

DICOM formát v databázi Oracle

DICOM format in Oracle database

Vítězslav Nezveda

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Vítězslav NEZVEDA**
Osobní číslo: **A08247**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**

Téma práce: **DICOM formát v databázi Oracle**

Zásady pro vypracování:

1. Nastudujte informace o medicínském formátu DICOM a o jeho zpracování v databázi Oracle a proveďte literární rešerši.
2. Vytvořte vlastní příklady demonstrující práci s formátem DICOM v databázi Oracle.
3. Vytvořené příklady otestujte na školním serveru.
4. Vytvořte uživatelskou příručku o možnostech práce s formátem DICOM v databázi Oracle.
5. V příručce použijte vytvořené příklady.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. NEMA. The DICOM Standard. NEMA. Dicom Homepage [online]. 2011 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://medical.nema.org/standard.html>
2. URMAN, Scott, Ron HARDMAN a Michael MCLAUGHLIN. Oracle – Programování v PL/SQL. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-1870-2.
3. MÜNZ, Jan. DICOM: Digital Image and Communications In Medicine protocol suite. In: [online]. [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: http://webzam.fbmi.cvut.cz/szabozol/ISZ/Seidl_Munz/DICOM.ppt
4. ORACLE. Oracle(R) Multimedia Reference. 11g Release 1 (11.1). Redwood Shores, 2007. Dostupné z: http://docs.oracle.com/cd/B28359_01/appdev.111/b28414/toc.htm
5. ORACLE. Oracle(R) Multimedia DICOM Developers Guide. 11g Release 1 (11.1). Redwood Shores, 2009. Dostupné z: http://docs.oracle.com/cd/B28359_01/appdev.111/b28416/toc.htm

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Kateřina Ježková

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

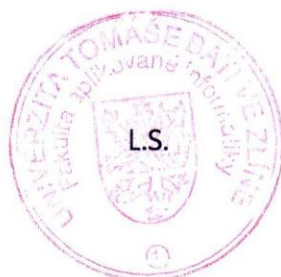
24. února 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

8. června 2012

Ve Zlíně dne 24. února 2012

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Hlavním cílem tohoto díla je popis možností práce s medicínským formátem DICOM v databázi Oracle Multimedia. Následující stránky se zabývají jak osvětlením pojmu DICOM formát, důvodem jeho vzniku a výhodami, které sebou přináší, tak i možnostmi jeho zpracování v databázi Oracle Multimedia, práci s metadaty tohoto formátu a jejich ukládání do XML dokumentů a prohledávání obsahu DICOM podle požadovaných parametrů. Ve vývojovém prostředí SQL developer byly vytvořeny vzorové příklady, které ukazují použití v praxi.

Klíčová slova: DICOM obsah, metoda, metadata, standard, objektový typ

ABSTRACT

The main aim of this thesis is a description of work possibilities with DICOM format in Oracle Multimedia database. Following pages inquire into explanation of the term DICOM format, reason for its origination and advantages of this format. It also describes possibilities of its data handling in Oracle Multimedia, work with its metadata and extraction of these metadata to XML document and searching of indexing tags to find DICOM content that matches certain conditions. In a development tool, SQL Developer, several examples were created for displaying common use.

Keywords: DICOM content, method, metadata, standard, object type

Chtěl bych zde vyjádřit své poděkování vedoucí mé bakalářské práce Ing. Kateřině Ježkové za odborné připomínky a ochotnou pomoc při řešení problémů, se kterými jsem se při tvorbě setkal.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 PŘEDSTAVENÍ DICOM	11
1.1 HISTORIE	11
1.2 DICOM STANDARD.....	12
1.3 CÍLE DICOM STANDARDU	13
1.4 SOUČASNÝ SMĚR.....	14
1.5 VYLOUČENÍ ČÁSTÍ STANDARDU.....	14
1.6 POLE PŮSOBNOSTI	14
2 ORACLE MULTIMEDIA A DICOM	16
2.1 PODPORA DICOM FORMÁTU V ORACLE MULTIMEDIA.....	16
2.1.1 DICOM obsah	16
2.2 TYP OBJEKTU ORDDICOM.....	17
2.3 EXTRAKCE METADAT DICOM	17
2.4 VALIDACE SHODY S DICOM.....	18
2.5 ZPRAVOVÁNÍ OBRÁZKŮ DICOM.....	18
2.6 ANONYMNÍ OSOBNÍ DICOM OBSAH.....	18
2.7 VYTVÁŘENÍ ORDDICOM OBJEKTŮ Z OBRÁZKŮ A METADAT.....	19
2.8 ZA BĚHU MĚNITELNÝ DATA MODEL DICOM	19
II PRAKTICKÁ ČÁST	21
3 POUŽITÉ NÁSTROJE K TVORBĚ PŘÍKLADŮ	22
3.1 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ	22
3.1.1 Instalace.....	22
3.1.2 Připojení k databázi.....	23
4 PRAKTICKÉ PŘÍKLADY A UŽIVATELSKÁ PŘÍRUČKA	25
4.1 UŽIVATELSKÁ PŘÍRUČKA.....	25
4.2 TABULKA A VKLÁDÁNÍ DAT.....	27
4.2.1 Vytvoření tabulky.....	27
4.2.2 Vytvoření adresáře	28
4.2.3 Import dat do tabulky	28
4.3 KONVERZE OBRÁZKU A VYTVOŘENÍ MINIATURY	30
4.3.1 Konverze obrázku z formátu DICOM do jpg.....	30
4.3.2 Vytvoření miniatury obrázku	31
4.4 NAČTENÍ METADAT Z DICOM OBJEKTU.....	32
4.4.1 Čtení metadat z DICOM obrázku.....	32
4.4.2 Metoda getDicomMetadata	33

4.5 EXPORT DICOM OBJEKTU	36
ZÁVĚR	38
ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ	39
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	40
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	41
SEZNAM OBRÁZKŮ	42

ÚVOD

Tato bakalářská práce si klade za úkol referovat o možnostech použití medicínského standardu DICOM v databázi Oracle Multimedia. Tento standard se stal dominantním v oboru medicínské informatiky a je dnes považován za nedílnou součást zobrazování medicínských dat a komunikace mezi medicínskými zařízeními. Firma Oracle Corporation začlenila podporu formátu DICOM do Oracle databáze 10g Release 2 (10.2), dávající možnost rozeznání DICOM obsahu, vyjmutí nejdůležitějších metadat do XML dokumentu a prohledávání DICOM obsahu podle určitých podmínek. Později tuto podporu dále rozšířila v nové verzi databáze 11g. Hlavním důvodem bylo především zjednodušení a zrychlení vyhledávání informací uložených v souborech jednotlivých pacientů, později také napomožení vytvoření systému pro přístup k osobním informacím. Funkce nastavení soukromých atributů u požadovaných spravovaných položek poskytuje možnost vytvoření systému přístupu k osobním informacím pacientů podle uživatelských práv.

Na následujících stránkách je představen standard DICOM pro vytvoření představy o jeho vzniku, poli jeho využití v medicínských oborech a cílech, který si tento standard klade. Následuje pojednání, které srozumitelnou formou seznamuje s možnostmi zpracování dat ve formátu DICOM, které databáze Oracle Multimedia nabízí. Je zde možno nalézt informace o termínu DICOM obsah, o objektovém typu ORDDicom a některých nových možnostech, které s sebou zavedení tohoto objektového typu přináší, jako je vytváření anonymních atributů a vytváření nových DICOM objektů přidáním DICOM metadat do obrázků různých formátů.

Databáze Oracle Multimedia poskytuje řadu metod, které je možné aplikovat při spravování dat a obrázků. Tato bakalářská práce se především zaměřuje na ty možnosti práce s metodami a funkcemi, poskytované Oracle databází 10g Release 2 v současnosti používanou na školním serveru UTB, které se přímo vztahují k objektům s DICOM obsahem.

Vytvořené příklady mají za účel ukázat použití těchto metod a funkcí v praxi. Příklady jsou psány jednoduchou formou a pro snadné pochopení jsou podrobně popsány a vysvětleny. Pro vytvoření těchto příkladů bylo použito vývojového prostředí Oracle SQL Developer.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŘEDSTAVENÍ DICOM

Digitální zobrazování a komunikace v medicíně (DICOM) je medicínský zobrazovací standard. Tento standard byl založen Americkou radiologickou společností (ACR) a Federální asociací výrobců elektroniky (NEMA). Tyto organizace odpověděli na rostoucí potřebu sjednocení medicínských formátů a zajištění komunikace u radiologických zařízení od různých výrobců. Dříve, než byl DICOM standard široce adoptován, každý výrobce měl svůj patentovaný zobrazovací formát a komunikační protokol. Toto rozmnožování formátů a protokolů téměř znemožnilo produkci softwaru ke spravování medicínského obsahu nebo jeho studium.

