselin v tkáních (mozku, respiračních svalů, pravého a levého srdce, kosterních svalů, kůže, kostí, jater, ledvin, gastrointestinálního traktu, tukové tkáně a ostatních tkání)
- ***Water*** – subsystém vody v tělních tekutinách zahrnuje distribuci vody v tělních tekutinách;
- ***Proteins*** – subsystém plazmatických proteinů zahrnuje tvorbu tvorbu a degradaci plazmatických proteinů i jejich přechod z plazmy do intersticia, perototeální tekutiny a ledvinami do moči;
- ***O2*** – subsystém přenosu kyslíku;
- ***CO2*** – subsystém přenosu CO2;
- ***acidbase*** – subsystém acidobazické rovnováhy;
- ***electrolytes*** - subsystém základních elektrolytů (Na+, K+, Cl-, sulfáty, fosfáty) a také i NH4+. Bikarbonáty jsou implementovány v subsystému CO2 a laktáty v subsystému nutritientsAnd Metabolis***m***;
- ***nerves*** – nervové řízení fyziologických funkcí;
- ***hormones*** – hormonální řízení fyziologických funkcí - zatím uvažujeme katecholaminy (adrenalin a noradrenalin), renin, angiotenzin, aldosteron, ADH, erytropoetin, atrialní hormon (atriopeptin), insulin, glukagon, thyrotropin a thyroxin a subsystém ženských pohlavních hormonů; v budoucnu bude hormonální systém rozšířen o další hormony.
- ***setup*** – subsystém pro nastavení počátečních podmínek a zadávání vnějších vstupů modelu;
- ***status*** – subsystém pro vyhodnocování stavu a modelování poškození jednotlivých tkání;
- ***busConnector*** – sběrnice proměnných modelu – slouží k propojení (kauzálními vztahy) jednotlivých subsystémů mezi sebou.

Struktura (velmi složitějšího) modelu vyjádřena velmi úsporně. Tvoří ji instance jednotlivých tříd (modelů příslušných subsystémů) propojených přes sběrnicový konektor (který je instancí knihovní třídy Modeliky).

Model je řešen hierarchicky. Vhodná hierarchická dekompozice zjednodušuje pohled na modelované propojené fyziologické systémy, umožňuje se soustředit na konkrétní problém a umožňuje ladit model „po kouskách". Při ladění modelu můžeme jednotlivý subsystém napojený na sběrnici „napájet" přes sběrnicový konektor zvnějšku konstantami (nebo předem zvoleným

průběhem vstupů) a ladit jednotlivé systémy postupně. Na druhé straně můžeme uvnitř jednotlivých hierarchických subsystémů nahradit generované výstupy opět konstantami - napojený subsystém bude fungovat jako záslepka - a model ladit ze shora dolů.

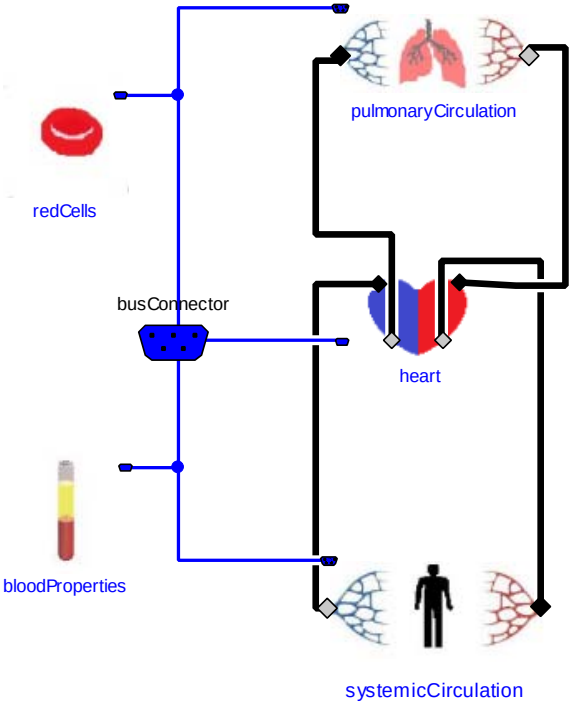
V tomto článku není místo na podrobný popis struktury modelu (tu nejlépe popíše samotný zdrojový kód modelu, propojený s kontextovou dokumentací, stažitelný z webových stránek tohoto modelu, podrobnější popis struktury modelu je také na přiloženém CD ROM).

Naznačíme pouze základní hierarchické členění dvou komponent modelu – subsystému cirkulace a subsystému živin a energetického metabolismu.

7. Subsystém cirkulace v modelu QHP – Golem Edition

Subsystém cirkulace zobrazuje *Obrázku 7*. Vídíme zde tři základní komponenty propojené akauzálními konektory (akauzální propojení jsou zobrazeny tlustými čarami, na rozdíl od kauzálních vstupních a výstupních signálových vazeb, propojených tenkými čarami):

- ***pulmonaryCirculation*** - plicní oběh;
- ***heart*** - srdce;
- ***systemicCirculation*** - systémová cirkulace;



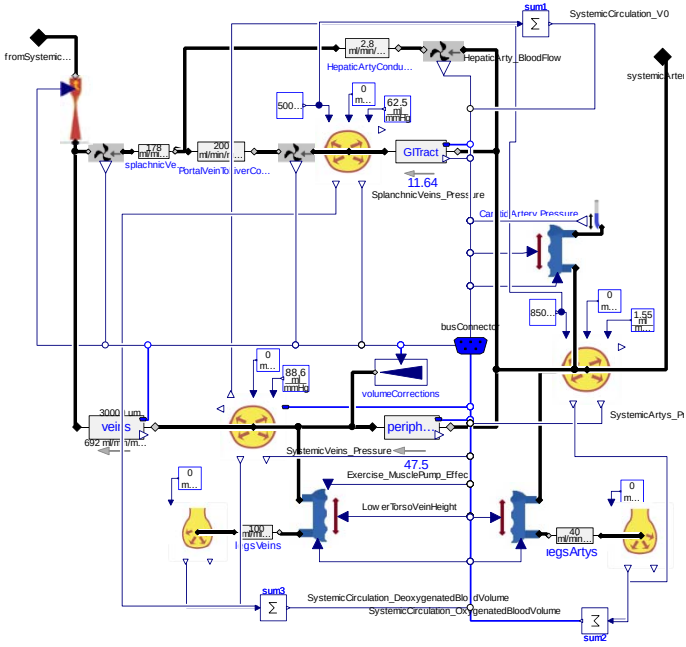
Obrázek 7 - Základní struktura subsystému cirkulace (CVS)

Připomeňme, že v akauzálních propojkách jsou rozváděny proměnné typu ***flow*** a typu ***nonflow*** (viz náš příspěvek na minulém Medsoftu [13]) pro které platí Kirchoffovy zákony - tj. součet hodnot všech propojených veličin s atributem „flow" musí být nulový (jako podle Kirchhoffova zákona v elektrické doméně), a u netokových proměnných jsou jejich hodnoty u všech propojených konektorů stejné (podle prvního Kirchoffovu zákona).

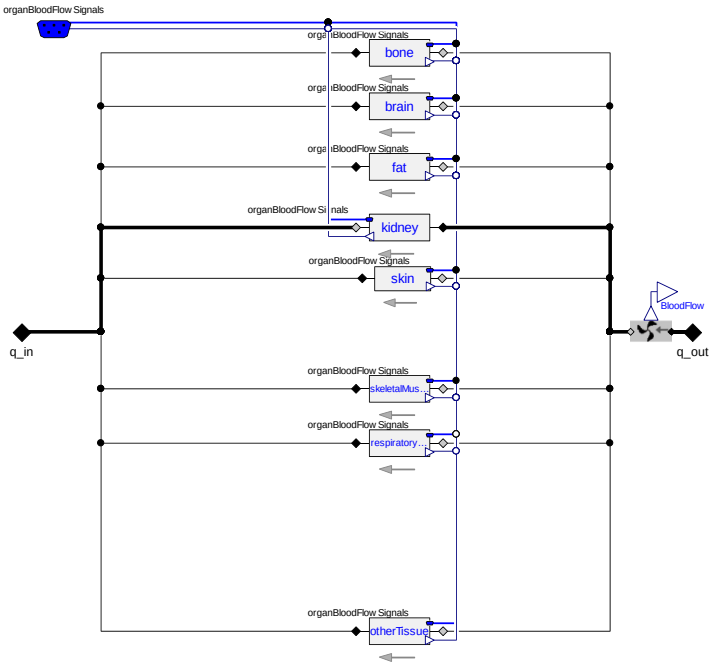
V daném případě je v akauzálních propojkách rozváděn tok krve (jako flow proměnná) a tlak (jako netoková - nonflow proměnná).

Ze všech tří komponent jsou odváděny výstupní signálové proměnné, obsahující informaci o objemu venózní a arteriální části řečiště a o objemu krve, při kterém je tlak v cévách nulový (po jeho překročení se vzrůstem objemu roste tlak v závislosti na poddajnosti cévy). Tato tři objemy jsou v příslušných sumátorech sečteny a vyslány jako informace do sběrnicového konektoru (busConnector).

Z komponenta ***bloodProperties*** počítá některé vlastnosti krve (např. viskozitu krve v závislosti na hematokritu a odvozené parametry jako je např. Viscosity_ConductanceEffect - vliv viskozity na vodivost aj.) a také I tvorbu a zánik červených krvinek (hemopoezu, řízenou ertropoetinem).



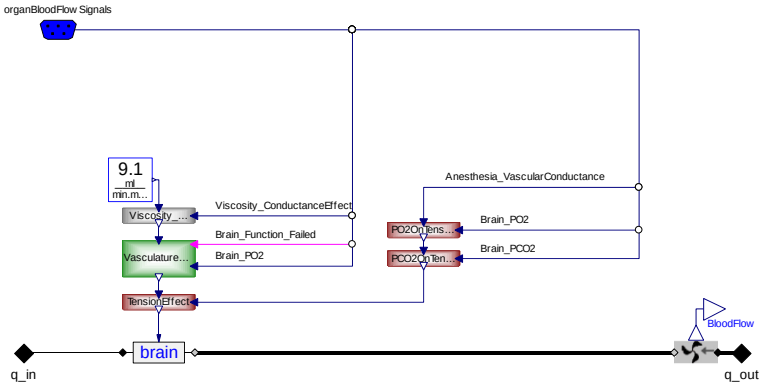
Obrázek 8 – Vnitřní struktura komponenty SystemicCirculation.



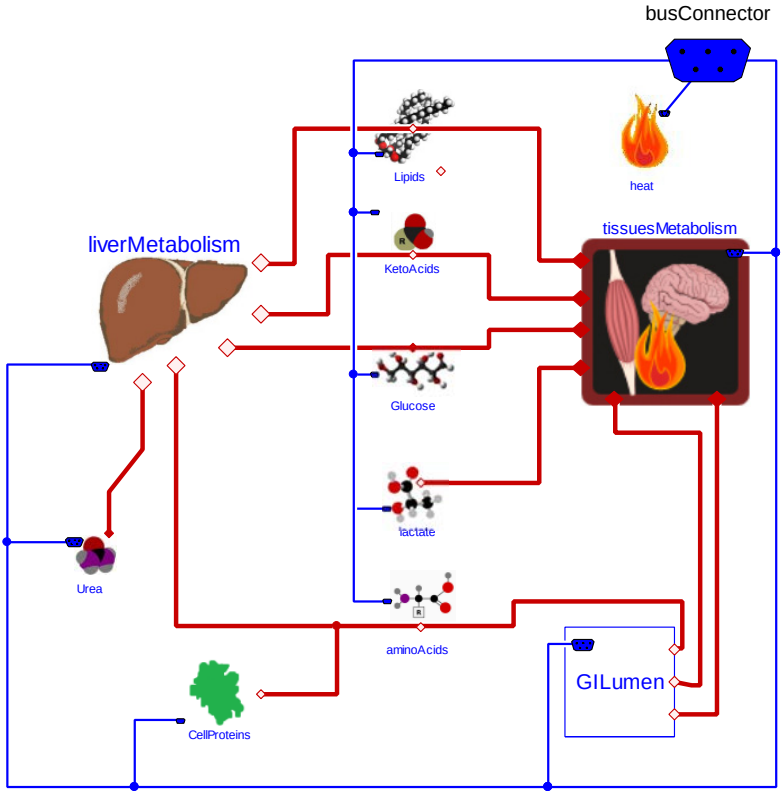
Obrázek 9 – Vnitřní struktura komponenty peripheral (instance třídy PeripheralPlow) zahrnuje paralelně zapojené regulované cévní odpory osmi jednotlivých tkání.

Od kořene komponenty ***CVS*** se můžeme podívat na „vnitřek" komponenty ***systemicCirculation***. Tato komponenta je (jedinou) instancí třídy ***SystemicCirculation*** (s velkým „S" na začátku identifikátoru). Vnitřní struktura této třídy je zobrazena na *Obrázku 8*. Propojené akauzální konektory spojují elastické kompartmenty cév, zde obrazené ikonkou s šipkami od konektoru ke kulatým okrajům (připomínajícím „nafukovací" balónek). Elastický kompartment vyjadřuje vztah tlaku, náplně a poddajnosti (resp. elesticity) cévy, závislé na neurohumorálně řízeném tonu cévy.

Kauzálními propojkami „proudí" tok krve (což je „flow proměnná") a rozvádí se tlak krve („non flow proměnná"). Mezi elastickými kompartmenty jsou příslušné odpory (řízené neurohumorálními signály ze sběrnicového konektoru). V modelu jsme zavedli portální oběh krve s elastickým kompartmentem veny portae (portální oběh v játrech jsme modelovali poněkud podrobněji než Coleman a spol., což např. umožňuje lépe modelovat následky cirhózy a hepatorenální syndrom. V horní části schématu je modelován koronární průtok. Coleman má koronární průtok jako řazen jako jednu s paralelních větví uvnitř souhrnné rezistence ***peripherals***. Protože ale koronární žíly



Obrázek 10 - Vnitřek třídy modelující odpor mozkových cév



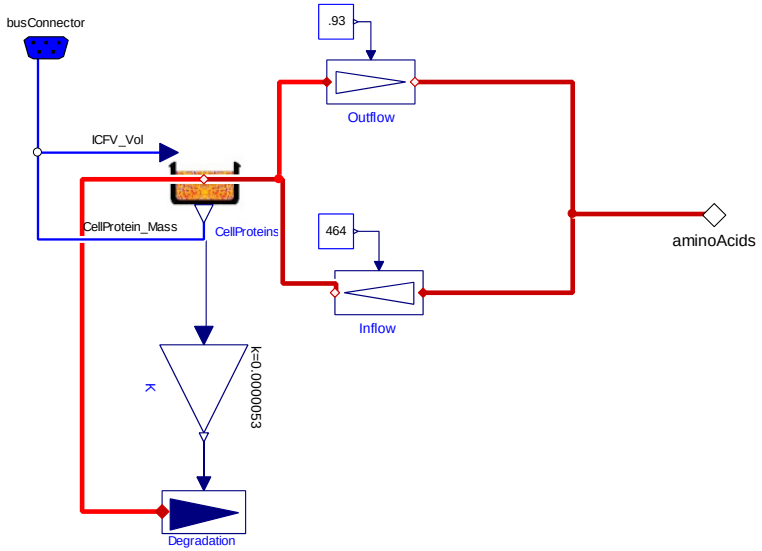
Obrázek 11 - Základní struktura subsystému živin a energetického metabolismu (komponenta nutritientsAndMetabolism z obrázku 6)

nevytékají do obecných systémových žil, ale do sinus venosus, je přesnější propojit koronární rezistenci do výstupu systémové cirkulace. Před vtokem krve do akauzálního konektoru kterým je komponenta ***systemicCirculation*** napojena na pravou síň je vložena komponenta kolabujících žil (znázorněná ikonkou kolabující cévy). V modelu uvažujeme i vliv hydrostatockého tlaku a sekvestrovanou krev v arteriích a žilách, zvlášť v dolním, středním a horním torzu. Kompartmenty sekvestrované krve (instance třídy ***SequesteredBlood***) jsou přes odpory propojeny akauzálními konektory s instancemi třídy ***GravityHydrostaticDifference*** (v arteriích) a i instancemi třídy **GravityHydrostaticDifferenceWithPumpEffect** (v žilách dolního torza, kde se též uvažuje pumpovací efekt svalů dolních končetin).

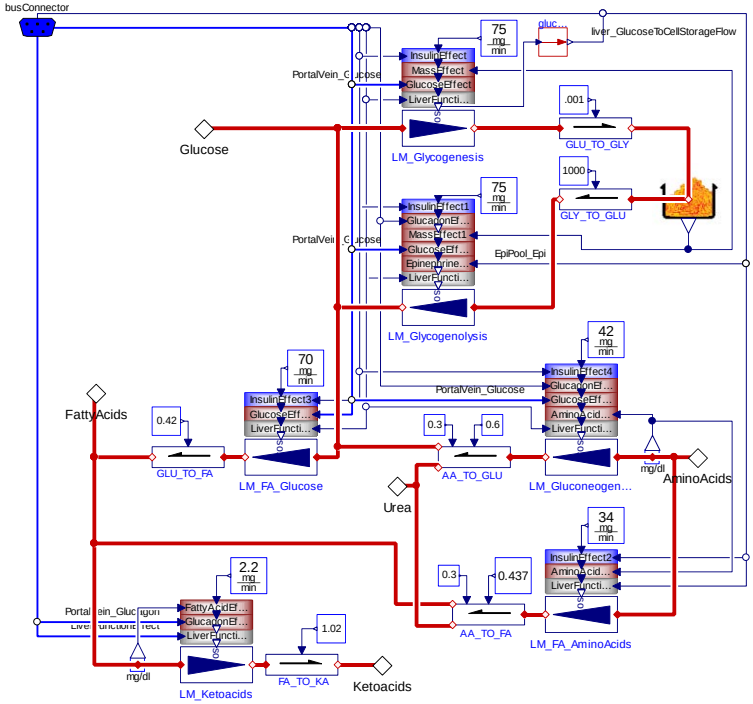
Hierarchické členění má také komponenta odporu **peripheral** (instance třídy ***PeripheralFlow***) propojující artérie s elastickým kompartmentem systémových žil (*Obrázek 9*).

V modelu tedy krom průtoku koronárními cévami, játry a gastrointestinálním traktem, modelujeme také průtok tkáněmi kostí, mozku, tukové tkáně, ledvin, kůže, kosterních svalů, respiračních svalů, a sběrným odporem reprezentujícím „ostatní tkáně". Každý odpor je řízen - řídící signály zprostředkovává sběrnicový konektor.

Tak například v odpor cév v mozkové tkáni (*Obrázek 10*) je závisí na mozkové tenzi PO_2 a PCO_2, viskozitou krve (***Viscosity_Conductance_Effect***) a také i vlivem anestézie (***Anesthesia_Vascular_Effect***). Bazální hodnota prochází



Obrázek 12 - Strutkura třídy modelující tvorbu a degradaci proteinů (komponenta CellProteins z Obrázku 11)



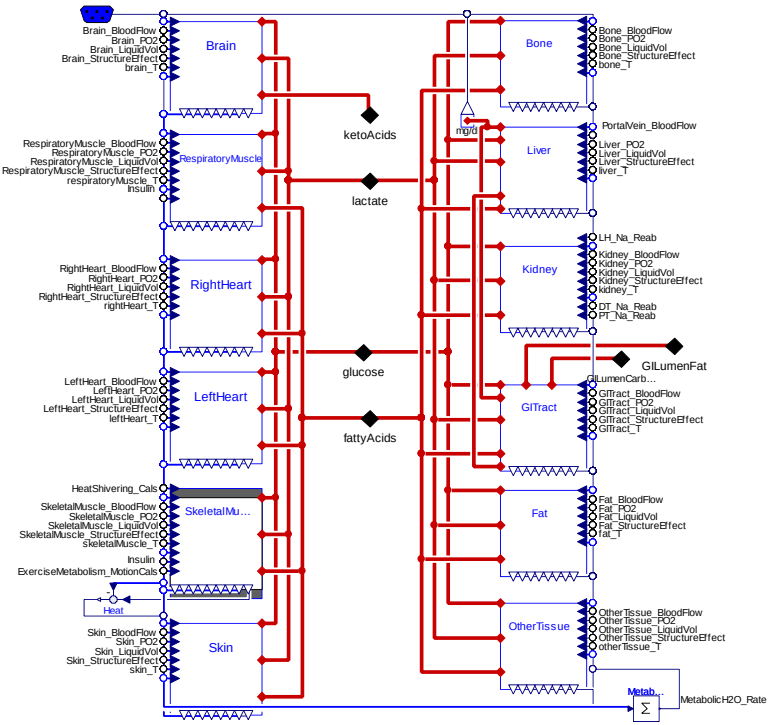
Obrázek 13 - V komponentě liverMetabolism jsou řízenými látkovými toky modelovány přeměny mastných kyselin, ketolátek glukózy a aminokyselin. Také je zde modelována tvorba močoviny

přes tři komponenty ke komponentě mozkového odporu a je při průchodu postupně modifikována multiplikátory v jednotlivých komponentách. Obdobně je vlivem PCO_2 a PO_2 modifikován vliv anestézie dříve než se dostane k ovlivnění odporu mozkových cév).

8. Subsystém živin a energetického metabolismu

Instance třídy ***NutritiensAndMetabolism*** modeluje toky aminokyselin, glukózy, ketokyselin a lipidů a dále ještě vznik močoviny a synsézu a degradaci proteinů (viz *Obrázek 11*). Akauzálními látkovými toky jsou propojeny komponenty ***liverMetabolism***, ***Lipids***, ***Ketoacids***, ***Glucose***, ***Lactate*** a ***Aminoacids***. V komponentě ***GILumen*** je modelováno vstřebábání příslušných látek. Dále je zde modelována tvorba tepla (komponenta ***heat*** s ikonkou plamínku).

V komponentě se uvažují instance koncentračních kompartmentů (kam ústí konektory rozvádějící látkové toky (jako flow proměnnou) a koncentrace (jako nonflow proměnnou). Do kompartmentu dále vstupuje objem solventu jako signálový tok - a uvnitř kompartmentu se tak vypočítává koncentrace.



Obrázek 14 - V komponentě tissuesMetabolism (z obrázku 11) je modelováno spalování mastných kyselin, glukózy, laktátu a ketolátek v jednotlivých tkáních

Kompartment umožňuje realizovat ředění nebo koncentrování příslušné látky i změny koncentrace způsobené změnou bilance přítoku či odtoku látkového množství.

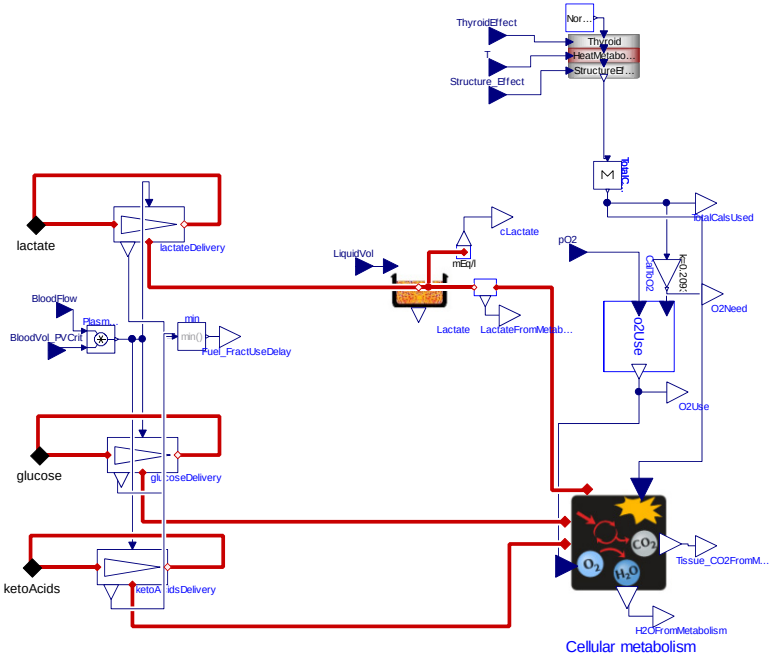
Tvorba a spotřeba aminokyselin souvisí s tvorbou a degradací proteinů (instance ***CellProteins*** - viz *Obrázek 12*. V komponentě jsou propojeny látkové toky proteinů s tokem aminokyselin.

Komponenta ***liverMetabolism*** z *Obrázku 11* propojuje látkové toky (realizované akauzálními vazbami lipidů, ketolátek, glukózy aminikyselin a močoviny (viz *Obrázek 13*).

Energetická spotřeba ketolátek, laktátu, glukózy a mastných kyselin jakož i vstřebávání uhlohydrátů a tuků z gastrointestinálního traktu je obsahem komponenty ***tissuesMetabolism*** (viz *Obrázek 14*).

Spotřeba látek se počítá zvlášť pro každou tkáň (mozek, respirační svaly, myokard pravého srdce, myokard levého srdce, kosterní svaly kůži, kosti, játra, ledviny, zažívací trakt tukovou tkáň a další zbylé tkáně).

Obrázek 15 zobrazuje modelování energetické přeměny látek v mozku.



Obrázek 15 - V komponentě modelující energetický metabolismus mozkové tkáně (komponenta Brain z Obrázku 14) se propojuje vlastní buněčný metabolismus (komponenta s ikonkou O2, CO2, vody a žlutého blesku jako symbolu pro energii) s toky spalované glukózy ketokyselin a laktátu.

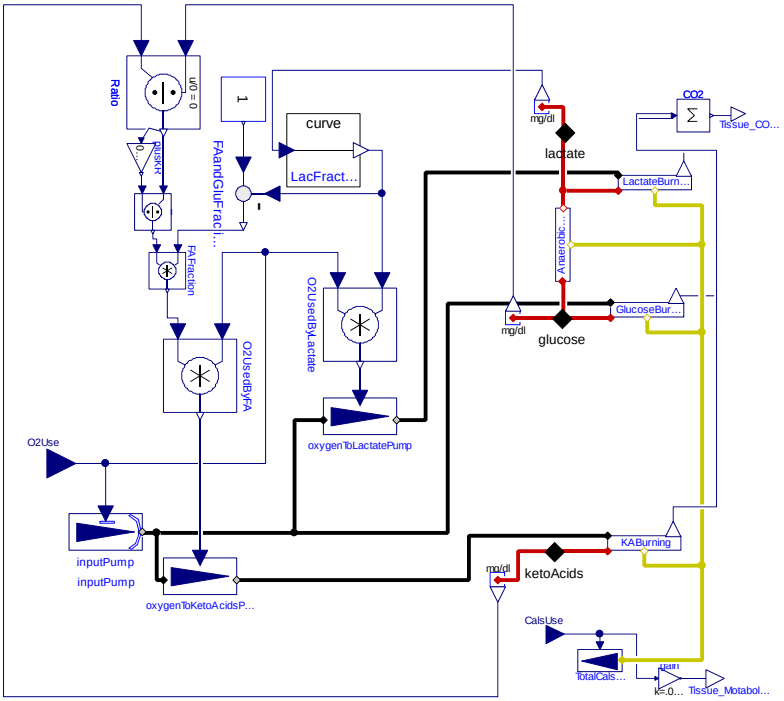
Důležitou komponentou, kde je počítán vztah mezi energetickou přeměnou, anaerobním a aerobním metabolismem a následným spalováním laktátu, glukózy a ketokyselin, spotřebou kyslíku a tvorbou oxidu uhličitého je komponenta ***CellularMetabolism*** (v pravém dolním rohu schématu na *Obrázku 15*). Implementaci komponenty zobrazuje *Obrázek 16*. Údaje o spotřebě kyslíku a toku kalorií jsou této komponentě předávány přes kauzální konektor, komponenta počítá tvorbu CO_2 a tvorbu metabolické vody (a tvorbu či spotřebu laktátu, spalování ketolátek a glukózy).

Většina lékařských simulátorů řeši přenos krevních plynů a cirkulaci a energetický metabolismus implementuje pouze okrajově. Energetická bilance je však v akutní medicíně důležitá. Proto jsme subsystému živin a metabolism věnovali velkou pozornost.

Další podrobnosti je možno získat v podrobném popisu struktury modelu v CD příloze k tomuto sborníku.

9. Závěr

Dlouhodobě se věnujeme tvorbě lékařských simulátorů. Jedním z našich cílů je



Obrázek 16 - V komponentě cellularMetabolism pro každou tkáň (v daném případě pro mozkovou tkáň) je realizováno spalování glukózy, ketolátek, (v některých tkáních též mastných kyselin) a laktátu, propojení mezi aerobním a anaerobním metabolismem, přeměnou energie, spotřebou kyslíku a tvorbou CO2 a metabolické vody.

vytvoření lékařského trenažéru využitelného zejména v akutní medicíně. Jeho základem musí být dostatečně podrobný matematický model fyziologických vztahů. Navázali jsme proto na práci T. Colemana a spol. [3, 6] a na náš předchozí simulátor Golem [9] a vytvořili jsme implementaci modelu ***Quantitative Human Physiology – Golem Edition***, který bude východiskem pro vytvoření výukového simulátoru.

Model jsme implementovali v akauzálním prostředí jazyka Modelica. Ukázalo se, že právě prostředí akauzálních simulačních nástrojů je velmi efektivním nástrojem, vhodným zvláště pro tvorby rozsáhlých huierarchických modelů, s nimiž se právě při formálním popisu živých systémů setkáváme.

Zdrojový text modelu v Modelice a podrobný popis jeho struktury zveřejňujeme jako open source na našich webových stránkách (*http://www.physiome.cz/egolem)*. Podrobný popis modelu je rovněž na CD příloze k tomuto sborníku.

Poděkování

Tvorba výukových simulátorů a vývoj příslušných vývojových nástrojů byly podporovány granty MŠMT č. 2C06031 „e-Golem", výzkumným záměrem MSM 0021620806 a společností Creative Connections s. r. o.

Literatura

[1.] Abram, S. R., Hodnett, B. L., Summers, R. L., Coleman, T. G., & Hester, R. L. (2007). Quantitative circulatory physiology. An integrative mathematical model of human mathematical model of human physiology for medical education. Advanced Physiology Education , 31, stránky 202-210.

[2.] Guyton, A. C., Coleman, T. G., & Grander, H. J. (1972). Circulation: Overall Regulation. Ann. Rev. Physiol. , 41, stránky 13-41

[3.] Coleman, T. G., Hester, R. L., & Summers, R. L. (2009). Quantitative Human Physiology. Načteno z http://physiology.umc.edu/themodelingworkshop

[4.] Fencl, J., Jabor, A., Kazda, A., & Figge, J. (2000). Diagnosis of metabolic acid-base disturbances in critically ill patients. Am. J. Respir. Crit. Care , 162, stránky 2246-2251.

[5.] Fritzon, P. (2003). Principles of object-oriented modeling and simulation with Modelica 2.1. Wiley-IEE Press.

[6.] Hester, R. L., Coleman, T., & Summers, R. (2008). A multilevel open source integrative model of human physiology. The FASEB Journal , 22, str. 756.

[7.] Ikeda, N., Marumo, F., & Shirsataka, M. (1979). A Model of Overall Regulation of Body Fluids. Ann. Biomed. Eng. , 7, stránky 135-166.

[8.] Kofránek, J. (1980). Modelování acidobazické rovnováhy krve. Disertační práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Fakulta všeobecného lékařství.¨

[9.] Kofránek, J., Anh Vu, L. D., Snášelová, H., Kerekeš, R., & Velan, T. (2001). GOLEM – Multimedia simulator for medical education. V L. Patel, R. Rogers, & R. Haux (Editor), MEDINFO 2001, Proceedings of the 10th World Congress on Medical Informatics. 1042-1046. London: IOS Press. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/MEDINFO2001.pdf.

[10.] Kofránek, J., Andrlík, M., Kripner, T., & Mašek, J. (2002). Simulation chips for GOLEM – multimedia simulator of physiological functions. In J. G. Anderson, & M. Kapzer (Editor), Simulation in the Health and Medical Sciences 2002. (stránky 159-163). San Diego: Society for Computer Simulation International, Simulation Councils.

[11.] Kofránek, J., Matoušek, S., & Andrlík, M. (2007). Border flux ballance approach towards modelling acid-base chemistry and blood gases transport. V B. Zupanic, S. Karba, & S. Blažič (Editor), Proceedings of the 6th EUROSIM Congress on Modeling and Simulation, Full Papers (CD) (stránky TU-1-P7-4: 1-9). Ljubljana: University of Ljubljana. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/ljubljana2007.pdf.

[12.] Kofránek, J. (2009). Komplexní model acidobazické rovnováhy. (Anglická verze: Complex model of acid-base balance je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/medsoft2009acidbase.pdf, model je na adrese http://www.physiome.cz/acidbase). In M. Zeithamlová (Editor), MEDSOFT 2009 (stránky 23-60). Praha: Agentura Action M.

[13.] Kofránek, J., Privitzer, P., Mateják, M., Tribula, M. (2009) Akauzální modelování – nový přístup pro tvorbu simulačních her. In MEDSOFT 2009. In Ziethamlová (Editor) Praha: Agen-

tura Action M, Praha 2008, str. 31-75.

[14.] Kofránek, J., Mateják, M., & Privitzer, P. (2009). Leaving toil to machines - building simulation kernel of educational software in modern software environments. CD ROM. In L. Dušek, D. Schwarz, & S. Štípek (Editor), Mefanet 2009, Conference Proceedings (stránky kofranek.pdf: 1-39). Brno: Masarykova Univerzita. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/MEFANET2009.pdf.

