

SOFTWAREVÝ 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

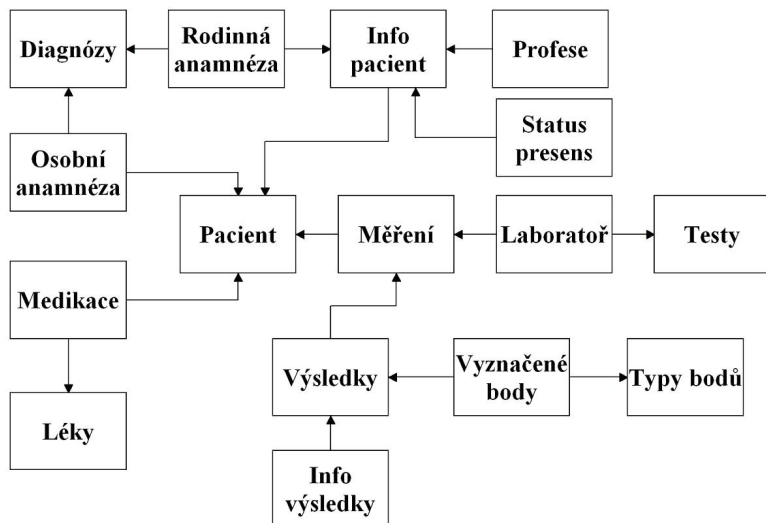
Úvod

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 souvislosti se stavem měřeného subjektu a také aby umožňovaly tyto podklady integrovat ve společné bázi s měřeními 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 jednotlicím 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 získání 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



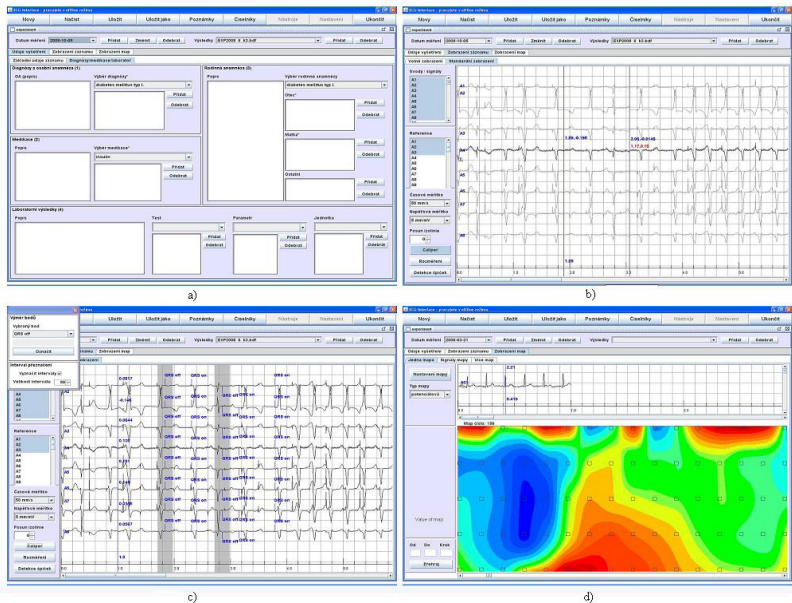
Obrázek 1. Schéma datového modelu systému Oracle 10.2.0 [2].

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 signálů. 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 popsanych 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 umožňují využívat různé algoritmy při dodržení definovaných vstupů a výstupů. Třetím oknem aplikace je okno mapování. Zde je využito protokolu pro nadeřinování 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., Panüm 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/>