1.1 Historie

S představením počítačové tomografie (CT), následováno dalšími digitálními diagnostickými zobrazovacími způsoby v sedmdesátých letech 20. století, a s přibývajícím používáním počítačů v medicínských aplikacích, Americká radiologická společnost (ACR) a Federální Asociace výrobců elektroniky (NEMA) rozpoznala rostoucí potřebu vytvořit standartní metodu pro přenos obrázků a přidružených informací mezi zařízeními vyráběnými různými výrobci. Tyto zařízení produkují množství rozličných obrazových formátů.

Americká Radiologická Společnost (ACR) a Federální Asociace výrobců elektroniky (NEMA) vytvořili spojenou komisi v roce 1983, za účelem vytvoření standard k:

- Povýšení komunikace u informací spojených s digitálními obrázky, bez ohledu na výrobce zařízení.
- Usnadnění vývoje a expanze archivace obrázků a komunikačních systémů (PACS), které se mohou také propojit s ostatními systémy s nemocničními informacemi.
- Povolení vytvoření diagnostických informačních databází, které mohou být vyslychány širokým výběrem geograficky distribuovaných zařízení.

Vydání standardu ACR-NEMA číslo 300-1985, publikované v roce 1985, bylo označeno jako standard verze 1.0. Byl následován dvěma revizemi: číslo 1, v říjnu 1986 a číslo 2, v lednu 1988.

Vydání standardu ACR-NEMA číslo 300-1988, publikované v roce 1988, bylo označeno jako standard verze 2.0. Zahrnoval verzi 1.0, publikované revize a dodatkové revize. Standard také obsahoval nový materiál k poskytnutí příkazové podpory pro zobrazovací zařízení, k představení nového hierarchického schématu pro identifikování obrázku, a k přidání datových elementů pro zvýšenou přesnost při popisu obrázku.

Tyto publikace standardů specifikovali hardwarové rozhraní, minimální sadu softwarových příkazů a konzistentní sadu datových formátů [1].

V roce 1993 byl ACR-NEMA standard revidován a vzniklá verze s označením 3.0 byla přejmenována na DICOM.

1.2 DICOM standard

Tento standard, který je momentálně označován Digitální zobrazování a komunikace v medicíně (DICOM), ztělesňuje řadu podstatných vylepšení oproti předchozím verzím ACR-NEMA standardu:

- Je možné použití v síťovém prostředí. ACR-NEMA standard bylo možno použít pouze mezi dvěma zařízeními, pro operace v síťovém prostředí byla zapotřebí jednotky rozhraní sítě (NIU). DICOM podporuje operace v síťovém prostředí za použití průmyslového standardního síťového protokolu TCP/IP.
- Je možno použít u mediálních prostředí off-line. ACR-NEMA standard nespifikoval souborový formát, volbu fyzického média nebo logického souborového systému. DICOM podporuje operace v mediálním prostředí off-line za použití průmyslové standardní média, jako jsou CD-R a MOD, a logických souborových systémů, jako jsou ISO 9660 a PC file-systemu (FAT-16).
- Specifikuje, jak zařízení prohlašující shodu s tímto standardem, reagují na příkazy a vyměňovaná data. ACR-NEMA standard byl omezen na přenos dat, DICOM naproti tomu specifikuje, skrze koncept servisních tříd, sémantiku příkazů a příslušných přidružených dat.
- Specifikuje úroveň shody. ACR-NEMA standard specifikuje minimální úroveň shody. DICOM explicitně popisuje, jak musí realizátor strukturovat dokument o shodě (Conformance Statement) k výběru specifických možností.

- Je strukturován jako dokument o více částech (multi-part document). Toto usnadňuje vývoj standardu v rapidně se vyvíjejícím prostředí zjednodušením přidávání nových prvků. Při konstrukci formátu DICOM byly sledovány ISO direktivy, které definují jak strukturovat právě takové dokumenty.
- Představuje explicitní informační objekty jak pro obrázky a grafiku, tak i pro křivky, zprávy, tisk atd.
- Specifikuje zaváděcí techniku pro unikátní identifikování jakéhokoli informačního objektu. Toto usnadňuje jednoznačné definice vztahů mezi informačními objekty podle toho, jak je s nimi zacházeno v síti [1].

Standard je v současné době vyvíjen ve spojení s dalšími standardizačními organizacemi zahrnující CEN TC251 v Evropě a JIRA v Japonsku, a dalšími organizacemi zahrnujícími IEEE, HL7 a ANSI v USA.

1.3 Cíle DICOM standardu

DICOM standard zprostředkuje spolupráci zařízení prohlašujících shodu, konkrétně:

- adresuje sémantiku příkazů a přidružených dat. Aby zařízení komunikovala, musí existovat standardy, které sdělují, jakým způsobem mají zařízení reagovat na příkazy a přidružená data, ne pouze na informace, které mají být přesunuty mezi zařízeními.
- Adresuje sémantiku souborových služeb, souborových formátů a informačních složek potřebných pro off-line komunikaci.
- Explicitně definuje shodu požadavků implementací standardu. Konkrétně, dokument o shodě musí specifikovat dostatek informací k určení funkcí, u kterých může být očekávána spolupráce s jiným zařízením prohlašujícím shodu.
- Zprostředkovává provoz v síťovém prostředí
- Je strukturován k pojmutí představení nových služeb, tedy usnadnění podpory pro budoucí medicínské zobrazovací aplikace.
- Uplatňuje existující mezinárodní standardy kdekoliv je to možné a sám odpovídá zavedeným dokumentačním směrnícím pro mezinárodní standardy.

Přestože DICOM standard má potenciál k usnadnění implementací řešení systémů pro archivaci obrázků a komunikaci (PACS), použití tohoto standardu samotného nezaručuje, že všechny PACS cíle budou dosaženy. Tento standard usnadňuje spolupráci systémů prohlašujících shodu ve velkoobchodním prostředí, ale sám o sobě negarantuje spolupráci.

Standard byl vyvinut s důrazem na diagnostické medicínské zobrazování, jak se praktikuje v radiologii, kardiologii a příbuzných disciplínách, nicméně, je ho také možno použít u širokého výběru výměn informací obrazového i neobrazového charakteru v klinických a dalších nemocničních prostředích [1].

1.4 Současný směr

DICOM je standardem, který se stále vyvíjí a je udržován v souladu s procedurami komise standardu DICOM. Nabídky pro vylepšení přicházejí od členských organizací komise DICOM, založené na vstupech od uživatelů tohoto standardu. Tyto nabídky jsou zvažovány pro použití v příštích edicích. Požadavek pro aktualizaci standardu DICOM je udržovat efektivní kompatibilitu s předchozími verzemi.

1.5 Vyloučení částí standardu

Část udržovacího procesu zahrnuje vyřazení některých sekcí tohoto standardu, zahrnující ale ne limitující se na DICOM objekty, atributy, servisní třídy, SOP třídy (Service Object Pair), přenosové syntaxi a protokoly.

Vyřazení nenaznačuje, že tyto vlastnosti nemohou být použity. Nicméně komise standardu DICOM neudržuje dokumentaci vyřazených vlastností. Čtenář je odkázán na dřívější edice standardu.

Použití vyřazených vlastností je zavrhováno u nových implementací, ve prospěch těchto zbývajících alternativ ve standardu [1].

1.6 Pole působnosti

DICOM standard zprostředkuje vzájemnou operační schopnost medicínských zobrazovacích zařízení specifikováním:

- Pro síťové komunikace, sady protokolů, které mají být následovány zařízeními, které prohlašují shodu se standardem.
- Syntaxe a sémantiky příkazů a přidružených informací, které mohou být vyměňovány za použití těchto protokolů.
- Pro komunikaci s medii, sady úložních služeb, které musí zařízení, které prohlašují shodu se standardem obsahovat, a také souborového formátu a nemocniční struktury složek pro usnadnění přístupu k obrázkům a příloženým informacím uloženým na přenosném médiu.
- Informace, která musí být dodána s implementací, pro niž je prohlašována shoda se standardem.