[15.] Mateják, M., Privitzer, P., & Kofránek, J. (2008). Modelica vs. blokovo-orientované jazyky matematického modelovania. In J. Janech (Editor), Objekty' 2008 (stránky 79-94). Žilina: Edis.

[16.] Sirker, A. A., Rhodes, A., & Grounds, R. M. (2001). Acid-base physiology: the ‚traditional' and ‚modern' approaches. Anesthesia , 57, stránky 348-356.

[17.] Stewart, P. A. (1983). Modern quantitative acid-base chemistry. Can. J. Physiol. Pharmacol., 61, stránky 1444-1461.

[18.] Thomas, R. S., Baconnier, P., Fontecave, J., Francoise, J., Guillaud, F., Hannaert, P., a další. (2008). SAPHIR: a physiome core model of body fluid homeostasis and blood pressure regulation. Philosophical Transactions of the Royal Society , 366, stránky 3175-3197.

Kontakt:

Mgr. Marek Mateják
MUDr. Jiří Kofránek, CSc.

Oddělení biokybernetiky a počítačové podpory výuky,
Ústav patologické fyziologie 1.LF UK
U nemocnice 5, 121 53 Praha 2
tel: +420 22496 5912
e-mail: *matejak.marek@gmail.com*
http://physiome.cz

OD MODELU K SIMULÁTORU V INTERNETOVÉM PROHLÍŽEČI

Pavol Privitzer, Jan Šilar, Martin Tribula, Jiří Kofránek

Abstrakt

V práci je popsána originálně vyvinutá technologie tvorby simulátorů spustitelných v internetovém prohlížeči. Základem tvorby simulačních modelů je vývojové prostředí akauzálního simulačního jazyka Modelica. Vlastní simulátory jsou vytvářeny v prostředí Microsoft .NET. Animace, ovladatelné modelem na pozadí, jsou vytvářeny pomocí nástroje Microsoft Expression Blend. Simulační jádro modelu je automaticky vygenerováno překladačem jazyka Modelica pomocí námi originálně vytvořeného generátoru kódu C# a propojeno s řešičem algebrodiferenciálních rovnic. Celý simulátor je vytvořen jako aplikace pro platformu Microsoft Silverlight. To umožní v různých operačních systémech spouštět simulátory jako webové aplikace, spustitelné pomocí internetového prohlížeče s nainstalovaným doplňkem Silverlight.

Klíčová slova

e_Learnig, Model, Simulace, Web

1. Úvod

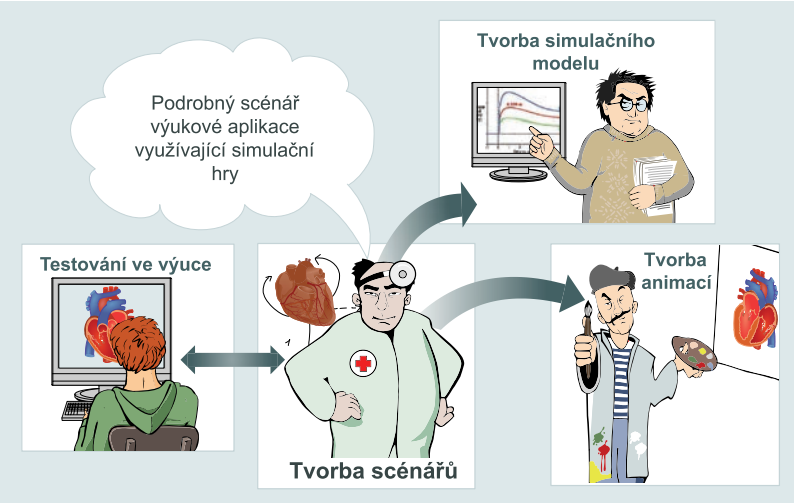
Základem výukového simulátoru je identifikovaný simulační model. Simulační model, implementovaný v tom nejrafinovanějším vývojovém prostředí ale není sám o sobě použitelný jako výuková pomůcka. Je jen implementací formalizovaného popisu modelované reality umožňující testovat chování matematického modelu při nejrůznějších hodnotách vstupů a hledat takové rovnice a parametry modelu, které by ve zvolených mezích přesnosti nakonec zajistily dostatečně dobrou shodu chování modelu s chováním modelovaného systému (identifikace modelu)

I po dosažení tohoto cíle je od identifikovaného modelu k výukovému simulátoru ještě poměrně dlouhá cesta. Díky pokroku v softwarových technologiích se však objevily nové nástroje nejen pro efektivnější vytváření simulačních modelů, ale také i prostředky, usnadňující tvorbu vlastních simulátorů s působivým vizuálním uživatelským rozhraním.

2. Kostra výukové simulační aplikace – scénář

Simulační technologie se zlepšily a zefektivnily, ceny zařízení i softwaru padají. Rozvoj internetu, virtuální 3D prostředí, jakým je např. prostředí Second Life, nebo stále širší nabídka lékařských trenažérů využívajících robotizovanou figurínu pacienta přinášejí nové možnosti pro lékařskou výuku. Výuka pomocí simulátorů se v poslední době velmi rozšiřuje (zejména v USA a v Izraeli).

Výuka se simulátorem je z pedagogického hlediska vysoce účinná, klade však mnohem větší nároky na vyučujícího, než klasická výuka**.** Sebesložitější simulátor s tím nejatraktivnějším uživatelským rozhraním nemusí proto nutně být účinnou výukovou pomůckou. Pedagogická efektivita využití simulátoru



Obrázek 1 - Úloha pedagoga – tvůrce scénáře ve vývoji výukových simulátorů je klíčová. Autor scénáře musí ve spolupráci s tvůrcem modelu přesně definovat, jakým způsobem se bude model ve výukové aplikaci využívat a jak bude vypadat uživatelské rozhraní modelu. Pro výtvarníka musí připravit dostatečně podrobné zadání požadavků na výtvarné ztvárnění všech potřebných grafických prvků a animací. Důležité je testování vytvořeného simulátoru ve výuce, které obvykle přinese cenné podněty pro modifikaci výukové aplikace.

především závisí na pedagogovi, který musí mít jasné představy, jakým způsobem a kde je nejvhodnější využít ve výuce simulační model.

Čím složitější je výukový simulátor, tím důležitější je mít předem jasnou představu o scénáři výukových simulačních her, které s ním budeme provádět. To potvrzují i naše praktické zkušenosti s využitím složitých simulátorů ve výuce (např. se simulátorem Golem [4] nebo se simulátorem QCP [1]). Ukázalo se, že uživatelské rozhraní, které při mnoha větvících se nabídkách a možnostech prohlížení hodnot stovek proměnných, studenty zbytečně rozptyluje. Bez jasného pedagogického vedení, na co a kdy se při dané simulační hře se složitým simulátorem podívat a jak interpretovat výsledky, má jejich využití mizivé výsledky.

O tom, jak může být simulátor pedagogicky využíván, je ovšem třeba přemýšlet především před tím, než se pustíme do jeho vytváření. To platí zejména, chceme-li vytvářet multimediální interaktivní výukové programy, dosažitelné po internetu, využívající simulační hry pro lepší pochopení a procvičení vykládané látky. Klíčem k úspěchu je dobrý scénář (*Obrázek 1*).

První, na kom závisí úspěch vytvářené aplikace, je tedy zkušený pedagog, který musí mít jasno v tom, co a jakými prostředky chce svým studentům pomocí multimediální výukové aplikace vysvětlit, kde a jak využít pro ozřejmění vykládané látky simulační model.

Kostrou výukové aplikace je její scénář. Jeho základem je obvykle nějaký výukový text – skripta, kapitola v učebnici apod. Při tvorbě scénáře pro multimediální výukovou aplikaci však musíme myslet i na to, jak se bude výukový program jevit na obrazovce, jaká bude posloupnost jednotlivých obrazovek, jaké bude jejich výtvarné ztvárnění, kde budou umístěny interaktivní elementy, kde se bude zapojovat zvuk, jak budou vypadat jednotlivé animace, kde se vloží simulační model a jak bude ovládán, kde se vloží test znalostí, jak bude vypadat, jak se bude vyhodnocovat a jak se bude reagovat na jeho výsledek apod.

Finální podobu grafických prvků tvoří profesionální výtvarník. Proto je nesmírně důležitá dobrá komunikace pedagoga - tvůrce scénáře s výtvarníkem. Pedagog nemusí umět dostatečně dobře kreslit, musí mít ale jasnou a promyšlenou představu o tom, co od výtvarníka potřebuje. Kamenem úrazu se zpočátku stávalo neustálé předělávání již nakreslených animací, způsobených obvykle původně ne zcela jasnou představou pedagoga o výtvarném ztvárnění multimediálního prvku ve scénáři. Věnovat pozornost pečlivé přípravě scénáře před počátkem vlastní realizace se proto vyplatí.

Při tvorbě scénáře výukové aplikace se nám osvědčilo využívat postup, který je znám u kresleného filmu – nakreslit (nejlépe ve spolupráci s výtvarníkem) obrazový scénář, tzv. „Story Board" – hrubou posloupnost jednotlivých obrazovek, a ke každé obrazovce pak v klasickém textovém editoru napsat komentář (případně odkaz na příslušnou část textu).

Interaktivní multimediální program však nejsou do počítačové podoby jednoduše přepsaná skripta. Není to ani lineární posloupnost textů, zvuků a pohyblivých obrázků jako kreslený film. Výrazným rysem výukového programu je jeho interaktivita – a s tím spojená možnost větvení a vzájemného propojení jednotlivých částí. Přetvořit lineární textový a obrazový scénář do scénáře větveného, hypertextovými odkazy provázaného interaktivního programu ovšem není jednoduché.

Jedním z metodologických problémů, který bylo nutno při tvorbě scénářů našich výukových aplikací vyřešit, byl způsob jak ve scénáři zobrazit vlastní strukturu výukového programu, zahrnující výklad, interakce s uživatelem, větvení programu apod.

Nejjednodušší je v textovém či obrazovém editoru pomocí klasických blokových diagramů či struktogramů popsat příslušná větvení, rozhodovací bloky apod. s příslušnými odkazy na stránky textu a příslušné obrázky uložené v dalších souborech.

Při psaní scénáře se osvědčilo využít schopností moderních textových editorů a vytvářet příslušné hypertextové odkazy – tím již vlastní scénář dostává jisté rysy budoucí interaktivity.

Pro zápis scénáře výukové aplikace jsme také vyzkoušeli nástroj Adobe Captivate (*http://www.adobe.com/cz/products/captivate/*), který umožňuje rychle vytvářet profesionálně vypadající e-learningový obsah s pokročilou interaktivitou, bez velkých nároků na znalosti programování. Ukázalo se ale, že

pro cíl – zapsat scénář ve formě interaktivně se větvícího storyboardu, je tento nástroj až příliš zbytečně komplikovaný. Naopak, ukázalo se, že pro sdílení postupně vznikajících scénářů mezi členy vývojového týmu stačí jednoduché nástroje. Pro specifikaci zadání vytváření grafických prvků výtvarníkům i sledování dosažených výsledků jejich práce apod., velmi postačoval nástroj Microsoft OneNote.

Moderní interaktivní výukový program není ani do počítačové podoby převedený výukový animovaný film – nejvyspělejším rysem interaktivity, kterou počítač poskytuje, je právě možnost využití simulátoru, který formou simulační hry umožní ve virtuální realitě ozřejmit vysvětlovaný problém. A scénář výukového programu s tím musí počítat. Autor si musí položit otázky – jaké experimenty se simulačním modelem je vhodné nabídnout, jaké má být uživatelské rozhraní simulační hry, a konečně, jaké jsou požadavky na simulační model na pozadí.

Proto je důležité, aby „scénárista" komunikoval i s tvůrcem modelu, aby znal strukturu modelu a mohl navrhnout její případnou modifikaci, či formuloval požadavky, které by model měl splňovat.

Klíčová je i pedagogická zkušenost. Nezřídka se ukazuje, že to, co se při návrhu scénáře výukové aplikace jevilo jako jednoduché a srozumitelné, může být v pedagogické praxi komplikované a obtížně pochopitelné. Kromě toho, právě při využívání simulační hry ve výuce se vyjeví nutnost modifikace ať již uživatelského rozhraní, nebo i simulačního modelu na pozadí aplikace.

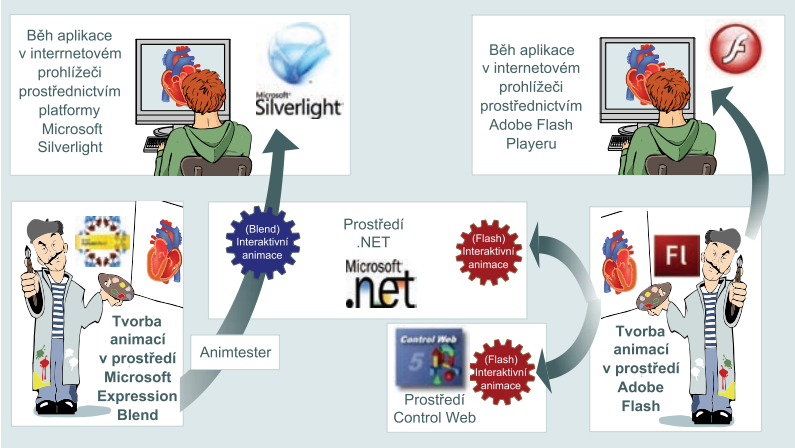
Proto je důležité průběžně vytvářet návrhy scénářů v těsném kontaktu s pedagogickou praxí. Proto se nám také osvědčilo si simulační aplikaci„nejdříve vyzkoušet na studentech" při výuce, a poučeni z této zkušenosti pak vytvářet nebo dotvářet vysvětlující text, modifikovat simulátor a navrhovat konečnou formu uživatelského rozhraní v produkční verzi internetové e-learningové aplikace.

3. Svaly výukové simulační aplikace – interaktivní multimediální komponenty

Pro vytváření uživatelského rozhraní výukového simulátoru je velmi působivé simulátor navenek reprezentovat jako pohyblivé obrázky řízené simulačním modelem. Řízené animace mohou graficky reprezentovat význam číselných hodnot – např. schematický obrázek cévy se může roztahovat nebo komprimovat, srdce může rychle či pomaleji tepat, plíce mohou hlouběji či mělčeji „dýchat", ručička měřicího přístroje se může pohybovat a průběžně zobrazovat hodnotu nějaké výstupní proměnné modelu čtené z běžícího simulačního modelu na pozadí apod. Na druhé straně můžeme přes vizuální prvky (přes nejrůznější tlačítka, knoflíky, táhla apod.) do simulačního modelu zadávat nejrůznější vstupy.

Grafický vzhled v nezanedbatelné míře rozhoduje o tom, jak bude výuková aplikace přijímána potenciálními uživateli.

Pro profesionální výsledný vzhled výukového simulátoru je proto nezbytné,



Obrázek 2 - Na bedrech výtvarníků spočívá odpovědnost za tvorbu multimediálních komponent, zejména interaktivních animací, propojených se simulačním jádrem výukových simulátorů. Animační komponenty vytvářené v prostředí Adobe Flash využíváme v numericky méně náročných simulátorech spustitelných v internetovém prohlížeči nebo jako prvky uživatelského rozhraní simulátorů vytvářených ve vývojových prostředích Control Web nebo Microsoft .NET. V poslední době využíváme též nástroj Microsoft Expression Blend pro tvorbu grafických komponent pro multimediální simulátory spustitelné prostřednictvím platformy Silverlight přímo v internetovém prohlížeči. Pro usnadnění tvorby animací, které budou řízeny simulačním modelem, využíváme námi vytvořený nástroj Animtester.

aby vlastní animace vytvářel výtvarník – výsledky jsou neporovnatelně lepší, než když animace vytváří graficky nadaný programátor. Předpokladem ale je, že výtvarník musí dobře zvládat práci s nástroji pro tvorbu interaktivní grafiky. Takto vzdělaných výtvarníků je ale na trhu práce kritický nedostatek a ti, kteří tyto nástroje ovládají, jsou žádanými (dobře placenými) členy profesionálních týmů vytvářejících počítačové hry, webové portály, reklamní multimediální aplikace apod.

Znamenalo to ovšem věnovat nemalé úsilí výuce výtvarníků, které jsme tyto dovednosti museli naučit. Proto jsme již před lety začali úzce spolupracovat se Střední uměleckou školou Václava Hollara a na této škole jsme otevřeli „laboratoř interaktivní grafiky" jako detašované pracoviště Univerzity Karlovy.

Věnovali jsme značnou část našeho pracovního času tomu, abychom profesionální výtvarníky naučili pracovat s vývojovými nástroji pro tvorbu interaktivních animací (jako je Adobe Flash, Microsoft Expression Blend aj.), s nástroji pro tvorbu 3D grafiky (např. Cinema 3D), s nástroji pro zpracování videa (např. Adobe Premiere), poskládat vše do internetem dostupné aplikace (např. pomocí Adobe Flex) i naučit výtvarníky základům programového ovládání interaktivních animací a tvorby interaktivních webových stránek.

Naše úsilí mělo úspěch. Výtvarníci ztratili ostych před počítačem a záhy

pochopili, že „digitálním štětec" představuje jen další nástroj pro kreativní výtvarné vyjadřování, jehož ovládnutí navíc přináší další velké možnosti jejich pracovního uplatnění.

Iniciovali jsme také založení Vyšší odborné školy, která vyučuje v tříletém studiu předmět „interaktivní grafika". Pracovníci našeho Oddělení biokybernetiky a počítačové podpory výuky se v této Vyšší odborné škole mimo jiné podílejí i na výuce (*http://www.hollarka.cz/*).

Výtvarník musí na jedné straně spolupracovat s pedagogem, vytvářejícím scénář výukové aplikace, a na druhé straně s programátorem, který zajistí adekvátní chování interaktivních animací (např. interaktivní animace propojí se simulačním modelem). Proto i výtvarník musí mít i některé základní programátorské znalosti, aby komunikace s programátorem byla efektivní (*Obrázek 2*).

V minulosti jsme pro vizuální rozhraní simulátorů (např. simulátoru Golem) využívali softwarové prostředí Control Web, původně určené pro vizualizaci a řízení průmyslových procesů, které nabízí řadu předpřipravených prvků – virtuálních přístrojů, z nichž šlo velmi pohodlně a rychle sestavit uživatelské rozhraní. Za rychlost a snadnost sestavení se ale platilo tím, že námi vytvořený simulátor měl spíše tvar řídícího pultu technologického procesu než interaktivní obrázek z lékařské učebnice. S příchodem profesionálních výtvarníků do našeho vývojového týmu se možnosti vizualizace značně posunuly a ve výukových programech jsme již nebyli omezováni nabídkou předpřipravených prvků. Mohli jsme vytvářet libovolné tvary animovaných komponent, které mohly být propojeny se simulačním modelem a jako loutky řízeny hodnotami na výstupech či vstupech simulačního modelu.

Pro vytváření interaktivních multimediálních komponent, propojitelných se simulačním modelem na pozadí, využíváme dva nástroje:

1. Prvním z nich je Adobe Flash, v němž můžeme vytvářet animované interaktivní komponenty, jejichž chování se dá programovat (a v našich aplikacích propojit se simulačním modelem). Vytvořené komponenty se dají na platformách různých operačních systémů (s využitím volně stažitelného doplňku internetového prohlížeče - Adobe Flash Playeru) snadno přehrávat v prohlížeči internetových stránek. Ve Flashi se tak dají vytvářet i numericky méně náročné simulátory spustitelné přímo v prohlížeči webových stránek. Flashové komponenty jsme také využívali jako vizuální rozhraní komunikující s jádrem simulátoru (prostřednictvím ActiveX komponent) v simulátorech vytvořených v prostředí Control Web a v prostředí .NET.
2. Druhým nástrojem, který jsme začali využívat pro tvorbu grafických komponent simulátorů teprve v nedávné době, je vývojové prostředí Microsoft Expression Blend. Toto prostředí umožňuje (s využitím vývojového prostředí Microsoft .NET) vytvářet aplikace přímo spustitelné v internetovém prohlížeči prostřednictvím volně stažitelného doplňku Microsoft Silverlight. Platforma Microsoft Silverlight umožňuje běh rozsáhlých numericky náročných aplikací s interaktivním multimediálním

rozhraním. Tato nová platforma Microsoftu umožňuje pomocí internetu distribuovat numericky náročné multimediální simulátory spustitelné přímo v internetovém prohlížeči.

4. Animační štětec pro výtvarníky - Adobe Flash

Flash prošel poměrně dlouhým vývojem. Původně to byl především program od firmy Macromedia určený pro pouhé vytváření animovaných obrázků. Postupně se rozšiřovala možnost vytvářené animace řídit pomocí skriptů i ve Flashi, jejichž syntaxe se postupně vyvíjela a obohacovala. Od verze 7 (prodávané pod názvem Macromedia Flash MX 2004) byl již do prostředí Flash zabudován již skutečně objektový řídící jazyk (ActionScript), syntaxí velmi podobný jazyku Java, který umožňuje poměrně pohodlné a sofistikované řízení chování vizuálních interaktivních elementů.

Velký úspěch vývojového prostředí Macromedia Flash je mimo jiné založen na tom, že tvůrcům se poměrně úspěšně podařilo definovat rozhraní pro výtvarníky (vytvářející základní animační prvky) a programátory, kteří těmto komponentám mohou pomocí výše zmíněného objektového jazyka vdechnout interaktivnost.

Základní komponentou Flashových aplikací je film (movie). Film je možné dělit na jednotlivé scény, které je možno postupně či programově (na přeskáčku) přehrávat. Scény jsou tvořené sekvencí jednotlivých snímků (frames). Filmy (movies) je možno libovolně řetězit – z každého filmu (movie) je možné programově zavolat zavedení dalšího filmu, a pak spustit jeho přehrávání. To má výhodu zejména v internetových aplikacích, kdy po zavedení a spuštění první části animace se na pozadí z příslušného serveru stahuje její další část.

Při vytváření počítačových animací se vychází z klasického způsobu tvorby kresleného filmu, kde se pro každé políčko kreslí jednotlivé součásti na průhledných průsvitkách vrstvených na sebe. Některé průsvitky se nemusí pro další políčko překreslovat, nebo se jen o málo posunou (např. pozadí), zatímco jiné (např. postavička) se na každém políčku překreslují, buď celé, nebo jen zčásti, aby postupně vznikl animovaný pohyb.

Ve Flashi je každá scéna tvořena několika vrstvami, které fungují obdobně jako průsvitky při ruční tvorbě kresleného filmu.

Každé políčko filmu, resp. scény (frame) má tedy několik vrstev, do nichž se ukládají jednotlivé obrazové prvky. Tyto vizuální prvky se mohou v každé vrstvě samostatně kreslit – Flash obsahuje poměrně výkonný nástroj pro vytváření vektorových obrázků (vektorové obrázky je samozřejmě možné i importovat z mnoha jiných externích kreslících programů). Jinou možností je vybrat si z knihovny příslušný obrázek a vytvořit jeho instanci. Instancí však nemusí být jenom statický obrázek. Instancí může být i tzv. filmový klip (MovieClip), který je vlastně instancovanou třídou již dříve vytvořeného filmu. Tak například při vytváření obrázku letadla můžeme jako jeden jeho element do jedné z vrstev vložit z knihovny instanci filmového klipu s točící se vrtulí. Vlastní MovieClip tak může mít i poměrně složitou hierarchickou strukturu

– film, který ho vytváří, může obsahovat instance dalších filmových klipů. Např. MovieClip auta může v sobě obsahovat MovieClipy jeho točících se kol. Každá instance MovieClipu má své vlastnosti (souřadnice umístění na scéně, velikost, přebarvení, průhlednost apod.), které je možné dynamicky měnit z programu. Kromě toho, třída MovieClip má celou řadu metod, které můžeme využívat (např. metodu pro detekci kolize z jinou instancí MovieClipu na scéně apod.).

Při tvorbě MovieClipu můžeme také naprogramovat specifické metody, které pak můžeme volat u všech jeho instancí. Tak je možné naprogramovat složité chování vizuálních komponent. Poměrně jednoduše je možno vytvářet speciální MovieClipy jako skutečné komponenty, a jejich vlastnosti pak nastavovat ve speciálním editoru komponent a za běhu volat jejich metody. To otevřelo možnost vytváření (a následné distribuci či prodeji) nejrůznějších vizuálních (ale i nevizuálních) komponent od řady tvůrců a přispělo k velkému rozšíření Flashe mezi výtvarnou komunitou.

Ve vývojovém prostředí je možné jednotlivé filmy vytvořit (jak po grafické, tak i po programátorské stránce), otestovat a přeložit do mezijazyka (ve formě .swf souboru), který je možno interpretovat pomocí volně stažitelného interpretu (tzv. Flash Playeru) a přehrávat buď jako samostatně spustitelnou animaci nebo ji prohlížet přímo v internetovém prohlížeči.

Kromě toho je možné vytvořený .swf soubor interpretovat pomocí speciální ActiveX komponenty, kterou je možno zabudovat do jiného programu – např. do aplikace vytvářené ve Control Webu nebo v Microsoft Visual Studiu. Důležité je, že tato komponenta si s aplikací může vyměňovat zprávy a tak můžeme jinou aplikací pohodlně řídit chování interaktivní animace. Aplikace zároveň může od interaktivní animace přijímat zprávy, referující o zásazích uživatele.

Velký úspěch Flashe vedl k tomu, že firma Macromedia byla zakoupena firmou Adobe a Flash se stal jednou z integrálních částí portfolia nástrojů počítačové grafiky tohoto výrobce.

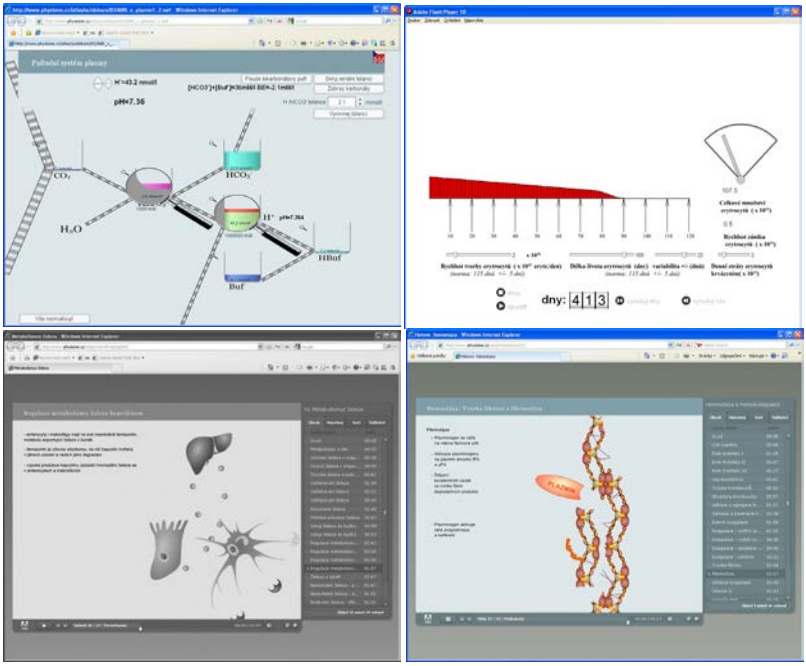
Flashové komponenty se nyní dají využít v tzv. RIA (Rich Internet Application) – nové generaci multiplatformních webových aplikací s propracovaným designem komplexního uživatelského rozhraní, vytvářených pomocí nástroje Adobe Flex či jako desktopové aplikace vytvářené pomocí nástroje Adobe Air.

Rychlost interpretu „.swf" souborů (flash playeru) se zvýšila a v jazyku ActionScript je možné vytvářet i vlastní simulační jádro výukových simulátorů. Výhodou čistě flashových výukových aplikací (které mohou být i složité RIA aplikace, zkomponované v prostředí Adobe Flex***)*** je to, že je možno je spouštět přímo z internetového prohlížeče (který má příslušný plugin) a na všech platformách vypadají stejně.

V tomto prostředí jsme vytvořili některé výukové simulátory a výukové multimediální interaktivní aplikace se simulačními hrami (*Obrázek 3*).

Flash je také současnou platformou, v níž je implementován náš Atlas fyziologie a patofyziologie [7, 8].

Prostředí Flash Playeru je nicméně stále ještě prostředím, založeným na interpretaci flashových .swf souborů. Pro numericky náročnější výpočty



Obrázek 3 - Prostředí Adobe Flash je možné využít pro implementaci simulátorů spustitelných přímo v internetovém prohlížeči - např. model acidobazické rovnováhy plazmy nebo model anémie. Flash byl doposud i hlavním implementačním prostředím pro ozvučené výkladové kapitoly našeho internetového Atlasu fyziologie a patofyziologie. Ve výkladových kapitolách jsou animace plně synchronizovány se zvukem. Pomocí jezdce umožňují výklad libovoně zastavovat, posouvat či navracet a přitom zůstává plná synchronizace animaci.

u složitějších simulátorů zde narážíme na určitou bariéru výkonu. Pro komplikovanější simulátory prostředí Adobe Flash samo o sobě (zatím) nestačí.

Složitější simulátory jsou vytvářeny v prostředí .NET (a v minulosti i v prostředí Control Web). Flashové komponenty do takto vytvářených simulátorů začleňujeme prostřednictvím komponenty Active X. Překlenování dvou nesourodých světů Adobe Flash a .NET ovšem klade další nároky na (ruční) programátorskou práci.

5. Microsoft Expression Blend - nástroj pro tvorbu „grafických loutek" pro simulátory

Pro grafické aplikace je ale možné využít platformu Microsoft .NET přímo (a obejít se bez propojování s komponentami Adobe Flash). Díky technologii WPF - Windows Presentation Foundation [13] je dnes možno přímo v platformě .NET vytvářet složité grafické komponenty obsahující animace, vektorovou

grafiku, 3D prvky apod. Grafické prvky je možné vytvářet obdobně jako v prostředí Adobe Flash, ale s potenciálně většími možnostmi ovládání jejich chování než v prostředí Adobe Flash.

Krom toho, Microsoft reagoval na hojně rozšířený doplněk internetových simulátorů Adobe Flash vytvořením vlastní platformy Silverlight, umožňující, obdobně jako Flash Player, spouštět složité aplikace kombinující text, vektorovou i bitmapovou grafiku, animace a video v internetovém prohlížeči. Aplikace primárně běží v internetovém prohlížeči, aniž by ji bylo nutno zvlášť instalovat (jediná potřebná instalace je samotný Silverlight plugin). Pomocí malé stažitelné komponenty tedy Silverlight umožňuje interaktivní ovládání aplikací ve většině současných webových prohlížečů (Internet Explorer, Firefox, Safari) na různých hardwarových a softwarových platformách. Přímo jsou nyní podporovány operační systémy Windows a Mac pro nejpoužívanější prohlížeče. Pro Linux je vyvíjená plně kompatibilní open source implementace Moonlight. Aplikace vytvořené pro tuto platformu využívají podstatnou část .NET frameworku, který je součástí pluginu (a tudíž mohou provádět i poměrně složité výpočty).

Silverlight je tedy platformou umožňující přes internet distribuovat simulátory, které mohou běžet přímo v internetovém prohlížeči (a to ***i*** na počítačích s různými operačními systémy – stačí aby prohlížeč měl instalován příslušný doplněk).

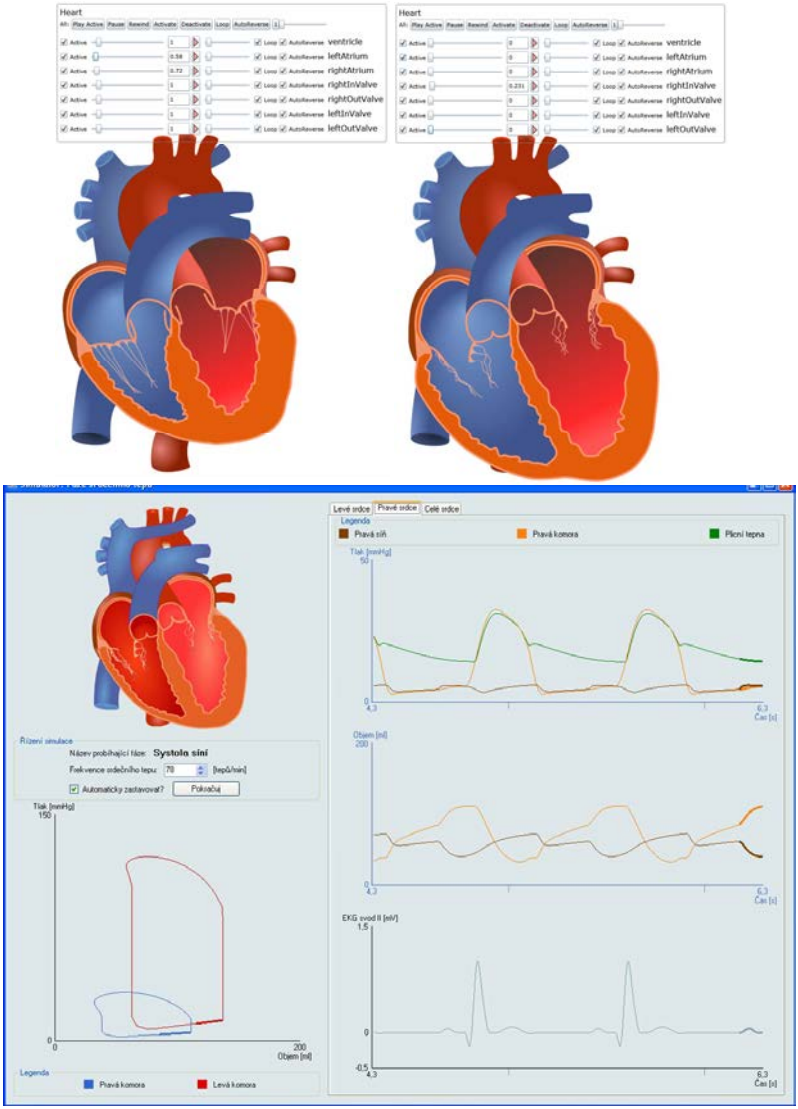
Důležitou vlastností Silverlightu je, že v sobě zahrnuje nativní podporu animací [12]. Animace jsou tedy přímo součástí aplikací a není potřeba pro grafickou vrstvu používat další dodatečnou platformu (např. Adobe Flash).

