

ICT V MEDICÍNĚ A PROBLEMATIKA STANDARDŮ

Lenka Lhotská, Miroslav Burša, Michal Huptych

Anotace

V současné době existuje nejen v ČR, ale v celé řadě dalších zemí mnoho různých izolovaných řešení a implementací informačních systémů (IS) pro zdravotnické a klinické účely. Při snaze tyto systémy integrovat či minimálně se mezi nimi vyměňovat data se často setkáváme s problémem nekompatibility. V našem příspěvku bychom chtěli prezentovat přehled existujících datových a komunikačních standardů v ICT, jejich využívání v eHealth a přehled doporučení či standardů vytvořených přímo pro zdravotnické účely. Zároveň chceme ukázat i na oblast přístrojové a senzorové techniky v medicíně, která má své standardy, a navrhnout možná řešení, jak tyto systémy vzájemně propojovat, aby bylo možné získaná data předávat do IS.

Klíčová slova

Informační systém, interoperabilita, standard, bezdrátová komunikace, elektronický záznam pacienta

1. Úvod

Podíváme-li se do jakékoli učebnice o informačních systémech (IS), najdeme výčet základních kritérií, která musejí IS splňovat. Jsou jimi: integrace informací, otevřenost, grafické uživatelské rozhraní, uložení a dostupnost dat centrálně na jediném místě, uživatelská přívětivost. V souvislosti s předáváním dat vně IS přistoupil požadavek na interoperabilitu. Budeme-li však analyzovat situaci podrobněji, zjistíme, že ne všechny požadavky jsou zcela jednoduše splnitelné. Právě nutnost komunikovat s dalšími systémy vede k nezbytnosti standardizace, ale nejen vlastních informačních systémů, nýbrž řady dalších zařízení. Ukážeme si na několika příkladech, proč by měl být tento požadavek prosazován (ve svém důsledku i vůči výrobcům zdravotnických prostředků, zejména přístrojové techniky).

2. Standardizace informačních systémů

Základní elementy standardizace všech IS jsou totožné, jako např. centrální definice rozhraní pro jednotlivé aplikace modulů, stanovení číselníků, komunikačních protokolů a bezpečnostních kritérií. Zdravotnictví má však celou řadu specifických atributů. Existuje celá řada speciálních číselníků, které jsou definovány buď na mezinárodní úrovni (číselníky WHO – ICD-10, ICF, ICHI)^[1], či národní (Národní číselník laboratorních položek, číselníky výkonů pro úhrady pojišťovnamí). Protože pracujeme s citlivými údaji, jsou i požadavky na bezpečnost uložení a komunikaci dat vyšší než v celé řadě dalších aplikací IS. Zatím jsme se nezmínili o tom, jaké typy dat se ukládají, případně by se měly ukládat. Ve většině zdravotnických IS najdeme jakousi základní kartu pacienta, ve které jsou zaznamenány údaje, dříve zapisované do papírové dokumentace.

Ale dnešní přístrojová technika umožňuje zaznamenat a hlavně v digitální podobě ukládat další data, zejména v podobě signálů (např. EKG, EEG, EMG) či obrazů a videí (např. CT, MRI, ultrazvuk). Tady se dostáváme k otázkám datových formátů, problematice ukládání velkých objemů dat, bezztrátové komprese, náročnosti vybavování dat z datových úložišť, vhodnému zobrazování, apod.

Začneme od obrazových dat. To je oblast, kde se podařilo úspěšně sjednotit síly a vytvořit definovaný standard DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) ^[2], který dnes respektují i všichni výrobci zobrazovacích systémů. Tento formát je podporován i systémy PACS (Picture Archiving and Communicating System).