DICOM standard nespecifikuje:

- Implementační detaily žádných rysů standardu na zařízení prohlašující shodu.
- Celkovou sadu rysů a funkcí, které mají být očekávány od systému, implementovaném integrovanou skupinou zařízení, které prohlašují shodu.
- Testovací proceduru k přístupu k implementační shodě se standardem.

Standard DICOM přísluší do pole medicínské informatiky. V tomto poli adresuje výměnu digitálních informací mezi medicínským zobrazovacím vybavením a ostatními systémy. Protože takovéto vybavení může spolupracovat s ostatními medicínskými zařízeními, sféra tohoto standardu potřebuje zasahovat do ostatních polí medicínské informatiky. Nicméně DICOM standard neadresuje celou šířku tohoto pole [1].

2 ORACLE MULTIMEDIA A DICOM

Digitální zobrazování a komunikace v medicíně (DICOM) bylo poprvé představeno do Oracle Multimedia v Oracle Databázi 10g Release 2 (10.2). Pro tuto verzi, Oracle Multimedia DICOM vylepšil předchozí chování Oracle Multimedia ORDImage objektu povolením rozeznat DICOM objekt a extrahovat podskupinu vložených DICOM atributů odkazujících na pacienta, studii a skupinu.

DICOM standard má dvě hlavní oblasti zájmu: datový model (nebo souborový formát) a komunikační protokol. Funkce DICOM v databázi Oracle Multimedia je zaměřena na uchovávání, management a manipulaci s formátem DICOM, medicínskými obrázky a ostatními objekty zašifrovanými do souborů. Oracle Multimedia nepodporuje komunikační protokol [5].

2.1 Podpora DICOM formátu v Oracle Multimedia

S verzí Oracle Databáze 11g Release 1 (11.1) přišlo poskytnutí plné podpory pro DICOM, formát univerzálně rozpoznávaný jako standard pro medicínské zobrazování. Aplikace mohou nyní použít Oracle Multimedia DICOM Java a PL/SQL API k uložení, spravování a rozmnožování DICOM obsahu.

Zákazníci mohou postavit velké archívy s medicínským obsahem, které jsou spravovány a zabezpečeny za použití Oracle databáze. Kompletní podpora metadat DICOM umožňuje zákazníkům indexovat a vyhledávat archivované DICOM objekty za účelem výzkumu. Centrální záložna DICOM objektů dělá telemedicínu praktickou. Začlenění DICOM objektů v databázi umožňuje zákazníkům stavět aplikace elektronických zdravotních záznamů, při používání aplikačních vývojových nástrojů pro Oracle a jiných [5].

2.1.1 DICOM obsah

Termín DICOM obsah referuje o soběstačných informačních objektech DICOM, které jsou zakódovány podle datové struktury a šifrovacích definicí DICOM standardu. Obsah DICOM může zahrnovat různé typy dat, jako jsou administrační informace o pacientovi, křivky, obrázky, části 3-D obsahů, video segmenty, diagnostické hlášení,

grafické nebo textové komentáře. DICOM obsah pojímá řadu standardních atributů. Volitelně, DICOM obsah může také obsahovat soukromé atributy.

2.2 Typ Objektu ORDDicom

Nový typ objektu Oracle Multimedia, ORDDicom přirozeně podporuje DICOM obsah vytvořený medicínskými zařízeními. Tento typ objektu pojímá DICOM obsah, extrahuje metadata a implementuje metody k manipulování s DICOM obsahem. Nová zástupná Java třída, ORDDicom, poskytuje přístup k ORDDicom objektu přes JDBC (Java Database Connectivity) v Java aplikaci. Pro aplikace, které už DICOM obsah ukládají přímo v BLOB nebo BFILE souborech, je poskytnuto související rozhraní jako PL/SQL balík (ORD_DICOM).

Prezentováním DICOM obsahu uloženém v databázi jako objekty, Oracle povoluje jak rapidní vývoj aplikace, tak snadný a bezpečný management velkých archívů s DICOM obsahem.

2.3 Extrakce metadat DICOM

Oracle databáze 10g Release 2 (10.2) poskytuje podporu pro vyjmutí těch nejdůležitějších metadat jako štítky (tags) DICOM atributů do XML dokumentu, a potom indexaci a prohledávání těchto štítků k nalezení DICOM obsahu, který se shoduje s určitými podmínkami. Oracle database 11g Release 1 (11.1) rozšiřuje tuto schopnost podporou kompletního a rozšířeného vyjmutí metadat. Zákazníci mohou extrahovat metadata podle Oracle-specifikovaného XML schématu, nebo vytvořit a použít jejich vlastní definici schématu k vyjmutí podskupin standardních štítků DICOM atributů nebo soukromých štítků. Vyjmutá metadata mohou být uložena v tabulce k usnadnění hledání DICOM obsahu založeném na standardních nebo privátních štítcích DICOM atributů.

Tato vylepšená schopnost extrakce metadat umožňuje zákazníkům stavět velké archívy s DICOM obsahem. Přizpůsobováním extrahovaných XML metadata dokumentů, budou zákazníci schopni vytvořit vysoce specializované indexy k DICOM obsahu, založené na standardních a privátních štítcích DICOM atributů.

2.4 Validace shody s DICOM

Obsah DICOM je generován mnoha zařízeními. Zatímco většina se řídí DICOM standardem, u některých to neplatí. Je důležité být schopný identifikovat obsah DICOM, který nevyhovuje standardu, nebo přizpůsobení pravidlům pro konkrétní organizaci nebo závod. Validací shody s DICOM obsahem může být zaručena konzistence DICOM archivu. Toto umožňuje databázi akceptovat DICOM obsah z několika zdrojů a ověřit integritu obsahu [5].

2.5 Zpravování obrázků DICOM

Oracle databáze 11g Release 1 (11.1) přidává metody a funkce ke kopírování a konverzi obrázků z DICOM do jiných formátů obrázků (např. JPEG, GIF, PNG a TIFF) a ke kopírování a generování zmenšených verzí a obrázkových miniatur. Navíc, tato verze poskytuje sadu volitelných metod a funkcí ke kopírování a zpracování (např. compress, scale, rotate a crop) obsahu obrázku, volitelně během procesu konverze.

K prohlížení medicínských obrázků v DICOM formátu ve webových aplikacích, musí být vytvořena kopie obrázků ve formátech, které jsou kompatibilní s webovými prohlížeči, které se momentálně průmyslově používají. Oracle databáze 11g Release 1 (11.1) umožňuje zákazníkům automaticky kopírovat, reformátovat a doručovat DICOM obrázky do aplikací, které vyžadují populární průmyslové standardy obrázkových formátů jako je JPEG [5].

2.6 Anonymní osobní DICOM obsah

Oracle databáze 11g Release 1 (11.1) přidává metodu, která vytváří anonymní ORDDicom objekty s DICOM obsahem a extrahovanými XML atributy, v souladu s pravidly specifikovanými v dokumentu o anonymitě. Dokument o anonymitě definuje jak sadu atributů, které se mají stát anonymními, tak i akce, které se mají podniknout, aby se atributy anonymními staly.

Tato metoda může být použita ke generování nových, anonymních ORDDicom objektů, zaručuje, že uživatelé medicínských archivů DICOM vidí pouze ty DICOM obsahy a metadata, která jsou autorizovaní vidět. Například, kliničtí lékaři potřebují plný přístup k DICOM obsahu a metadatům ke každému jejich pacientovi. Naproti tomu

výzkumní pracovníci potřebují pouze částečný přístup ke stejným DICOM metadatům pro pacienty, podílející se na výzkumu. Regulace o soukromí pacienta vyžadují, aby této třídě uživatelů nebyl povolen náhled do atributů a metadat včetně ORDDicom objektů, které obsahují informace identifikující osobu pacienta [5].

2.7 Vytváření ORDDicom objektů z obrázků a metadat

Oracle databáze 11g Release 1 (11.1) zahrnuje schopnost generovat nové ORDDicom objekty kombinováním digitálních obrázků různých formátů (například DICOM, JPEG, RAW, TIFF, a GIF) s XML reprezentací přidružených DICOM metadat. Tato operace ústí v dobře zformované a validované ORDDicom objekty, které mohou být uloženy v tabulce v databázi nebo doručeny do DICOM prohlížeče. Tato vlastnost je obzvláště užitečná pro generování druhotně zachycených DICOM obrázků.