Pokročilejší je i způsob animace. V prostředí Adobe Flash se animace řídí přehráváním jednotlivých snímků zadanou rychlostí přehrávání. Když se při přehrávání animace na klientském počítači nestačí včas všechny snímky vykreslit, přehrávání některých snímků se přeskočí a animace je „trhaná". V Silverlightu se ale animace řídí přímo časovou osou. To mimo jiné vede k plynulejšímu přehrávání animací, protože snímková rychlost přehrávání se plynule nastaví podle zdrojů na klientském počítači, kde je animace přehrávána.

Microsoft vytvořil i nástroj pro pohodlnou tvorbu grafických prvků a tvorbu animací – **Microsoft Expression Blend**. V tomto nástroji můžeme vytvářet grafické rozhraní pro Silverlight.

Microsoft Expression Blend má rozhraní pro výtvarníka i pro programátora. Microsoft Expression Blend zároveň pracuje přímo nad projektem vytvářené aplikace ve Visual Studiu .NET [15]. Tím eliminuje potřebu převádět návrhy od designéra do projektu aplikace, což podstatně zjednodušuje spolupráci programátora a výtvarníka.

V prostředí Microsoft Expression Blend jsou klíčové snímky animací vytvářeny nikoli po jednotlivých políčkách filmu (jako u Adobe Flash), ale podle časové osy. Nakreslené animace se pak dají vyjádřit jako vlastnosti objektů a tvar animovaného objektu se dá nastavit hodnotou odvozenou z časové hodnoty animace. Tím můžeme zadáním hodnoty vytvořené vlastnosti ovládat tvar animovaného grafického prvku.



Obrázek 4 - Animace tlukoucího srdce. Výstupy modelu ovlivňují fáze tlukotu srdce, otevírání a zavírání chlopní atd. Nad vlastní animací jsou pomocné ovládací prvky Animtesteru umožňující grafikovi ladit jednotlivé subanimace. Grafik je plně odstíněn od programování. Ve výsledném simulátoru pak za příslušná táhlíčka obrazně řečeno „tahá" simulační model naprogramovaný na pozadí.

Vytvořený ovladatelný animovaný grafický objekt můžeme použít i jako komponentu pro další, složitější animovaný objekt a jeho tvar ovládat nastavováním hodnot příslušných vlastností. Můžeme tak vytvořit animační „loutku", jejíž výsledný tvar závisí na momentálním nastavení hodnot jejich jednotlivých komponent.

Pro snadnější komunikaci výtvarníka s programátorem, implementujícím vlastní simulátor, i pro komunikaci výtvarníka s autorem návrhu výukové aplikace, jsme vytvořili pomocný softwarový nástroj Animtester [8], s jejichž využitím mohou designéři-grafici tyto animační „loutky" vytvářet a ladit bez nutnosti dalšího programování. Animtester se vloží jako komponenta do vývojového nástroje Microsoft Expression Blend a umožní z vytvořených animací vygenerovat vlastnosti grafického prvku ovládané zvenčí pomocí ovládacích prvků (šoupátek a tlačítek). V následně vygenerované aplikaci si jak výtvarník, tak i autor návrhu výukové aplikace (pedagog) může ověřit, jak se animovaná komponenta bude chovat.

Výtvarník je tak odstíněn od programátorských detailů aplikace. Obdobně, tvůrce návrhu výukové aplikace se nemusí věnovat detailům implementace grafického návrhu a může v komunikaci s výtvarníkem snadněji dosáhnout realizaci svých představ (viz *Obrázek 4*).

Úlohou programátora, implementujícího vlastní simulátor, je propojit vygenerovaný grafický objekt se simulačním modelem na pozadí. Takto vytvořené animační „loutky" je možné, přes hodnoty ovládající jejich tvar, přímo napojit na výstupy modelů a není potřeba zvlášť přidávat další programovou mezivrstvu pro propagaci dat, jako tomu bylo při použití Flashových animací.

Použití grafických možností platformy Silverlight tedy více než nahrazuje původní přístup s použitím animací založených na platformě Adobe Flash. Při tvorbě animací jako vizuálního rozhraní pro simulátory proto nepotřebujeme platformu Adobe Flash, kterou je možno plně nahradit novými nástroji pro tvorbu animací firmy Microsoft.

6. Mozek výukové aplikace – simulační model

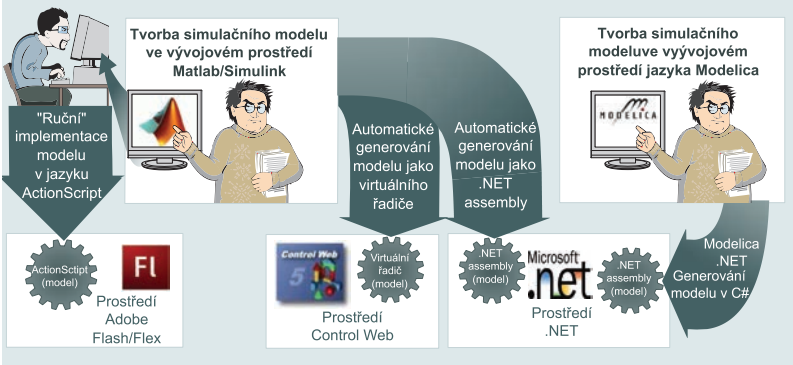
Implementace simulačních modelů do výukového programu není triviální problém (viz *Obrázek 5)*.

Pro tvorbu simulačních modelů využíváme speciální vývojové nástroje, určené pro tvorbu, ladění a verifikaci simulačních modelů (Matlab/Simulink či akauzální vývojové prostředí využívající jazyk Modelica), o kterých jsme pojednávali v předchozích kapitolách.

Odladěné a verifikované modely je ale potřeba převést z vývojového prostředí, v němž jsme vytvořili, odladili a verifikovali, do prostředí, kde je vytvářen vlastní výukový simulátor.

U jednoduchých modelů se to dá udělat „ručně" – tak to často děláme u čistě flashových výukových simulátorů, kde vývojovým prostředím pro tvorbu simulátorů je pouze Adobe Flash.

Pro složitější modely jsme si však raději vytvořili softwarové nástroje, které nám tuto práci zautomatizují.

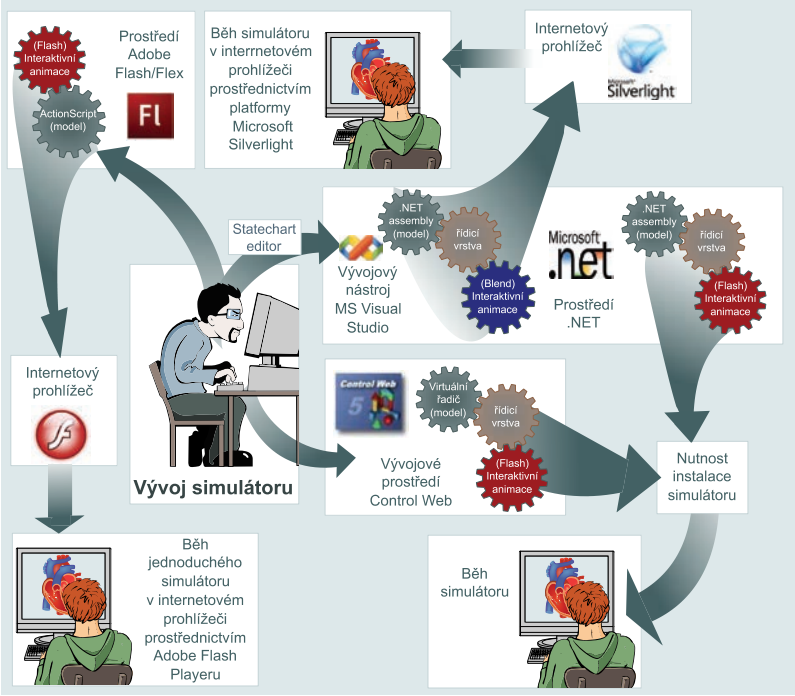


Obrázek 5 - Pro vývoj simulačních modelů využíváme simulační prostředí Matlab/Simulink a v poslední době vývojové prostředí jazyka Modelica (např. Dymola nebo MathModelica). Identifikovaný simulační model můžeme ručně „přepsat" do prostředí, v němž bude vytvářen vlastní simulátor. To se vyplatí jen u jednoduchých simulátorů vytvářených v prostředí AdobeFlash (resp. Adobe Flex). U složitějších simulátorů vytvářených v prostředí .NET (nebo dříve i ControlWeb) jsme vytvořili speciální nástroje automaticky generující simulační jádro modelu ze simulinkového modelu. Pro vývojové prostředí jazyka Modelica jsme vytvořili nástroj, generující model (a příslušný solver algebrodiferenciálních rovnic) v jazyku C# což umožní tvorbu webových simulátorů přímo spustitelných v internetovém prohlížeči (pomocí platformy Silverlight).

V simulátoru Golem, implementovaném v prostředí ControlWeb byl model reprezentován jako ovladač virtuální měřící/řídící karty. Pro automatizaci převodu simulačního modelu z prostředí Matlab/Simulink jsme vytvořili generátor, který vytváří zdrojový text tohoto ovladače v jazyce C přímo ze Simulinkového modelu [5].

Obdobně, abychom si ulehčili vytváření simulátorů, vytvářených ve Visual Studiu .NET (tj. aby nebylo nutné ve Visual Studiu .NET „ručně" programovat již odladěný simulační model) vyvinuli jsme i zde speciální softwarový nástroj [6, 14], který automaticky ze Simulinku vygeneruje simulační model ve formě komponenty pro prostředí .NET.

Výstupem programu v Modelice je vygenerovaný program simulátoru v C++. Pokud bychom vystačili se simulátorem, který se bude následně na počítači klienta vždy instalovat, pak nám program modelu v C++ stačí. Pokud ale chceme využít nové možnosti prostředí .NET umožňující vytvářet pomocí platformy Silverlight webově spustitelné aplikace běžící v internetovém prohlížeči, pak musíme vytvořit nástroj, který umožní z Modeliky generovat zdrojový text modelu a příslušného solveru v C# [3] což je i náš úkol v rámci mezinárodního konsorcia Open Source Modelica Consortium – (viz *http://www.ida.liu.se/labs/pelab/modelica/OpenSourceModelicaConsortium.html*).



Obrázek 6 - Programátor je zodpovědný za vývoj vlastního výukového simulátoru. Na základě znalostí struktury identifikovaného simulačního modelu může v prostředí Adobe Flash (nebo pomocí nástroje Adobe Flex) naprogramovat simulační jádro a příslušné uživatelské rozhraní výukového simulátoru, využívajícího vytvořené Flashové animace. Celá výuková aplikace pak může být distribuována prostřednictvím internetu a pomocí Flash Playeru provozována v internetovém prohlížeči. Složitější simulátory jsou však vytvářeny v prostředí .NET (dříve jsme simulátory také vytvářeli ve vývojovém prostředí Control Web). Tvorba simulátorů předpokládá, že programátor propojí animace se simulační komponentou modelu (realizovanou jako .NET assembly). Pro usnadnění programování tohoto propojení (a vytvoření propojovací řídicí vrstvy) jsme vyvinuly nástroj Statechart Editor, založený na využití hierarchických stavových automatů. Simulátory využívající flashové animace (propojené se svým okolím přes rozhraní Active X) vyžadují instalaci vytvořené aplikace v počítači. Vytvoříme-li animace v prostředí Microsoft Expression Blend pak můžeme vybudovat aplikaci spustitelnou v internetovém prohlížeči s nainstalovaným doplňkem Silverlight. Tímto způsobem můžeme vytvářet poměrně numericky náročné výukové simulátory distribuované jako webové aplikace spouštěné v internetovém prohlížeči klienta.

7. Tělo výukového simulátoru – instalovatelný program nebo webová aplikace

Tvorba výukové simulační aplikace je poměrně náročná programátorská práce, spočívající ve vytvoření simulačního jádra vyvíjené aplikace (pokud toto jádro již nebylo z příslušného simulačního vývojového nástroje automaticky vygenerováno) a jejího propojení s grafickými prvky vizuálního uživatelského rozhraní (viz Obrázek 6).

Pro výukové aplikace s jednoduchými modely vystačíme s prostředím Flashového přehrávače a jazykem Action Script, v němž naprogramujeme vlastní simulátor a celou aplikaci můžeme spouštět přímo v internetovém prohlížeči. Pro složitější aplikace to ale nestačí.

Simulátory jsme v minulosti vytvářeli ve vývojovém prostředí Control Web české firmy Moravské přístroje. Vytvořená aplikace vyžadovala instalaci do počítače uživatele, nebo (u webově šiřitelných aplikací) alespoň instalaci prostředí runtime Control Web.

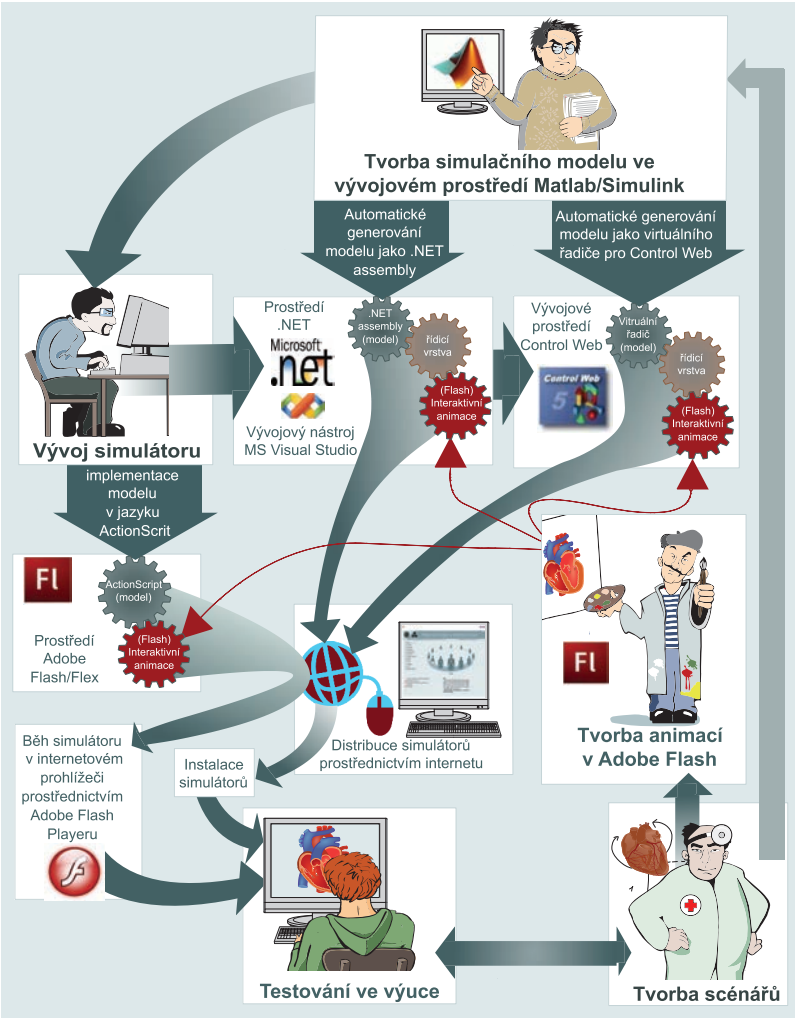
Platformou pro vývoj simulátorů, kterou využíváme nyní, je platforma Microsoft .NET a programovací prostředí Microsoft Visual Studio .NET, které, poskytuje velké možnosti pro programátorskou práci. Můžeme využít grafické komponenty uživatelského rozhraní, vytvořené v Adobe Flash, které můžeme propojit (přes ActiveX) s jádrem simulátoru, kterým je simulační model a grafické komponenty se pak mohou chovat jako loutky řízené simulačním modelem. Tímto způsobem byla například realizována kapitola našeho Atlasu fyziologie a patofyziologie, věnovaná základních dynamických vlastnostech fyziologických regulačních systémů - *http://physiome.cz/atlas/sim/RegulaceSys/* nebo výukový simulátor přenosu krevních plynů - *http://physiome.cz/atlas/sim/BloodyMary_cs/*.

Nevýhodou tohoto přístupu je nutnost instalace programu (nabízeného přes internetové rozhraní) do počítače klienta. Vyžaduje to ale, aby klient měl příslušná instalační práva na počítači, na němž pracuje. To ale obvykle neplatí zejména v počítačových učebnách, kde bývají počítače chráněny před instalací nevhodného softwaru, a uživatel musí o instalaci výukového programu nejprve požádat příslušného správce.

Proto je vhodné mít možnost spouštět a ovládat i složité modely přímo z webového prohlížeče. Tato cesta je možná, pokud celý simulátor vytvoříme tak, aby byl spustitelný v prostředí – Silverlight, tj. simulační jádro je vytvořeno formě řízeného kódu pro prostředí .NET (ve formě .NET assembly) a grafické komponenty jsou vytvořeny v prostředí Microsoft Expression Blend.

8. Struktura simulátoru – MVC architektura

V případě složitější architektury může být logika propojení vizuálního uživatelského rozhraní a simulačního modelu poměrně složitá, proto je vhodnější mezi vrstvu vizuálních elementů a vrstvu simulačního modelu vložit řídící vrstvu, která na jednom místě řeší veškerou logiku komunikace uživatelského rozhraní s modelem a kde je ukládán i příslušný kontext.



Obrázek 7 - Původní řešení kreativního propojení nástrojů a aplikací pro tvorbu simulátorů a výukových programů využívajících simulační hry. Základem e-learningového programu je kvalitní scénář, vytvořený zkušeným pedagogem. Tvorba animovaných obrázků je odpovědnost výtvarníků, kteří vytvářejí interaktivní animace v prostředí Adobe Flash. Jádrem simulátorů je simulační model, vytvářený v prostředí speciálních vývojových nástrojů, určených pro tvorbu simulačních modelů. Dlouho jsme zde využívali prostředí Matlab/Simulink od firmy Matworks. Vývoj simulátoru je náročná programátorská práce, pro jejíž usnadnění jsme vyvinuli speciální programy, usnadňující automatický převod vytvořeného simulačního modelu z prostředí Matlab/Simulink do prostředí Control Web a do prostředí Microsoft .NET.

V literatuře [1, 11] se hovoří o tzv. MVC architektuře výstavby simulátorů (Model – View – Controller).

Toto uspořádání je nezbytné zejména při složitějších modelech a simulátorech, jejichž uživatelské zobrazení je reprezentováno mnoha virtuálními přístroji na více propojených obrazovkách. Výhody tohoto uspořádání zvláště vyniknou při modifikacích jak modelu, tak i uživatelského rozhraní.

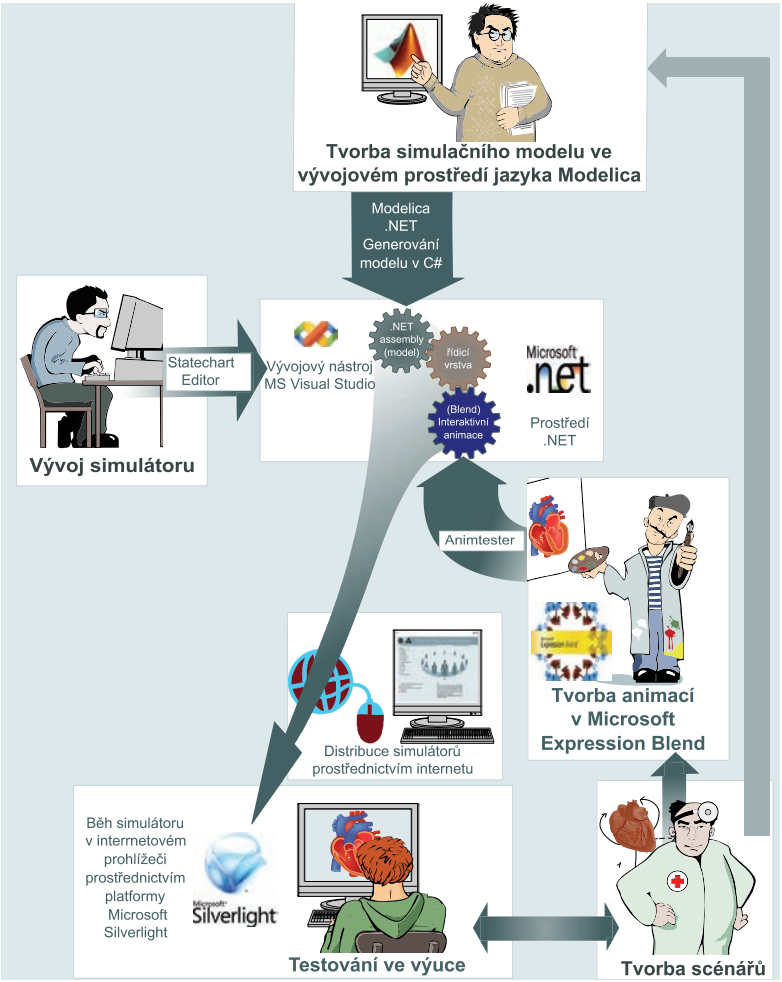
Při návrhu řídící vrstvy, propojující vrstvu simulačního modelu s uživatelským rozhraním, se nám velmi osvědčilo využít propojené stavové automaty (jejichž pomocí je možno zapamatovat příslušný kontext modelu a kontext uživatelského rozhraní).

Vytvořili jsme proto speciální softwarový nástroj, Statechart Editor pomocí kterého můžeme propojené stavové automaty vizuálně navrhovat, interaktivně testovat jejich chování a automaticky generovat zdrojový kód programu pro prostředí Microsoft .NET [9]. Tento nástroj umožňuje zefektivnit programování propojek simulačního modelu s vizuálními objekty uživatelského rozhraní ve výukovém simulátoru.

9. Propojení platforem pro tvorbu modelů, simulátorů i animací

Při tvorbě simulátorů jsme nuceni pracovat se třemi typy rozdílných softwarových nástrojů:

1. Softwarové nástroje pro tvorbu a odlaďování matematických modelů, které jsou podkladem simulátoru – Matlab/Simulink a v poslední době s akauzálními nástroji využívajícími jazyk Modelica. V tomto prostředí je výhodné a efektivní simulační modely vyvíjet, problematické je ale v tomto prostředí simulátory provozovat.
2. Softwarové nástroje pro vývoj vlastního simulátoru – zde především využíváme prostředí Microsoft Visual Studio .NET. Dříve jsme také využívali vývojové prostředí Control Web, české firmy Moravské přístroje, zejména proto, že má vynikající možnosti pro rychlé vytváření uživatelského rozhraní simulátoru – toto rozhraní má ale příliš „technicistní" charakter. Jednoduché modely jsme implementovali v jazyce ActionScript a vystačíme proto pouze s prostředím Adobe Flash, doplněném případně o prostředí Adobe Flex.
3. Softwarové nástroje pro tvorbu interaktivní multimediální grafiky – uživatelského rozhraní pro simulátory. Zde jsme dlouhodobě využívali nástroj Adobe Flash (dříve Macromedia Flash). V tomto nástroji je možné vytvářet interaktivní animace, které ale lze zároveň programovat pomocí speciálního programového jazyka ActionScript. Důležité je, že animace mohou (díky výše zmíněné možnosti programování v jazyce ActionScript) softwarově komunikovat se svým okolím prostřednictvím komponenty Active X. Nyní při vývoji grafických aplikací dáváme před nástrojem firmy Adobe přednost vývojovému prostředí Microsoft Expression Blend jehož pomocí můžeme vytvářet grafické komponenty pro platformu Siverlight.



Obrázek 8 - Nové řešení kreativního propojení nástrojů a aplikací pro tvorbu simulátorů a výukových programů využívajících simulační hry. Základem e-learningového programu nadále zůstává kvalitní scénář, vytvořený zkušeným pedagogem. Tvorba animovaných obrázků je odpovědnost výtvarníků, kteří vytvářejí interaktivní animacev prostředí Expression Blend. Pro vytváření a testování animací, které budou posléze řízeny simulačním modelem výtvarník využívá námi vyvinutý softwarový nástroj Animtester. Jádrem simulátorů je simulační model, vytvářený ve vývojovém prostředí simulačního jazyka Modelica. V rámci Open Modelica Source Consortia jsme vytvořili nástroj, který z Modeliky generuje zdrojový text modelu a příslušného solveru algebrodiferenciálních rovnic v C#. To umožní z modelu vygenerovat .NET komponentu simulačního jádra pro výslednou aplikaci v platformě Silverlight, umožňující distribuovat simulátor jako webovou aplikaci běžící přímo internetovém prohlížeči (i na počítačích s různými operačními systémy).

Protože pro tvorbu simulačních modelů a pro vytváření vlastního simulátoru používáme odlišné vývojové nástroje, museli jsme zajistit dostatečně flexibilní přenos výsledků z jednoho vývojového prostředí do druhého – tj. např. zautomatizovat převod modelu z prostředí Matlab/Simulink do prostředí Visual studia Microsoft .NET (a v minulosti i do prostředí Control Web).

Tyto „propojovací" nástroje umožnily vyvíjet a průběžně aktualizovat matematický model v nejvhodnějším prostředí určeném pro vývoj matematických modelů a zároveň vyvíjet vlastní simulátor ve Visual Studiu .NET (případně ControlWeb), aniž bylo nutné matematický model „ručně" přeprogramovávat.

Umožnily snadnou multidisciplinární spolupráci členů řešitelského týmu – systémových analytiků, vytvářejících matematické modely a programátorů, implementujících simulátor (viz *Obrázek 7*).

Na druhé straně to ovšem znamenalo práci ve třech softwarových prostředích a při každé inovaci jednotlivého prostředí bylo nezřídka nutno inovovat příslušné propojovací nástroje.

Simulátory je z hlediska uživatele nejvýhodnější distribuovat přes webové internetové rozhraní, které může sloužit i pro příslušný interaktivní výklad. Webovou výkladovou aplikaci lze snadno propojit s jednoduchými modely implementovanými přímo v Action Scriptu na pozadí flashových animací (tímto způsobem jsme např. vytvořili výukovou aplikaci „mechanické vlastnosti kosterního svalu" - *http://www.physiome.cz/atlas/sval/svalCZ/svalCZ.html*).

Složitější modely, např. komplexní model přenosu krevních plynů (*http://physiome.cz/atlas/sim/ BloodyMary_cs/*) již před vlastním spuštěním ale vyžadovaly instalaci modelu na počítači klienta (a také i přítomnost platformy .NET, která, pokud nebyla na počítači klienta nainstalována, byla automaticky stažena ze serveru Microsoftu).

Instalace programů ale vyžaduje mít k počítači příslušná administrátorská práva. Kromě toho se model, který běží jako samostatná aplikace, jen nepřímo se propojuje s webovým rozhraním, kde je realizován interaktivní multimediální výklad.

Tento problém řeší naše nová technologie tvorby simulátorů, využívající platformu Silverlight (viz *Obrázek 8*).

Grafické prvky jsou vytvářeny v prostředí Microsoft Expression Blend.

Simulační jádro ale vyžaduje být realizováno jako řízený kód v prostředí .NET – to zajišťuje námi vyvinutá aplikace Modelica .NET generující zdrojový kód modelu a příslušného solveru algebrodiferenciálních rovnic v C#.

Pro návrh vnitřní logiky aplikace používáme hierarchické stavové automaty (jejichž pomocí je možno zapamatovat příslušný kontext modelu a kontext uživatelského rozhraní). Námi vyvinuté vizuální prostředí (Statecharts editor) umožňuje graficky automaty navrhnout, vygenerovat jejich kód a také je ladit.

Výhodou je že jak grafické interaktivní prvky tak i simulační jádro jsou vytvářeny na jedné platformě - odpadá tedy nutnost složitého přemosťování prostředí .NET a Adobe Flash přes ActiveX komponenty.

Simulátor být snadno kombinován s výkladovou kapitolou. Výsledná aplikace (jak simulátor, tak i výkladová kapitola) může být realizována jako webová aplikace spustitelná přímo v internetovém prohlížeči, bez nutnosti její instalace na počítači klienta. Může běžet v různých operačních systémech - jedinou podmínkou je instalovaný plugin Silverlight v internetovém prohlížeči.

10. Zabalení simulačních her do multimediálního výkladu

Simulátor bez výkladové části vyžaduje zkušeného pedagoga při jeho využívání. Simulátory je proto vhodné kombinovat s výkladovými lekcemi. Velký pedagogický efekt mají interaktivní výukové programy, dosažitelné po internetu, které kombinují výukový text, doprovázený kreslenými animovanými obrázky se simulační hrou, ozřejmující vykládanou látku pomocí modelu ve virtuální realitě.

V naší technologii jsou simulační hry součástí e-learningových multimediálních výukových lekcí, jejichž podkladem je scénář vytvořený zkušeným pedagogem. Pedagog navrhuje vysvětlující text a s textem propojené doprovodné obrázky a animace.

Animace jsou vytvářeny výtvarníkem v úzké spolupráci s pedagogem v prostředí Adobe Flash pro Flash Player v internetovém prohlížeči nebo (v novější technologii) v prostředí Microsoft Expression Blend pro platformu Siverlight.

Text je poté namluven a synchronizován se spouštěním jednotlivých animací a s odkazy na simulační hry. Jednotlivé komponenty jsou kompletovány do výukových lekcí.

Vytvořit synchronizaci animací se zvukem v prostředí Adobe Flash není ovšem zcela jednoduchý problém.

Protože se animace v Adobe Flash se vytvářejí jako v kresleném filmu – po jednotlivých políčkách, pak časová posloupnost vizualizace animací závisí na tom, kdy se „přehrávací hlava" (při nastavené rychlosti přehrávání) dostane k příslušnému klíčovému snímku.

Do vrstvy filmových políček je možné uložit i zvukovou stopu. Pro synchronizaci přehrávání animací se zvukem je nutné zajistit (pomocí příkazu v jazyce ActionScript), aby se vložený filmový klip přehrávající danou animaci spustil ve správném v okamžiku, kdy se přehrávací hlava dostane do příslušné pozice.

Pro usnadnění této synchronizace jsme vytvořili speciální nástroj PlayDirector jako knihovní prvek vkládaný do vytvářeného flashového filmového klipu. Při jeho přehrávání ve FlashPlayeru se dají podle zvukové stopy interaktivně nastavit příslušné zarážky, podle kterých se pak vygenerují data pro vložený skript, který zajistí spouštění příslušných animací v požadovaném čase.

Pro kompletaci multimediálních výukových lekcí vytvořených v prostředí Adobe Flash jsme pak využívali vývojový nástroj Adobe Presenter, dodávaný jako softwarového prostředí serveru Adobe Connect (nyní možné Adobe Presenter zakoupit i separátně – viz *http://www.adobe.com/products/presenter/*).

Synchronizace animací se zvukem je ovšem v prostředí Silverlight mnohem jednodušší. Protože animační přístup v Silverlightu je založen na animaci pomocí změny některých vlastností grafických objektů v čase (oproti systému založeném na snímcích v Adobe Flash) je synchronizace animací se zvukovou stopou přímočará, pro tuto synchronizaci nám vývojové prostředí Microsoft Expression Blend zcela postačí a není zapotřebí vytvářet nový pomocný nástroj.

Závěr

Naše současná technologie, založená na tvorbě modelů v akauzálním prostředí jazyka Modelica, zefektivňuje tvorbu simulačních modelů, které jsou teoretickým jádrem výukových simulátorů [9]. Propojení Modeliky s prostředím platformy Silverlight a s tvorbou grafických komponent v nástroji Microsoft Expression Blend umožňuje vytvářet simulační jádro i grafické interaktivní prvky na jedné vývojové platformě, což zjednodušuje vývoj numericky náročných simulačních aplikací přímo spustitelných v internetovém prohlížeči.

Poděkování

Tvorba výukových simulátorů a vývoj příslušných vývojových nástrojů byly podporovány granty MŠMT č. 2C06031 „e-Golem", výzkumným záměrem MSM 0021620806 a společností Creative Connections s. r. o.

Literatura

[1.] Abram, S. R., Hodnett, B. L., Summers, R. L., Coleman, T. G., & Hester, R. L. (2007). Quantitative circulatory physiology. An integrative mathematical model of human mathematical model of human physiology for medical education. Advanced Physiology Education , 31, stránky 202-210.

[2.] Collins, D. (1995). Designing object-oriented user interfaces. Redwood City, CA: Benjamin Cummings (ISBN: 0-8053-5350-X).

[3.] Fritzson, P., Privitzer, P., Sjölund, M., Pop, A. (2009). Towards a text generation template language for modelica, Proceedings 7th Modelica Conference, Como, Italy, Sep. 20-22, 2009, (editor: Francesco Casella), Linköping University Electronic Press, 2009. ISBN 978-91-7393-513-5, stránky 193-207, 2009. Internet Proceedings: http://www.ep.liu.se/ecp/043/021/

[4.] Kofránek, J., Anh Vu, L. D., Snášelová, H., Kerekeš, R., & Velan, T. (2001). GOLEM – Multimedia simulator for medical education. In L. Patel, R. Rogers, & R. Haux (Editor), MEDINFO 2001, Proceedings of the 10th World Congress on Medical Informatics. 1042-1046. London: IOS Press. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/MEDINFO2001.pdf

[5.] Kofránek, J., Kripner, T., Andrlík, M., & Mašek, J. (2003). Creative connection between multimedia, simulation and software development tools in the design and development of biomedical educational simulators. Simulation Interoperability Workshop, Position papers, Volume II, paper 03F-SIW-102., stránky 677-687.