Bohužel na opačném konci jsou data signálová, byť přístroje EKG, EEG a další jsou velmi frekventované. Často se setkáváme s tím, že jediný podporovaný výstup u kratších záznamů je pouze tisk na papír. Delší záznamy jsou ukládány do počítače, ale téměř ve 100% případech v proprietárním formátu výrobce přístroje! Co to znamená? Znamená to, že je možné záznam načíst pouze do softwarové aplikace vytvořené výrobcem a dodávané spolu s přístrojem. Pokud bychom takové soubory připojili k elektronickému záznamu pacienta, tak nám stejně bez příslušné programové podpory nebudou k ničemu. Často se navíc i u jednoho výrobce stává, že s novým přístrojem dodá nový software, který ale nepodporuje předchozí formát dat, takže dříve pořízené záznamy nelze ani zobrazit, ani zpracovávat. Tím však přicházíme o cenný zdroj informací u chronicky nemocných pacientů, u signálů sbíraných pro longitudinální studie, u dlouhodobého sledování působení léků, případně u dalších způsobů léčby.

I zde by standardizace mohla pomoci. Je jasné, že se výrobci tomu budou bránit. Jestliže však nám technika na jedné straně umožňuje zaznamenávat a vyhodnocovat stále větší objemy a rozmanitější typy dat, tak by neměla na druhé straně tvořit umělé překážky.

3. Standardy pro přenos patientských dat

Datový standard MZ ČR (DaSta) ^[3] byl vytvořen v ČR jako standard pro přenos údajů o pacientovi mezi informačními systémy zdravotnických zařízení. Je vyvíjen od roku 1997 jako ad hoc dohoda firem, které implementují zdravotnické informační systémy. Vznikl na základě potřeby vyměňovat strukturovaným způsobem informace mezi několika typy IS (nemocniční, ambulantní, laboratorní). Tomu odpovídá i jeho strukturování a využití. Skládá se z popisu datové struktury, externích číselníků, registrovaných kódů firem, dalších datových bloků a poznámek k přenosu datových souborů. Během let byl rozšiřován o další typy datových struktur (např. výkazy Národního zdravotnického informačního systému) a bloky (např. blok klinických událostí). Standard umožňuje komunikaci mezi aplikacemi různých úrovní složitosti od nejjednodušších, které jsou schopny přenést pouze nestrukturované textové údaje, až po propracované systémy, pracující se strukturovaným elektronickým zdravotním záznamem. Základní nevýhoda vyplývá z toho, že je vytvářen pouze na národní úrovni. Názvy jednotlivých elementů a jejich atributů v XML

reprezentaci vycházejí z češtiny. Tudíž využití pro komunikaci na mezinárodní úrovni je prakticky nemožné. Díky jazykové blízkosti je využíván na Slovensku v systémech implementovaných českými firmami. Na druhé straně má čistě národní vývoj i výhodu v tom, že je standard adaptován na národní podmínky a je možného relativně snadno modifikovat či rozšiřovat.