Ukládání a vyhledávání medicínských obrázků na filmové pásce je drahé a náchylné k chybám. Náhrada medicínských obrázků na filmové pásce za DICOM obrázky redukuje úložní a vyhledávací náklady. Ukládáním naskenovaných obrázků s metadaty v DICOM formátu může udělat obrázky v jiném formátu užitečnější. Použitím stejné techniky může být také nový DICOM obsah generován ke korekci chyb v metadatech v originálním DICOM obsahu [5].

2.8 Za běhu měnitelný data model DICOM

Základním rysem DICOM podpory v Oracle Databázi 11g Release (11.1) je, že jeho chování za běhu je determinováno sadou uživatelsky nastavitelných dokumentů. Tato sada dokumentů je kolektivně spravována skladištěm datového modelu. Administrátoři mohou updatovat toto skladiště za účelem konfigurace Oracle Multimedia DICOM pro konkrétní databázový příklad.

Nemocnice potřebují být neustále v provozu. Nemohou vypnout systém pro žádné z následujících důvodů:

- Pro aktualizaci na novou verzi DICOM standardu.
- Pro inkorporování soukromých štítků DICOM atributů pro nový kus vybavení.
- Pro změnění pravidel o shodě s DICOM.

- Pro modifikování sady štítků DICOM atributů, které jsou extrahovány z každého ORDDicom objektu nebo k změně XML zašifrování extrahovaných atributů.
- Pro modifikování jejich pravidel anonymity DICOM.

Tento design umožňuje zákazníkům kdykoliv upgradovat Oracle Multimedia DICOM bez zasahování do běžícího DICOM archívu [5].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 POUŽITÉ NÁSTROJE K TVORBĚ PŘÍKLADŮ

Vzniklé příklady, které se nacházejí na následujících stránkách, mají za úkol předvést možnosti práce s formátem DICOM v databázi Oracle Multimedia, a to ve formě, která je přehledná a jednoduchá. Za tímto účelem obsahují všechny příklady podrobný popis, komentáře nebo vysvětlivky. Vytvořené příklady jsou psány v jazyce PL/SQL, který je procedurální nadstavbou jazyka SQL. Tento jazyk byl vyvinut firmou Oracle na základě programovacího jazyka Ada. Základním stavebním kamenem jazyka PL/SQL jsou bloky, které obvykle spouští nějakou logickou akci, a které mají následující strukturu: deklarace proměnných, výkonná sekce s SQL kódem a procedurami, oblast zpracování výjimek. Z těchto částí pouze výkonná sekce je v programu povinná.

3.1 Vývojové prostředí

Pro vytvoření příkladů bylo použito vývojové prostředí Oracle SQL Developer verze 3.1. Toto vývojové prostředí je dostupné zdarma ke stažení na oficiálních stránkách Oracle. Jedná se o nástroj, který umožňuje spravovat databázi v grafickém prostředí. Tato aplikace je určena především ke spravování Oracle databází, může být však použito i při práci jinými databázemi (IBM DB2, MySQL, Microsoft SQL Server a jiné). Oracle SQL Developer obsahuje SQL Worksheet pro zadávání příkazů, průzkumníka databáze, umožňuje import a export dat a obsahuje mnoho dalších nástrojů.

3.1.1 Instalace

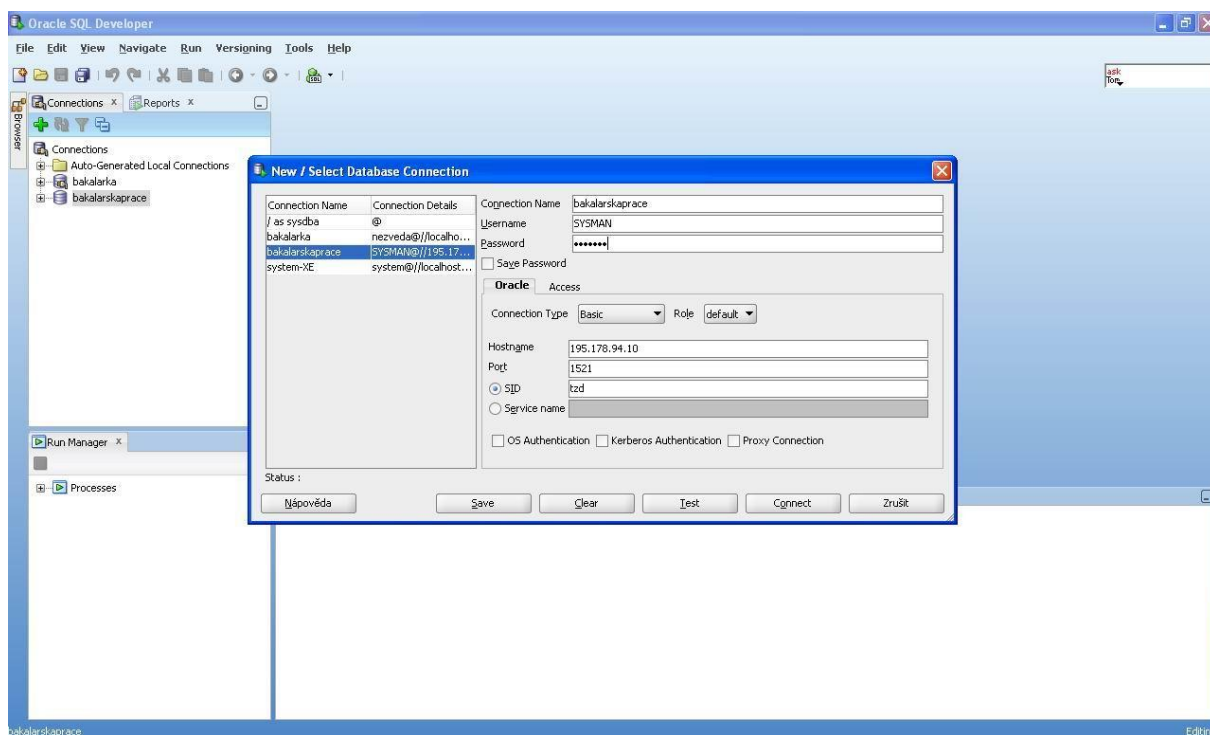
Vývojové prostředí Oracle SQL Developer je napsáno v jazyce Java, tedy není potřebná instalace, pouze stažení programu v zip souboru a následné extrahování obsahu tohoto souboru do požadované složky. Pro zajištění správné funkce této aplikace vyžaduje nainstalovat JDK (Java Development Kit). Pro uživatele operačního systému Windows je možnost stáhnout archiv, který již v sobě obsahuje JDK1.6.0. Uživatelé operačních systémů Linux, Mac OS nebo jiných si musí tuto podporu k programu stáhnout samostatně. Použitá verze musí být JDK1.6.0 nebo vyšší. Pro spuštění aplikace slouží soubor sqldeveloper.exe. Po prvním spuštění si program vytvoří na disku složku, kam se ukládá historie a preferované nastavení.

3.1.2 Připojení k databázi

Pro připojení k databázi Oracle 10g Release 2, která je v současné době naistalována na školním serveru, bylo použito připojení přes klienta, v podobě již zmíněného Oracle SQL Developeru. Při spuštění vývojového prostředí se v levé části okna zobrazí záložka connections. Pokud tomu tak není, je možné tuto záložku zobrazit pomocí menu view. Pro vytvoření nového připojení stačí v záložce vybrat new connection (zelený křížek). Otevře se okno, do kterého je potřeba vyplnit přihlašovací údaje.