[6.] Kofránek, J., Andrlík, M., Kripner, T., & Stodulka, P. (2005). From Art to Industry: Development of Biomedical Simulators. The IPSI BgD Transactions on Advanced Research , 1 #2(Special Issue on the Research with Elements of Multidisciplinary, Interdisciplinary, and

Transdisciplinary: The Best Paper Selection for 2005), stránky 62-67. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/IPSI2005.pdf

[7.] Kofránek, J., Matoušek, S., Andrlík, M., Stodulka, P., Wünsch, Z., Privitzer, P., a další. (2007). Atlas of physiology - internet simulation playground. In B. Zupanic, R. Karba, & s. Blažič (Editor), Proceedings of the 6th EUROSIM Congress on Modeling and Simulation, Vol. 2. Full Papers (CD ROM) (stránky MO-2-P7-5: 1-9). Ljubljana: University of Ljubljana. Práce je dostupná na adrese http://ww.physiome.cz/references/EUROSIM2007.pdf

[8.] Kofránek, J., Mateják, M., & Privitzer, P. (2009). School as a (multimedia simulation) game. The use of object tools for designing multimedia applications for biomedical teaching. In C. Moler, A. Procházka, R. Bartko, M. Folin, J. Houška, & P. Byron (Editor), Technical Compuning Prague 2009, 17th Annual Conference Proceedings. CD ROM, ISBN 978-80-7080-733-0, internetový sborník: http://dsp.vscht.cz/konference_matlab/MATLAB09/ (stránky 55: 1-27). Praha: Humusoft s.r.o. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/TCP09.pdf

[9.] Kofránek, J., Mateják, M., & Privitzer, P. (2009). Leaving toil to machines - building simulation kernel of educational software in modern software environments. CD ROM. In L. Dušek, D. Schwarz, & S. Štípek (Editor), Mefanet 2009, Conference Proceedings (stránky kofranek.pdf: 1-39). Brno: Masarykova Univerzita. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/MEFANET2009.pdf

[10.] Kofránek, J., Privitzer, P., Matoušek, S., Vacek, O., & Tribula, M. (2009). Schola Ludus in modern garment: use of web multimedia simulation in biomedical teaching. Proceedings of the 7th IFAC Symposium on Modelling and Control in Biomedical Systems, Aalborg, Denmark, August 12-14, 2009, stránky 425-430. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/IFAC2009.pdf

[11.] Leff, A., & Rayfield, J. T. (2007). Web-application development using the Model/View/Controller design patterns. Fifth IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference, ISBN: 0-7695-1345-X (str. 118). Seattle: IEE International.

[12.] Little, J. A., Beres, J., Hinkson, G., Rader, D., & Croney, J. (2009). Silverlight 3 programer's reference (Wronx programer to programer). Indianopolis: Wronx Wiley

[13.] Sells, C., & Griffins, I. (2007). Programming WPF. Beijing, Cabridge,Farhan, Köln, Sebastopol, Taipe, Tokyo: O'Reilly

[14.] Stodulka, P., Privitzer, P., Kofránek, J., & Vacek, O. (2007). Development of WEB accessible medical educational simulators. In B. Zupanic, R. Karba, & S. Blažič (Editor), Proceedings of the 6th EUROSIM Congress on Modeling and Simulation, Vol. 2. Full Papers (CD). (stránky MO-3-P4-2, 1-6). Ljubljana: University of Ljubljana. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/EUROSIM2007Stod.pdf

[15.] Williams, B. (2008). Microsoft Expression Blend unleashed, First edition. Indeanopolis: Sams

Kontakt:

MUDr., Mgr. Pavol Privitzer
Jan Šilar
Ing. Martin Tribula
MUDr. Jiří Kofránek, CSc.

Oddělení biokybernetiky a počítačové podpory výuky,

Ústav patologické fyziologie 1.LF UK
U nemocnice 5, 121 53 Praha 2
tel: +420 22496 5912
e-mail: *ppriv@lf1.cuni.cz*
http://physiome.cz

PODPORA INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ PŘI ŘÍZENÍ NEMOCNICE STŘEDNÍ VELIKOSTI

Miroslav Přádka, Drahomíra Maťová, David Havrlant, Ivo Václavek, Ivo Zikeš

Anotace

Důvody k implementaci informačních systémů (IS) ve zdravotnických zařízeních bývají různé. V mnoha oblastech činností představují nezbytnost, někdy jsou užitečným doplňkem, nezřídka jejich implementace naráží na nepochopení.

Příspěvek sumarizuje zkušenosti z dosažené úrovně implementace používaných IS v nemocnici střední velikosti, a to v oblasti léčebně preventivní péče, ekonomiky a personalistiky, a logistického zázemí. Zabývá se synergickými efekty vyplývajícími z nasazení IS v různých oblastech činností, zejména pak pro tvorbu konkurenceschopné nabídky léčebně preventivní péče (včetně individuálně sjednávané) a pro oblast řízení nákladů nemocnice. Okrajově se věnuje i problematice řízení kvality léčebně preventivní péče ve vazbě na identifikátory kvality.

Významnou okolností pro dosažení žádané úrovně řízení klíčových procesů zůstává existence jednotného úložiště dat se správně nastavenými uživatelskými přístupy odvozenými od organizačních norem nemocnice. Vhodně nastavený kompetenční model organizace zohledňující personální genezi a charakter dosažené implementace informačních technologií pak může být výhodou.

Klíčová slova

informační systém – léčebně preventivní péče – kvalita – synergický efekt.

1. Implementace informačních systémů – dosažený stav

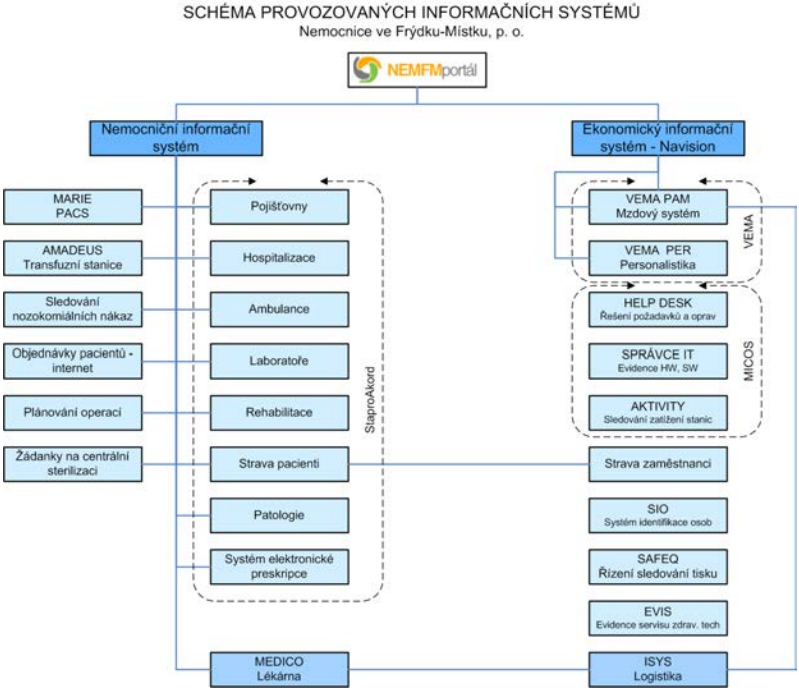
V Nemocnici ve Frýdku-Místku, p. o. využíváme od roku 2000 nemocniční informační systém (NIS) StaproAkord (dříve Akord) postupně implementovaný na všech nemocničních odděleních. Od roku 2006 provozujeme též ekonomický informační systém (EIS) Microsoft Business Solution – Navision, nyní zvaný Microsoft Dynamics NAV. Oba stěžejní informační systémy využívají technologie SQL databáze.

Rozvoj NIS i EIS probíhá plánovaně v souladu s potřebami vedení/managementu, požadavky uživatelů a v souladu s periodicky zpracovávanou a aktualizovanou *Strategií odboru informačních technologií* [1], [2]. V systému NIS využíváme nejen dodávané statistiky, ale i větší počet vlastních dotazů i aplikací, například:

- Plánování operací
- Burza lůžek pro efektivní využití lůžkového fondu v rámci celé nemocnice
- Elektronické žádanky včetně sledování nákladů (např. na oddělení Centrální sterilizace)

- Evidence nozokomiálních nákaz
- Objednávka pacientů přes internet

Každé úpravě a implementaci předcházela analýza dat a definice požadavků na zdravotníky na důsledné vyplňování údajů v NIS tak, aby výsledky byly validní. Z důvodu existence ústavní lékárny je systém NIS propojen s lékárenským informačním systémem. Dále řešíme propojení systému NIS s dalšími aplikacemi, především s celostátními registry (např. systémem Nefris pro dialyzované pacienty, s registrem pro kardiologické pacienty), či se systémem AMADEUS pro transfúzní stanici.



Obrázek 1 - Přehled používaných informačních systémů

V roce 2006 proběhla analýza logistiky v celém rozsahu nemocnice. Na základě výsledného auditu byly optimalizovány procesy na centrálních skladech i příručních skladech na odděleních a od 1. 1. 2007 byl implementován informační systém *ISYS Logistika* [1]. Slouží k objednávání léků, SZM a MTZ z jednotlivých oddělení, z lékárny a z/do centrálního skladu. Systém je dále rozšířen o portál externí logistiky AllyTrade, který umožňuje nejen elektronické objednávání zboží z centrálního skladu externích dodavatelů, ale i vedení elektronických aukcí.

Výstupy z ISYS Logistika jsou automaticky zpracovávány v modulu Finance v EIS a takto poskytují managementu na odpovídajících úrovních přehled o hospodaření oddělení v jednotlivých položkách/sestavách zásob, a to včetně dodržování stanovených limitů.

2. Datové úložiště a portál

Je maximální snaha o racionální centralizaci dat na jednom úložišti.

Důležitý krok pro centralizaci údajů představovalo vybudování centrálního datového úložiště na souborovém serveru v roce 2006. Analýza toku informací ve formě tabulek a různých výkazů napříč nemocnicí odhalila mj. také redundantní a nepotřebné výstupy. Na základě výsledků z této analýzy byla nadefinována struktura úložiště, přístupová práva k jednotlivým adresářům a zodpovědné osoby za konkrétní data.

Dalším milníkem bylo využití služby SQL Serveru Reporting Services pro vytváření interaktivních webových sestav využívajících aktuální data. První sestavy na základě požadavků ekonomů vytvořili pracovníci dodavatele ekonomického systému firmy WEBCOM a.s. Aktuální informace o hospodaření

Obrázek 2 - Úvodní stránka portálu

celé nemocnice platné vždy k 00:00 hodin má k dispozici management nemocnice; odpovídající data vztahující se k příslušnému oddělení pak střední management, tedy primáři a vrchní sestry.

Systematický tlak na snižování provozních nákladů [5] vedl management nemocnice v létě 2009 k rozhodnutí vybudovat *informační portál*. Cílem portálu je zpřístupnit zaměstnancům přehledně a na jednom místě v závislosti na přístupových právech odpovídající data. Spouští se přímo z intranetu nemocnice.

Základní rozdělení *portálu* v době zahájení provozu obsahovalo 3 sekce:

- INFO – INFORMACE – STATISTIKY – ANALÝZY, tj. sestavy a reporty, které slouží k řízení jednotlivých oddělení
- AGENDY – APLIKACE, tj. především přehled uzavřených smluv, podací deník
- PUBLIC – INFORMACE PRO ZAMĚSTNANCE, tj. především řídící a organizační normy organizace

Hotové nelevné systémy na trhu mají za výstupy obvykle data po uzávěrce, případně po opravných dávkách vykazovaných pojišťovnám, tedy minimálně s měsíčním někdy i 3 měsíčním zpožděním. Výběr technologie pro zpracování portálu se odvíjel od více faktorů. Nakonec byl vybrán produkt MS Windows Sharepoint Services ve verzi 3.0, který je součástí licence MS Windows Serveru provozovaném nemocnicí. Nastavení přístupových práv k jednotlivým částem portálu je přebíráno z Active Directory, kde jsou nastaveny funkce zaměstnanců a skupiny dle platného organizačního řádu.

Další rozvoj portálu spočívá především v jeho doplnění o ekonomické informace zpracovávané finančním controllerem jako např. obrátky zásob po odděleních, či přehledy vybraných customizovaných ukazatelů po odděleních; dále též o vylepšení stávajících agend doplněním workflow a pomocných seznamů pro výběry.

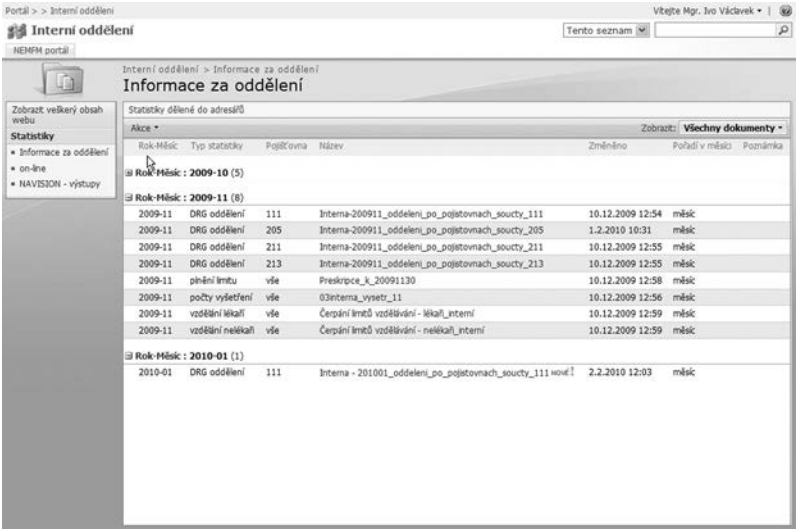
Celé řešení portálu probíhá v podstatě bez dalších finančních nákladů. Je vytvářeno informatiky, kteří spolupracují na analýzách s uživateli řešené agendy. Jako úložiště dat slouží původní server NIS, který byl na podzim roku 2009 nahrazen ve své původní funkci novým výkonnějším serverem.

3. Synergické efekty a zkušenosti

NIS a EIS využívají nezbytná zdrojová data pro další možné využití směrem k řízení kvality a nákladovosti poskytované léčebně preventivní péče. Významný parametr zde představuje propojení mezi *ISYS Logistika* a EIS umožňující kontrolovat nákladovost pracoviště ve vazbě na spotřebu SZM a stav skladů. S postupující implementací funkcionality portálu lze snadno generovat a zpřístupňovat požadované sestavy pro potřeby úseku léčebně preventivní péče.

Díky výborné spolupráci náměstka pro léčebně preventivní péči nemocnice a vedoucí oddělení zdravotních pojišťoven (dle organizačního schématu spadá do úseku ekonomicko-personálního náměstka) s informatiky tak vznikaly v loňském roce nové sestavy využívané při řízení výkonů sjednávaných v rámci

individuálně kontrahované péče, dále pro sledování objemu preskripce, využití lůžkového fondu na jednotlivých odděleních, apod. Nově spuštěný portál poskytuje jednak tabulky a dále poskytuje interaktivní webové sestavy přímo na ostrých datech z databáze NIS. Validita dat však závisí na kázni v doplňování dat do NIS, k čemuž jsou zdravotníci vyzýváni a nezbytný rytmus pro vkládání dat dodržují.



Obrázek 3 - Nabídka portálu pro oddělení, interní oddělení

Obrázek 4 -Ukázka výkonnostní sestavy

Logickým krokem navazujícím na využívání aktuálních ekonomických ukazatelů, informací o objemu skladových zásob, srovnávání dat v časových řadách, dat o výkonnosti v DRG či informací o plnění limitů preskripce bude implementace a kontrola interních ukazatelů kvality. Nelze zatím předjímat vazbu k národním ukazatelům kvality, avšak potřebnost objektivního sledování kvalitativních ukazatelů vyplývá nejen z požadavků zdravotních pojišťoven při individuálně sjednávané péči (aktuálně především operace TEP či katarakty). Do budoucna je existence a periodické vyhodnocování takových parametrů pro řízení poskytované péče nezbytná.

4. Organizační a personální aspekty

Významnými aspekty, které je zapotřebí při implementaci zvolené IT aplikace zvážit, jsou aspekty organizační a personální. Často závisejí na historickém utváření organizace včetně její personální geneze, viz např. [3]. Rozsah činností organizací poskytovaných je pak v úzké vazbě s personálním vybavením, které je pak často také hodnoceno externími subjekty. Nově zvyšují tlak na personální vybavenost i zdravotní pojišťovny a tento může být významným regulátorem rozsahu poskytování zdravotní péče.

Obrázek 5 - Logo certifikátu „Nemocnice 21. století"

Je zapotřebí, aby organizační normy organizace, především však organizační řád a navazující systemizace pracovních míst, podporovaly racionální organizační uspořádání a odpovídající vybavení zdravotnickým personálem jednotlivých odborností nejlépe ve vazbě na udělené akreditace. Strategie rozvoje organizace [4], na níž navazují organizační principy definované organizačním řádem, se v konečném důsledku přenášejí i do konfigurace informačních systémů. Tyto pak mohou být využity mj. pro generování sestav dat využívaných v krocích naplňujících taktické a i strategické záměry organizace. V optimálním případě tak vzniká žádoucí zpětnovazebný mechanizmus.

5. Závěr

Na základě dosaženého stavu implementace informačních systémů byl v Nemocnici ve Frýdku – Místku, p.o. zprovozněn také informační portál umožňující tvorbu sestav využívajících zdrojových dat NIS a EIS. Prostřednictvím portálu disponibilní sestavy napomáhají řízení kvality a nákladovosti poskytované léčebně preventivní péče včetně efektivnější cenotvorby. Předpokládáme dále rozšíření funkcionality o interní ukazatele kvality včetně jejich periodického vyhodnocování.

Reference

[1.] Strategický plán odboru informačních technologií na období 2007-2010, Nemocnice ve Frýdku – Místku, p.o., 2006.

[2.] Strategický plán odboru informačních technologií na období 2010-2013, Nemocnice ve Frýdku – Místku, p.o., 2009.

[3.] Kopecký, J.: Historie chirurgického oddělení Nemocnice ve Frýdku – Místku, Nemocnice ve Frýdku – Místku, p.o., září 2008, ISBN 978-80-254-3001-9.

[4.] Generel rozvoje Nemocnice ve Frýdku – Místku, příspěvková organizace, Deloitte Advisory, s.r.o., Praha, březen 2008.

[5.] Analýza stavu finančního řízení a studie průchodnosti klíčových částí investičního plánu Nemocnice ve Frýdku – Místku, p.o., PricewaterhouseCoopers, s.r.o., Praha, září 2008.

Kontakt:

Miroslav Přádka
Drahomíra Maťová
David Havrlant
Ivo Václavek
Ivo Zikeš
Nemocnice ve Frýdku – Místku,
p. o., El. Krásnohorské 321,
738 01 Frýdek – Místek 1

MĚL BY DATOVÝ STANDARD UMOŽNIT POSÍLAT FORMALIZOVANĚ I LABORATORNÍ VÝSLEDEK MIMO NÁRODNÍ ČÍSELNÍK LABORATORNÍCH POLOŽEK ?

Seiner Miroslav

Souhrn

Práce se zabývá tím, do jaké míry je současná podoba Datového standardu MZ ČR vyhovující pro potřeby sdělování numerických laboratorních výsledků. Na rozboru konkrétních dat – laboratorních číselníků několika náhodně zvolených laboratoří ukazuje, že laboratořemi nejsou v dostatečné míře respektována pravidla pro komunikaci, které datový standard předepisuje, především je nadměrně využíváno tzv. lokálních položek (34% v analyzovaném vzorku laboratorních položek) a nejsou respektovány definice Národního číselníku laboratorních položek minimálně v 5% případů. To znamená závažné riziko při komunikaci, neboť přijímající systémy nemají žádnou možnost ověřit, zda je výsledek zaslán korektně z pohledu pravidel komunikace a při respektování těchto pravidel může přijímající systém zobrazovat z hlediska věcného nesprávnou informaci.

Autor navrhuje jako řešení tohoto problému opustit úzkou vazbu mezi datovým standardem pro komunikaci a Národním číselníkem laboratorních položek, protože za nejdůležitější rys komunikačního standardu považuje jeho jednoznačnost. Autor navrhuje zahájit práce na úpravě standardu tak, aby umožnil zasílat plnohodnotnou informaci o laboratorním výsledku se všemi nezbytnými atributy, včetně plného názvu a jednotky, a to i u položek mimo rámec Národního číselníku laboratorních položek.

Úvod

Datový standard Ministerstva zdravotnictví ČR (dále jen DASTA) je zdaleka nejrozšířenějším standardem pro komunikaci mezi zdravotnickými informačními systémy v České republice a do značné míry i na Slovensku. Byl zaveden do praxe v roce 1997. I přes různé úvahy a snahy o zavedení jiného než národního standardu je DASTA dnes v České republice jediným široce respektovaným standardem prakticky ve všech zdravotnických informačních systémech a jeho důležitost potvrzuje i fakt, že je dnes užíván nejen pro komunikaci mezi zdravotnickými zařízeními, ale i pro komunikaci s Národním zdravotnickým informačním systémem. Datový standard je průběžně rozvíjen za podpory Ministerstva zdravotnictví, ale jeho existence je zajištěna hlavně kooperací řady odborníků, především z řad producentů informačních systémů.

V praxi se dnes prakticky téměř výhradně užívá verze 3.x, ačkoli rozvoj této verze byl již v roce 2006 uzavřen a byl realizován přechod na verzi 4, která se ovšem zatím reálně neprosadila. Přestože v odborných diskuzích občas zaznívá kritika různých aspektů DASTA, je jeho význam pro výměnu informací ve zdravotnictví nepopiratelný a výhody jeho akceptace prakticky

všemi národními producenty informačních systémů převažují zatím stále nad nevýhodami.

Pravděpodobně nejrozšířenější užití DASTA je pro komunikaci mezi laboratorními informačními systémy (LIS) a klinickými systémy – ambulantními i nemocničními, konkrétně pro sdělování výsledků laboratorních vyšetření do klinických systémů.

Pro tento účel je DASTA úzce provázán s Národním číselníkem laboratorních položek (dále NČLP), který je spolu s DASTA distribuován již od první verze a trvale udržován a rozšiřován. Tato práce chce upozornit na jeden z problémů při komunikaci, který vyplývá právě ze současné koncepce sdělování laboratorních výsledků, úzce provázané s NČLP.

Formulace problému

Princip sdělování laboratorních výsledků je podrobně popsán v průvodní dokumentaci k datovému standardu a byl mnohokrát referován i na konferenci MEDSOFT. Pro účely této práce pouze rekapituluji, že principem této komunikace je využívání NČLP jako sdíleného číselníku, který respektuje odesílající strana (laboratoř) i strana přijímající (klinický systém).

Z pohledu klinického pracovníka jsou pro vyhodnocení laboratorního výsledku nezbytné tyto informace:

- jednoznačná identifikace položky, srozumitelná klinickému pracovníkovi
- vlastní hodnota výsledku
- jednotka, ve které je výsledek sdělován
- škála, v ideálním případě i interpretace výsledku vůči této škále

Přestože pro potřeby informačního systému a z dalších důvodů (například forenzních) je třeba sdělit klinickému systému i další informace, budu se dále zabývat pouze výše uvedenou minimální množinou informací, neboť právě s ní převážně pracuje lékař při vyhodnocení výsledku. Zmíněné atributy mohou být pomocí DASTA komunikovány následujícím způsobem:

A) formalizovaně – po jednotlivých atributech:

- povinně kód NČLP (blok vr, atribut kod_nclp) – jedinečný klíč položky v NČLP
- nepovinně lokální název (vr / nazev_lclp)
- povinně vlastní hodnota výsledku (vrn / hodnota)
- nepovinně škála (vrn / skala / s1 … s8)
- nepovinně grafická interpretace (vrn / skala / interpret_g_z)

B) jako nestrukturovaný text (vrz / text)

Datový standard na několika místech zdůrazňuje, že komunikace strukturovanou formou je určena pro komunikaci o těch položkách, které jsou uvedeny v NČLP. Z toho důvodu také není pomocí datového standardu sdělována běžně jednotka. Zobrazující systém musí předpokládat, že odesílající strana postupuje zcela korektně podle DASTA a jednotku je

třeba při zobrazení načíst z NČLP. Pokud laboratorní systém pracuje v jiné jednotce a existuje možnost přepočtu mezi národní a touto užívanou lokální jednotkou, je odesílající strana povinna výsledek přepočítat do národních jednotek a současně může (ale nemusí) informovat o lokální jednotce a zaslat i přepočtový faktor pro případ, že by přijímací strana chtěla zobrazit výsledek v lokálních jednotkách. Také zasílané škály musí být přepočítány do jednotky národní.

Datový standard záměrně vylučuje možnost formalizovaného zasílání položek, které nejsou součástí NČLP. Respektive připouští využití DASTA k takovému zasílání pouze za předpokladu dohody mezi přijímající a odesílající stranou a za předpokladu sdílení společného lokálního číselníku, který si mezi sebou obě strany vymění a který bude obsahovat i jiné, než národní položky. V tomto případě však DASTA důrazně varuje před tím sdělovat takové výsledky mimo prostor takto dohodnuté komunikace a upozorňuje na riziko dezinterpretace při kolizi lokálních klíčů z různých zdrojů. Nezabývám se tedy tímto přístupem, přestože je dnes široce používán při komunikaci mezi laboratorním a klinickým systémem například v rámci nemocnic. Je však nevhodný pro širokou výměnu informací o pacientovi mezi více systémy nebo pro sdělování informací do systému iZIP.

Za zcela nepřípustné je nutno z hlediska standardu považovat zasílání výsledků pod národními kódy NČLP, ale s nerespektováním definice položky v NČLP.

Položky, které nejsou v NČLP mohou být mimo výše popsané postupy sdělovány pouze textovou formou. Důvody tohoto striktního postoje byly opakovaně prezentovány a dostatečně důrazně je vysvětluje i průvodní dokumentace k DASTA a NČLP. Je to snaha zamezit dezinterpretaci a chybám při komunikaci. Z důvodů, které rozeberu dále, považuji ovšem tyto argumenty za sporné.

Výše popsaný princip komunikace lze zobecnit takto: přijímající strana (klinický informační systém) musí při zobrazování laboratorních výsledků pracovat tak, že důvěřuje odesílající straně (laboratoři) v tom, že tato plně a do všech detailů respektuje pravidla datového standardu. Přitom ovšem nemá přijímající strana žádnou (ani teoretickou) možnost při příjmu výsledků ověřit respektování těchto pravidel odesílajícím a neexistuje ani žádný reálný mechanismus, který by mohl respektování těchto pravidel v laboratořích vynutit.

Důležitost popsaného principu stoupá s tím, jak se postupně rozšiřuje komunikace mezi zdravotnickými systémy. Jestliže ještě před několika lety byla dominantní komunikace mezi dvěma navzájem provázanými subjekty (například nemocniční laboratoří a nemocničním systémem), je dnes realita taková, že klinická oddělení a jejich klinické systémy jsou nuceny přijímat výsledky z řady laboratoří a někdy je získávají i nepřímo, neboť odesílající laboratoř kontrahuje pro zpracování některých výsledků další laboratoře. V tomto světě mnohostranné komunikace tedy musíme přísně zkoumat,

zda funguje deklarované pravidlo respektování sdíleného číselníku. Protože v praxi jsem se opakovaně setkal s problémy při snaze vynutit na odesílajících laboratořích respektování popsaných pravidel, pokusil jsem se získat přesnější údaje o kvalitě dodržování DASTA a NČLP v praxi.

Vlastní šetření

Pro účely posouzení jsem získal aktuálně platné lokální číselníky tří různých laboratoří. V této práci nebudou uváděny žádné údaje, podle kterých by bylo možno tyto laboratoře identifikovat. Laboratoře byly vybrány náhodně, nejsou organizačně nijak provázány a jsou různého typu – dvě z nich jsou nemocniční laboratoře, jedna je soukromá laboratoř, poskytující služby různý subjektům. Používají dva různé laboratorní informační systémy. Všechny tyto laboratoře poskytují pomocí DASTA výsledky různým klinickým pracovištím s různými informačními systémy.

Při posuzování číselníků jsem zjišťoval jednak množství položek, které jsou v těchto laboratořích komunikovány mimo rámec NČLP a dále míru respektování příslušné definice NČLP. Při vyhodnocení míry respektování definice jsem vyhledával položky, u nichž byla použita jiná jednotka, než definovaná v NČLP, přičemž jsem bral do úvahy jen případy jednoznačně rozporné, kdy zaslaná hodnota nemohla odpovídat definici NČLP. Ověřil jsem si podle nastavení přepočtového faktoru, že výsledky nebyly při zasílání přepočítávány z lokální na národní jednotku.

Výsledky tohoto šetření shrnuje následující tabulka:

		Počet položek v lokálním číselníku			Podíl položek v LČLP		Chyby proti definici NČLP	
LAB	LIS	národních	lokálních	celkem	národních %	lokálních %	Počet	Podíl
A	BETA	959	538	1497	64%	36%	35	3,6%
B	ALFA	334	67	401	83%	17%	27	8,1%
C	ALFA	271	186	457	59%	41%	17	6,3%
CELKEM		1564	791	2355	66%	34%	79	5,1%

Tabulka 1

Zjistil jsem, že **zhruba třetina z položek, které jsou v těchto laboratořích definovány, jsou položky mimo rámec NČLP.** Tyto položky jsou standardně odesílány jiným informačním systémům pomocí DASTA, aniž by odesílající strana mohla spolehlivě ověřit, zda přijímající strana zobrazuje tyto výsledky správně. Potenciální kolize použitých klíčů s klíči z jiných pracovišť není vyloučena. Toto zjištění je tedy v rozporu se snahou, aby počet položek mimo rozsah národního číselníku byl minimální a vždy jen dočasný.

Za ještě závažnější považuji zjištění, že **minimálně u 5% položek z národní části číselníku není respektována definice NČLP**, přičemž toto číslo je třeba

považovat za minimální a ve skutečnosti bude vyšší, neboť jsem záměrně vylučoval případy, kdy se jednotka sice neshodovala s definicí v NČLP, ale riziko desinterpretace bylo minimální – takto nebyly například mezi chyby zařazeny případy, kdy je v lokálním číselníku uvedena jako jednotka procento, přičemž definice NČLP samozřejmě uvádí jednotku 1. Pouze pro zajímavost: mezi posuzovanými položkami bylo jen těchto případů dalších 160, tzn. zhruba dalších 10% položek a přepočítávání nebylo nastaveno.

Diskuse

Provedený pokus podle mého názoru potvrdil hypotézu, že současná úroveň respektování NČLP při komunikaci pomocí DASTA není uspokojivá. Je možné jistě polemizovat o způsobu výběru posuzovaného vzorku a o tom, do jaké míry lze zjištěná fakta zobecnit. Osobně ovšem považuji toto šetření za objektivizaci reálné zkušenosti, kterou jsem opakovaně v praxi získal a se mnou řada jiných kolegů informatiků. Bylo by samozřejmě možné se pokoušet získaná podezření ověřit na širším vzorku dat, za vhodnější ale považuji zabývat se tím, jak tuto nepochybně existující situaci řešit.

Pokud totiž reálně v praxi při komunikaci dochází u nemalé části položek k nerespektování datového standardu a NČLP, pak existuje riziko, že dříve či později může dojít k chybné interpretaci zaslaného výsledku a tím k poškození pacienta. Pokud totiž přijímající systémy respektují datový standard (a ony nemají ani jinou možnost, než jej respektovat), pak nutně musí docházet k situacím, kdy zobrazení výsledků neodpovídá tomu, co bylo reálně naměřeno. Chyba je přitom jednoznačně na odesílající straně při současné nemožnosti přijímající strany toto nějak systematicky kontrolovat.

Tato práce nehodlá rozebírat příčiny tohoto stavu ani možnosti změny chování na straně laboratoří. Nejsem v této oblasti erudován a diskusi k tomuto problému přenechám příslušným odborníkům. Domnívám se, že je nezbytné oddělit při dalším řešení tohoto problému aspekt správné laboratorní praxe a aspekt komunikace. Obor zdravotnické informatiky nemá možnost ovlivňovat chování laboratoří vůči NČLP. Zdravotnický informatik se nicméně musí zabývat vhodností komunikačního standardu, který je za této situace používán. Správně definovaný komunikační standard by měl minimalizovat riziko, že přijímající strana bude obdrženou informaci interpretovat jinak než strana odesílající a navíc by měl v dostačující míře umožňovat přijímající straně formální i obsahovou verifikaci došlých dat.

Za základní problém považuji v tuto chvíli to, že DASTA neumožňuje korektní zasílání informace o výsledku v úplné formě tak, jak ji odesílá laboratoř. Za takovou úplnou formu je možné považovat jedině minimální soubor atributů název – hodnota – jednotka – škála. Je podle mne nezbytné, aby se standard upravil tak, že tento minimální soubor bude zasílán povinně. Pokud k tomu dojde, budou přijímající systémy schopny zpracovat výsledek i bez vazby na sdílený číselník v té podobě, v jaké informaci odeslala laboratoř. Hodnota a význam NČLP se tím nesníží, právě naopak. Odkaz na klíč položky národního

číselníku může být nadále nepovinnou součástí komunikace, přičemž to, že odesílající strana opravdu respektuje definici NČLP, bude moci přijímající uživatel přímo ověřit. Tuto možnost nyní nemá.