Na mezinárodní úrovni se zejména v posledním desetiletí rozšířil komunikační standard HL7^[4], který byl od počátku vyvíjen jako speciální standard pro oblast zdravotní péče. Umožňuje komunikaci téměř mezi všemi typy institucí a oblastí zdravotní péče. Standard HL7 byl vyvinut v USA a v současnosti je oficiálním standardem ANSI^[5]. Staví na několika relativně jednoduchých principech: tvorba formátů a protokolů pro výměnu datových záznamů mezi počítačových systémy ve zdravotnictví; standardizace formátů a s tím spojená unifikace rozhraní; zlepšení účinnosti komunikace; návod pro dialog mezi zúčastněnými stranami při specifikaci rozhraní; minimalizace počtu rozhraní; minimalizace výdajů na implementaci rozhraní. Z hlediska implementace neklade HL7 žádná omezení na architekturu jednotlivých systémů, použité operační systémy nebo programovací jazyky. Postupně vznikly jednotlivé verze standardu. Nejnížší verzí schválenou jako standard ANSI byla v roce 1997 verze 2.3. Postupně byla rozšiřována o další datové struktury a funkční bloky. Poslední v řadě 2 byla verze 2.6, schválená jako standard ANSI v roce 2007^[6]. Verze 3 znamená významný posun k systematickému přístupu a navržení jednoznačného standardu tak, aby bylo možné snáze porovnat implementovaný systém se standardem (to ve verzi 2 vyžadovalo náročnější analýzu). Verze 3 pracuje s objektové orientovanou metodologií a využívá Referenční informační model (RIM) pro tvorbu zpráv^[7]. Právě RIM je základním prvkem metodologie HL7 verze 3, protože poskytuje jednoznačnou reprezentaci sémantických a lexikálních spojení, které lze nalézt mezi informacemi přenášenými ve zprávách. Pro data se využívá formát XML^[8],^[9]. Je možné využívat řadu číselníků a klasifikací, z nichž některé jsou přímo součástí standardu. Lze ale použít i externí klasifikace, vytvořené jinými organizacemi. Na závěr bychom chtěli podotknout, že standard HL7 byl přijat v řadě zemí mimo americký kontinent jako základ pro komunikaci mezi zdravotnickými informačními systémy. Dá se tedy očekávat, že pokud budeme chtít, aby systémy vyvíjené v ČR byly schopné komunikovat se zahraničními, ať už půjde o předávání dat, nebo jejich implementaci v zahraničí, budou muset nutně komunikovat podle standardu HL7. Mimochodem pokud je součástí projektu EU v oblasti eHealth návrh a implementace IS (nebo nějakých modulů), je téměř nemyslitelné použít nějaké nestandardní řešení a nevyužít HL7.

4. Osobní monitorování zdravotního stavu a standardy

Telemedicína a zejména její využití v domácí péči se v posledních letech dostává do popředí zájmu i díky tomu, že cena používaných komponent a přístrojové techniky klesá na přijatelnou úroveň. O to je důležitější od samého začátku mít na paměti nutnost standardizovat komunikaci přímo od senzoru snímajícího data či signály až po finální zpracování a případné uložení do elektronického záznamu pacienta.

Pro komunikaci mezi elektronickými zařízeními jsou definovány standardy IEEE, ať již jde o komunikaci bezdrátovou či po vedení. Zde se z důvodů potenciálních aplikací zaměříme právě na bezdrátové komunikace ^[10], které jsou v současnosti zejména pro telemedicínské aplikace podstatné. Umožňují totiž přenášet množství snímaných fyziologických dat, aniž by dotyčný jedinec musel být připoután k lůžku či musel nosit objemné zařízení. Právě definované standardy umožňují snadný přenos i prostřednictvím PDA, chytrého telefonu či jiného zařízení, vybaveného příslušným rozhraním.

4.1 IEEE 802.11 – WLAN/Wi-Fi

Bezdrátová lokální síť (WLAN či Wi-Fi) umožňuje bezdrátové propojení přenosných zařízení a dále jejich připojování na lokální (např. firemní) síť. Standardy WLAN pracují na frekvencích 2,4 GHz a 5GHz. Jsou specifikovány standardem IEEE 802.11 ^[10] a mají různé verze – IEEE 802.11a/b/g/n.

4.2 IEEE 802.15.1 – Bluetooth

Standard IEEE 802.15.1 ^[11] je základem bezdrátové technologie Bluetooth. Spadá do kategorie osobních počítačových sítí, tzv. PAN (Personal Area Network). Vyskytuje se v několika verzích, z nichž v současnosti nejvíce využívána je verze 2.0 a je implementována ve většině aktuálně (2010) prodávaných zařízení jako jsou např. mobilní telefony, notebooky, ale i televize. V současné době (2011) je nově vyvinuto rozhraní Bluetooth 4.0, u kterého výrobci slibují větší dosah (až 100 metrů), menší spotřebu elektrické energie a také podporu šifrování AES-128. Je navržen pro malé a levné přístroje s nízkou spotřebou energie.