Tyto údaje jsou:

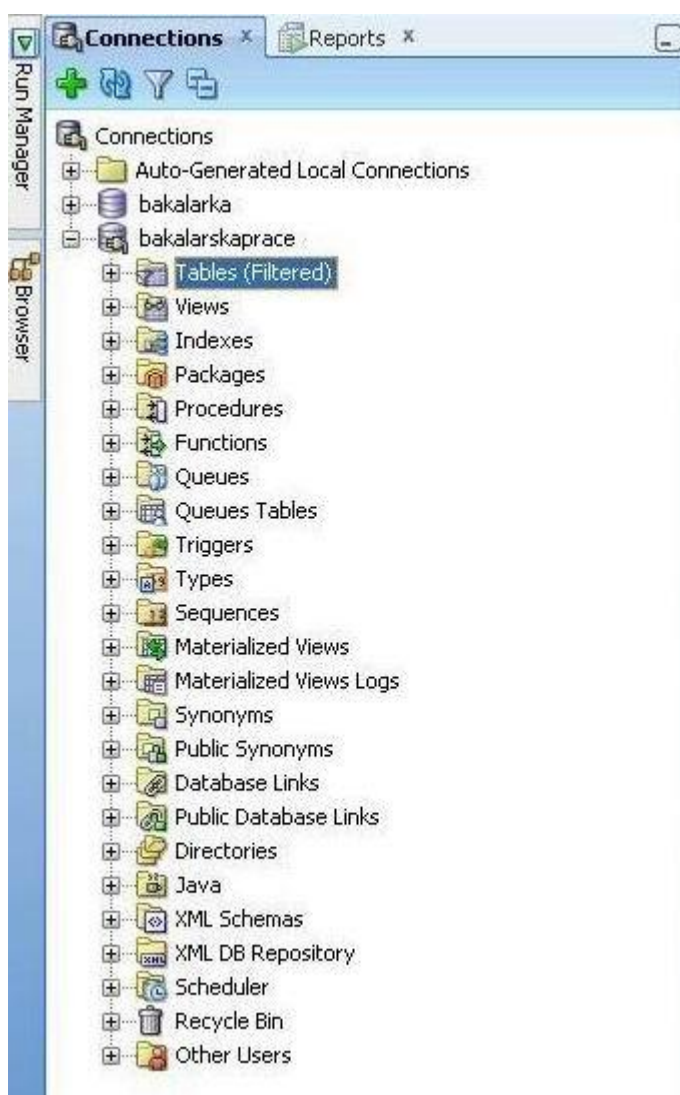
- Connection Name – jméno připojení (libovolně zvolené)
- Username – jméno uživatele
- Password – heslo
- Hostname – adresa serveru, ke kterému probíhá připojení
- Port – číslo portu (defaultně nastaveno na 1521)
- SID – systémové jméno instance



Obr. 1. Vytvoření připojení

Ve spodní části tohoto okna se nachází pole status. Pokud při pokusu o připojení k databázi dojde k chybě, do tohoto pole se vypíše, k jakému problému došlo. Připojení je možné otestovat stisknutím tlačítka test. Jestliže jsou všechny údaje vyplněny správně, vypíše se v poli status výsledek - Success.

Pokud připojení proběhne úspěšně, zobrazí se stromová struktura databáze (obsahující tabulky, adresáře, indexy...) a zobrazí se nová záložka SQL Worksheet se jménem připojení, do které je pak možno psát SQL příkazy. Výsledek provedeného příkazu se zobrazí ve spodní části aplikačního okna v záložce s názvem Script Output.



Obr. 2. Stromová struktura databáze

4 PRAKTICKÉ PŘÍKLADY A UŽIVATELSKÁ PŘÍRUČKA

V této části se nacházejí praktické příklady, které mají předvést, jaké možnosti má uživatel k dispozici při práci s formátem DICOM v Oracle databázi 10g Release 2. Příklady předvádějí metody pro import obrázků do databáze, práci s metadaty těchto obrázků, ukládání metadat do XML dokumentů, prohledávání přidružených dat, vytváření miniaturních náhledů (thumbnails). Uvedené metody a jejich popis jsou k nalezení v přiložené příručce.

4.1 Uživatelská příručka

Příručka, přiložená k této bakalářské práci, obsahuje popis rozličných metod, které je možno při práci s formátem DICOM použít. Metody mají k sobě přiložený vlastní příklad s vysvětlujícími komentáři, na kterých je ukázáno, jakým způsobem je možno danou metodu použít a jakého výsledku dosáhnout. Metody jsou předvedeny podle kategorií a v rámci jednotlivých kategorií v logickém pořadí, podle potřeby uživatele tyto metody použít při vytváření databáze, od vkládání obrázků a přidružených dat po spravování těchto dat.

1 OBECNÉ METODY

Obecné metody jsou takové metody, které se používají pro všechny objektové typy používané v databázi Oracle InterMedia a jejichž podoba při použití je pro všechny objektové typy shodná. Při práci s formátem DICOM se využijí některé z těchto metod. Nižší jsou uvedeny jejich popisy s příslušnými příklady.

1.1 Metoda setSource()

Metoda setSource() nastavuje nebo upravuje informace o externím zdroji dat. Používá tři parametry – typ externího zdroje, umístění externího zdroje dat, název externího zdroje dat. Tato metoda může být použita k nastavení zdroje dat k novému souboru nebo URL adrese. Před použitím metody se musí uživatel ujistit, že adresář, který indikuje umístění zdrojových dat, existuje, případně tento adresář vytvořit.

```
-- deklarace proměnné
DECLARE
objekt ORDSYS.ORDImage;
BEGIN
SELECT image INTO objekt FROM dicom_image
WHERE id = 1 FOR UPDATE;
DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Nastavení zdroje a zobrazení jeho názvu');
DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('-----');
-- nastavení externího zdroje
objekt.setSource('file:' || 'DICOM_DIR' || ' IM-0001-0001.dcm');
-- výpis názvu zdroje na obrazovku
DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Název zdroje: ' || objekt.getSourceName());
COMMIT;
END;
```

Obr. 3. Uživatelská příručka

Uživatelská příručka je strukturalizována podle kategorií popisovaných metod. Ke každé metodě je uveden vysvětlující popis, který říká, k čemu daná metoda slouží, jaké parametry tato metoda obsahuje a jakého cíle může být jejím použitím dosaženo. Pod tímto základním popisem následuje praktický příklad, který má za úkol použití této metody dále objasnit.

Pro práci s formátem DICOM se využívá objektový typ ORDImage a metody, které k tomuto objektovému typu přísluší. Objektový typ ORDImage používá konstruktory pro inicializaci objektů. Tyto konstruktory jsou popsány na začátku kategorie, následují používané metody.

4.2 Tabulka a vkládání dat

V databázi se data ukládají do tabulek. Tabulky slouží k snadnému vyhledávání a k orientaci mezi velkým množstvím dat, které se běžně v databázi nachází. Zároveň usnadňují výběr specifické oblasti dat, se kterými bude prováděna nějaká operace.

4.2.1 Vytvoření tabulky

Pro předvedení možností práce, za použití jednotlivých metod, je nejdříve nutné vytvořit tabulku, do které se budou vkládat požadovaná data. K takovému účelům se dobře hodí následující příkaz:

```
CREATE TABLE dicom_image  
(  
    id INTEGER,  
    image ORDIMAGE,  
    image_jpg ORDIMAGE,  
    thumb ORDIMAGE,  
    metadata "SYSMAN"."XMLTYPE"  
)
```

Tento příkaz vytvoří tabulku s názvem `dicom_image`. Tabulka obsahuje pět sloupců s názvy – `id`, `image`, `image_jpg`, `thumb` a `metadata`. Sloupce v tabulce slouží k:

- Sloupec `id` slouží jako identifikační číslo položky.
- Do sloupce `image` se ukládá vlastní soubor v DICOM formátu.
- Sloupec `image_jpg` bude obsahovat konvertovaný obrázek z DICOM formátu do formátu `jpg`.
- Do sloupce `thumb` bude vložena vytvořená miniatura obrázku.
- Ve sloupci `metadata` se budou nacházet metadata, která přísluší k určitému obrázku.

	COLUMN_NAME	DATA_TYPE	NULLABLE	DATA_DEFAULT	COLUMN_ID	COMMENTS
1	id	NUMBER	No	(null)	1	(null)
2	image	ORDIMAGE	Yes	(null)	2	(null)
3	image_jpg	ORDIMAGE	Yes	(null)	3	(null)
4	thumb	ORDIMAGE	Yes	(null)	4	(null)
5	metadata	XMLTYPE	Yes	(null)	5	(null)

Obr. 4. Tabulka pro práci s DICOM formátem

4.2.2 Vytvoření adresáře

Protože bude potřeba data do vytvořené tabulky načíst, je nutné, aby existoval adresář, který v sobě obsahuje celou cestu k požadovaným datům tak, jak jsou uloženy na disku. Pokud takový adresář neexistuje, tak se vytvoří tímto příkazem:

```
create directory DIRECTORY as 'd:\data'
```

- DIRECTORY – jméno adresáře
- 'd:\data' – úplná cesta k datům

Na existující adresáře se je možno podívat v průzkumníku připojení pod položkou Directories. Při výběru určité složky se zobrazí její detaily obsahující nastavenou cestu k souborům.