Argumentem proti tomuto návrhu bude to, že lze výsledek v této podobě zaslat již dnes jako text. Takový argument nedává ovšem v praxi žádný smysl. Jaké jsou důvody strukturovaného zaslání výsledku nikoli textem ale v několika definovaných atributech? Je to především snadnost zpracování došlého komunikačního souboru na straně přijímajícího systému, kdy je třeba zaslaný údaj uložit do příslušných datových polí a zobrazit v příslušných položkách uživatelského rozhraní. Zaslání textovou formou toto znemožňuje. Možnost porovnání různých výsledků v časové řadě nebo dokonce automatická interpretace výsledku je samozřejmě možná jedině tehdy, pokud mají výsledky korektní odkaz na národní nebo jiný společně sdílený číselník. Toto omezení ovšem platí již dnes, přičemž i dnes je takové využití zatíženo právě rizikem chyby z nerespektování definice NČLP.

Záměrně jsem do této práce nezahrnul návrh na povinné zasílání definičních atributů laboratorní položky (systém, komponenta, veličina, procedura), který byl v rámci komunity DASTA diskutován v minulém roce. Z hlediska řešení celého problému jde o druhotný problém a diskusi nad vyřešením problémů komunikace by nyní dle mého názoru spíše komplikoval.

Závěr

Pokusil jsem se na rozboru konkrétních dat z praxe ukázat, že současná úroveň respektování Datového standardu MZ ČR a Národního číselníku laboratorních položek není uspokojivá a ve svém důsledku vede k riziku pochybení při komunikaci. Tato práce má být podnětem k tomu, aby správce datového standardu inicioval práce na takových úpravách, které v dohledné době umožní eliminovat tato rizika. Podstatou úpravy standardu by mělo být povinné zasílání všech atributů výsledku, nutných k správnému zobrazení i bez použití NČLP. Uvědomuji si, že můj návrh jde proti principu, který je spojen s Datovým standardem MZ ČR od jeho vzniku a má řadu zastánců. Přesto považuji důkladnou odbornou diskuzi k této otázce za nezbytnou.

Kontakt:

Miroslav Seiner
Dašická 425, 530 02 Pardubice
e-mail: *miroslav.seiner@volny.cz*

EDUKACE O ŽIVOTNÍM STYLU NA ČESKÉM INTERNETU

Štěpán Svačina, Martin Matoulek

Anotace

Problematice zdravého životního stylu je věnováno mnoho internetových stránek u nás i ve světě. Situace je však horší u nás. Ve světě jsou aktivnější univerzity, instituce a občanská sdružení. U nás převažuje snaha prodávat pomocí stránek potravinové doplňky, kurzy a pobyty. Vždy je třeba se zamyslet, kdo je provozovatelem stránek a jaké jsou jeho cíle a podle toho lze vytipovat stránky s větší garancí vědeckého přístupu a menšími komerčními zájmy.

Klíčová slova

Zdravý životní styl , konzultace o životním stylu,www.stob.cz, www.obesity-news.cz potravinové doplňky

1. Úvod

Neustále stoupá výskyt civilizačních onemocnění – kardiovaskulárních, onkologických i metabolických. Proto stoupá i význam edukace o zdravém životním stylu. Například výživa se podle zpráv WHO podílí významně až na třech čtvrtinách lidských onemocnění. Internet je dnes snadno dostupným prostředkem, který umožňuje ovlivnění životního stylu populace i jednotlivce. V této oblasti však dochází logicky k střetu zájmů marketingových (komerčních), individuálních a veřejných. Situace je stále do značné míry odlišná u nás a ve světě.

2. Komu je určena edukace o zdravém životním stylu na internetu

Z hlediska společenských potřeb je edukace nepochybně určena tomu, kdo civilizační onemocnění buď má nebo je jím ohrožen. Takovéto využití edukace vede k snížení nákladů na zdravotnictví a má i nepřímé efekty hospodářské.

Z hlediska individuálních je pak cílem využití edukace léčba či prevence individuální a to má efekt na snížení nákladů ze zdravotního pojištění.

Mezi uživateli edukačních stránek o zdravotním životním stylu převažují zatím zcela jistě osoby zdravé.

3. Kdo stránky o zdravém životním stylu provozuje

Z hlediska obchodního je pak nepohybným cílem provozovatelů zisk obvykle prodej nějaké služby, léku, pomůcky, potravinového doplňku. Z hlediska zdravotního pak může jít přístupy korektní a méně korektní, podle toho zda se provozovatel snaží prodat postup účinný či bez vědeckých průkazů efektu. To je na první pohled obtížně pro laika poznatelné.

Stránky obvykle uvádějí směs informací pravdivých a nepravdivých. Vodítkem může být i kdo stránky provozuje. Nepravdivé informace si nemohou dovolit ministerstva, univerzity, zdravotní pojišťovny. Zde jde o opravdové rady

bez snahy o prodej produktů či kurzů. U jiných provozovatelů je vždy nejistota. Ve světě – zejména ve Spojených státech) výrazně převažují stránky o zdravém životním stylu vyvinuté státními institucemi či občanskými sdruženími. Stimulovat rozvoj stránek se opakovaně neúspěšně snaží evropská unie. Časté jsou i systémy otázek a odpovědí, přičemž je možné listování dříve uživateli položenými otázkami. To nejen umožňuje neptat se zbytečně, ale prohlédnutí starších otázek zvyšuje důvěryhodnost správce stránek a uživatel se pak nebojí zeptat.

Občan je u nás i ve světě vtahován do konzultací několika typy zpětných vazeb. Reagováním na komerční nabídku, systémem otázek a odpovědí a konzultačními individualizovanými programy. Ty se týkají často zdravého životního stylu např. obezity, diet, fyzické aktivity. Individuální konzultace, ať již systémem otázek či přímo konzultačními programy jsou pravděpodobně prostředkem odborně nejsprávnějším, a snad i nejúčinnějším.

4. Některé příklady internetové edukace o zdravém životním stylu u nás

Velmi komplexní stránky o redukci hmotnosti přinášejí stránky klubu STOB – stop obezitě *www.stob.cz*. Zahrnují rozsáhlé informace o dietě a fyzické aktivitě. Komerční aktivity spočívají jen v nabízení kursů, redukčních pobytů a v odkazech na jiné subjekty, kde všechny informace již nemusí být korektní. Jde o stránky realizované na poměrně vědecké bazi.

www.obezity-news.cz přinášejí rovněž rozsáhlé informace o dietách a cvičení a individuální konzultace. Z komerčního hlediska jsou nabízeny jen vlastní aktivity rekondičních center.

Podobných stránek založených na vědeckém principu jako uvedené dva příklady není mnoho Cílem mnoha dalších stránek je prodat pro pacienty určité technologie či potravní doplňky. I terminologie těchto stránek lékaře či odborníka hned obvykle zarazí . Některé stránky hned úvodem slibují že všechno půjde bez léků a bez cvičení nebo doporučují potravinové doplňky, solární energii, přírodní simulanty atd.

Podobné stránky u nás převažují v zahraničí naopak převažují stránky korektně informující o potravinových doplňcích a často není ani jejich cílem konkrétní produkt prodat.

Řada stránek propagující produkty bez vědecké báze je i mezinárodních. Např. www. lifestlyles v řadě národních mutací propagujících bylinné výtažky. Řada takových článek připomíná spíše stránky hnutí či církví, ukazují obvykle magickou osobnost zakladatele a jeho zkušenost s některým přírodním produktem.

Zajímavým zdrojem je i wikipedie, která exaktně informuje, co zdravý životní styl je . Přitom dobře analyzuje i politických význam těchto hnutí za zdravý životní styl.

Velmi kvalitní stránky provozují a zřejmě z prodeje léků a technologií financují např. firmy působící v diabetologii (Lilly. Novo, MTE apod.) Nepřímo

tak v rámci zákona jistě upozorňují na své produkty.

5. Závěr

Internet se stává stále významnějším zdrojem informací o životním stylu. Uživatel však zejména u nás musí být obezřetný a zamýšlet se nad

- tím, kde je provozovatelem stránek
- nabízenými produkty
- nad tím, kdo validitu informací garantuje.

Vzhled stránek o kvalitě bohužel neinformuje, neboť stránky bez moderního designu dnes prakticky neexistují. Dohnat svět v obsahové kvalitě stránek o životním stylu bude naší republice ještě pár let trvat.

Výzkum je podporován projektem MŠMT2B06172 Bezpečné potraviny

Kontakt:

Prof. MUDr. Štěpán Svačina,DrSc.
3. interní klinika UK-1.LF
Kateřinská 32
121 08 Praha 2
tel: 224962921
e-mail: *svacinas@lf1.cuni.cz*
http://www.svacina.cz

ROZVOJ MULTIMEDIÁLNÍCH APLIKACÍ

Milan Šárek, Leoš Rejmont, Jiří Navrátil, Vladimír Třeštík

Abstrakt

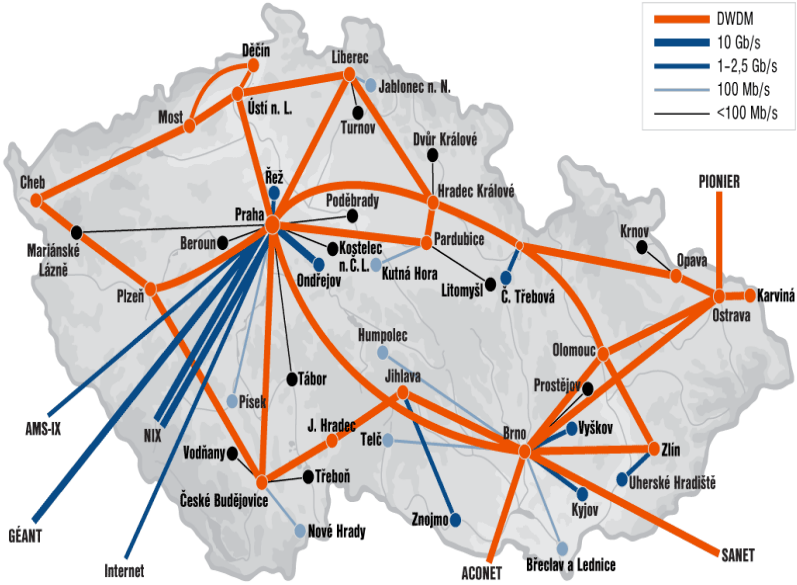
Sdružení CESNET ve spolupráci s klinickými pracovišti se v rámci Výzkumné záměru MŠMT snaží najít a odzkoušet v pilotní fázi nové možnosti přenosu multimediálních informací v oblasti medicíny. V předchozím období byly zkoumány možnosti přenosu stereoskopického obrazu z operačních robotů. V současné době hledáme nové zdroje v oblasti očního lékařství, kde je například potenciál v oblasti přenosu stereoskopického obrazu z operačních mikroskopů a snímků angiografie. Ve sdělení budou diskutovány možnosti a úskalí získání jednotlivých typů multimediálních signálů s uvedením požadavků na tyto typy přenosů a možnosti jejich technického zabezpečení.

Klíčová slova

telemedicína, oftalmologie, stereoskopické zobrazení

Úvod

Sdružení CESNET v rámci Výzkumného záměru MŠMT „Optická síť národního výzkumu a její nové aplikace“ ve spolupráci s vysokými školami a pracovišti Akademie věd buduje postupně vysokorychlostní infrastrukturu na úrovní



Obrázek 1 - Topologie sítě CESNET2, stav ke konci roku 2009

srovnatelné minimálně s dalšími evropskými infrastrukturními projekty. Tato vyspělá infrastruktura má vytvořit základ pro rozvoj dalších výzkumných a výukových aplikací, které mají vysoké požadavky na přenos dat a garanci jejich kvality.

Aktuální stav vývoje sítě CESNET2 je uveden na *Obrázku 1*:

V souvislosti s využíváním sítě CESNET2 je vhodné také připomenout dostupné vysoké přenosové rychlosti, využívání principů hustého vlnového multiplexu DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing), kdy na jednom optickém vláknu je možné vytvořit desítky nezávislých přenosových kanálů s kapacitou Gb/s. Další běžně vnímaným benefitem je například garance služby QoS (Quality of Service), která je předpokladem pro přenos multimediálních signálů. Často jsou však opomíjeny služby, které jsou v sítí CESNET2 zajišťovány standardně, ale představují přitom nadstandard v oblasti zabezpečení. Například adresový prostor přidělený síti CESNET2 je průběžně sledován a bezpečnostní incidenty, případně nestandardní nebo nebezpečné chování jednotlivých uzlů sítě je indikováno a řešeno v součinnosti se zodpovědnými správci příslušného serveru v součinnosti s týmem odborníků CESNET-CERTS. Více najdete na adrese: *https://csirt.cesnet.cz/*.

Rozvojem technologií pro videokonference a další multimediální služby se zabývá aktivita „Multimediální přenosy a kolaborativní prostředí" zmíněného Výzkumného záměru. V rámci těchto aktivit byly vyvinuty a odzkoušeny vyspělé multimediální technologie typu 4k videa a multibodového přenosu nekomprimovaného HD obrazu. Podrobnosti k jednotlivým technologiím a aktivitám sdružení CESNET jsou veřejně přístupné v publikaci dostupné online [1].

Aktivita Výzkumného záměru "Podpora aplikací" vyhledává pro nové technologie uplatnění v praxi. Mimo blízké oblasti informačních technologií a fyzikálního výzkumu je medicína velmi zajímavý zdroj objemných multimediálních dat, která navíc kladou vysoké požadavky na kvalitu poskytovaných služeb.

Nové možnosti videoprezentací v oftalmologii

Je symbolické, že oční lékařství je zajímavým zdrojem obrazových informací. Mezi klasiku lze již považovat Live Video Surgery, kterou letos organizovala Ústřední vojenská nemocnice v Praze Střešovicích již po desáté [2]. První ročníky se uskutečnily s využitím klasické televizní techniky. Postupem doby došlo k přechodu na přenos pomocí počítačových sítí. Přímé přenosy z operačních sálů Oční kliniky Ústřední vojenské nemocnice Praha poskytly divákům v kongresovém sále pohled do operačního pole i komentář operatéra. Videokonference navíc umožní on-line připojení operačních sálů dalších očních klinik, konkrétně očních klinik fakultních nemocnic v Hradci Králové, Olomouci a Ostravě. Během videokonference byly prezentovány nové postupy refrakční, vitreoretinální, kataraktové a glaukomové chirurgie. Přenosy probíhaly v logicky uzavřené síti. Na základě předběžného souhlasu

byla videokonference zpřístupněna i dalším očním klinikám. Mezi ně například patřila klinika na Taiwanu, kde se však s ohledem na časový posun účastnili hlavně dopoledního programu. Na realizaci technického zajištění Live Video Surgery se již několikátý rok podílí pracovníci aktivity „Multimediální přenosy a kolaborativní prostředí" sdružení CESNET.

V rámci nových technologií je pro sdružení CESNET zajímavá oblast stereoskopického zobrazení, protože tyto přenosy kladou ještě vyšší požadavky na objem a hlavně kvalitu přenášených dat. U stereoskopických videokonferencí ve kvalitě HD se setkáváme s objemy přenosu řádově 100 Mb/s, což většinou vede k požadavku na gigabitové připojení u jednotlivých účastníků. Zvyšují se navíc požadavky na kvalitu spojení. Důležité je především zajistit synchronizaci obrazu v obou kanálech přenosu. Malé výpadky nebo narušení synchronizace v 3D zobrazení je mnohem nápadnější než v případě drobných výpadků 2D videa.

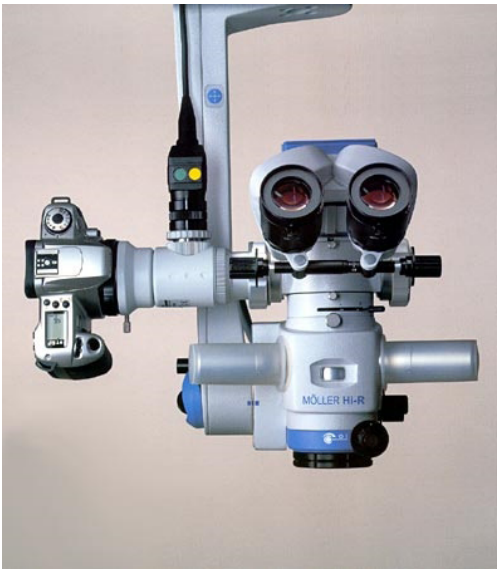
Samostatným problémem je získání kvalitního stereoskopického zdroje. Ve spolupráci s Oční klinikou Ústřední vojenské nemocnice jsme vytipovali dva zajímavé okruhy: snímky z angiografického vyšetření a přenos z operačních mikroskopů.

Angiografické stereoskopické vyšetření vychází se starého principu snímání statického obrazu ze dvou stanovišť. Tyto dva body tvoří tzv. stereoskopickou základnu. Kamera je nutno přesunout z pozorovacího místa pro jedno oko do druhého pozorovacího místa dostatečně rychle, aby nedošlo ke změně pozorovaného obrazu. Změny obrazu v obou kanálech by měly odpovídat pouze změnám odpovídajícím změně perspektivy pohledu. K zobrazení takto získaných snímků vystačí v současné době běžný počítač vybavený grafickou kartou pro současnou práci na dvou obrazovkách, což už je v současné době běžné u sestav pro běžné kancelářské nasazení. Problém je až s vlastním zobrazením. Pokud pomineme anaglyfické zobrazení, které vyžaduje známé zeleno-červené brýle, máme na výběr celou řadu možnosti zobrazení. V současné době jsou dostupné LCD monitory s opakovací frekvencí 120 Hz a s podporou prokládání levého a pravého kanálu, který do monitoru přichází s poloviční frekvencí opakování. K tomuto systému je zapotřebí aktivní 3D brýle řízené infračerveným paprskem. Alternativou k těmto monitorům je systém Autostereo a to zejména pro statické snímky. Princip Autosterea [3] zbavuje uživatele nutnosti používat 3D brýle, protože systém zakrývání příslušných částí obrazu je přenesen do další aktivní vrstvy ve stínítku monitoru, která tvoří aktivní mřížku, která využívá paralaxy pohledu očí a pro každý pohled odkrývá jiný obraz.

Další kapitolou pak jsou možnosti zobrazení pomocí projekční techniky. V rámci projektu již úspěšně proběhly akce, které využívaly techniku s aktivními 3D brýlemi. Předpokladem tohoto typu projekce je kvalitní obrazový signál na konci celého přenosového řetězce.

Přenos z operačních mikroskopů předpokládá využití mikroskopů s možností stereoskopického zobrazení – například přístroje Möller Wedel

řady 900 [4]. Problém využití pro stereoskopické přenosy spočívá v tom, že výrobce s takovou možností zatím běžně nepočítá a předpokládá napojení (video)kamery pouze na výstup z jedné optické cesty. Pokud se podaří vyřešit problémy dané mechanickou konstrukcí, bylo by možné napojit dvě kamery a to na každou optickou cestu zvlášť. Pro výuku a výcvik v nových operačních technikách by mělo toto obohacení zásadní význam, protože jak asistent u binokuláru, tak obraz získaný přes jednu kameru je zatím zobrazován pouze plošně.



Obrázek 2 - Napojení kamery na operační mikroskop (z firemní dokumentace Möller Wedel)

Přenos stereoskopického obrazu

V současné době probíhají první experimenty a výzkum v oblasti přenosu HD 3D obrazového signálu. Klíčovým problémem je zajištění synchronizace signálu v pravém a levém kanálu. V současné době je možné využít dvě alternativy.

První variantou jsou komerčně dodávané kodéry MAKO-HD od firmy Haivision [5], které již byly v zahraničí odzkoušeny pro přenos HD 3D obrazu z operačního robota daVinci po vyhrazené lince na několikakilometrové vzdálenosti. Výhodou těchto kodérů je doba latence 70 ms na páru kodér – dekodér, což je v současné době špičková hodnota. Výzkum v této oblasti by se měl zabývat vytvořením komunikačního kanálu, který bude schopen garantovat dodržení synchronizace obou signálů na celé trase přenosu.

Druhou variantou je možnost využití produktu vlastního vývoje sdružení CESNET, což představuje testování zařízení MVTP-4k (Modular Video Transfer Platform) [6]. Tato zařízení bylo vyvinuto rovněž v rámci Výzkumného záměru

pro nasazení v sítích s přenosovou rychlostí 10 Gb/s, což zatím ztěžuje jejich využití. Je však jen otázkou času, rozšíření těchto přenosových rychlostí směrem k uživatelům sítě, což podle předcházejícího vývoje nemusí trvat až tak dlouho.

Literatura

[1.] Gruntorád J.: Roční zpráva o řešení výzkumného záměru, CESNET, z.s.p.o., Praha, 2010, online: http://www.cesnet.cz/doc/2009/zprava/

[2.] Operace v přímém přenosu, online: http://www.uvn.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=1207%3Aoni-operace-v-pimem-penosu-&catid=46%3Azpr-zajvosti&Itemid=572&lang=cs

[3.] Perlin K., Autostereoscopic diplay paper, online: http://mrl.nyu.edu/~perlin/demos/autostereo.html

[4.] Operační mikroskopy Möller Wedel řady 900, online: http://www.moeller-wedel.com/products/ophthalmology/moeller-allegra-900.html

[5.] Haivision network video, online: http://www.haivision.com/products/mako-hd/

[6.] Modular Video Transfer Platform, online: http://www.ces.net/project/qosip/hw/mvtp-4k.pdf

Kontakt:

Milan Šárek
CESNET, z.s.p.o.
ms@cesnet.cz
Leoš Rejmont
Oční klinika 1.LF UK a ÚVN Praha
Jiří Navrátil
CESNET, z.s.p.o.
Vladimír Třeštík
CESNET, z.s.p.o.

MOŽNOSTI ELEKTRONICKÉHO PODPISU VE ZDRAVOTNICKÉ DOKUMENTACI

Miloslav Špunda

Anotace

Příspěvek se zabývá problematikou užití elektronického podpisu ve zdravotnické dokumentaci v prostředí informačního systému zdravotnického zařízení, zejména nemocničního informačního systému (NIS). Příspěvek popisuje princip zaručeného elektronického podpisu, technické předpoklady jeho užití a možnosti implementace v prostředí NIS.

Klíčová slova

elektronická zdravotnická dokumentace, nemocniční informační systém, elektronický podpis, časové razítko

Úvod

V současné době se setkáváme se stále širším užitím pouze elektronické formy dokumentů v informačních systémech. Informační systémy přecházejí na tuto formu obvykle postupně, dokumenty jsou paralelně uchovávány i v písemné formě. Jejich předávání a manipulace s nimi však přechází na formu pouze elektronickou, dřívější pouze písemné dokumenty jsou často skenovány a poté též uloženy také v elektronické formě.

S těmito trendy se setkáváme také v oblasti vedení elektronické zdravotnické dokumentace, která je stále častěji uchovávána pouze na paměťových mediích. Tento vývoj odpovídá i legislativním trendům v rámci EU, odpovídá mu i naše národní legislativa v této oblasti (Zákon č. 227/2000 Sb. o elektronickém podpisu).

Plné zavedení zdravotnické dokumentace v čistě elektronické formě musí vycházet z platného právního rámce a zároveň musí být technicky řešeno tak, aby byla respektována informační bezpečnost. Prakticky to znamená, že v informačním systému musí být užit zaručený elektronický podpis a časové razítko, bezpečnostní kopie podepsaných dokumentů, zajištěna archivace dokumentů a jejich celková správa včetně workflow dokumentů ve zdravotnickém zařízení.

Základní pojmy

Metody použití elektronického podpisu (přesněji digitálního podpisu) vycházejí z kryptografických šifrovacích algoritmů. Pojem elektronický podpis zahrnuje širší oblast prokázání totožnosti v elektronické formě (např. snímání otisku prstu, struktury oční duhovky a dalších biometrických atributů uživatele). **Digitální podpis** však zajišťuje několik nezbytných prvků zároveň. Při doplnění **časovým razítkem** zaručuje i prokazatelnost doby podepsání dokumentu.

Prvky zajištěné užitím digitálního podpisu:

- identifikace (jednoznačné určení podepsaného subjektu),
- integrita (lze prokázat, že po podepsání nedošlo k žádné změně (soubor není úmyslně či neúmyslně změněn)),
- autenticita (lze ověřit identitu subjektu, kterému digitální podpis patří),
- nepopiratelnost (nelze popřít autorství elektronického dokumentu).

Při použití pro podepisování zdravotnické dokumentace je vyžadován tzv. zaručený elektronický podpis, s předepsaným užitím kvalifikované certifikace, tedy založený na kvalifikovaném certifikátu a spojený s užitím časového razítka. Časové razítko jednoznačně dokládá existenci označených dat před uvedeným časovým okamžikem.

Při užití kryptografie je nutno řešit problém převedení zašifrovaného textu zpět do otevřené (čitelné) podoby. K tomu je třeba znát šifrovací klíč, největší problém je jeho bezpečné předání adresátovi. Z tohoto pohledu lze kryptografické metody rozdělit podle způsobu manipulace se šifrovacím klíčem. Podle toho můžeme rozlišit dva druhy šifrovacích algoritmů, se symetrickým a asymetrickým šifrováním.

Symetrické šifrování užívá jediného šifrovacího klíče pro zašifrování i dešifrování předávaných dat. Nevýhodou je, že při vyzrazení tohoto klíče jsou prozrazeny všechny zašifrované informace. Slabým článkem je tedy bezpečné předání šifrovacího klíče adresátovi i jeho následné udržení v tajnosti. Z technického hlediska je výhodou vysoká rychlost šifrovacích algoritmů.

Pro účely digitálního podpisu se užívá **asymetrické kryptografie** (kryptografie s veřejným klíčem). Tato metoda užívá dvojice šifrovacích klíčů, veřejného a soukromého. Veřejný klíč je volně dostupný všem subjektům, které se účastní šifrované komunikace. Soukromý klíč je naopak pouze v držení vlastníka a přísně chráněn, pokud možno i HW prostředky. Princip užití dovoluje text zašifrovaný soukromým klíčem dešifrovat pouze příslušným klíčem veřejným a naopak. Matematické funkce použité v šifrovacích algoritmech asymetrických šifer prakticky neumožňují reverzní výpočet, tedy prolomení šifry a zneužití šifrovaného textu. V praxi je nejčastěji užíván algoritmus RSA (Rivest – Shamir – Aleman) nebo též algoritmy na bázi eliptických křivek (ECC), autorů N. Koblize a V.S. Millera (1985). Nevýhodou asymetrických šifrovacích algoritmů je, že ve srovnání se symetrickými algoritmy jsou výrazně pomalejší. V případě užití pro digitální podepisování, kdy délka šifrovaného a dešifrovaného textu je malá, není tato nevýhoda tak významná.

Kromě asymetrických šifrovacích algoritmů s veřejným klíčem se při užití digitálního podpisu setkáme ještě s jednocestnými algoritmy (HASH funkce). Jde o matematickou funkci, kterou lze v jednom směru spočítat snadno, zatímco v opačném směru (inverzní zobrazení) jen velmi obtížně. Výsledkem HASH funkce je obvykle 128 nebo 160 bitová sekvence jednoznačně charakterizující vstupní blok dat. Přitom při změně jediného bitu vstupu, je výsledek užití HASH funkce výrazně odlišný. Nejčastěji užívanými algoritmy tohoto typu jsou v současnosti MD5 (Message Digest 5) a SHA1 (Secure Hash Algorithm).

Při užití **digitálního podpisu daného datového souboru** se postupuje způsobem, který dovoluje jednoznačné ověření autenticity, integrity, autorství (nepopiratelnost) a času podpisu dokumentu. V případě zaručeného digitálního podpisu je užito digitálního certifikátu podepsaného akreditovanou kvalifikovanou certifikační autoritou.

Podepisování:

- na soubor je užit HASH algoritmus, vznikne bitový řetězec dané délky jednoznačně reprezentující vstupní data (někdy nazývaný otisk souboru),
- HASH (otisk souboru) je poté zašifrován privátním klíčem podepisujícího, tím vznikne vlastní digitální podpis, který se přidá k podepisovaným datům,
- ke zprávě se přidá ještě digitální certifikát (viz dále) podepisujícího, který slouží adresátovi k ověření podpisu.

Ověření podpisu:

- příjemce vypočte HASH z přijatého (původního) souboru,
- dešifruje podpis pomocí veřejného klíče odesilatele, který získá z digitálního certifikátu odesilatele, vznikne HASH z podpisu,
- porovnáním výsledků (HASH souboru a HASH vzniklý dešifrováním podpisu) se ověří, že odesilatelem je vlastník připojeného certifikátu a držitel privátního klíče.

Digitální certifikát je v asymetrické kryptografii krátký strukturovaný datový blok (formát X.509 definovaný mezinárodní normou) obsahující zejména veřejný šifrovací klíč digitálně podepsaný certifikační autoritou, která certifikát vydala a zaručuje jeho správnost. Certifikát dále obsahuje informace o majiteli veřejného klíče i o vydavateli certifikátu (certifikační autoritě).

Certifikát obsahuje následující položky:

- sériové číslo,
- identifikační údaje majitele certifikátu,
- algoritmus použitý k vytvoření podpisu,
- identifikační údaje vydavatele certifikátu,
- datum počátku platnosti certifikátu,
- datum konce platnosti certifikátu,
- účel veřejného klíče (šifrování, ověřování podpisů nebo obojí),
- veřejný klíč (délka je závislá na způsobu použitého šifrování),
- algoritmus otisku certifikátu,
- vlastní otisk certifikátu, sloužící k ověření neporušenosti certifikátu.

Při ověřování certifikátu se ověřuje důvěryhodnost v něm uvedených údajů. Není nutno ověřovat každý certifikát, užije se principu přenosu důvěry, kdy na základě důvěryhodnosti certifikační autority a platnosti jejího digitálního podpisu pod certifikátem se usoudí na pravdivost údajů v certifikátu. V případě,

že certifikát je vydán akreditovanou kvalifikovanou certifikační autoritou s respektováním Zákona o elektronickém podpisu, mluvíme o **kvalifikovaném certifikátu**, který je uznáván pro komunikaci se státními institucemi. Tento typ certifikátu se užije při podepisování zdravotnické dokumentace.

Certifikační autorita (CA) je subjekt vydávající digitální certifikáty (veřejné šifrovací klíče, které podepisuje svým digitálním podpisem). CA svou autoritou stvrzuje pravdivost údajů, které jsou ve volně dostupném certifikátu uvedeny. Majitel veřejného klíče při formální proceduře certifikační autoritě prokáže správnost údajů, které jsou poté obsahem vydaného certifikátu. Certifikační autorita musí odpovídajícím způsobem pečovat o svou důvěryhodnost (např. zveřejnit způsoby zajištění bezpečnosti dat a všech okolností souvisících s vydáváním certifikátů). Ověřování certifikátů je zjednodušeno hierarchickým modelem využívaným certifikačními autoritami. Stačí pak vlastnit několik kořenových certifikátů CA, kterým důvěřujeme. Zjednoduší se tak automatizované ověření certifikátu.

Mezi majitelem certifikátu a CA existuje smluvní vztah. Majitel certifikátu musí CA oznámit zejména prozrazení (diskreditaci) soukromého klíče. To vede CA k neprodlenému zneplatnění certifikátu zařazením do seznamu zneplatněných certifikátů CRL (Certificate Revocation List). Zde je uvedeno sériové číslo zneplatněného certifikátu, datum zneplatnění a obvykle i důvod. Seznam CRL je zveřejněn na Internetu a pravidelně aktualizován (odpovědnost CA).

Formální kroky při žádostech o certifikát vyřizuje registrační autorita podřízená CA. Ověřuje identitu žadatelů a pravost údajů uvedených v žádosti o certifikát. Žádost při zachování důvěrnosti pak postupuje CA, obvykle zprostředkuje předání certifikátu jeho majiteli.

Vzhledem k omezené časové platnosti certifikátů (doba platnosti obvykle 1 rok) je zejména u dokumentů s delší dobou platnosti nutno užít kromě digitálního podpisu v rámci PKI (Public Key Infrastructure) ještě **časové razítko** TS (time stamp). Kvalifikované časové razítko poskytne na požádání autorita časových značek TSA (Time Stamp Autority). HASH (otisk) dokumentu, který chce klient opatřit časovým razítkem se elektronicky zašle certifikovanému poskytovateli TSA, který otisk opatří TS, elektronicky podepíše a zašle zpět.

Postup vytvoření časového razítka:

- klient zajistí HASH dokumentu a doplní jej dalšími údaji (normalizovaná žádost o vydání časové značky),
- žádost je odeslána TSA,
- TSA k HASHi přidá přesný časový údaj, vznikne časová značka,
- TSA časovou značku digitálně podepíše (vznikne TS) a odešle klientovi,
- platnost TS lze ověřit porovnáním HASHe dokumentu s HASHem dešifrovaným z TS pomocí certifikátu TSA.

TSA garantuje, že časový údaj vložený do kvalifikovaného časového razítka odpovídá hodnotě koordinovaného světového času UTC (Coordinated Universal Time). Po vypršení doby platnosti certifikátu stačí vyhodnotit časové

razítko vymezující dobu vzniku dokumentu. Spadá-li tato doba do doby platnosti certifikátu, potvrzuje to věrohodnost digitálního podpisu.