Specifikace Bluetooth 2.0 EDR (Enhanced Data-Rate) zavádí novou modulační techniku pi/4-DQPSK a zvyšuje tak datovou propustnost na trojnásobnou hodnotu oproti Bluetooth 1.2 (2,1 Mbit/s). Tímto se dosahuje daleko větší výdrže baterií, protože samotné navázání spojení a i přenos samotný probíhá v daleko kratší době, než u starších verzí Bluetooth.

Zařízení se dělí dle výkonnosti následujícím způsobem: Class 1 – max. výkon 100 mW (20 dBm) – dosah 100 metrů; Class 2 – max. výkon 2,5 mW (4 dBm) – dosah 10 metrů; Class 3 – max. výkon 1 mW (0 dBm) – dosah 1 metr. Přenosové rychlosti podle standardů jsou následující: Bluetooth 1.2 – 1 Mb/s; Bluetooth 2.0 + EDR – 3 Mb/s; Bluetooth 3.0 + HS – 24 Mb/s; Bluetooth 4.0 – 24 Mb/s.

4.3 IEEE 802.15.4 – ZigBee

Podobně jako Bluetooth je technologie ZigBee ^[12] určena pro spojení nízkovýkonových zařízení v sítích PAN na malé vzdálenosti do 75 metrů. Díky použití multiskokového ad-hoc směrování umožňuje komunikaci i na větší vzdálenosti bez přímé radiové viditelnosti jednotlivých zařízení. Primární účelní směruje do aplikací v průmyslu a senzorových sítích.

Pracuje v bezlicenčních pásmech (generální povolení) přibližně 868 MHz, 902–928 MHz a 2,4 GHz. Přenosová rychlost činí 20, 40, 250 kbit/s.

ZigBee je navržen jako jednoduchá a flexibilní technologie pro tvorbu i rozsáhlejších bezdrátových sítí u nichž není požadován přenos velkého objemu

dat. K jejím hlavním přednostem patří spolehlivost, jednoduchá a nenáročná implementace, velmi nízká spotřeba energie a v neposlední řadě též příznivá cena. Díky těmto vlastnostem nalezne uplatnění v celé škále aplikací, jež lze zařadit do několika skupin: automatizace budov (zabezpečení, ovládání světel, kontrola přístupu); spotřební elektronika (dálkové ovládání elektrospotřebičů); počítačové periferie (bezdrátové myši, klávesnice); průmyslová automatizace; zdravotnictví (pacientské monitory).

Díky různorodosti předpokládaných aplikací standard definuje tři základní režimy přenosu dat: periodicky se opakující (přenos dat z čidel); nepravidelné přenosy (externí události, např. stisknutí tlačítka uživatelem); opakující se přenosy u nichž je požadavek na malé zpoždění (bezdrátové počítačové periferie – klávesnice a myši).

4.4 IEEE 802.15.6 - BAN

IEEE 802.15.6^{[13], [14], [15], [16], [17]} je rozpracovaný standard pro bezdrátovou síť využitelnou pro snímání dat z lidského těla pomocí tzv. Body Area Network (BAN). Navržené frekvence jsou 400 MHz a 2,4 GHz. Kromě uvedených odkazů nejsou zatím k dispozici bližší informace.

4.5 Režimy činnosti bezdrátových sítí

Bezdrátové sítě mohou pracovat ve dvou základních režimech: ad hoc a infrastrukturní. Bezdrátová síť v infrastrukturním režimu má základnu/přístupový bod, který slouží jako centrální uzel, který se propojuje s bezdrátovými terminály. Nevýhodou je, že dojde-li k poruše centrálního uzlu, nemohou spolu bezdrátové terminály komunikovat. Ad hoc sítě se tvoří „on the fly“ (za běhu) bez pomoci základny. Využívá se u nich často principu samoorganizace.