4.2.3 Import dat do tabulky

Před samotným importem dat do tabulky je potřeba vložit nový řádek a provést inicializaci atributů objektu. K tomuto účelu poslouží příkaz INSERT INTO. Protože v tabulce máme sloupce s objektovým typem, je potřeba použít konstruktor bez parametrů. Výsledný skript by mohl vypadat takto:

```
BEGIN

INSERT INTO dicom_image(id, image, image_jpg, thumb, metadata)

VALUES (1,ordsys.ordimage.init(), ordsys.ordimage.init(), ordsys.ordimage.init(),

null);

COMMIT;
```

END;

- Do tabulky dicom_image se vkládá nový řádek.
- Do sloupce id se vloží hodnota 1.
- U sloupců image, image_jpg a thumb proběhne inicializace.
- Do sloupce metadata se uloží hodnota null.

Nyní je možno vložit do tabulky požadovaná data, což se provádí pomocí metody import. Před použitím metody import musí být použita metoda setSource(), která nastavuje cestu k importovaným souborům. Jak takové vkládání dat vypadá, je ukázáno na následujícím příkladu:

DECLARE

objekt ORDSYS.ORDImage;

plugin RAW(64) :=NULL;

BEGIN

SELECT image INTO objekt FROM dicom_image

WHERE id=1 FOR UPDATE;

objekt.setSource('FILE','DICOM_DIR','IM-0001-0001.dcm');

objekt.import(plugin);

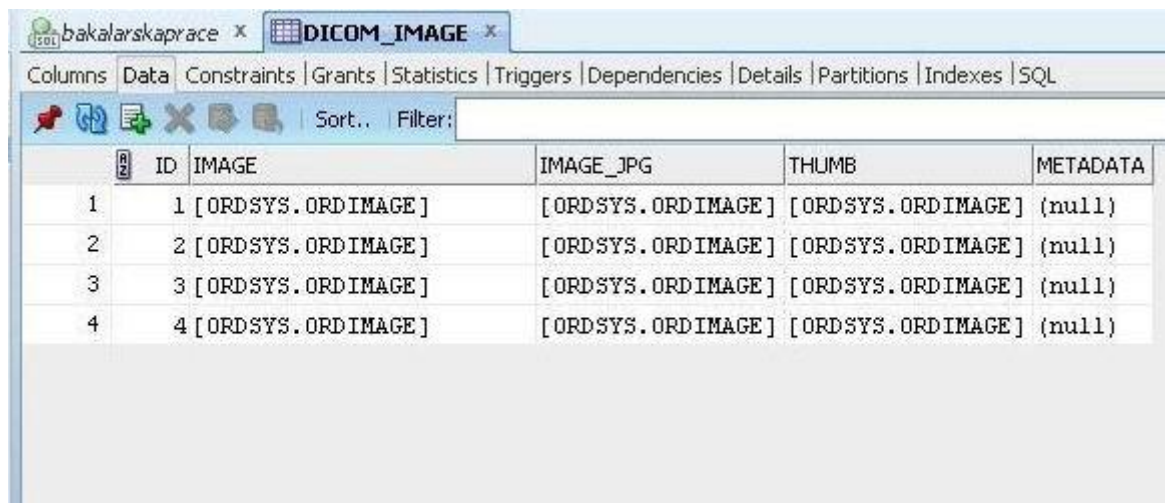
UPDATE dicom_image set image = objekt WHERE id=1;

COMMIT;

END;

- Na začátku jsou deklarovány proměnné objekt a plugin.
- U tabulky dicom_image se položce image přiřadí deklarovaný objekt v takovém řádku, ve kterém má id hodnotu 1.
- Metoda setSource nastaví cestu, specifikující umístění souboru.
- Proveďte se samotný import požadovaného souboru pomocí proměnné plugin, obsahující kontextové informace.

- Příkazem update se provádí změna záznamů, kdy se obrázek vloží na specifikované umístění do tabulky.
- Příkazem commit se uloží provedené změny v databázi.



The screenshot shows a database management tool window titled 'bakalarskaprace x' and 'DICOM_IMAGE x'. The 'Columns' tab is selected, showing a table with the following structure:

ID	IMAGE	IMAGE_JPG	THUMB	METADATA
1	1 [ORDSYS.ORDIMAGE]	[ORDSYS.ORDIMAGE]	[ORDSYS.ORDIMAGE]	(null)
2	2 [ORDSYS.ORDIMAGE]	[ORDSYS.ORDIMAGE]	[ORDSYS.ORDIMAGE]	(null)
3	3 [ORDSYS.ORDIMAGE]	[ORDSYS.ORDIMAGE]	[ORDSYS.ORDIMAGE]	(null)
4	4 [ORDSYS.ORDIMAGE]	[ORDSYS.ORDIMAGE]	[ORDSYS.ORDIMAGE]	(null)

Obr. 5. Vložení obsahu do tabulky

4.3 Konverze obrázku a vytvoření miniatury

Oracle databáze 10g Release 2 umožňuje při práci s obrázky vytvářet miniaturní náhledy (thumbnails), nebo provádět změnu formátu obrázku. Tyto funkce mají dobré využití při potřebě zobrazit obrázky na internetu, kde se nejčastěji používají formáty obrázků gif, png, jpg atd. Pro zajištění toho, aby dnešní internetové prohlížeče byly schopny obrázky zobrazit, je nutné obrázky konvertovat do těchto formátů.

4.3.1 Konverze obrázku z formátu DICOM do jpg

Nyní, když je obrázek ve formátu DICOM uložený v databázi, je možno s ním dále pracovat. Pro konverzi obrázku z formátu DICOM do formátu jpg (popřípadě jiných rozšířených formátů jako je gif, png, tiff...) se využije metody process a metody Copy. Metoda process slouží ke změně formátu obrázku uloženého v databázi. Metoda Copy pak kopíruje obrázek na určené místo v databázi. Jak použití těchto funkcí vypadá, je ukázáno na následujícím příkladu:

```
DECLARE
```

```
img ORDSYS.ORDImage;
```

```
img_jpg ORDSYS.ORDImage;  
  
BEGIN  
  
SELECT image, image_jpg INTO img, img_jpg FROM dicom_image  
WHERE id=1 FOR UPDATE;  
  
img.process('fileFormat=JIFF');  
  
img.Copy(img_jpg);  
  
UPDATE dicom_image SET image_jpg = img_jpg WHERE id=1;  
  
COMMIT;
```

- V tomto příkladu jsou deklarovány dvě proměnné `img` a `img_jpg`.
- Proměnné `img` se přiřadí obsah ze sloupce `image` v řádku s hodnotou `id = 1`. Stejně tak se proměnné `img_jpg` přiřadí obsah ze sloupce `image_jpg` ve stejném řádku.
- Metodou `process` se provede změna formátu obrázku, který je uložený v proměnné `img`.
- Metodou `copy` se pak zkopíruje tento nový obrázek do proměnné `img_jpg`.
- Příkazem `update` se obrázek uloží na nové místo do tabulky `dicom_image`, sloupce `image_jpg` v řádku s hodnotou `id` rovno 1.

4.3.2 Vytvoření miniatury obrázku

Vytváření miniatury (thumbnail) obrázku se provádí docela podobným způsobem, jak tomu bylo u předchozího příkladu. Zde se ovšem místo metody `process` využije metoda `processCopy`. Tato metoda spojuje možnosti metod `process` a `copy`, tedy slouží jak ke kopírování obrázku, tak zároveň dokáže měnit jeho vlastnosti.

```
DECLARE  
  
img_jpg ORDSYS.ORDImage;  
  
thm ORDSYS.ORDImage;  
  
BEGIN  
  
SELECT image_jpg, thumb INTO img_jpg, thm FROM dicom_image
```

```
WHERE id = 1 FOR UPDATE;  
  
img_jpg.processCopy('maxScale=32 32', thm);  
  
UPDATE dicom_image SET thumb = thm WHERE id=1;  
  
COMMIT;
```

- U tohoto příkladu jsou opět deklarovány dvě proměnné s názvy `img_jpg` a `thm`. Tyto proměnné jsou asociovány s obsahem sloupců `image_jpg` a `thumb` v řádku, s hodnotou `id` rovno 1.
- Metodou `processCopy` se zkopíruje obrázek do nového objektu a zároveň se změní jeho velikost na maximální rozměry 32x32 pixelů. Pokud však má obrázek jiný poměr stran, pak delší strana bude mít pixelů 32 a kratší méně, například 32x24 a podobně. Parametr `maxscale` slouží právě k tomu, aby byl původní poměr stran zachován.
- Příkazem `update` se do tabulky `dicom_image` vloží vzniklá miniatura obrázku do sloupce `thumb` v řádku s hodnotou `id` rovno 1.
- Příkaz `commit` uloží změny v databázi.