Technické předpoklady

Bezpečnost autentizace a šifrování je dána také způsobem uložení a manipulace se šifrovacími klíči. Problematické je uložení na pevném disku počítače nebo na externím USB flash disku. Jako bezpečný prostředek pro autentizaci a zároveň bezpečné úložiště pro malá data (několik kB) je vhodné užít čipovou kartu nebo USB token. Zde je možno bezpečně ukládat šifrovací klíče, certifikáty, atd. Pro privátní a veřejný klíč s certifikáty se užívá označení **digitální ID**.

Podstatnou výhodou těchto prostředků pro ukládání digitálních ID je, že privátní šifrovací klíč nemusí toto zařízení při šifrování vůbec opustit, není ani na okamžik vydán mimo čipovou kartu či token do počítače. Šifrování proběhne přímo v kartě nebo USB tokenu.

Používané čipové karty nebo USB tokeny jsou chráněny PIN (Personal Identification Numer) nebo heslem, které jsou užity pro autentizaci uživatele. Heslo (alfanumerický řetězec) je zde bezpečnější než PIN (řetězec číslic). Při opakovaném chybném zadání hesla dojde k zablokování. Přitom může být nastaveno automatické smazání všech uložených informací nebo mohou být smazány ručně pomocí utility. Odblokování může být umožněno zadáním dalšího kódu PUK (Personal Unblocking Key) s možností nastavit nové heslo či PIN. Pro kartu nebo token se užívá společné označení **bezpečnostní předmět**.

Možnosti implementace

Zavedení elektronického podpisu v prostředí NIS znamená respektovat specifické podmínky medicínského prostředí. Zdravotnická dokumentace je stále více uchovávána pouze v elektronické formě a duplikována v tištěné či psané formě jen v nezbytných případech. Implementace digitálního podpisu však znamená významný zásah do uživatelského prostředí. Máme na mysli případ zavedeného běžícího informačního systému a uživatele, kteří rutinně pracují se zavedenými aplikacemi.

V předešlých odstavcích byly popsány základní předpoklady pro užití digitálního podpisu. Způsob splnění těchto předpokladů a zavedení nových věcí v prostředí s plně pracovně zatíženým personálem zdravotnického zařízení vyžaduje citlivý přístup bez zbytečného obtěžování.

Vlastní technické zásahy do jednotlivých aplikací NIS jsou z tohoto hlediska méně významné. Zabudování SW podpory digitálního podpisu a naopak jeho ověření s identifikací autora podpisu je technickým problémem, kde směrem ke koncovým uživatelům je významná jen otázka uživatelského interface. Ten musí být koncipován tak, aby užití digitálního podpisu uživatelské prostředí zbytečně nekomplikovalo. Kromě elektronicky podepisovaných dokumentů bude nadále v NIS existovat skupina dokumentů, kde podle stávajících předpisů není digitální podpis nutný.

Hlavní problém představuje způsob spolupráce s kvalifikovanou certifikační autoritou, která poskytne digitální ID (e-Identitu) jednotlivým pracovníkům

zdravotnického zařízení. Organizace jednotlivých žádostí o digitální ID a jejich vyřizování musí být taková, aby nenarušovala chod zdravotnického zařízení jako celku.

Kontakt:

Doc. Ing. Miloslav Špunda, CSc.
Ústav biofyziky a informatiky UK 1. LF
Kateřinská 32, Praha 2
E-mail: *miloslav.spunda@lf1.cuni.cz*

PORTÁL ZDRAVOTNÍCH POJIŠŤOVEN – MODERNÍ KOMUNIKACE S VYBRANÝMI ZDRAVOTNÍMI POJIŠŤOVNAMI

Jiří Těhan

O různých portálových řešeních, jejich přednostech a výhodách bylo již napsáno mnohé.

Možná právě proto tyto informace nevzbuzují u čtenářů takovou míru pozornosti, kterou si, alespoň většina z nich, zasluhuje.

U Portálu zdravotních pojišťoven tomu tak naštěstí není.

V době založení Portálu zdravotních pojišťoven v roce 2002 bylo zřejmé, že v systému českého zdravotního pojištění bude třeba výrazně modernizovat způsob vzájemně předávaných dat mezi účastníky tohoto systému, kterými jsou zdravotní pojišťovny na straně jedné a lékaři a zdravotnická zařízení, zaměstnavatelé, OSVČ a pojištěnci na straně druhé.

Důvodů byla celá řada – mezi nejzávažnější patřila doslova nutnost zajistit větší bezpečnost, rychlost a kvalitu předávaných informací (v drtivé většině obsahující citlivá data). Jako sekundární se jevila výhoda úspory nákladů při pořizování a zpracování dat a jejich dopravě na místo určení.

Do této doby totiž zmíněné údaje putovaly do zdravotních pojišťoven poštou či osobním doručením, a to na disketách či v papírové podobě. Při představě, že měsíčně se průběžně jedná o miliony dat, nepotřebuje popis dalšího komentáře. Bohužel, přesto, že Portál ZP se za dobu své existence rozvíjí doslova dynamicky, existují u nás stále ještě zdravotnické či zaměstnavatelské subjekty, které z nějakého blíže nevysvětlitelného důvodu zůstávají u starého způsobu, ačkoli je nákladnější a méně spolehlivý.

Omlouvám se za tento zdlouhavý úvod a zvídavému čtenáři Portál Zdravotních pojišťoven přiblížím konkrétněji.

Portál Zdravotních pojišťoven (dále jen Portál ZP) je internetová aplikace, která jeho uživatelům – poskytovatelům zdravotní péče, lékárnám, plátcům pojistného (zaměstnavatelům, OSVČ a OBZP) a pojištěncům zúčastněných zdravotních pojišťoven umožňuje pohodlné, rychlé a bezpečné vyřízení agendy se sedmi zdravotními pojišťovnami z devíti působícími na českém trhu veřejného zdravotního pojištění. Portál ZP je pro všechny uživatele zdarma.

Těmito pojišťovnami jsou:

- Česká průmyslová zdravotní pojišťovna
- Oborová zdravotní pojišťovna zaměstnanců bank, pojišťoven a stavebnictví
- Revírní bratrská pokladna, zdravotní pojišťovna
- Vojenská zdravotní pojišťovna ČR
- Zaměstnanecká pojišťovna Škoda
- Zdravotní pojišťovna METAL-ALIANCE
- Zdravotní pojišťovna MÉDIA

Základní formou komunikace je Internet s odpovídajícím zabezpečením

prostřednictvím digitálních certifikátů (digitálního průkazu totožnosti ve smyslu zákona o elektronickém podpisu) a elektronického podpisu zaručujícího autenticitu a původ zprávy ve smyslu zákona.

Minimální uživatelské požadavky k využití Portálu ZP splňuje prakticky dnes již každý průměrně vybavený PC, libovolné připojení k Internetu, operační systém Windows 98 nebo novější, prohlížeč Internet Explorer verze 5.5 nebo novější a certifikát vystavený důvěryhodnou certifikační autoritou. Akceptována je široká škála certifikátů vydaných těmito certifikačními autoritami I.CA (*www.ica.cz*), Česká pošta (*www.postsignum.cz*), identity (*www.eidentity.cz*) nebo v rámci internetového bankovnictví ČSOB, Komerční banky a České spořitelny.

Provoz Portálu ZP je 24 hodin 7 dnů v týdnu – tedy prakticky nepřetržitě.

Celé řešení splňuje požadavky zákonů č. 48 /1997 Sb. O veřejném zdravotním pojištění, č. 101/2000 Sb. O ochraně osobních údajů a č. 227/2000 Sb. O elektronickém podpisu.

Základními pilíři provozu Portálu ZP jsou:

- bezpečnost
- konzistence ovládání mezi zdravotními pojišťovnami
- zachování „vlastní tváře"zdravotních pojišťoven
- správa obsahu Portálu pojišťovnami

Portál ZP je postaven na jednotném řešení a technologickém prostředí. Pro jeho provoz je vytvořeno odpovídající technické a technologické zázemí ve společnosti Asecco a.s. se zajištěním vysoké provozní spolehlivosti a bezpečnosti zpracování dat. Zdravotním pojišťovnám portálová komunikace postupně usnadňuje navazující zpracování dat ve vlastních informačních systémech.

Každému uživateli procesu komunikace se používáním Portálu ZP zrychlí oběh dat, automatizují stávající postupy, zjednodušuje administrativa a zkvalitňuje a zrychluje kontrola. Mezi další jednoznačné výhody tohoto řešení patří možnost rychlé reakce na urgentní požadavky, garance doručení a přijetí dat a samozřejmě odpadá pracná administrativa a sníží se náklady spojené s přenosem dokladů.

Portál ZP také umožňuje okamžitou zpětnou vazbu, potvrzení příjmu dat a kontrolu chyb.

Nyní k funkcionalitám, které Portál ZP nabízí a zajišťuje v současné době, neboť jako každá perspektivní aplikace se stále rozšiřuje a reaguje na potřeby jak stávajících, tak i nových uživatelů.

Pro registrovaná zdravotnická zařízení to jsou tyto funkcionality:

- vyúčtování zdravotní péče
- odeslání registračních lístků
- přehled odeslaných faktur
- protokoly o zpracování
- chybové protokoly

- výpis registrovaných pojištěnců v kapitaci
- kontrola příslušnosti pojištěnce ke zdravotní pojišťovně
- hlášení úrazu
- registr nositelů výkonu
- přehled odeslaných podání
- elektronická podatelna
- osobní schránka
- informace o zdravotnických zařízeních
- zprávy mezi klienty Portálu ZP

Pro registrované zaměstnavatele jsou připraveny k využití tyto funkcionality:

- hromadné oznámení zaměstnavatele (HOZ)
- přehled plateb pojistného zaměstnavatele (podání přehledu a prohlížení)
- prohlížení evidovaných plateb
- přehled pojištěnců
- přehled odeslaných podání
- elektronická podatelna
- osobní schránka
- informace o zdravotnických zařízeních
- zprávy mezi klienty Portálu ZP

Registrovaní pojištěnci a plátci pojistného mohou využít tyto funkcionality:

- přehled vykázané zdravotní péče na pojištěnce
- přehled OSVČ (podání, opravný přehled, potvrzení)
- přehled plateb pojistného
- přehled předpisů a záloh
- přehled dob pojištění
- přehled odeslaných podání
- elektronická podatelna
- osobní schránka
- informace o zdravotnických zařízeních
- zprávy mezi klienty Portálu ZP

Portál ZP umožňuje i zrychlení komunikace s exekutory, Policií ČR a se správou sociálního zabezpečení v rámci žádosti o součinnost.

Pro ty, kteří zatím nechtějí investovat do kvalifikovaného certifikátu a zároveň chtějí komunikovat prostřednictvím portálu ZP je připraven neregistrovaný přístup a v rámci tohoto přístupu mohou využít těchto funkcionalit:

- elektronické podatelny
- ověření pojištěnce
- ověření zdravotnického zařízení

- žádost o založení konta či rozšíření přístupových práv na portál pro jednotlivé subjekty nebo jejich zpracovatele

Portál ZP je kromě internetového rozhraní schopen komunikovat i se specializovanými aplikacemi lékařů a zaměstnavatelů prostřednictvím komunikační brány, přičemž použití ověřeného certifikátu přitom zabezpečuje prostředí naprosté důvěry.

Od 1. listopadu 2009 právnické osoby povinně a fyzické osoby dobrovolně využívají komunikaci prostřednictvím datových schránek. Povinnost či možnost mít datovou schránku se vztahuje i na zdravotnická zařízení. Zdravotní pojišťovny, stejně jako ostatní povinné subjekty, jsou dobře připraveni na tento nový způsob komunikace mezi obchodními partnery. **Přesto upozorňujeme, že datové schránky nemohou uživatelům garantovat vysokou přidanou hodnotu, kterou nabízí právě Portál ZP.**

Snad pouze závěrem – po rozběhu Portálu ZP počátkem roku 2003 jeho prostřednictvím komunikovalo celkem 1 300 zdravotnických zařízení. V současné době je to již cca 9 000 těchto zařízení, 4 500 zaměstnavatelů a další tisíce pojištěnců.

Finanční úspory uživatelů procesu se dají ročně vyčíslit v řádech milionů korun a stovek hodin pracovního času. Bezpečnost a kontrola údajů je přitom samozřejmostí.

Navštivte tedy stránky Portálu ZP (www.portalzp.cz) a v sekci Registrace uživatelů naleznete průvodce registrací nového uživatele. Odpovědi na nejčastější technické dotazy naleznete v sekci Opakované dotazy. Nově registrujícím uživatelům může pomoci náš tým technické podpory. Pro uživatele je připravena i technická pomoc na HELPLine.

Papírové formuláře se staly minulostí

Připojte se i Vy ke spokojeným uživatelům Portálu ZP

Kontakt:

Ing. Jiří Těhan, MBA
ředitel úseku klientských služeb a marketingu
Zdravotní pojišťovna METAL-ALIANCE
Čermákova 1951
272 01 Kladno
312 258 130
602 247 749

WEBOVÝ SIMULÁTOR LEDVIN

Martin Tribula, Marek Mateják, Pavol Privitzer, Jiří Kofránek

Anotace

Ledviny jsou důležitý regulační orgán vnitřního prostředí. Funkce ledvin je dynamický proces. Pro jeho lepší pochopení je velmi užitečné využívat výukový simulátor umožňující simulovat funkci jednotlivých částí nefronu a jednotlivé regulační vlivy (od řízení glomerulární filtrace, přes tubuloglomerulární rovnováhu až po vliv jednotlivých hormonů). Ve výukovém simulátoru bude možné rozpojovat jednotlivé regulační smyčky, a sledovat vliv jednotlivých regulací odděleně, což přispívá k lepšímu pochopení regulačních vztahů v ledvinách i způsobu jejich ovlivnění. Základem webového simulátoru je rozsáhlý model ledvin, vytvořený v prostředí simulačního jazyka Modelica, který popisujeme v tomto příspěvku.

Klíčová slova:

e-Learning, Ledviny, Model , Výukový simulátor, Web

1.Úvod

Ledviny jsou základním regulačním orgánem vnitřního prostředí. Vylučováním vody, iontů regulují objem, osmolaritu a iontové složení extracelulární tekutiny, vylučováním titrovatelné acidity a amonných iontů regulují metabolickou složku acidobazické rovnováhy. Sekrecí erytropoetinu v závislosti na parciálním tlaku kyslíku ledviny také regulují hemopoezu.

Ledviny také ovlivňují oběh - regulace objemu cirkulující krve je úzce propojena s regulací krevního tlaku.

Pro pochopení funkce ledvin bude velmi užitečným pomocníkem výukový simulátor. Na výukovém modelu bude možné simulovat funkci jednotlivých částí nefronu, zapojovat a rozpojovat jednotlivé regulační smyčky a ozřejmit si jednotlivé funkční fyziologické závislosti.

Podkladem budovaného výukového simulátoru ledvin je model ledvin, který je součástí modelu fyziologických regulací ***Quantitative Human Physiology - Golem Edition*** implementovaného v jazyce Modelica [6].

Struktura modelu navazuje na práci amerických autorů [1], kteří vytvořili výukový simulátor ***Quantitative Circulation Physiology (QCP)***, později rozšířený na ***Human Physiology (QHP)*** [2, 3] Na rozdíl od simulátoru QCP, jehož struktura je před uživateli skryta, je struktura simulátoru QHP volně šířena jako Open Source. Určitým problémem ale je, že zdrojový kód simulátoru QHP se skládá z ***2833 XML souborů*** rozmístěných ***v 772 složkách.***

My jsme model QHP implementovali v akauzálním prostředí jazyka Modelica, což přineslo mnohem větší přehlednost vlastního modelu. Na rozdíl od blokově orientovaných simulačních prostředí (jakým je např. Simulink) struktura simulátoru v Modelice mnohem lépe vyjadřuje fyzikální podstatu

modelované reality.

To nám umožnilo odstranit některé chyby v původním modelu amerických autorů a celý rozsáhlý model v některých směrech modifikovat a rozšířit.

Struktura celého modelu je uložena na doprovodném CD ROM. Poslední verzi modelu je možno také nalézt na webových stránkách našeho projektu „eGolem“ (*http://physiome.cz/eGolem*).

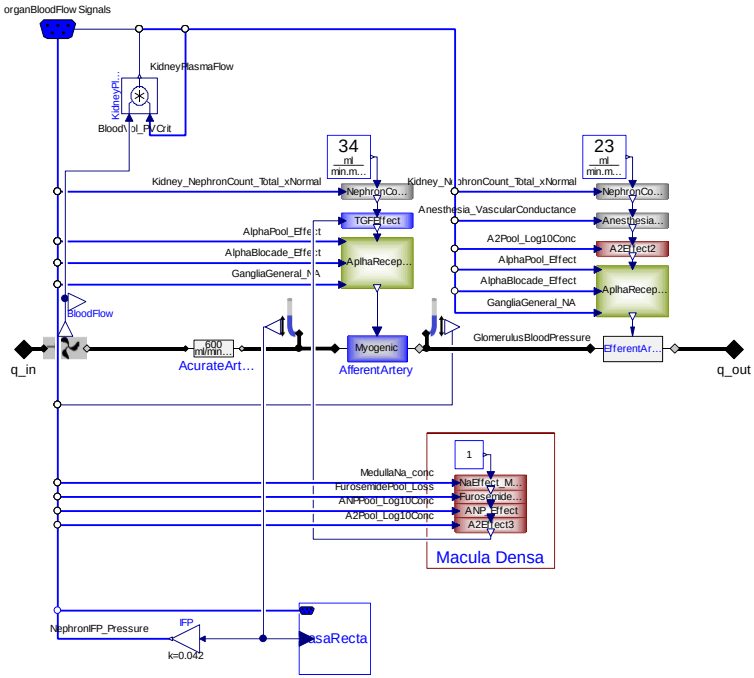
2. Modelování regulace průtoku krve ledvinami

Tok krve ledvinami je modelován v bloku Blood.OrganFlow.Kidney.

Hlavní částí bloku (*Obrázek 1*) jsou tři odpory simulující odpor obloukové arterie, aferentní arterie a eferentní arterie.

Velikost odporu aferentní arterie je řízen oproti normě efekty zohledňující počet funkčních nefronů v ledvině, signálem z macula densy, a signály z alpha-receptorů.

Velikost odporu eferentní arterie je řízena efekty zohledňujícími počet funkčních nefronů v ledvině, vliv anestetik, vliv angiotensinu2 a signály z alpha receptorů. Dále je v tomto bloku modelován vliv koncentrace sodíku v medule, furosemidu, koncentrace ANP a koncentrace angiotensinu 2 na signál z macula densy.

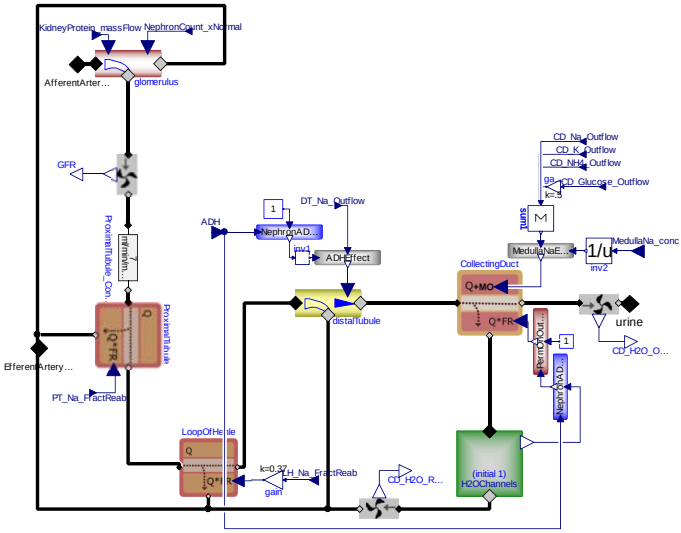


Obrázek 1 - Modelování průtoku krve ledvinami.

2. Modelování exkrece vody ledvinami

Exkrece vody ledvinami je modelována v bloku Water.WaterCompartments. Kidney.Nephrons na *Obrázku 2*.

V tomto bloku je modelována filtrace a reabsorbce vody v jednotlivých částech nefronu. Velikost glomerulární filtrace (GFR) je závislá na vstupech do bloku glomerulus (tok plasmy do aferentní arterie, počtu funkčních nefronů v ledvině a množství plasmatických proteinů) a vodivostí proximálního tubulu. Bloky modelující reabsorbci vody v proximálním tubulu, Henleho smyčce a sběrném kanálku určují množství reabsorbované vody na základě průtoku daným blokem a velikostí vstupu FR, určující podíl reabsorbované vody. Blok distálního tubulu modeluje vliv ADH na reabsorbci vody. Výstupy bloku jsou velikost glomerulární filtrace, množství reabsorbované vody a množství vody odtékající do moči.



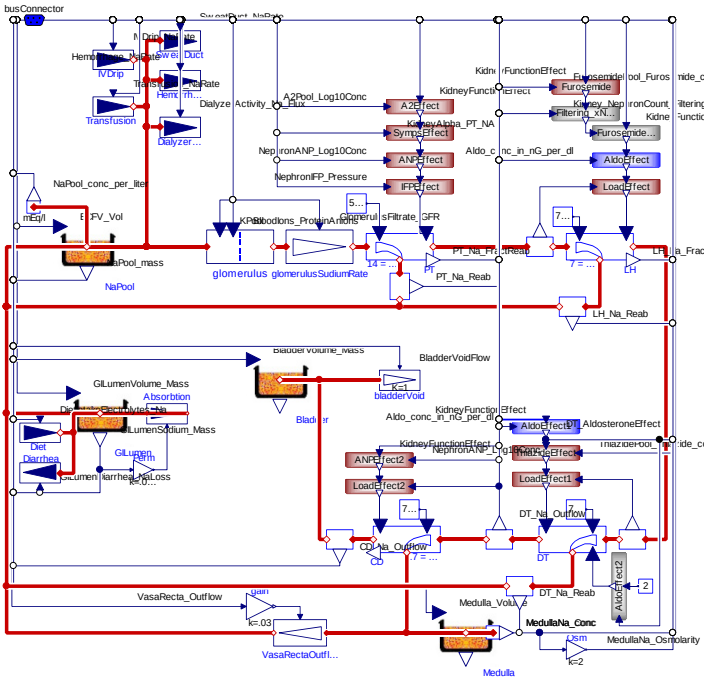
Obrázek 2 -Modelování exkrece vody ledvinami.

3. Modelování bilance sodíku

Blok modelující bilanci sodíku (Electrolytes-Sodium.Sodium) je zobrazuje *Obrázek 3*.

Blok NaPool_mass počítá z parametru udávajícího objem extracelulární tekutiny a aktuálního toku sodíku celkové množství a koncentraci sodíku. Tok sodíku glomerulem je dán koncentrací sodíku podle Donnanovou rovnováhy utvořené na glomerulární membráně v bloku glomerulus a velikostí glomerulární filtrace GFR na vstupu bloku glomerulusSodiumRate.

Reabsorbce sodíku v blocích proximálního tubulu, Henleho kličky, distálního



Obrázek 3 - modelování bilance sodíku.

tubulu a sběracího kanálku je modelována pomocí vstupu určující velikost reabsorbce a vstupu efektu ovlivňující tuto hodnotu. V tomto bloku je modelován vliv např. koncentrace angiotenzinu2, ANP, furosemidu, podílu funkčních nefronů a koncentrace aldosteronu.

Výstupy z bloku jsou množství reabsorbovaného sodíku v jednotlivých částech nefronu, reabsorbční frakce sodíku v jednotlivých částech sodíku a množství sodíku vyloučeného močí.

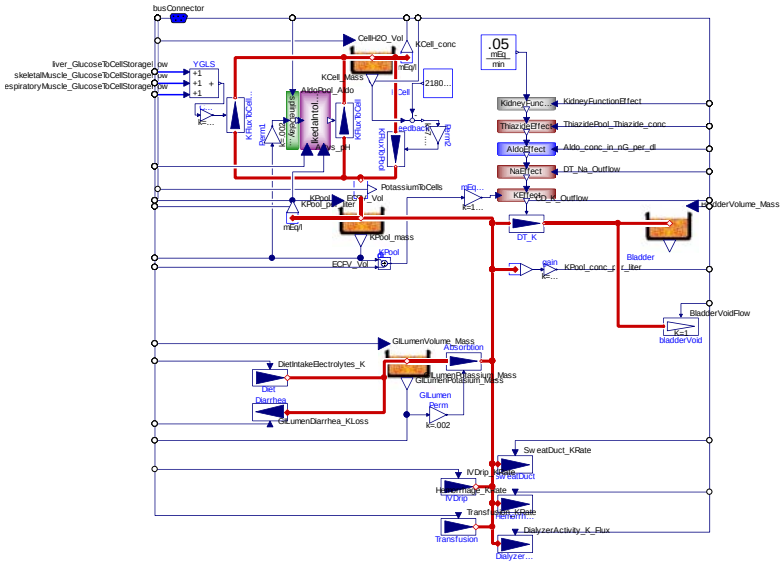
4. Modelování bilance draslíku

Blok modelující bilanci draslíku zobrazuje *Obrázek 4*.

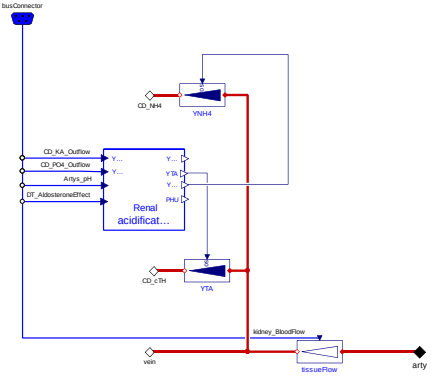
V tomto bloku se ledvin týká jen malá část. Vylučování draslíku ledvinami do moči je počítáno z koncentrace draslíku v extracelulární tekutině a efektů ovlivňující normální hodnotu toku draslíku do moči. Tyto efekty jsou koeficient funkčnosti ledvin, koncentrace thiazidu, koncentrace aldosteronu a vylučované množství sodíku v distálním tubulu.

5. Modelování renální acidifikace moči

Ledviny odpovídají za renální složku regulace acidobazické rovnováhy. Komponenty modelující acidobazickou rovnováhu jsou naší modifikací a



Obrázek 4 - Modelování bilance draslíku.

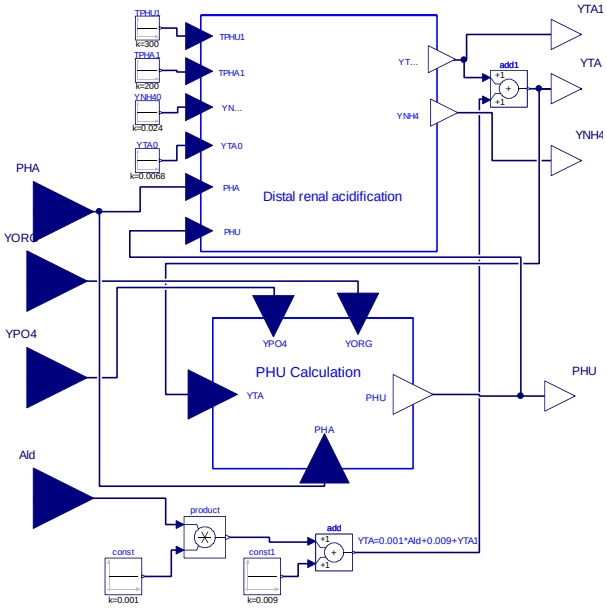


Obrázek 5 - Modelování renální acidifikace moči.

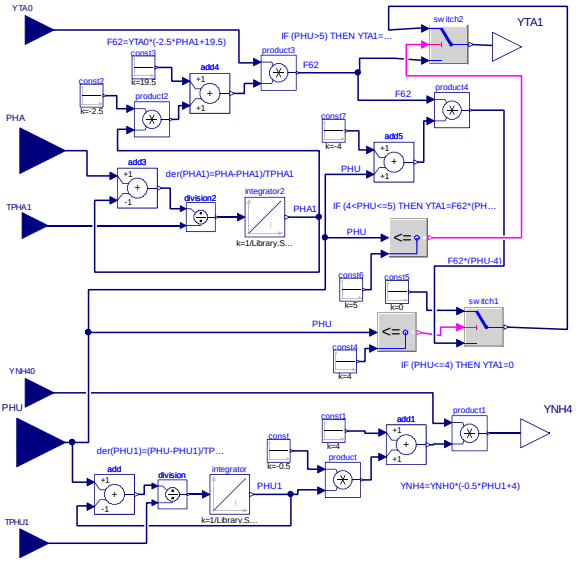
rozšířením původního modelu QHP [6]. Některé bloky a přístupy jsme převzali z našeho původního simulátoru Golem [5] a z [4].

V bloku AcidBase.RenalAcidification (*Obrázku 5*) se počítá vylučování titrovatelné acidity a amoniaku ovlivňované pH arteriální krve, vylučováním fosfátů, organických kyselin a aldosteronem.

Protože aktivní exkrece vodíkových iontů může probíhat proti určitému maximálnímu gradientu, má na exkreci titrovatelné acidity také vliv pH moči. To závisí na toku fosfátů a organických kyselin (laktátu, a ketolátek), které mohou



Obrázek 6 - Vnitřek bloku renalAcidification z předchozího obrázku.



Obrázek 7 - Vnitřek bloku distal renal acidification z předchozího obrázku.

vázat vodíkové ionty a snižovat aciditu moči. Zpětnovazebný vliv pH moči na vylučování titrovatelné acidity a amonných iontů zobrazují *Obrázek. 6* a *7*.

6. Modelování bilance chloridů, sulfátů a fosfátů

Modelování bilance chloridů zobrazuje blok na *Obrázku 8*.

Je uvažována zásoba chloridů v extracelulární tekutině (ClPoolMass), zásoba chloridů v gastrointestinálním traktu (komponenta GILumen), a chloridy vyloučené do moči (komponenta Bladder).

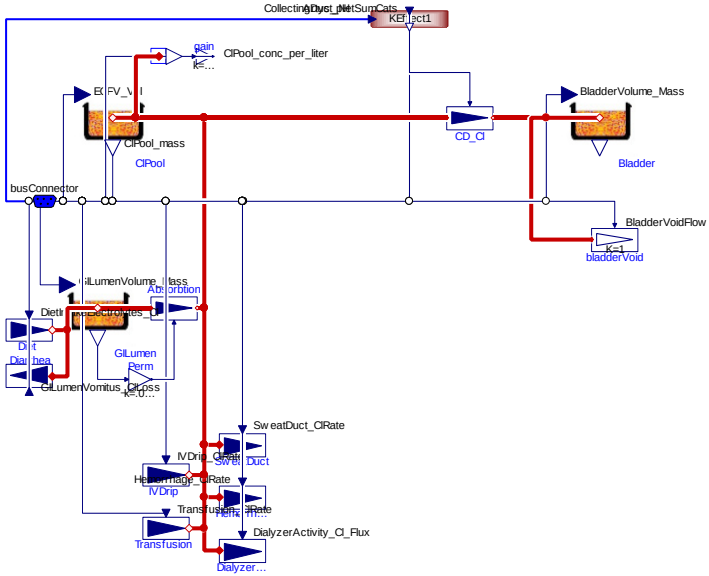
Vylučování chloridů je modelováno jako pasivní, je závislé na hodnotě parametru CollectingDuct_netSumCasts vyjadřující elektrochemický gradient, ovlivňovaný aktivním vstřebáváním a tubulární exkrecí ostatních iontů.

Modelování bilance sulfátů zobrazuje „vnitřek" komponenty na *Obrázku 9*. Z koncentrace sulfátů extracelulární tekutině (blok SO4Pool) se v bloku glomerulus na základě Donnanovy rovnováhy vypočte koncentrace sulfátů za glomerulem a z velikosti glomerulární filtrace se pak určí tok vylučovaného sulfátu do moči.

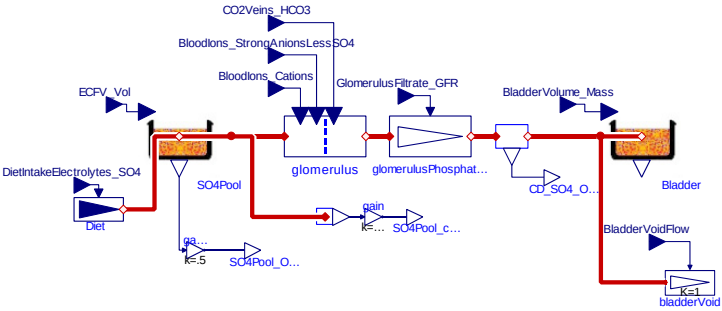
Výstupy bloku jsou tedy množství a koncentrace sulfátů v extracelulární tekutině a vylučované množství sulfátů močí.

Exkrece fosfátů se počítá obdobně jako exkrece sulfátů (viz *Obrázek 10*) - uvažuje se zásoba fosfátů v extracelulární tekutině (blok PO4Pool).

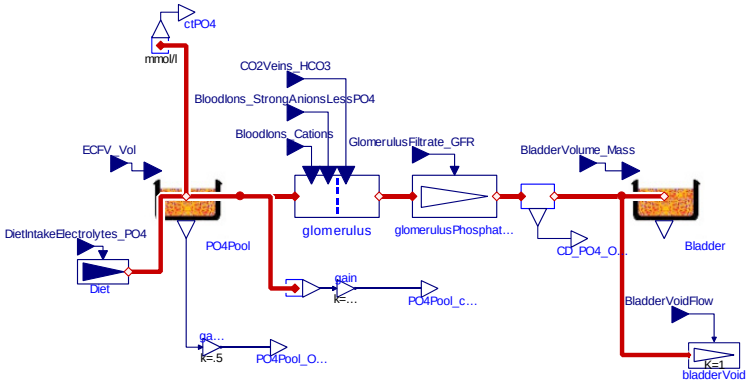
Z extracelulární koncentrace fosfátů se v bloku glomerulus na základě



Obrázek 8 - Modelování bilance chloridů



Obrázek 9 - Modelování exkrece sulfátů.