Standards IEE pro bezdrátovou komunikaci definují frekvenční pásma, způsoby modulace, komunikační protokoly nižších vrstev. Neříkají nám ale nic o formátu přenášených dat. Proto je nutné se zabývat dále i těmito otázkami, ať už půjde o syntaxi, či sémantický obsah zpráv.

5. Příklady řešení komunikace přístrojů a informačních systémů

U řady komerčně dostupných přístrojů, které by mohly být využitelné, narážíme na problém proprietárních formátů měřených dat. Ve většině případů jsou tak data zobrazitelná a zpracovatelná pouze v softwaru, dodaném od výrobce. Ukládání či zpracování dat mimo tento uzavřený systém není možné. To znamená, že taková data pak nelze ani uložit do elektronického zdravotního záznamu. I v této oblasti je snaha vytvořit alespoň převodní rozhraní.

5.1 Projekt iCARDEA

Příkladem řešení převodu dat z přístrojů do informačního systému, včetně mapování sémantického obsahu, je využití standardu ISO/IEEE 11073 DIM (Domain Information Model). V rámci projektu iCARDEA^[18] bylo vytvořeno rozhraní nazvané Medical Device Modeling Tool, které převádí naměřená

data jak z proprietárních formátů, tak ze standardních formátů do formátu IEEE 11073 ^[19]. V dalším kroku jsou datové typy z IEEE 11073 DIM mapovány na datové typy HL7 v2.5. Poté lze dále využít mapování na HL7 CDA (Clinical Document Architecture), HL7 PHMR (Personal Health Monitoring Report) ^[20], HL7 v3 Observation message používaný v popisech klinických procesů, USAM (Unified Service Action Model) v GLIF (GuideLine Interchange Format) ^[21] pro podporu klinického rozhodování, či libovolný formát zprávy/dokumentu založený na HL7 RIM.

ISO/IEEE 11073 standardy jsou založeny na objektivě orientovaném modelu (DIM). DIM je tvořen osmi moduly pro strukturování domény přístrojů. Základní moduly tvoří reprezentace lékařských přístrojů a jejich měření, data pacientů, další řeší otázku interoperability mezi přístroji, jako jsou např. konfigurace a synchronizace přístrojů.

Lékařský balík se skládá ze čtyř hlavních tříd: Virtual Medical Object (VMO), Virtual Medical Device (VMD), metrika (např. jednoduché numerické hodnoty, složité signály = časové řady) a kanál (propojení objektů metriky s VMD). Pro definování interoperabilních lékařských přístrojů se musejí atributy těchto objektů skládat z kódů, které jsou specifikovány v datovém slovníku. ISO/IEEE 11073 – 10101: Nomenclature standard je datový slovník oblasti vitálních příznaků, které se používají pro reprezentaci objektů DIM se společnými kódy.

PHMR je dokument, který obsahuje informace z osobního zdravotního monitorování, včetně reprezentace měření získaných z přístrojů, poznámek, souhrnů a grafů. Pro reprezentaci takových proměnných dat je vhodný formát vycházející z HL7 CDA ^[22]. Dají se také využít šablony definované HL7 CCD (Continuity of Care Document) ^[23].

Pro integraci dat z měřících přístrojů je však nutné, aby tato data (zprávy) odpovídala XML schématu. Jinak se musí ještě implementovat tzv. XML wrapper. Samozřejmě toto bude bezchybně fungovat, pokud budeme znát formát dat. V případě, že nebude známý formát dat z přístroje, což je častý případ řady komerčních zařízení, tak sice data přeneseme. Následně je uložíme v XML, kde data budou tvořit tělo dokumentu, ale nebudeme schopni rozkódovat jejich sémantický obsah. Proto je základní podmínkou pro interoperabilitu znalost sémantického obsahu zpráv. V případě dat z přístrojů je tedy nutné znát jejich formát.