4.4 Načtení metadat z DICOM objektu

Pro získávání metadat z DICOM objektů slouží metoda `getDicomMetadata()`. Tato metoda vrací XML reprezentaci metadat z DICOM obrázku, uloženého v objektu typu `ORDImage`.

4.4.1 Čtení metadat z DICOM obrázku

Oracle databáze 10g Release 2 podporuje čtení metadat pro obrázky a to včetně DICOM obrázků. Díky tomu je možné zobrazit informace v podobě formátových atributů, které se k danému obrázku vztahují. Tyto atributy sdělují například výšku, šířku nebo kompresní formát obrázku. Formátové atributy jsou běžně uloženy s obrázky proto, aby pomohly různým aplikacím obrázky zobrazit. Na následujícím příkladu je předvedeno, jak informace o těchto attributech zobrazit.

```
DECLARE

obrazek ORDSYS.ORDImage;

BEGIN

SELECT image INTO obrazek FROM dicom_image

WHERE id = 1 FOR UPDATE;

DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('Vlastnosti obrázku:');

DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Šířka = ' || obrazek.getWidth());

DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Výška = ' || obrazek.getHeight());

DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Délka BLOBu = '

// TO_CHAR(obrazek.getContentLength());

DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Formát obrázku = ' || obrazek.getFileFormat());

DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Typ obrázku = ' || obrazek.getContentType());

DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Kompresní formát = ' || obrazek.getCompressionFormat());

DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Mime typ = ' || obrazek.getMimeType());

END;
```

- Nejdříve se deklaruje proměnné: obrazek, do které se budou vkládat nějaká obrázkový objekt.
- Do proměnné obrazek se přiřadí obsah sloupce image v řádku, kde hodnota id je rovna jedné z tabulky dicom_image.
- Pomocí metod pro získání atributů načteného obrázku, se získají dostupné informací o výšce, šířce, formátu obrázku, kompresním formátu atd.
- Pomocí procedury dbms_output.put_line se výsledky ukládají do bufferu (zásobník) a po dokončení operace vypíší na obrazovku.

4.4.2 Metoda getDicomMetadata

Metoda getDicomMetadata slouží k přečtení přidružených informací, které v sobě DICOM obrázek obsahuje. Tuto metodu je možné použít u třech různých typů objektů –

objekty typu `ORDImage`, `BLOB` a `BFILE`. Na následujícím příkladu je ukázáno, jaký způsobem se metoda použije u objektového typu `ORDImage`.

```
DECLARE

img ORDSYS.ORDIMAGE;

dicom_metadata XMLType := NULL;

BEGIN

SELECT image INTO img FROM dicom_image WHERE id = 1;

dicom_metadata := img.getDicomMetadata('imageGeneral');

IF (dicom_metadata is NULL) THEN

DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('dicom metadata jsou rovna NULL');

ELSE

UPDATE dicom_image SET metadata = dicom_metadata WHRE id = 1;

COMMIT;

END IF;

DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('namespace: ' || dicom_metadata.getNamespace());

EXCEPTION

WHEN ORDSYS.ORDImageExceptions.NULL_LOCAL_DATA THEN

DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('zdroj lokálních dat je roven null ');

WHEN ORDSYS.ORDImageExceptions.NULL_SOURCE THEN

DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('zdroj je roven null ');

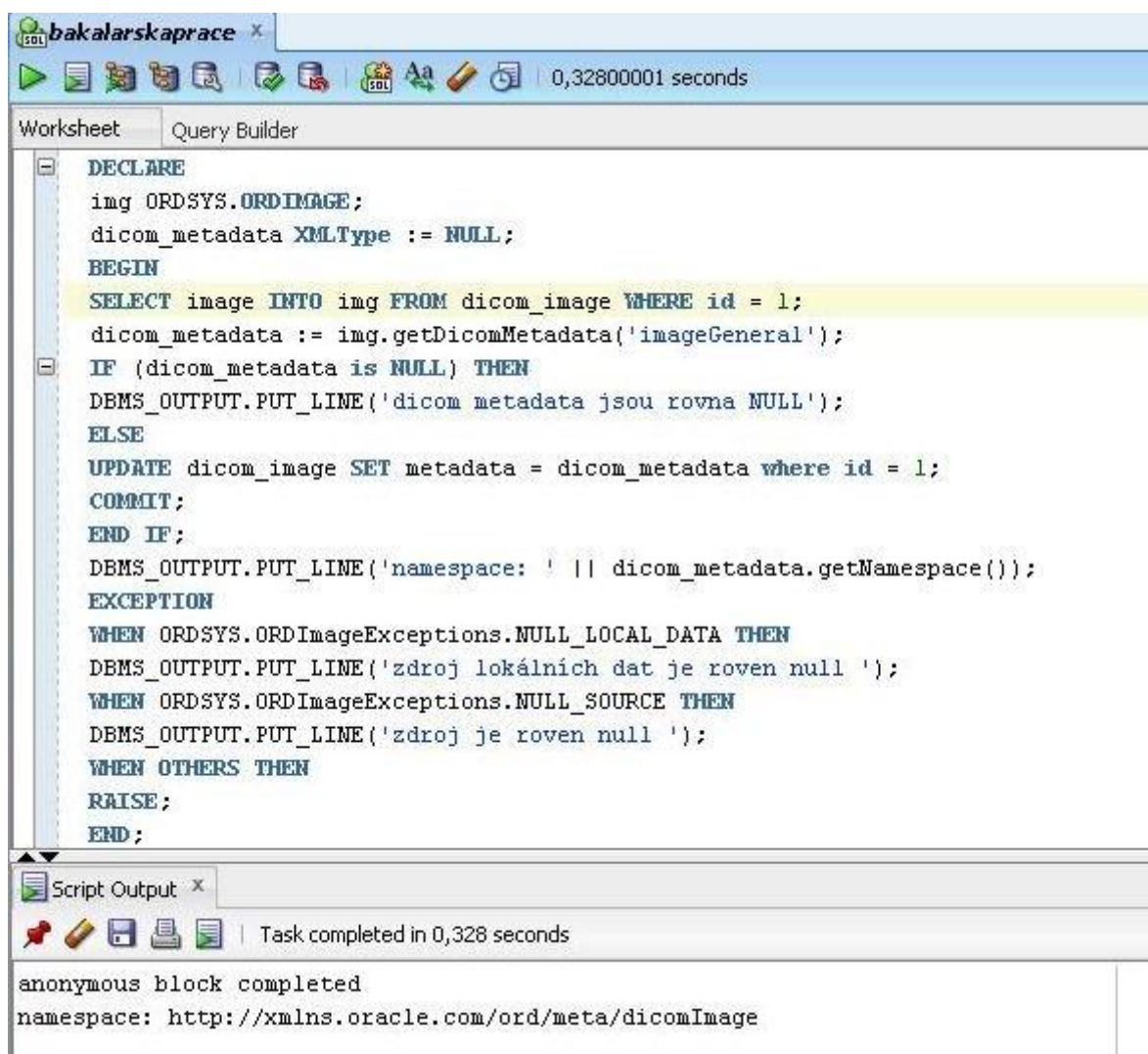
WHEN OTHERS THEN

RAISE;

END;
```

- Nejdříve jsou deklarovány dvě proměnné s názvy `img`, a `dicom_metadata`.
- Do proměnné `img` se načte obsah z tabulky `dicom_image`, sloupce `image` v řádku s hodnotou `id` rovno 1.