Obrázek 10 - Modelování exkrece fosfátů.

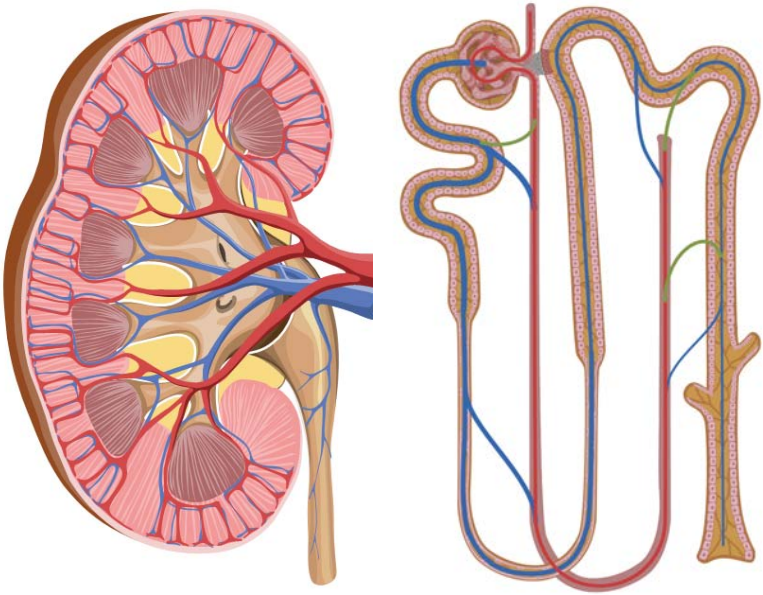
Donnanovy rovnováhy vypočte koncentrace fosfátů za glomerulem a z velikosti glomerulární filtrace se určí tok vylučovaných fosfátů do moči.

7. Od modelu k výukovému simulátoru

Naším cílem je vytvoření výukového simulátoru ledvin spustitelného v internetovém prohlížeči. Odladěný simulační model je jen první (i když důležitý) krok.

Máme rozpracovaný scénář simulačních her s modelem ledvin. V prostředí Nástroje Microsoft Expression Blend nám výtvarníci připravili grafické „loutky", které budeme využívat ve webovém simulátoru (ukázku uvádí *Obrázek 11*).

Velké úsilí jsme věnovali vytvoření technologie, která nám umožní z modelu odladěném v Modelice vygenerovat simulační jádro výukového simulátoru a příslušný solver algebrodiferenciálních rovnic pro prostředí .NET a platformu Silverlight [8]. Naše technologie umožní propojit animace se simulačním jádrem modelu. Výsledná aplikace bude spustitelná ve webovém prohlížeči. Výukový simulátor ledvin bude jednou z prvních testovacích aplikací naší nové technologie.



Obrázek 11 - Ukázky animovatelných „grafických loutek", vytvořených našimi spolupracujícími výtvarníky v nástroji Microsoft Expression Blend a připravených pro využití ve výukovém simulátoru ledvin.

Poděkování

Tvorba výukových simulátorů a vývoj příslušných vývojových nástrojů byly podporovány granty MŠMT č. 2C06031 „e-Golem", výzkumným záměrem MSM 0021620806 a společností Creative Connections s. r. o.

Literatura

[1.] *Abram, S. R., Hodnett, B. L., Summers, R. L., Coleman, T. G., & Hester, R. L. (2007). Quantitative circulatory physiology. An integrative mathematical model of human mathematical model of human physiology for medical education. Advanced Physiology Education , 31, stránky 202-210.*

[2.] *Coleman, T. G., Hester, R. L., & Summers, R. L. (2009). Quantitative Human Physiology. Načteno z http://physiology.umc.edu/themodelingworkshop.*

[3.] *Hester, R. L., Coleman, T., & Summers, R. (2008). A multilevel open source integrative model of human physiology. The FASEB Journal , 22, str. 756.*

[4.] *Ikeda, N., Marumo, F., & Shirsataka, M. (1979). A Model of Overall Regulation of Body Fluids. Ann. Biomed. Eng. , 7, stránky 135-166.*

[5.] *Kofránek, J., Anh Vu, L. D., Snášelová, H., Kerekeš, R., & Velan, T. (2001). GOLEM – Multimedia simulator for medical education. V L. Patel, R. Rogers, & R. Haux (Editor), MEDINFO 2001, Proceedings of the 10th World Congress on Medical Informatics. 1042-1046. London: IOS Press. Práce je dostupná na adrese http://www.physiome.cz/references/MEDINFO2001.pdf.*

[6.] Kofránek, J., Matoušek, S., Mateják, M. (2010). Modelování acidobazické rovnováhy. Ibid.

[7.] Mateják, M., Kofránek, J. (2010). Rozsáhlý model fyziologických regulací v Modelice. Ibid.

[8.] Privitzer, P., Šilar J., Tribula, M., Kofránek, J. (2010). Od modelu k simulátoru v internetovém prohlížeči. Ibid.

Kontakt:

ing. Martin Tribula
Mgr. Marek Mateják
MUDr., Mgr. Pavol Privitzer
MUDr. Jiří Kofránek, CSc.

Oddělení biokybernetiky a počítačové podpory výuky,
Ústav patologické fyziologie 1.LF UK
U nemocnice 5, 121 53 Praha 2
tel: +420 22496 5912
e-mail: *martin.tribula@gmail.com*
http://physiome.cz

VYHODNOCENÍ PILOTNÍHO PROJEKTU MPOC ZDRAVOTNICKÉ ZÁCHRANNÉ SLUŽBY HL. MĚSTA PRAHY

Pavel Trnka, Pavel Kasal, Pavel Kubů

Anotace

Zdravotnická záchranná služba hl. města Prahy (ZZS HMP) využívá systém GEmMA pro elektronické výjezdové karty. Takto získané informace jsou následně využity pro statistické vyhodnocení krizových událostí a rovněž pro vyúčtování poskytnuté péče.

Lékařům ZZS HMP byly v rámci pilotního projektu Mobile Point of Care (MPOC) poskytnuty vysoce odolné počítače s upravenou aplikací GEmMA Mobile pro možnost primárního vytvoření elektronické výjezdové karty přímo na místě zásahu. Aplikace v případě dostupného 3G připojení komunikuje s centrálním aplikačním serverem, který je umístěn v rámci ZZS HMP. Data o ošetřených pacientech jsou vstupována primárně přímo do elektronické výjezdové karty. Řešení nabízí integrovanou interoperabilitu s IZIP a projektem Karta Života ZPMV (nabízí emergenční dataset ošetřovaného pacienta). Do řešení jsou i integrovány služby B2B VZP rozhraní pro získání informace o příslušnosti ošetřovaného pacienta ke zdravotní pojišťovně a kontroly čísla pojištěnce.

Vyhodnocení pilotního projektu MPOC ZZS HMP odhalilo přínosy v oblasti optimalizace pracovního procesu, bezpečnosti pacientů a spokojenosti personálu. V rámci těchto přínosů byla i identifikována návratnost investice ve výši 149% v časovém horizontu 3 let.

Klíčová slova

MPoC, Mobile Point of Care, GEmMA, ZZS HMP, analýza návratnosti investic, HIT Value Model

Úvod

Zdravotnická záchranná služba hl. města Prahy (ZZS HMP) využívá systém GEmMA pro elektronické výjezdové karty. Takto získané informace jsou následně využity v systému GEmMA mimo jiné i pro statistické vyhodnocení krizových událostí a pro vyúčtování poskytnuté péče zdravotním pojišťovnám.

Pilotní projekt Mobile Point of Care (MPoC) v rámci ZZS HMP probíhal v období únor – duben 2009. Ještě před začátkem hodnocení přínosů proběhla v prosinci 2008 a v lednu 2009 instalace a spuštění technologie.

Cílem bylo otestovat možnosti implementace konceptu MPoC[1] v oblasti přednemocniční péče.

Lékaři posádek rychlé lékařské pomoci (RLP) byli vybaveni vysoce odolnými počítači na kterých je provozován mobilní klient systému GEmMA. Toto řešení jim umožnilo přímo v průběhu zásahu:

- zadat informace o výjezdu do systému GEmMA

- tisk standardizované zdravotní dokumentace ZZS na základě zadaných dat
- náhled do interního registru pacientů ZZS HMP
- otestovat možnosti získání informací o pacientovi z externích eHealth registrů (VZP, IZIP)

Cíle projektu

Hlavním cílem pilotního projektu bylo otestovat změnu způsobu pořízení zdravotnické dokumentace posádek RLP náhradou papírového procesu ručně psané dokumentace, která je následně na stanovišti ZZS HMP přepisována do informačního systému GEmMA, za zdravotní dokumentaci, která je tištěná z primárně elektronicky zadaných dat. Předpokládanou přidanou hodnotou této procesní změny bylo okamžité přenesení informací do centrálního systému GEmMA a možnost využití dodatečné informace o předchozích ošetřeních pacienta z interního registru pacientů ZZS HMP či z externích eHealth zdrojů pro podporu rozhodování lékařů posádek RLP. V rámci pilotního projektu byly implementovány služby VZP ověření příslušnosti pojištěnce ke zdravotní pojišťovně [2] a IZIP získání emergenčního datasetu ošetřovaného pacienta. Získání informací z externích eHealth zdrojů bylo implementováno prostřednictvím B2B [3] rozhraní jejich poskytovatelů a využito přímo v mobilní aplikaci lékařů posádek RLP.

Obrázek 1

V okamžiku, kdy lékař předává pacienta k odvozu posádce rychlé zdravotnické pomoci (RZP) je z elektronicky pořízené výjezdové karty vytištěna její část, která reprezentuje zdravotní dokumentaci ošetřeného pacienta ZZS.

Tištěná zdravotní dokumentace ZZS, která obsahuje informace o průběhu výjezdu a poskytnuté léčbě, nahrazuje doposud používanou ručně psanou a obtížně čitelnou dokumentaci. Tato dokumentace je předána s pacientem posádce RZP. V případě, že lékař RLP doprovází pacienta do cílové nemocnice, je zdravotní dokumentace předána přímo nemocničnímu lékaři.

Obrázek 2

Překonávané obtíže

Během provozu pilotního projektu bylo třeba vyřešit kvantum problematických oblastí, které se projevily až při využívání řešení lékaři posádek RLP v provozu. Jednalo se zejména o následující oblasti

- bezpečné umístění hardware ve vozidle s ohledem na ergonomii používání v pracovním procesu RLP
- nestabilita technologií pro mobilní konektivitu, která se projevila při skutečném mobilním používání tj. např. roamingu mezi základnovými stanicemi mobilního operátora při probíhajících datových transakcích.
- přizpůsobení uživatelského rozhraní převzatého z deskotp aplikace GEmMA pro pracovní workflow posádek RLP
- nalezení konsensu týkající se struktury získávaných dat mezi lékaři

Vyhodnocení projektu

Pro vyhodnocení projektu byla využita metodika HIT (HealthCare IT) Bussiness Value Model [4]. Tato metodika hodnotí přínos využití IT řešení ve zdravotnictví. Obecně měří přínosy jako zlepšení nad stávající, referenční úroveň, přičemž se

soustřeďuje na kvantifikovatelné benefity s finančními dopady.

Metodika společnosti Intel klade důraz na vyčíslitelné přínosy, u nichž lze změřit jejich finanční dopady. Umožňuje však také plně porozumět investicím do informačních technologií, a počítá tak i s řadou nefinančních přínosů. Tabulka 1 sumarizuje ukazatele výkonnosti a jejich metriky, na něž se Intel zaměřil v případě tohoto projektu.

Ukazatel výkonnosti	Metrika
Optimalizace pracovních toků	Efektivita jednotlivých směn
	Lepší rozhodování
	Přesnější fakturace
	Rychlejší příjem do nemocnice a následná intervence
Bezpečnost pacienta	Snížení počtu chyb v přepisech záznamů
	Rychlejší intervence v nemocnici
	Plnění standardů
	Zlepšení v oblasti klinických rozhodnutí
	Podpora klinického rozhodování lékařů posádek RLP
Spokojenost zaměstnanců	Větší spolehlivost
	Zvýšení sebedůvěry při rozhodování
	Úspora času

Tabulka 1

Bylo zjištěno, že k následné analýze a měření je třeba shromažďovat informace z pracovních toků ve třech oblastech:

Workflow 1: Náhrada ručně psané dokumentace výjezdu tištěnou podobou

Sledování se týkalo pracovního toku spojeného s mobilním vkládáním údajů do systému GEmMA. Hlavním kritériem byla přesnost a podrobnost informací.

Zdravotnické operační středisko (ZOS) přijme krizové volání a zavede nový výjezd do systému GEmMA. Následně vyrozumí posádku RLP a ta vyjíždí na místo zásahu.

Lékař RLP ošetří pacienta. Jakmile je pacient stabilizovaný, lékař zaznamená nezbytné údaje. Před spuštěním studie probíhal tento proces v papírové formě. Sanita rychlé zdravotnické pomoci (RZP) pak pacienta převeze do nemocnice. Je-li to nutné, lékař RLP pacienta do nemocnice doprovází. V obou případech pacienta doprovází zdravotní dokumentace ZZS.

Při předání pacienta v nemocnici je příslušnému ošetřujícímu lékaři předána kopie zdravotní dokumentace ZZS. Lékař RLP si ponechává kopii tohoto

záznamu. Pokud lékař doprovází pacienta do nemocnice, během převozu dokumentaci průběžně aktualizuje.

Před uzavřením záznamu o pacientovi museli lékaři v rámci pilotního projektu vyplnit povinné položky, které zahrnovaly širokou škálu parametrů a měření. Mandatorní položky zaručily, že se podařilo shromáždit také data, která s případem přímo nesouvisela, ale usnadňovala nemocnici následnou léčbu pacienta a poskytovala lepší statistické údaje pro management ZZS HMP.

Lékaři ZZS HMP měsíčně absolvují 15 směn po 12 hodinách od 6:30 do 18:30. Při starém „papírovém" systému administrativy byli čtyři nebo pět zdejších lékařů tak vytížení, že jednou za tři směny museli zůstávat v práci hodinu přesčas, aby do počítače na stanovišti přenesli data z papírových záznamů.

Situace, kdy byly papírové záznamy občas nečitelné, a nemocniční lékaři je proto nebrali v potaz, mohla mít za následek snížení důvěryhodnosti lékařů RLP u jejich protějšků v nemocnicích. Díky tištěným elektronickým výjezdovým kartám a v nich obsaženým povinným údajům disponují lékaři v nemocnicích detailnějšími a čitelnými informacemi, z nichž mohou vycházet při další léčbě.

Workflow 2: Přijetí do nemocnice

Hlavními sledovanými oblastmi byly kvalita péče, produktivita zaměstnanců a bezpečnost pacienta.

Pracovní tok přebírá nemocnice přijímající pacienta. Lékaři zdravotnického zařízení převezmou pacienta a doprovodnou zdravotní dokumentaci. Seznámí se s jejím obsahem a následně pacienta vyšetří a přijmou. Nemocnice si otevře svůj interní záznam o pacientovi v nemocničním informačním systému a zprávu ZZS založí jako součást jeho zdravotní dokumentace.

Kvalita informací shromážděných v rámci pilotního projektu umožňuje přijímající nemocnici vyhnout se opětovnému celkovému vyšetření pacienta a přejít přímo ke specifičtěji zaměřenému vyšetření, což znamená zrychlení přijímací procedury.

Z hlediska produktivity zaměstnanců je nově tištěná zdravotní dokumentace podrobnější a čitelná, což snižuje riziko vzniku chyb při přepisu údajů do interního systému záznamů o pacientovi nemocnice.

Workflow 3: Administrativa

V rámci tohoto pracovního toku byla v centru pozornosti kvalita péče a dat, optimalizace nákladů a právní náklady.

ZZS HMP pravidelně kontroluje elektronické výjezdové karty v systému GEmMA a monitoruje případy, na něž reaguje sama nebo společně s dalšími složkami záchranného systému jako je policie a hasiči. Poskytuje statistické informace např. v souvislosti s případy kardiopulmonální resuscitace, cévní mozkové příhody, úrazů a úmrtí, a vytváří tak informační zázemí pro optimální přípravu na budoucí případy.

Podrobné a přesné záznamy díky mobilnímu zadání znamenají lepší statistické údaje pro management a tedy i přínos pro budoucí strategické

a taktické rozhodování. Systém také umožňuje managementu nahlížet do vytvářených elektronických výjezdových karet v reálném čase.

Přesné záznamy ovlivňují i proces vyúčtování poskytnuté péče a snižuje množství dokladů, které jsou odmítnuté cílovými pojišťovnami.

Výsledky

Pilotní projekt MPoC přinesl důležitá zjištění v rámci všech tří analyzovaných pracovních toků a ukazatelů hodnoty, k nimž patřila **bezpečnost pacienta, spokojenost pacienta a spokojenost zaměstnanců.** V rámci Optimalizace nákladů bylo doloženo několik měřitelných benefitů, naproti tomu ukazatel Zvýšení příjmů nezaznamenal vyšší příjem.

Optimalizace pracovních toků

Při optimalizaci pracovních toků odhalilo měření efektivity jednotlivých směn, že se efektivita lékařů zvyšuje, pokud mají možnost vyplnit záznam o případu mobilně, tj. pokud jej nemusí zapisovat do počítače na stanovišti. Na závěr každého výjezdu obsahuje elektronická výjezdová karta identické informace jako vytištěná zdravotní dokumentace předávaná lékařům v nemocnici. Není už proto nadále nutné, aby lékaři zůstávali po třech službách v průměru o hodinu déle v práci a doplňovali data do počítače na stanovišti.

Přesné informace o identitě pacienta zadané do počítače na místě zásahu eliminují vracení nesprávně vyhotovených dokladů z pojišťoven zpět k ZZS HMP, což přináší průměrnou úsporu 15 minut nutných na opravu každého takového vráceného dokladu. Kvalita a čitelnost tištěné zdravotní dokumentace ZZS snižuje potřebu opakovat celkovou prohlídku pacienta nemocničním lékařem a umožňuje rychlejší intervenci. Zjištěná průměrná úspora času na jeden příjem je 5 minut.

Bezpečnost pacienta

Dobrá čitelnost tištěného záznamu zdravotní dokumentace ZZS snižuje riziko vzniku chyb při přepisu obsažených údajů do nemocničních informačních systémů a zároveň umožňuje nemocnici rychleji zvolit správný léčebný postup. Aplikace založená na pravidlech zadávání mandatorních informací dále posiluje rozhodnutí lékaře RLP a přispívá k využívání nejlepších dostupných metod léčby.

Spokojenost pacienta

Tištěné záznamy zdravotní dokumentace ZZS umožňují rychlejší a efektivnější lékařskou intervenci v nemocnici a ve svém důsledku mohou snižovat celkovou dobu pobytu pacienta v nemocnici.

Spokojenost zaměstnanců

Díky lépe čitelné a podrobnější zdravotnické dokumentaci ZZS, kterou lékaři RLP předávají nemocnicím, se zvyšuje důvěryhodnost těchto lékařů

u nemocničního lékařského personálu. Dřívější nečitelné nebo neúplné rukou psané informace jim pověst kazily.

Aplikace nutí lékaře k tomu, aby vzal v úvahu více parametrů, než vyžadovaly papírové formuláře, a před ukončením zprávy provést celou řadu měření. V důsledku toho je intervence lékaře RLP mnohem komplexnější. Díky této funkcionalitě se pak daří snáze plnit léčebné standardy ZZS HMP.

Systém využívající zaznamenávání údajů na papír s sebou pro lékaře přinášel nutnost zůstávat každou třetí směnu v práci průměrně o hodinu déle, aby mohli tyto informace vložit do staniční databáze. To už v současnosti nutné není. Mobilní aplikace také pozvedla psychickou morálku lékařů RLP a přispěla k jejich delšímu setrvávání u ZZS HMP.

Optimalizace nákladů

Z hlediska optimalizace nákladů byly prokázány dva vyčíslitelné přínosy:

- **Optimalizaci řízení pracovního toku při příjmu pacienta v nemocnici** praxe tištěných lékařských zpráv předávaných do rukou lékařů v nemocnici znamenala v průměru pětiminutovou úsporu času na jeden příjem. Při příjmu musí být k dispozici lékař a sestra, takže dochází k úspoře 5 minut v pracovním procesu obou zaměstnanců nemocnice
- **Optimalizaci řízení pracovního toku administrativních procesů ZZS HMP:** přesné informace o identitě pacienta zadané do počítače na místě zásahu eliminují vracení nesprávně vyhotovených dokladů z pojišťoven zpět k ZZS HMP, což přináší průměrnou úsporu 15 minut nutných k opravě každého takového vráceného dokladu.

Přínos optimalizovaného pracovního toku při příjmu pacienta je možné vyčíslit jako roční úsporu 13 225 EUR a přínos po stránce administrativní produktivity jako roční úsporu 606 EUR. Celková úspora by v 3 letém prospektivním období činila úhrnem 41 493 EUR.

Celkové náklady na informační technologie, které zahrnovaly dva odolné notebooky, tiskárny a software, činily 12 162 EUR, což za tři roky představuje čistou současnou hodnotu 21 403 EUR. K tomuto číslu jsme došli po odpočtu 5 %. Uvedená částka také znamená budoucí návratnost investice 149 % v období 36 měsíců a vyrovnání nákladů a příjmů za necelých 13 měsíců.

Tabulka 2 dokládá způsob výpočtu výše uvedených hodnot. Např. počáteční investice do notebooků a doplňkového vybavení, jako jsou tiskárny, byla 8 048 EUR. Náklady na software v pilotní verzi pro oba počítače činily 4 114 EUR. Jsou vypočítány jako poměrná část předpokládaných nákladů na SW pro mobilní zadávání všech posádek ZZS HMP (celkem 50)

Roční náklady na údržbu byly stanoveny na 1 506 EUR. Po odečtení této částky od finančních přínosů plynoucích z úspor v oblasti příjmu pacienta a administrativy by zůstal každoroční finanční zisk ve výši 12 325 EUR, což by za tři roky představovalo 36 975 EUR.

Po odečtení počáteční investice do počítačů, tiskáren a softwarů ve výši 12 162 EUR a 5% se dostáváme k částce 21 403 EUR.

Náklady na IT v eurech				Údržba v eurech		
Položka	Náklady	Počet	Počáteční investice	Rok 1	Rok 2	Rok 3
Odolné notebooky & další zařízení (např. tiskárny, dokovací stanice atd.)	4 024	2	8 048	724	724	724
Software	2 057	2	4 114	782	782	782
Celkové náklady			12 162	1 506	1 506	1 506
Přínos v oblasti produktivity při příjmu pacientů (pro nemocnice)				13 225	13 225	13 225
Přínos v oblasti administrativní produktivity (pro ZZS HMP)				606	606	606
Čistý přínos			-12 162	12 325	12 325	12 325
Čistá současná hodnota projektu za 3 roky po odpočtu 5 %			21 403			
Návratnost investice			149%			

Tabulka 2

Výše uvedená kalkulace je modelová při využívání projektu v aktuální podobě po dobu 3 let a posuzuje návratnost investice komplexně pro celý zdravotní systém. Hlavní vyčíslitelný přínos posuzované technologie se týká **spíše nemocnic než záchranné služby**. Vyčíslitelný přínos v rámci záchranné služby byl přínosem zejména pro administrativní pracovníky a nikoli pro lékaře, kteří technologii využívali. I přesto, že již není třeba, aby lékaři zůstávali v práci přesčas a sepisovali a vkládali lékařské zprávy do počítače na stanovišti, nemá tato skutečnost žádný finanční přínos, protože lékařům nebyly takto strávené přesčasy propláceny.

Závěr

Studie společnosti Intel staví do velmi příznivého světla holistické pojetí IT řešení - přínos pro pražské nemocnice znamená nesporné pozitivum pro celý systém zdravotní péče a tedy i pro záchrannou službu. Význam holistického přístupu dále narůstá, pokud bereme v úvahu nevyčíslitelné přínosy, jako jsou např.:

- Potenciální snížení délky pobytu pacienta v nemocnici díky rychlejší intervenci a dokonalejším klinickým rozhodnutím nemocnice při příjmu pacienta
- Větší množství údajů o pacientovi shromážděných prostřednictvím MPoC velmi usnadňuje statistickou analýzu a umožňuje ZZS HMP např. měřit a zvyšovat její efektivitu ve specifických typech případů, mezi něž patří např. kardiopulmonální resuscitace, mrtvice, úrazy atp.
- Nižší fluktuace pohotovostních lékařů, protože už nemusejí po pracov-

ní době vyplňovat záznamy o pacientech do PC na stanovišti, a tak vlastně zdarma pracovat přesčas.

Reference

[1.] stránky HealthcareGoesMobile.com Mobile Point of Care (MPoC) 101 | www.healthcare-goesmobile.com [online]. c2009.
Dostupné z: < http://www.healthcaregoesmobile.com/mpoc101>

[2.] PAPP, Radek. Elektronické služby VZP ČR [online]. ISSS Archiv 2008. c2008
dostupné z: <http://www.isss.cz/archiv/2008/download/prezentace/papp_vzp_esluz-by.ppt>

[3.] stránky en.wikipedia.org, ebXML – Wikipedia, the free encyclopedia [online]. c2010
Dostupné z:< http://en.wikipedia.org/wiki/E-Business_XML>

[4.] WILSON, Ben. The value of Healthcare IT (HIT) [online]. HealthcareGoesMobile.com. c2009
dostupné z: <http://www.healthcaregoesmobile.com/content/value-healthcare-it-hit>

Kontakt:

MUDr. Pavel Trnka
KTTP s.r.o.
Na Březince 14/1513
150 00 Praha 5
tel: 251 561 442
fax: 251 564 048
e-mail: *trnka@kttp.cz*
http://www.kttp.cz

RFID TECHNOLOGIE A JEJÍ VYUŽITÍ V TRANSFUZNÍ SLUŽBĚ.

Dagmar Valová, Zuzana Čermáková, Jindřich Černohorský, David Vala

Anotace

Příspěvek se zabývá využitím RFID technologie (radiofrekvenční identifikátory) pro značení krevních konzerv včetně dalších možnosti využití v rámci transfuzní služby. Představí RFID technologií ne jen z pohledu prosté náhrady čárových kódů, ale upozorní na její další možnosti, zejména zvýšení bezpečnosti při nakládání s biologickými materiály, zvýšení efektivity práce apod. Poukáže na problémy, které nastaly v pilotních projektech v rámci evropské unie a důvody, pro které tato technologie v některých případech pak ve zdravotnických systémech pilotních nemocnic v Evropě nebyla použitá. Naznačí jednu z cest, jak by se mělo postupovat při nasazování RFID technologie ve zdravotnictví.

Klíčová slova:

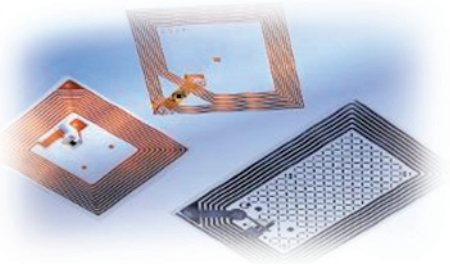
RFID, transfuzní služba, krevní konzervy, čárové kódy, biologický materiál

1. Co je to RFID technologie a základní pojmy

Zkratka RFID vznikla z anglického Radio Frequency Identifikcation – je to technologie, která využívá radiofrekvenčních vln k identifikaci objektů. Tato technologie umožňuje nejen identifikovat objekt, ale i jeho pohyb a monitorovat event. prostředí, ve kterém se nachází a všechny tyto informace jsou ukládány v elektronické podobě do čipů.

Každá implementace RFID technologie obsahuje tagy pro označení objektů, čtecí zařízení a tzv. middleware (řídící systém, který zajišťuje hromadné zpracování všech načtených tagů v dosahu čtecího zařízení a přenesení zpracovaných dat do návazného informačního systému).

Každý RFID tag se skládá ze tří části: anténa, čip a podložka (samolepící folie, plastové či skleněné pouzdro). Anténa je největší funkční součásti štítku a od ní je odvozená i výsledná velikost tagu.



Obrázek 1 - Pasivní tag

Obr. 2 Aktivní tag

Hlavní výhody RFID oproti technologií čárového kódu je:

- možnost čtení mnoha tagů najednou, současná čtecí zařízení dokážou najednou načíst až několik set tagů za minutu
- RFID snímač nepřichází do přímého kontaktu s tagem, což umožňuje čtení tagu v ohybu
- tag nemusí být umístěn na povrchu značeného objektu a je tak chráněn před poškozením vnějšími vlivy

Nejčastěji používané frekvence:

- 135 kHz
- 13,56 MHz
- 900 MHz
- 2,4 GHz

2. RFID technologie ve zdravotnictví u nás a ve světě

Tato technologie byla donedávna zejména pro zdravotnictví cenově nedostupná. Teprve v posledních létech, kdy se začala používat ve velké míře v komerční sféře, zejména pro značení výrobků z důvodů logistických operací, šly ceny tagů a dalších potřebných zařízení značně dolů, je možno uvažovat o zavedení této technologie i do zdravotnictví. Velký přínos může mít tato technologie všude tam, kde je kladen důraz na bezpečnost a to již jak na bezpečnost pacientů, tak i při nakládání zejména s biologicky nebezpečnými látkami a biologickým odpadem vůbec.

V dubnu 2009 byla vydána studie nezávislou organizaci RAND Europe [1] o možnostech využití RFID ve zdravotnictví na základě 7 pilotních projektů:

- Treviglio Caravaggio Hospital (Italy): Emergency and X-ray Departments orthopaedic patient tracing
- Birmingham Heartlands Hospital (UK): Passive operating theatre decision support technology

- Amsterdam Medical Centre (NL): operating room staff identification, matreials tracing, and blod products tracing and monitoring
- University Hospital Jena (DE): assisted medication commissioning and medication preparation
- University Hospital Geneva (CH): Working garment tracing & computerising chemotherapy
- Wayne Memorial Hospital (USA): real time asset location and management
- Royal Alexandria Hospital (UK): Real time asset location

Z této studie v podstatě vyplynula nepřipravenost zdravotnických zařízení k nasazení této techniky např. z následujících důvodů:

- technické
  - nepřipravenost infrastruktury datových síti
  - nevyřešené rušení mezi RFID a zdravotnickými přístroji (JIP)
- organizační
  - poměrně vysoké náklady na hardware ve srovnání s čárovými kódy
  - nepřipravenost managementu a personálu

V USA byla v říjnu 2009 vydána zpráva [2] po dvouletém řešení projektu o možnosti využívání RFID technologie pro krevní produkty. Tohoto projektu se zúčastnilo několik subjektů v USA např. BloodCenter of Wisconsin, University of Wisconsin RFID Lab, konzultační firma SysLogic, Carter BLOODCARE, Mississippi. Tento projekt řešil mimo jiné i přímý vliv RFID na krevní konzervy. Testovali erytrocyty a trombokoncentráty, které byly vystaveny frekvenci 13,56 MHz po dobu 25 hodin o výkonu 100W. Tuto testovací frekvenci vybrali z důvodů, že by mohla zapříčinit vybuzení molekul vody v krvi. Během testů nedošlo ke změnám v krvi. U plazmy se testy neprováděly z důvodů extrémně nízkých teplot a výzkumníci usoudili, že pokud nedošlo ke změnám u erytrocytů a destiček, nedojde ke změnám ani u plazmy. Byla vyhodnocena ekonomická návratnost investice a to za cca 4 roky. Navíc a to vyčíslit v podstatě nelze se vyplní „bezpečnostní díry" na cestě od dárce k příjemci krevní konzervy. Tímto byla ukončena první fáze projektu. Nyní navazuje druhá fáze projektu, která již bude zahrnovat i pilotní nasazení.

V Evropě existují zdravotnická zařízení, kde RFID technologie je nasazena. Je to např. v univerzitní nemocnici ve Štýrském Hradci (rakouský Graz) na transfuzním oddělení, kde běží pilotní projekt s použitím aktivních tagů k označování a zároveň monitorování transfuzních přípravků (monitoruje se teplota okolí). Na zavedení této technologie se spolupodílela firma Siemens i dodavatel krevních vaků Maco Pharma.

V českém zdravotnictví v současné době běží projekt na označování prádla RFID technologií ve Fakultní nemocnici Plzeň, další pak v nemocnici Praha – Motol značení majetku. V rámci transfuzní služby v ČR tato technologie nasazená není.

3 Zavedení RFID technologie do transfuzní služby

Krevní centrum FN Ostrava v této problematice úzce spolupracuje s laboratoři RFID a katedrou Měřící a řídící techniky VŠB - TU Ostrava na analýze a zavedení RFID technologie. V současné době probíhají základní analytické práce, které povedou k navržení procesních změn tak, aby bylo v co největší míře využito možnosti RFID technologie. Souběžně se již připravují ověřující biologické testy transfuzních přípravků.