5.2 Návrh systému pro komunikaci sensorových systémů s informačním systémem

V článku ^[24] je navrženo schéma pro výměnu dat mezi HL7 a IEEE 1451 standardy. IEEE 1451 standardy je soubor standardů pro speciální sítě senzorů, jako např. pro průmyslové řízení a inteligentní domy. Definují soubor rozhraní, která komunikují v heterogenních sítích. Cílem je umožnit snadné začlenění různých snímačů a akčních členů do libovolného typu nadřazené sítě způsobem plug-and-play. Podstatné je zavedení společného komunikačního rozhraní pro inteligentní převodníky.

Navržený systém ve vzdáleném režimu monitoruje stav pacienta a přenáší

naměřený elektrokardiogram (EKG), teplotu, množství glukózy a případně další data. Pacienti mají k dispozici odpovídající senzory, mobilní zařízení typu PDA nebo chytrý telefon a v prezentovaném experimentálním uspořádání se musejí pohybovat v prostorách s možností přístupu k bezdrátové síti (Wi-Fi). Obecně senzory nekomunikují přímo s bezdrátovou sítí kvůli vyšším výrobním nákladům a i vyšší spotřebě energie. V navržené konfiguraci je propojení senzorů s PDA realizováno pomocí Bluetooth. PDA se potom připojuje k bezdrátové síti přes přístupový bod a zprostředkuje přenos naměřených dat do monitorovacího centra. V centru je pacient registrován, včetně osobních dat, anamnézy a stávajících onemocnění a diagnóz. Pak má přidělen jednoznačný identifikátor, pomocí něhož je identifikován ve všech relacích. Neoddělitelnou součástí řešení je dostatečné zabezpečení a verifikace identity uživatele při vzdáleném přístupu na server.

Základní funkce senzorů jsou streamování dat na PDA a vzorkování dat z kontinuálních měření. Na PDA jsou implementovány následující funkce: příjem příkazů z nadřazeného serveru a reakce na ně, sběr dat ze senzorů a následné posílání na server. Monitorovací centrum má v navržené architektuře nejvíce funkcí. Základní jsou spojeny s příjmem dat a jejich dalším zpracováním a řízením podřízených jednotek. Monitorovací centrum přijímá navzorkovaná data a odpovídá na příkazy. Data jsou prostřednictvím třídy Stream Dispatch předána do odpovídající třídy Process. Hlavní řídicí příkazy slouží pro řízení klientských zařízení. Zdravotnický pracovník vybere, které informace se mají monitorovat. Pomocí třídy Command Sending je tento výběr převeden do podoby příkazu a odeslán na PDA. Funkce záznamu dat zaznamenává přenesená navzorkovaná data z PDA. Funkce tvorby souboru XML pro HL7 vytváří soubory XML pro každého pacienta. Soubory jsou definovány podle standardu HL7 v2.5. V souborech jsou zaznamenány osobní informace, symptomy, anamnéza, současné onemocnění a nezbytná navzorkovaná data. Každý pacient (uživatel) má jeden soubor XML. V databázi jsou zaznamenávána všechna naměřená data pacienta.

6. Závěr

Z výše uvedených příkladů je vcelku zřejmé, že největší problémy a zároveň největší prostor pro budoucí řešení jsou v oblasti správného mapování získávaných dat do datového modelu, který popisuje elektronický záznam pacienta. Zejména s ohledem na budoucí vývoj a možnost snímat a ukládat daleko větší objemy různorodých fyziologických parametrů je otázka interoperability stále důležitější.

V posledních letech se objevilo několik studií, např. ^[25], které ukazují, že otázka interoperability může významně ovlivnit efektivitu jak při návrhu a tvorbě integrovaného systému, tak i při vlastním provozu. Pokud interoperabilita mezi lékařskými přístroji a zdravotnickými IS opravdu funguje, je možné snížit náklady na integraci (udává se až o 30%), čas pro mapování datových typů až o 50%, a podstatně zvýšit přesnost dat v elektronickém zdravotním záznamu.