- Poté se použije metoda `getDicomMetadata`, která přečte metadata přidružená k DICOM objektu a její výsledek se uloží do proměnné `dicom_metadata`.
- Podmínka IF otestuje, zda DICOM obrázek obsahuje nějaká metadata.
- Pokud neobsahuje, pak je na obrazovku vypsána zpráva, že jsou metadata nulová.
- Pokud obrázek metadata obsahuje, pak se do sloupce metadata v řádku s id rovno jedna uloží XML dokument získaný metodou `getDicomMetadata`.
- Dojde k zjištění atributu `namespace`, pomocí metody `getNameSpace`, která vrací jmenný prostor hlavních elementů v XML dokumentu a výsledek se vypíše.
- Při použití metody `getDicomMetadata` se mohou vyskytnout některé výjimky, proto jsou v příkladu uvedeny dvě výjimky, které se nejčastěji vyskytují. Může se stát, že ve zdroji lokálních dat, nebo atributu zdroje `ORDImage` bude hodnota `null`. V takovém případě se vypíše příslušná informace na obrazovku.
- Pokud by došlo k jiné výjimce, pak příkaz `raise` tuto výjimku vyvolá.



Obr. 6. Výstup příkladu ve vývojovém prostředí

4.5 Export DICOM objektu

Databáze Oracle 10g Release 2 umožňuje při práci s formátem DICOM také exportovat objekt uložený v databázi tím, že vytvoří kopii dat tohoto objektu z lokálního zdroje. Tato zkopírovaná data se poté uloží do externího zdroje dat v požadovaném adresáři. V praktickém provedení vypadá export DICOM objektu takto:

```

DECLARE
  objekt ORDSYS.ORDImage;
  plugin RAW(64) := NULL;
BEGIN
  SELECT image INTO objekt FROM dicom_image WHERE id = 1;
  objekt.export(plugin,'file',DICOM_DIR,'export.dcm');

```

```
COMMIT;  
EXCEPTION  
WHEN ORDSYS.ORDSourceExceptions.METHOD_NOT_SUPPORTED THEN  
DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Metoda není podporována');  
WHEN OTHERS THEN  
DBMS_OUTPUT.PUT_LINE('Zachycena výjimka');  
END;
```

V tomto příkladu se z tabulky `dicom_image` vybere vložený soubor, kterým je DICOM obrázek, a exportuje se na příslušné umístění, specifikované adresářem `DICOM_DIR`, jako soubor s názvem `export.dcm`.

- Na začátku jsou deklarovány dvě proměnné: proměnná objekt, do které se vloží příslušný obrázek, a proměnná plugin, která bude obsahovat kontextové informace.
- Nyní se proměnné objekt přiřadí obsah sloupce `image`, z tabulky `dicom_image`, v řádku s hodnotou `id` rovno jedna.
- Použije se metoda `export`, která kopíruje data z proměnné objekt do externího umístění, definovaného adresářem `DICOM_DIR`, jako soubor s názvem `export.dcm`. Tato metoda může být použita pouze u objektů typu `'file'`.
- Pokud se vyskytne výjimka, která říká, že metoda není podporována, dojde k výpisu informace na obrazovku. Dojde-li k nějaké jiné výjimce, na obrazovku se vypíše zpráva „zachycena výjimka“.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce je seznámit čtenáře s medicínským standardem DICOM a ukázat na možnosti práce s formátem DICOM v databázi Oracle Multimedia.

V první kapitole teoretické části je možno nalézt základní informace o DICOM standardu, týkající se jeho počátku a důvodu pro jeho vniknutí. Tato část je dále věnována cílům, současnému vývoji tohoto standardu a jeho využití na poli medicínské informatiky.

Druhá kapitola teoretické části se věnuje možnostem práce s formátem DICOM nabízeným databází Oracle Multimédia. Zde se hovoří o míře nabízené podpory pro formát DICOM, spolu s vysvětlením termínu obsah DICOM, a o novém objektovém typu ORDDicom a metodách, které sebou tento objektový typ přináší.

Na začátku praktické části je popsáno vývojové prostředí Oracle SQL Developer, ve kterém byly vytvořeny a otestovány příklady pro demonstraci práce s formátem DICOM v databázi Oracle, nainstalované na školním serveru.

Důležitým bodem praktické části této bakalářské práce bylo vytvoření uživatelské příručky, jejímž úkolem je představit metody, které lze pro práci s DICOM obrázky použít. V příručce je ke každé metodě uveden stručný popis, který říká, jakou má metoda funkci, co je jejím výstupem a jaké parametry daná metoda používá. Pod tímto popisem je přidán praktický příklad s komentáři pro snadnou orientaci v kódu.

Na závěr praktické části jsou předvedeny možnosti práce s formátem DICOM na příkladech. Tyto příklady je možno nalézt také v uživatelské příručce. Každý příklad obsahuje podrobný popis s vysvětlením jednotlivých příkazů. Použité příklady jsou otestovány ve vývojovém prostředí Oracle SQL Developer.

Díky schopnosti databáze Oracle Multimedia rychle a přehledně prohledávat a ukládat DICOM objekty s přidruženými daty, poskytuje databáze Oracle kvalitní management medicínských dat. Tuto práci by bylo možné, za použití příkladů a metod popsaných v uživatelské příručce, dále rozšířit k vytvoření webové aplikace, schopné zobrazovat náhledy DICOM obrázků a vypisovat přidružené údaje o pacientech.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The aim of this thesis was to acquaint a reader with a medical format DICOM and to introduce the work possibilities with DICOM format, offered by Oracle Multimedia database.

The first chapter of this thesis contains basic information about the DICOM standard. Origin of the DICOM standard and reason for its creation is also to be found here. The thesis also contains goals, present development and uses of this standard.

The second chapter introduces the work possibilities with DICOM format offered by Oracle Multimedia database. It refers about the level of support offered for the DICOM format, including an explanation of the term DICOM content, and describes a new object type ORDDicom and methods that are brought with this new object type.

The beginning of the implementation part contains description of the development tool Oracle SQL Developer, which was used to create a test the examples for demonstration of work possibilities with DICOM format in Oracle database installed on the school server.

An important part of the implementation section was to create a user manual, for the purpose of introduction of methods used for work with DICOM images. There is short description of each method with information about its function, outcome and parameters used by this method in the user manual. Behind this description is presented an example with comments for easy orientation in the code.

At the end of the implementation part examples of work possibilities with DICOM format are presented. These examples can be also found in the user manual. Every example has its description of each instruction. The examples were tested in Oracle SQL Developer.

Thanks to fast and easy searching and storing of DICOM objects and associated data in the database, Oracle Multimedia database provides good management for medical data. This thesis could be used as basis, with the help of described methods and examples created in the user manual, for creation of web application for displaying DICOM images and affiliated patient data.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] NEMA. The DICOM Standard. NEMA. Dicom Homepage [online]. 2011 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://medical.nema.org/standard.html>
- [2] URMAN, Scott, Ron HARDMAN a Michael MCLAUGHLIN. Oracle - programování v PL/SQL. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-1870-2.
- [3] MUNZ, Jan. DICOM: Digital Image and Communications In Medicine protocol suite. In: [online]. [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: http://webzam.fbmi.cvut.cz/szabozol/ISZ/Seidl_Munz/DICOM.ppt
- [4] ORACLE. Oracle® Multimedia Reference. 11g Release 1 (11.1). Redwood Shores, 2007. Dostupné z: http://docs.oracle.com/cd/B28359_01/appdev.111/b28414/toc.htm
- [5] ORACLE. Oracle® Multimedia DICOM Developer's Guide. 11g Release 1 (11.1). Redwood Shores, 2009. Dostupné z: http://docs.oracle.com/cd/B28359_01/appdev.111/b28416/toc.htm
- [6] ORACLE. Oracle Database 10g Release 2 DICOM Medical Image Support. Redwood Shores, 2005. Dostupné z: <http://www.oracle.com/technetwork/testcontent/dicom-technical-wp-128282.pdf>
- [7] Loney, Kevin, Bryla, Bob. Mistrovství v Oracle Database 10g. Praha: Computer Press, 2007. ISBN 80-251-1277-2.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DICOM Digital Imaging and Communications in Medicine

ARC American College of Radiology

NEMA National Electrical Manufacturers Association

PACS Picture Archiving and Communication Systems

NIU Network Interface Unit

TCP/IP Transmission Control Protocol/Internet Protocol

ISO International Organization for Standardization

FAT File Allocation Table

SOP Service Object Pair

API Application Programming Interface

JDK Java Development Kit

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Vytvoření připojení.....	23
Obr. 2. Stromová struktura databáze.....	24
Obr. 3. Uživatelská příručka.....	26
Obr. 4. Tabulka pro práci s DICOM formátem.....	28
Obr. 5. Vložení obsahu do tabulky.....	30
Obr. 6. Výstup příkladu ve vývojovém prostředí.....	36