Stávající systém sběru dat v krevním centru většinou používá pro jednoznačnou identifikaci čárový kód. Ten sice zajišťuje jednoznačnou identifikaci, má však některé nevýhody, jako je nutnost přímé viditelnosti a staticky zapsaná informace. Technologie RFID je způsob jednoznačné identifikace, pomocí označení pasivním elektronickým tagem. Ten, pokud je v dosahu čtecího zařízení, mu zašle své jedinečné číslo a nadřazený systém jej může identifikovat. Data v tomto tagu je možné v reálném čase přepisovat. Aktivní tag nejen identifikuje, ale navíc umožňuje jeho lokalizaci a sledování pohybu a sám předává svoji polohu do nadřazeného systému. Pokud jsou na tag připojeny další senzory, mohou být kromě polohy předávány i informace o naměřených fyzikálních veličinách (teplota, tlak, otřesy atd.). Využití výše uvedených vlastností, zejména identifikace bez přímé viditelnosti, možnost dynamicky měnit informace v nosiči, sledovat polohu nebo uchovávat data o fyzikálních veličinách nabízejí širší možnosti využití při sledování celého cyklu výroby transfuzních přípravků.

Díky použitým technologiím bude celý proces daleko podrobněji monitorován, umožní rychlejší reakce na případné odchylky, automaticky zabrání chybným krokům nebo dokonce záměnám. Právě v krevním centru může mít chyba fatální důsledky a jakékoliv zlepšení a zkvalitnění procesu má obrovský přínos.

Navrhovaný systém předpokládá neustálou křížovou kontrolu všech prvků, které se na výrobním cyklu podílí, pomocí RFID tagů. Těmi budou označeni dárci, pracovníci, přístroje, laboratorní materiál a samotné polotovary a finální výrobky. Veškeré pohyby budou pomocí sítě čtecích zařízení monitorovány. Kritické části budou označeny aktivními tagy se senzory s archivací zaznamenaných hodnot a porušením definovaných hodnot. Sledování pohybů v reálném čase automaticky zabrání chybám a záměnám, zvýší se produktivita práce (hromadné čtení) a zlepší se pracovní podmínky některých pracovníků (zejména při manipulaci se zmraženou plazmou).

Zavedení RFID technologie se dá rozdělit do více rovin:

- značení RFID transfuzní přípravky
- RFID karty pro dárce krve
- RFID karty pro zaměstnance Krevního centra
- značení RFID laboratorní přístroje a materiál

Přestože se tyto 4 roviny v procesu výroby vzájemně prolínají, lze tuto technologií zavádět po krocích s tím, že analýza jako taková bude zpracována ve všech 4 rovinách najednou

K zavádění RFID technologie na Krevním centru je možno přistoupit dvěma způsoby.

1. plně jej integrovat do stávajícího informačního systému Krevního centra
2. pro sběr dat z RFID technologie vytvořit autonomní systém, který bude spolupracovat se stávajícím informačním systémem Krevního centra

4 Nasazování RFID technologie ve zdravotnictví

Jak vyplývá ze studie RAND Europe [1] jeden z největších problémů v zavádění této technologie je finanční a personální stránka. Prakticky negativisticky se ve všech projektech stavěli k zavádění RFID samotní zaměstnanci a to z obavy, že budou sledování, management zase z obavy zvyšování finančních nákladů zejména v době zavádění.

Takže v prvním kroku musí být management přesvědčen o účelnosti zavádění této technologie a o jejím přínosu. Nelze jít cestou direktivní ani doporučující shora (jako příklad je možno uvést rozhodnutí holandské vlády o zavádění RFID ve zdravotnictví – pilotní projekt nesplnil očekávání).

V dalším kroku je nutné vysvětlit personálu, že RFID technologie není určena na jejich sledování, ale na personifikaci úkonů, které běžně provádějí, event. k objasnění chyb, ke kterým došlo.

Pak teprve má cenu přistoupit k procesní analýze a pracovníci i ochotněji spolupracují s analytiky. Bez ochoty personálu a „házením klacků pod nohy" nemůže být procesní analýza řádně zpracována. Jen lidé pracující řadu let na určitém úseku ví přesně „kde je tlačí bota". Je potřeba vytipovat lidi, kteří jsou ochotní spolupracovat na analytických pracích. Je nutné si uvědomit, že zavedením RFID technologie se může značně změnit systém práce. Tyto analytické práce by neměli dělat jen analytici dané organizace (zdravotnického zařízení), ale vždy by měli spolupracovat s analytiky jinými, protože oni sami trpí „provozní slepotou" a je nutný ke konfrontaci náhled zvenčí.

Na základě procesní analýzy je možno přistoupit k datové analýze a rozhodnutí, zda pro sběr dat z RFID technologie bude proveden reingeneering stávajícího informačního systému či bude vytvořen informační systém pro RFID a bude spolupracovat se stávajícím informačním systémem.

V závěru analýz je nutné provést ještě před zahájením pilotního projektu ekonomické vyhodnocení a je nutné vyhodnotit, zda finanční prostředky vynaložené na projekt budou vyvážené „přidanou hodnotou", kterou technologie obnáší.

Je nutno souběžně řešit technické problémy a to vzájemné ovlivňování mezi RFID a lékařskými přístroji, působení frekvencí RFID na biologický materiál (např. krevní přípravky).

Dále je nutné rozhodnout, zda se bude tato technologie zavádět v krocích a jakých, dá se předpokládat, že najednou to půjde ztěží, jak dlouho obě identifikační technologie (RFID a čárové kódy) „poběží vedle sebe" a zda je to vůbec možné.

5 Závěr

Tato moderní technologie RFID, může mít pro zdravotnictví velký přínos, zejména v oblasti bezpečnosti pacienta a bezpečnosti při nakládání s biologickým materiálem. Je to kupodivu technologie starší než dnes běžně používaný čárový kód, ale teprve nyní je technika, která ji umožňuje ve velké míře využívat.

Literatura:

[1.] RAND Europe: Study on the requirements and option for Radio Frequency Identification in healthcatre

[2.] http://www.rfidjournal.com/article/view/5356

Kontakt:

Ing. Dagmar Valová
Fakultní nemocnice Ostrava
Krevní centrum
Tř. 17. listopadu 1790
708 52 Ostrava – Poruba
tel: 59 737 4414
e-mail: *dagmar.valova@fnspo.cz*

ZDRAVOTNICKÉ PORTÁLY PRO OBČANY

Alena Veselková, Pavel Kasal, Štěpán Svačina, Robert Fialka

Anotace

V oblasti zdraví je důležitá dostupnost občana k aktuálním a věrohodným informacím pomocí ověřených zdravotnických informačních zdrojů. V současnosti jsou údaje velmi rozdílné kvality rozptýleny v množství webových stránek, vytvářených většinou na komerčním základě. V řadě zemí jsou již dlouhodobě zavedeny oficiální renomované zdravotnické portály s vysokou návštěvností, které poskytují komplexní informace o zdravotní péči a představují zdroj podkladů, pomocí kterého může občan zhodnotit svůj zdravotní stav a snížit tak pravděpodobnost chybného rozhodnutí.

V ČR provozuje v současné době MZd a jeho přímo řízené organizace přes 80 informačních portálů a registrů , jednotná platforma - komplexní oficiální zdravotnický portál pro občany a pacienty umožňující snadný přístup k těmto informacím však neexistuje. Na stránkách MZd dosud existuje pouze oddíl „Občané, pacienti" , který obsahuje spíše aktuality a některá vybraná oficiální sdělení.

V tomto příspěvku se zabýváme rozborem neziskových zahraničních portálů pro občany a hodnotíme služby, které poskytují. Na základě této analýzy byl vytvořen základ pro vypracování návrh oficiálního zdravotnického portálu pro pacienty v ČR, který je koncipován v rámci úkolů MZd a jehož obsah by měl pokrývat všechny významné oblasti zdravotnických informací pro občany a pacienty.

Klíčová slova

Zdravotnické informace, zdravotnický portál, občané

Zdravotnický portál pro občany - Dánsko

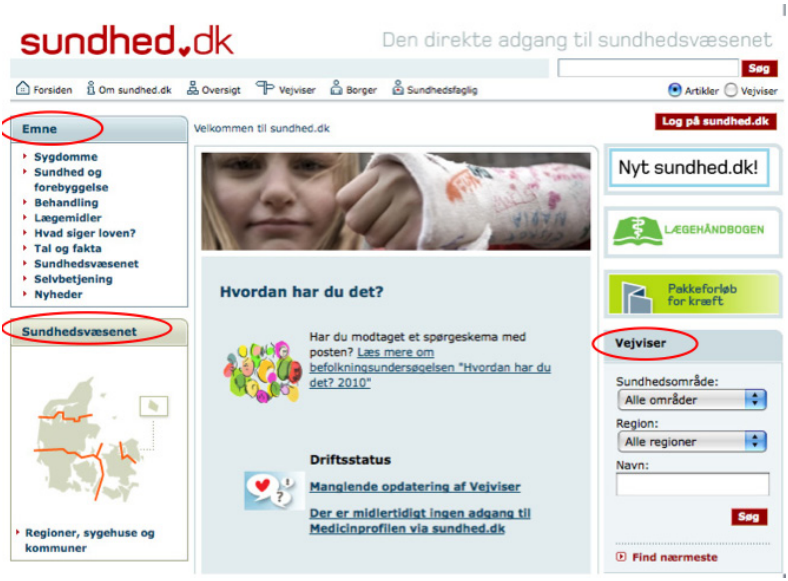
Sundhed.dk je oficiální portál pro eHealth Dánské veřejné zdravotní péče, který je vzorem pro země EU v oblasti eHealth. Portál představuje nejen informační zdroj pro pacienty jejich rodiny a zdravotníky, ale slouží zároveň jako přístupový bod pro národní eHealth služby. (*Obrázek 1*)

Design

Celkový vzhled nezahltí čtenáře a ani nepůsobí příliš stroze. Jednotlivá témata jsou citlivě ilustrována. Výtky nemáme ani k barevnému grafickému podání bílá – modrá.

Navigace

Je řešena standardně a přehledně. Šikovný je ihned horní panel s informacemi o portálu, mapou stránek a vyhledávačem.



Obrázek 1 - Úvodní strana Dánského portálu

Obsah

Úvodní strana portálu nás vítá aktuálními informacemi. Obsahově jsou stránky vyspělé a je to patrné již z témat nabídky. Rozdělení menu do jednotlivých kategorií je praktické a pokrývá následující oblasti: "Nemoc", "Zdraví a prevence", "Léčba", "Léky", "Legislativa", "Fakta a pojmy", "Zdravotní péče", "Samovyšetření", "Novinky". Pozitivně hodnotíme přítomnost data poslední úpravy, které lze najít na konci každé stránky.

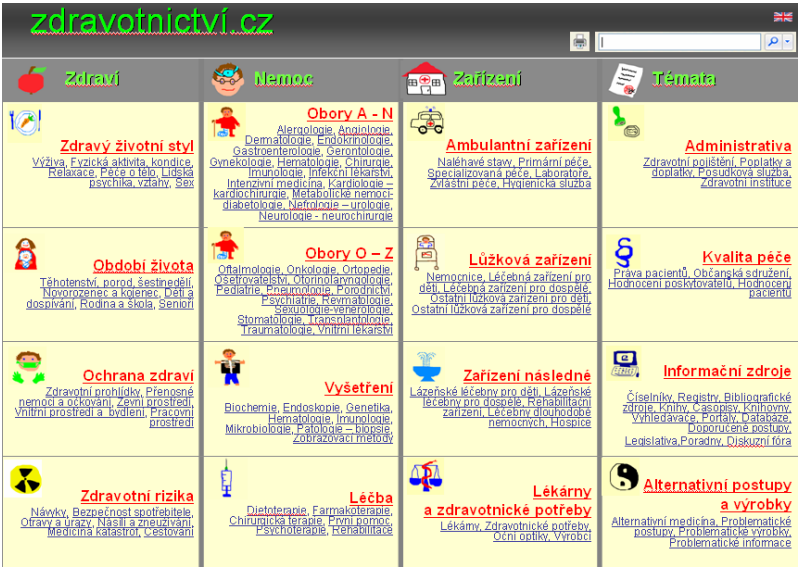
Ukázky z obsahu portálu

Kategorie zdraví a prevence je členěna na podkategorie: "Běžné nemoci", "Dieta, pohyb a obezita", "Kouření", "Alcohol a drogy", "Těhotenství porod a děti", "Antikoncepce", "Očkování". Jednotlivá témata jsou zpracována odkazem na příslušné oficiální textové infostránky. Poslední podkategorie "Otestujte se" interaktivně zapojuje čtenáře a přidává webu na atraktivnosti. Zde se jedná o program na výpočet BMI, míry závislosti kuřáků na cigaretách či stanovení data porodu.

"Zdraví a prevence"

Další zajímavostí, které stránky nabízejí je kategorie "Léčba" její velice podrobné zpracovaní podkategorie "Kvalita zdravotnictví". Má-li se pacient rozhodnout na základě svého onemocnění do jaké péče se odevzdá, může zde získat přehledné informace o kvalitě zařízení, které se specializuje na léčbu daného onemocnění. Po výběru konkrétního onemocnění je v dalším kroku možnost specifikovat

kategorii zařízení (počet lůžek na pokoji, hygienické podmínky, délka léčby, hodnocení spokojenost pacientů ambulantně a dlouhodobě ošetřovaných v zařízení). V posledním kroku lze vymezit vyhledávání na konkrétní region. Výsledkem je seznam zařízení s dostupnou léčbou, přičemž jednotlivá zařízení jsou ohodnocena hvězdičkami. 5 hvězdiček představuje nejlepší hodnocení. Název každého zařízení obsahuje po kliknutí detailní informace.
Pod hlavním menu kategorií je možné pomocí interaktivní mapy zvolit region a získat přehledné informace o zdravotní péči v konkrétním kraji, odkud je možné se odkázat na oficiální stránky příslušného regionu. Dále je možnost velice specificky vyhledat zařízení či lékaře specialistu. Rozšířené vyhledávání umožňuje nalezení nejbližšího zařízení na základě zadaní adresy.



Obrázek 2 - Návrh jednotné formální podoby a celkového prezentačního rámce zdravotnic-kého portálu

Hodnocení dalších zahraničních portálů

Bylo hodnoceno 59 zahraničních portálů celkem ze 31 zemí světa. Vyhledávání bylo vymezeno na zahraniční oficiální - neziskové zahraniční portály pro občany a pacienty. Většina webových stránek ministerstev zdravotnictví v zahraničí odkazuje na existující oficiální portál pro pacienty, v ostatních případech jsou oficiální informace pro pacienty dostupné pouze stránkách ministerstva zdravotnictví. K vyhledávání zahraničních portálů bylo též použito klíčových slov: portal, health (public, care), patient (citizen, consumer). Portály byly hodnoceny z hlediska obsahu, struktury a způsobu prezentace.

ZDRAVÍ

Kategorie	Téma	Podskupina	Odkaz
Zdravý životní styl	Výživa	Složení potravy, Množství přijímané stravy (muži, ženy), Nutriční tabulky, Recepty zdravé výživy, Biopotraviny, Doplňky stravy (vitaminy, minerály), Léčivé rostliny, Vegetariánství, Veganství, Obezita, Zdravé hubnutí, Ideální hmotnost, BMI	Metabolické nemoci
	Fyzická aktivita, kondice	Typy sportů a jejich vhodnost pro různé věkové kategorie, Výkonnostní sport, Sport pro osoby se zdravotním rizikem, Sport pro zdravotně postižené	
	Relaxace, péče o tělo	Relaxační cvičení, Sauny, Masáže, Spánek, Estetická medicína	
	Lidská psychika, vztahy	Duševní hygiena, Lidské vztahy, Psychické problémy, Linky důvěry	
	Sex	Zdravý sex, Antikoncepce, Alternativní životní styl, Poruchy, Problémy, Pohlavní nem.	Sexuologie, Venerologie
Období života	Těhotenství, porod, šestinedělí	Potíže s početím a poruchy, Příznaky těhotenství, Těhotenství a práce, Životní styl, (cvičení, výživa), Těhotenské prohlídky, Screening VVV, Výběr porodnice, Průběh porodu, Přítomnost otce, Průběh šestinedělí	Gynekologie
			Lůžková zařízení
	Novorozenec a kojenec	Kojení a výživa dítěte, Běžná denní péče, Zdravotní prohlídky a očkování	
	Děti a dospívání	Výživa (specifika věku), Fyzická aktivita, Rizika nočního života, Volba povolání	Fyzická aktivita, kondice
	Rodina a škola	Psychosociální problémy a jejich řešení	
	Senioři	Aktivity - včetně celoživotního vzdělávání, Seniorkluby, Duševní zdraví, Prevence nemocí, Ošetřovatelská a tísňová péče	Prohlídky
Zdravotní rizika	Návyky	Kouření, Alkohol, Drogy (zdravotní rizika, závislost,odvykání-léčba)	
	Bezpečnost spotřebitele	Nebezpečné výrobky denní potřeby, Zdravotní rizika spojená s konzumací potravin, Potravinářská aditiva, Geneticky modifikované potraviny, Štítky garantující kvalitu, Kontrolní	Administrativa
	Otravy a úrazy	Otravy, Prevence úrazů	
	Násilí a zneužívání	Domácí násilí, Pohlavní zneužívání	
	Úrazy a nehody	Děti, Sport, Dopravní nehody	
	Cestování	Před odjezdem, Během cesty, Po návratu, Imigranti	
Ochrana zdraví	Zdravotní prohlídky	Pravidelné prohlídky-děti, dospělí, zubní lékař, gynekolog, pro výkon povolání, Screeningové programy v ČR-rakovina prsu, Rakovina tlustého střeva a konečníku, Rakovina děložního čípku	
	Přenosné nemoci a očkování	Epidemiologicky významné nemoci-chřipka, Nemoci přenášené klíšťaty, Hepatitidy, Průjmová onemocnění (z potravin), Sexuálně přenosné nákazy -HIV/AIDS, Očkování - očkovací kalendář, Nadstandardní očkování, Očk. při cestách do zahraničí	Nemoci
	Zevní prostředí	Kvalita ovzduší, Kvalita vody, Pylová situace, Odpady	
	Vnitřní prostředí a bydlení	Klima - teplota, Světlo a osvětlení, Hluk a vibrace, Radon v bytě, Domácí zvířata, Hmyz a roztoči, Holubi ve městech	
	Pracovní prostředí	Riziková povolání, Limity a normy, Ochranné pomůcky, Nemoci z povolání, Pracovní úrazy, Ambulance pracovního lékařství	
		Pracovní úrazy	
		Ambulance pracovního lékařství	

Obrázek 3 - Kategorizace „Zdraví“

Většina zahraničních portálů vykazuje společné charakteristické rysy po stránce obsahové. Informace pro pacienty, které jsou na stránkách přítomny většinou pokrývají následující oblasti:

- Informace o onemocnění jejich vyšetření a terapii - vyhledávání podle abecedního seznamu (informace o onemocnění včetně názorných obrázků, etiologie, možnost a úspěšnost léčby)
- Prevence a ochrana zdraví – interaktivní preventivní programy (fyzická aktivita, zdravá výživa)
- Vyhledávání zdravotní instituce podle charakteru, regionu - interaktivní mapy (adresa, kontakt)
- Zdravotní systém a legislativa
- Sociální péče
- Léky a cestovní medicína – databáze léků, doplatků na léky (pojištění v zahraničí, očkování)
- Komentované odkazy na oficiální zdroje
- Statistiky a informace o kvalitě péče ve zdravotnictví
- Aktuality
- Diskuzní fóra a on-line poradny

Obrázek - 4 Návrh zpracování jednotlivých úrovní

Vypracování základního návrhu oficiálního zdravotnického portálu pro pacienty v ČR

Postup řešení

1. Vypracování rešerše o skladbě a vlastnostech současných oficiálních zahraničních portálů pro veřejnost (Výpis zajímavých témat, struktury a způsobu prezentace)
2. Příprava přehledu kvalitních webových dokumentů z oblasti zdravotnictví, které jsou v ČR aktuálně k dispozici
3. Vytvoření optimální klasifikace témat pro účely portálu, rozpracování jejich kategorizace a navržení zpracování jednotlivých úrovní

Výsledky řešení

1. Byl vytvořen návrh domovské stránky, obsahující 111 témat přímo volitelných ze základního menu (*Obrázek 2*).
2. Byla vypracována kategorizace vybraných témat portálu do úrovně jejich podskupin a navržena struktura zpracování jednotlivých úrovní (*Obrázek 3*).
3. Byla navržena základní struktura popisu témat a informačních zdrojů (*Obrázek 4*)

Přínosy projektu

- zpřístupnění věrohodných a garantovaných informací použitelné pro všechny skupiny uživatelů

- zjednodušení přístupu k jednotlivým agendám
- zjednodušení napojení na okolní systémy veřejné správy
- vytvoření platformy pro centralizaci informačních zdrojů v rámci resortu

Podpora projektu

Projekt je podporován Koordinačním střediskem pro rezortní zdravotnické informační systémy Ministerstva zdravotnictví.

Literatura

[1.] Svačina Š.: Zdravotnické portály u nás a ve světě. Medsoft 2009, s.133-134, 2009

[2.] Kasal P., Cabrnoch M., Holub J., Feberová J.: Portály pro občany . In: Počítač v ordinaci s. 66-73, České národní fórum pro eHealth, 2008

[3.] Sundhed og forebyggeise, /cit. 2009-09-30/, dostupnýz WWW:http://www.sundhed.dk

[4.] Cabrnoch M.:Jaké informace by měl znát pacient? Medical tribune 4: 30, s. B5, 2008

Kontakt:

Mgr. AlenaVeselková,
Doc. MUDr. Pavel Kasal, CSc.,
Ústav lékařské informatiky, 2. LF UK, Praha
e-mail: *alena.veselkova@lfmotol.cuni.cz*
e-mail: *pavel.kasal@lfmotol.cuni.cz*

Prof MUDr. Stěpán Svačina DrSc.
3. interní klinika 1. LF UK, Praha
e-mail: *svacinas@lf1.cuni.cz*

Ing. Robert FialkaMBA
KSRZIS, Praha
e-mail: *Robert.Fialka@ksrzis.cz*

BIOMEDICÍNSKÉ INŽENÝRSTVÍ A ICT V NEMOCNICI - SPOLUPRÁCE NEBO SPLYNUTÍ?

Martin Zeman, Martina Nováková

Anotace

Je stále obtížnější určit, kde zdravotnický prostředek končí a začíná jeho IT část. Kam spadají osoby, odpovědné za zdravotnické prostředky? Do zdravotnické části nemocnice? Do provozně-technických úseků nebo pod CIO? Jak organizovat nákup zdravotnické techniky? Konvergence správy ICT a BMI v nemocnicích je aktuálním tématem nemocničního managementu v rozvinutých zemích.

Klíčová slova

Biomedicínské inženýrství, Informační a telekomunikační systémy a technologie, zdravotnická technika, zdravotnická informatika, konvergence technologií, Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, eHealth.

1. Úvod

Vývoj informačních a telekomunikačních technologií postavil již mnohokrát manažery před těžké rozhodování, jakou že to technologii vlastně pořizují a kdo o ni má pečovat. Schopnost informačních technologií nabalovat na sebe vlastnosti původně odlišných oblastí lidského konání se zdravotnictví samozřejmě nevyhýbá. Málokdo soudný již pochybuje o tom, že telekomunikace a IT si v nemocnici zaslouží společné zacházení. Obdobné je to s televizní a rozhlasovou technikou, dorozumívacími zařízeními. Vždyť řada z nás ani nedokáže jednoznačně říci, zda telefonuje počítačem nebo telefonem a moderní telefonní ústřednu od počítače rovněž nerozezná ani odborník. Neshodneme se snadno ani v tom, zda sledujeme film v počítači nebo televizoru. Také u zdravotnických technologií je stále obtížnější určit, kde zdravotnický prostředek končí a začíná jeho IT část. Kam spadají osoby, odpovědné za zdravotnické prostředky? Do zdravotnické části nemocnice? Do provozně-technických úseků nebo pod CIO?

2. Situace v ČR

Zatímco USA nebo evropské země věnují řadu let v odborném tisku široký prostor tomuto tématu a v Německu se splývání IT a zdravotnické techniky stalo jedním z 5 klíčových nemocničních IT témat, v České republice si problému v odborné veřejnosti tolik nevšímáme. Možná i proto, že o řízení IT ve zdravotnictví, eHealth a telemedicíně nevychází dosud v češtině žádný prakticky zaměřený samostatný odborný časopis.

3. Sporné oblasti mezi ICT a BMI

V současnosti se konverze ICT a zdravotnické techniky projevuje zejména v oblasti organizační, technické, personální, procesní, obchodní a bezpečnostní.

Protože ICT a eHealth získávají nepochybně strategický význam při digitalizaci medicíny, je na místě otevřít i v naší zemi diskusi nad důsledky konvergence s medicínskou technikou.

Snad první oblastí, kde spory mezi zdravotnickou technikou a ICT vyvěrají na povrch i u nás, je zobrazovací technika a systémy PACS. Kolik diskusí je vedeno na téma, zda certifikací jednotlivých dílčích částí systému (monitorů, programů, grafických karet, serverů, diskových polí aj.) jako prostředků zdravotnické techniky přestávají být tyto části, popř. celé systémy, součástí ICT infrastruktury či ne. Při obchodních transakcích přitom rozhodujeme mj. o výši DPH, v případě servisu o režimu profylaktických prohlídek, kvalifikaci resp. způsobilosti servisních pracovníků atd. Je jednoduché prohlásit tuto techniku za ICT a předat ji do správy CIO. Avšak bude s ní potom zacházeno tak, jak se má zacházet se zdravotnickou technikou? Jedná se i o legislativní problém. Nebude v případě soudních sporů nesprávná péče o tuto techniku zpochybňovat medicínské postupy nemocnice? Platí to i naopak. Prohlásíme-li např. počítačovou síť a výpočetní techniku na oddělení radiologie či kardiologie za součást zdravotnické techniky a připojíme ji přitom do počítačové sítě organizace, nebude bezpečnostním rizikem pro všechny ostatní informační systémy? Bude řádně chráněna proti počítačovým virům? Nebudou důvěrné informace o pacientech dostupné neoprávněným osobám či dokonce komukoliv? Z běžné praxe každé větší nemocnice je možné zaznamenat desítky odstrašujících případů či příběhů, dokumentujících důsledky nesprávného, jednostranného postupu zejména při nákupu a servisu těchto technologií.

Do zorného úhlu zpracování medicínského obrazu dnes spadá i zpracování tzv. obrazového streamu, tj. plynulého obrazového signálu např. z angiolinek, endoskopických přístrojů, diagnostických a operačních mikroskopů, kamer snímajících dění na operačních sálech a dalších zdrojů obrazu. Je s těmito daty zacházeno tak, jako s daty z informačních systémů, jsou-li kdesi u přístrojů uchovávána na videokazetách či DVD nosičích, popř. na discích osobních počítačů? Kdo odpovídá za jejich bezpečné uchovávání? Jsou součástí zdravotní dokumentace? Jsou ještě čitelná? Požadavky, kladené na zdravotnické prostředky a informační systémy se musí potkat, aby výsledkem bylo naplnění očekávání, které máme vůči těmto technologiím v procesu poskytování zdravotní péče, ať už jim říkáme jakkoliv.

Dalším příkladem konvergence ICT a zdravotnické techniky je používání bezdrátových počítačových sítí. Nezřídka dodavatelé zdravotnických přístrojů, např. monitorů životních funkcí, vybudují ve vší tichosti v nemocnici vlastní bezdrátové počítačové sítě, „aby jim do toho informatici nemluvili". Kupodivu tyto počítačové sítě zabezpečí podstatně hůře, než je běžným standardem nejenom v nemocnicích, ale svůj postup právě bezpečností zdůvodní. Tento příklad ilustruje, že potřebná konvergence neproběhla ani u dodavatelů zdravotnické techniky. Někdy se divize nadnárodních společností, vyrábějících a dodávajících zdravotnické a informační technologie, spojují, avšak vůči českému zákazníkovi vystupují bohužel často nadále firmy prostřednictvím

zdravotnických techniků a počítačových techniků ze „staré školy", tedy důsledně odděleně, bez komplexní znalosti soudobých technologií.

Zmínili jsme monitory životních funkcí, tedy jakési počítače, na které je navěšena spousta periferií a jsou konstruovány tak, aby byly velmi spolehlivé a odolné. Stejně jako v případě zařízení typu např. CT, magnetické resonance, mamografu či ultrazvuku bije v jejich srdci nějaká verze Microsoft Windows nebo Linuxu. Je tedy zřejmé, že k výběru, zapojování, propojování a péči o tato zařízení potřebujeme komplexní znalost zdravotnických i ICT technologií, různých standardů interoperability, souvisejících právních předpisů atd.

Ještě dále se dostáváme s rozvojem eHealth a telemedicíny, když se zdravotnická technika, spojená s počítači a telekomunikačními prostředky dostává ze zdravotnických zařízení až do našich domovů.

Stále více zdravotnických prostředků potřebuje využívat počítačové sítě a komunikovat po IP, medicínský obraz pak šíříme v tzv. DICOM sítích. Konektivita s DICOM a s běžnou počítačovou sítí bývá tím minimem, na kterém se v tradičně řízené nemocnici oba světy setkávají. Ukládání dat je, podle našeho názoru další, již pokročilejší oblastí spolupráce, kterou prudký růst objemu zpracovávaných dat přináší. Udává se, že v průměrné evropské či americké nemocnici dochází ke zdvojnásobení objemu ukládaných dat každých cca 18 měsíců, současný vývoj v oblasti obrazových dat se, zejména díky kardiologickým datům (64 a vícevrstvá CT, 4D ultrazvuky, digitální mamografie, angiografie atd.) označuje jako "Tsunami obrazových dat". Díky strukturálním fondům Evropské unie byla na evropskou úroveň dovybavena řada českých nemocnic zdravotnickými technologiemi, ve stejném rozsahu však nikoliv ICT technologiemi pro zpracování a ukládání dat. Brzy nastane otázka kam s nimi, tedy kam s obrazovými daty? Bude potom vyspělost obou typů technologií, pokud je budeme od sebe oddělovat, srovnatelná? I tato disproporce je znamením, že konvergence technologií organizačně pokulhává za potřebami zdravotnictví.

Specifické systémy certifikace přístrojů pro použití v medicíně, tedy tzv. zdravotnických prostředků, se nevyhýbají ani informačním systémům, zejména pokud mají sloužit k pořizování, uchovávání a zpracování zdravotní dokumentace. Znamená to snad, že se nemocniční informační systém stane součástí světa zdravotnické techniky?

4. Závěr

Ve svém příspěvku jsme si spíše kladli otázky, než nacházeli odpovědi. Proč je tomu tak? Neznáme jednoduchý ani zaručený recept na to, jak rychle s našimi znalostmi a dovednostmi zorganizovat činnosti související s výběrem, pořizováním, propojováním, používáním ICT a zdravotnické techniky v nemocnicích. Recept, který by zajistil optimální fungování obou konvergujících technologií. Nejvíce lze sázet na vývoj vysokoškolského vzdělávání v oblasti biomedicínského inženýrství, zdravotnické techniky a zdravotnické informatiky, kdy noví absolventi již budou mít své znalosti natolik

multidisciplinární, že se tradiční hráze mezi obory, podpořené organizačním rozdělením, samy rozsypou. Pak se budeme zřejmě zabývat více potřebou provázání zdravotnické informatiky/techniky se zdravotnickou ekonomikou a medicínou, ale to je již jiné téma.

Literatura

[1.] Hiller, J., Baumann, T. Biomedical Engineering And Healthcare IT, Visions For Sustainable Cooperation. Healthcare IT Management. 4, 2009, p. 34-37. Dostupné z WWW: <http://www.hitm.eu>.

[2.] Hagland, M. Blurring Lines; Blurring Roles. Healthcare Informatics [online]. 3, 2006, [cit. 2010-02-03]. Dostupné z WWW: <http://www.healthcare-informatics.com>.

[3.] Lorenz, W.-D. Technik-Konvergenz in den Krankenhäusern: Die IT übernimmt das Ruder - Fusion zwischen den Technikwelten ist nicht mehr zu stoppen. Krankenhaus-IT Journal. 6, 2009, p 8-16. [cit. 2010-02-03]. Dostupné z WWW: <http://www.medizin-edv.de/ARCHIV/Titelstory.pdf>.

[4.] Riedel, W. IT und Medizintechnik wachsen zusammen. Wie reagieren die Kliniken darauf?. 17. April 2008, IfK Institut für Krankenhauswesen, Braunsweig.

[5.] Zeman, M. ICT a zdravotnická technika – stírání hranic mezi technologiemi. Facility Manager, 4-5, 2009, p. 34-35, Praha.

[6.] Zeman, M. Transformation of five hospitals into one organization and related changes in IT. Healthcare IT Management. 3, 3, 2008, p. 34-35.

[7.] Zeman, M. Koncepce budování informačního systému v nemocnicích Ústeckého kraje. In Efektivní zdravotnictví v podmínkách Ústeckého kraje. Sborník příspěvků z konference Efektivní zdravotnictví v podmínkách Ústeckého kraje. Praha : V.I.A. PRAHA, a.s., 2007.

Kontakt:

Martin Zeman
Krajská zdravotní, a.s. - Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, o.z.
Sociální péče 3316/12A
401 13 Ústí nad Labem
tel: 477 117 900
e-mail: *martin.zeman@kzcr.eu*
http://www.kzcr.eu

MEDSOFT 2010, sborník příspěvků
vydání první
formát A5
236 tránek

vydal Creative Connections s. r. o., Krasnojarská 14, 100 00 Praha 10
ve spolupráci s Zeithamlová Milena, ing. - Agentura Action M
actionm@action-m.com
http://www.action-m.com

zpracoval kolektiv autorů

grafická úprava, sazba
Veronika Sýkorová; Kateřina Tribulová, DiS.
bez jazykové a redakční úpravy
vytisklo Art D - Grafický ateliér Černý, s.r.o., Žirovnická 3124, 106 00 Praha 10

ISSN 1803-8115