HL7 představuje v dnešní době nejucelenější soubor specifikací datových

modelů a struktur pro komunikaci, které jsou k dispozici. V uplynulém desetiletí se postupně rozšířila komunikace podle HL7 verze 2. Mezitím se však zvýšily nároky na obsah předávaných zpráv z hlediska jejich strukturovanosti. Jednalo se zejména o možnost přenášet celou zdravotní dokumentaci pacienta. S tím byl spojen již výše zmiňovaný požadavek na správné mapování datových typů a přiřazení sémantického obsahu. Postupně se tak začaly objevovat implementace využívající verzi 3 standardu HL7, hlavně pro rozsáhlejší zdravotnické systémy, ve kterých se shromažďují data a zprávy v různých formátech. Standard HL7 verze 3 byl přijat jako komunikační protokol ve Velké Británii, Nizozemí a Švédsku. V USA tuto verzi využívá také řada místních systémů a některé veřejné zdravotnické organizace.

Do budoucna se jeví jako nejvhodnější vytvoření nadstavby základních standardů a technologií, které umožní snadnější splnění požadavku na interoperabilitu v porovnání s popisovanými příklady v příspěvku, kdy bylo nutné pro konkrétní použité standardy vytvářet mapování datových typů a implementovat příslušná rozhraní. Jednu cestu nabízí iniciativa výrobců softwaru a zařízení IHE (Integration of Healthcare Enterprise) ^[26], která vytváří technické specifikace pro IT řešení integrací a komunikací ve zdravotnictví na základě již existujících standardů (DICOM, HL7). Nejprve jsou definovány reálné procesy na straně uživatele, popisující běžnou práci v dané oblasti. Tyto procesy jsou podkladem pro definování tzv. integračních profilů. Z nich se odvozují standardní UseCases. Pomocí integračních profilů je specifikována již řada klinických oborů. Integrační profily jsou definovány tak, že zaručují „Plug&Play“ kompatibilitu v komunikacích, jednotnou elektronickou identifikaci pacienta napříč všemi participujícími systémy (PIX - Patient Identifier Cross Referencing) a popisují doporučení logické infrastruktury EHR pro výměnu dat (XDS – Cross Enterprise Document Sharing). Profily IHE jsou v široké míře přijímány také prodejci a jsou snáze srozumitelné a použitelné než abstraktní standardy. Je pravděpodobné, že během následujících let bude jejich využití při výměně zdravotnických informací rychle vzrůstat.

Poděkování

Práce je částečně podporována projektem MAS Nanoelectronics for Mobile Ambient Assisted Living(AAL) Systems (grant no. 120228) (projekt je částečně financován ENIAC Joint undertaking's Funding (no. 120228) a MŠMT ČR (č. projektu 7H10019) a výzkumným záměrem č. MSM 6840770012 "Transdisciplinární výzkum v oblasti biomedicínského inženýrství II".

Literatura

- [1.] World Health Organization URL <http://www.who.int>
- [2.] DICOM URL <http://medical.nema.org/>
- [3.] DaSta URL <http://ciselniky.dasta.mzcr.cz>
- [4.] <http://www.hl7.org/implement/standards/index.cfm?ref=nav>

- [5.] American National Standards Institute (ANSI). [Online]. Available: <http://www.ansi.org>
- [6.] <http://www.hl7.org/implement/standards/ansiapproved.cfm>
- [7.] HL7 Reference Information Model, HL7 Std. [Online]. Available: <http://www.hl7.org/v3ballot/html/infrastructure/rim/rim.htm>
- [8.] Data Types - Abstract Specification, Release 1, HL7 Std. [Online]. Available: <http://www.hl7.org/v3ballot2009sep/html/infrastructure/datatypes/datatypes.htm>
- [9.] XML Implementation Technology Specification - Data Types, R1, HL7 Std. [Online]. Available: <http://www.hl7.org/v3ballot2009sep/html/infrastructure/itsxml/datatypes-its-xml.htm>
- [10.] Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE Std 802.11-2007, Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, 12 June 2007.
- [11.] Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE Std 802.15.1-2005, Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Wireless Personal Area Networks (WPANs), 14 June 2005. URL <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.1-2005.pdf>.
- [12.] Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE Std 802.15.4-2006, Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs), 8 September 2006. URL <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2006.pdf>.
- [13.] IEEE P802.15 Study Group Medical Body Area Networks (SGMBAN). SG BAN Montreal Interim Meeting Minutes, 20 May 2007. URL <ftp://ieee.wireless@ftp.802wirelessworld.com/15/07/15-07-0748-00-0ban-mban-meeting-minute-montreal-may-2007.doc>.
- [14.] IEEE P802.15 Study Group Medical Body Area Networks (SGMBAN). SG BAN San Francisco Plenary Meeting Minutes, 16 August 2007. URL <ftp://ieee.wireless@ftp.802wirelessworld.com/15/07/15-07-0820-00-0ban-ban-sessions-minute-sanfrancisco-july-2007.doc>.
- [15.] <http://www.ieee802.org/15/pub/TG6.html>
- [16.] IEEE 802.15.6 Regulation Subcommittee Report, IEEE 802.15 Working Group for Wireless Personal Area Network, May 2010
- [17.] W. ASTRIN, H.-B. LI, and R. KOHNO, "Standardization for body area networks," *IEICE Transactions on Communications*, vol. E92.B, no. 2, pp. 366–372, 2009
- [18.] iCARDEA Project. [Online]. Available: <http://www.srdc.com.tr/icardea/>
- [19.] ISO/IEEE 11073-10201:2004(E) Health Informatics – Point-of-care medical device communication – Part 10201: Domain Information Model., ISO/IEEE Std.
- [20.] Alschuler, L., Beebe, C., Boone, K.W. et al. (2008) Implementation Guide for CDA Release 2.0 Personal Healthcare Monitoring Report (PHMR). Draft Standard for Trial Use. First Release. HL7 Inc. http://www.hl7.org/documentcenter/ballots/2008SEP/support/CDAR2_PHRMPTS_R1_DSTU_2008NOV.zip.
- [21.] "Guideline Interchange Format 3.5 Technical Specification," InterMed Collaboratory, May 2004.
- [22.] Clinical Document Architecture, Release 2, HL7 Std. [Online]. Available: <http://www.hl7.org/v3ballot2009sep/html/infrastructure/cda/cda.htm>
- [23.] Continuity of Care Document (CCD), HL7 Std. [Online]. Available: [http://wiki.hl7.org/index.php?title=Continuity of Care Document%28CCD%29](http://wiki.hl7.org/index.php?title=Continuity_of_Care_Document%28CCD%29)
- [24.] Lee M., Gatton T.M., Wireless Health Data Exchange for Home Healthcare Monitoring

Systems. Sensors 2010, 10, 3243-3260; doi:10.3390/s100403243

[25.] *Analysis of Implementing Integrated Systems. Kaiser Permanente. [Online]. Available: <http://mdpnp.org/uploads/Impact HC 6.pdf>*

[26.] *Integrating the Healthcare Enterprise URL <http://www.ihe.net>*

Kontakt:

Lenka Lhotská

ČVUT FEL Praha, katedra kybernetiky,

Technická 2,

166 27 Praha 6,

el.: 224353933, fax: 224311081,

e-mail: lhotska@fel.cvut.cz,

<http://cyber.felk.cvut.cz>

Miroslav Burša

ČVUT FEL Praha,

katedra kybernetiky,

Technická 2,

166 27 Praha 6,

tel.: 224357325, fax: 224311081,

e-mail: bursam@fel.cvut.cz,

<http://cyber.felk.cvut.cz>

Michal Huptych

ČVUT FEL Praha,

katedra kybernetiky,

Technická 2,

166 27 Praha 6,

tel.: 224357325, fax: 224311081,

e-mail: michalhuptych@seznam.cz,

<http://cyber.felk.cvut.cz>