

INTEGRIMI DHE MENAXHIMI ITË DHËNAVE DHE IMAZHEVE MJEKËSORE PËRMES STANDARDIT *DICOM*

*SUELA MAXHELAKU., EJONA ALIAJ., ALDA KIKA.

Universiteti i Tiranës, Fakulteti i Shkencave të Natyrës, Departamenti i Informatikës
e-mail: suela.maxhelaku@fshn.edu.al

Përmbledhje

Në dekadat e fundit përdorimi i sistemeve të arkivimit dhe komunikimit të imazheve (PACS) në mjekësi është rritur duke u bërë një nga mjetet kryesore për diagnostikime mjekësore dhe mbështetje në vendimarrje. Standardi DICOM mundëson shpërndarjen e imazheve si dhe ofron informacion në lidhje me imazhin dhe të dhënat mjekësore mbi pacientin. Ky punim ka në fokus të tij studimin e standardit DICOM dhe arkitekturën e sistemit PACS më qëllim implementimin e një prototipi softuerik të një sistemi arkivimi që menaxhon imazhet DICOM. Nëpërmjet aplikacionit të zhvilluar përdoruesi mund të zgjedh një imazh DICOM, ta ruajë në bazën e të dhënave apo të marrë të dhënat e ruajtura në të. Arkitektura e sistemit është tre shtresore dhe përfshin shtresën e prezantimit, llogjikën e biznesit dhe bazën e të dhënave.

Fjalëkyçe: DICOM, PACS, E-Health.

Abstract

Over the last decades, the use of picture archiving and communication systems (PACS) in healthcare has increased becoming one of the central tools for medical diagnosis and decision support. DICOM standard enables the sharing of images and offers other information related to the image and medical patient data. This paper has in focus the study of DICOM standard and the PACS system architecture in order to implement a software prototype of an archiving system that manages DICOM images. Through the developed application the user can choose an image, store it in the database and get the data stored in it. The architecture of the system is 3-tier including presentation layer, business logic and database.

Keywords: DICOM, PACS, E-Health.

Hyrje

Protokolli i imazheve dixhitale në mjekësi (DICOM) është standardi kryesor për menaxhimin e të dhënave imazherike në kujdesin shëndetësor (Haak *et al.*, 2016), duke përbërështyllën kurrizore të pajisjeve moderne të imazherisë. DICOM kontrollon të gjitha pjesët që nga përftimi i imazhit dixhital, transferimi dhe interpretimi. Ndërsa mjekësia dixhitale bëhet gjithnjë e më komplekse, njohja e standardit DICOM-it bëhet thelbësore për çdo profesionist të kujdesit shëndetësor. Standardi i punës me bazë në DICOM shërben për të ndërtuar një sistem të fuqishëm, praktik dhe efikas radiologjik (Pianyk, 2012). Sistemet dixhitale mjekësore për imazherinë janë duke u kthyer në mjete qendrore për diagnostikimin mjekësor dhe mbështetje në vendimarrje (Pinho *et al.*, 2016).

Brenda dekadës së fundit, mjekësia ka pësuar një transformim dramatik në mjedisin dixhital. Radiologjia ka qenë në krye të këtij ndryshimi, me Sistemet e Arkivimit të Imazheve dhe Komunikimit (PACS) (Branstetter, 2010). Sistemet e informacionit në mjekësinë dixhitale të referuara si PACS i referohen sistemit të ruajtjes dhe komunikimit të imazheve mjekësore bazuar në zgjidhje teknike të procesimit të imazheve (Yan *et al*, 2018).

Gjatë 20 viteve të fundit, me zhvillimin e teknologjisë, aplikacionet PACS kanë shkuar përtej radiologjisë për të ndikuar dhe përmirësuar të gjithë spektrin e kujdesit shëndetësor. Rëndësia e PACS është rritur shumë përtej konceptimit të tij fillestar (Huang, 2010).

Megjithëse bazat e të dhënave elektronike janë përdorur në kërkimet mjekësore për analizën e të dhënave ndër vite, sistemet kompjuterike të informacionit rrallë janë përdorur për mbledhjen e të dhënave gjatë ndërveprimeve aktuale pacient - mjek. Pjesët thelbësore në këto të dhëna janë: imazhe mjekësore. Shumëllojshëria e teknikave multimediale në fusha të ndryshme të jetës, veçanërisht në imazhet mjekësore dhe sistemet diagnostike, ka rezultuar në zhvillimin e bazave të të dhënave multimediale. Zgjidhjet e ofruara nga sistemet e bazës së të dhënave multimediale mund të lehtësojnë zbatimin e modulit që mbështet imazhet mjekësore.

Standarti DICOM dhe shërbimet e tij

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) paraqet shumë vjet përpjekje për të krijuar standardin më universal dhe themelor në imazhet mjekësore dixhitale. DICOM nuk është vetëm një imazh apo format skedari. Ai është një protokoll gjithë përfshirës për transferimin e të dhënave, ruajtjen dhe shfaqjen e të dhënave dhe gjithashtu shërben për të ndërtuar, projektuar dhe mbuluar të gjitha aspektet funksionale të mjekësisë bashkëkohore (Pianyk, 2012).

Standarti DICOM specifikon disa shërbime të lidhura me imazhet të cilat janë të dobishme në rrjedhën e punës të imazheve mjekësore. Më poshtë paraqitet një listë e shkurtër e shërbimeve të përdorura më shpesh në DICOM:

- Shërbimi i verifikimit: Përgjegjës për verifikimin e lidhjes mes dy entiteteve DICOM.
- Shërbimi i ruajtjes: Përgjegjës për përpunimin e të dhënave të DICOM dhe ruajtjes së tyre (PACS).
- Shërbimi i Query / Retrieve: Përgjegjës për të kërkuar në një arkiv DICOM (p.sh. serveri PACS) rreth përmbajtjes së tij.
- Shërbimi i printimit: Përgjegjës për printimin e objekteve në një printer DICOM.

Standarti i DICOM-it përshkruan dhe përcakton këto shërbime si në nivelin semantik (për çfarë është dizenuar secili shërbim) ashtu dhe në nivelin e

protokollit (se cili lloj informacioni duhet të shkëmbehet për secilin shërbim dhe në cilin format).

Shërbimet e DICOM-it nënkuptojnë komunikimin ndërmjet entiteteve të mëposhtme (DICOM PS3.1 & PS3.4, 2018):

- Një ofrues i klasës së shërbimit (i njohur gjithashtu si SCP): nyja DICOM që e siguron vetë shërbimin DICOM. Zakonisht, ky është një server nga pikëpamja e komunikimit në rrjet. Një shembull tipik i DICOM SCP është serveri PACS.
- Një përdorues i klasës së shërbimit (i njohur gjithashtu si SCU), entiteti DICOM që përdor shërbimin DICOM. Zakonisht, ky është një klient nga pikëpamja e komunikimit të rrjetit, që lidhet me SCP në mënyrë që të përdorë/konsumojë shërbimin DICOM. Shembuj të SCU-ve janë workstations, të cilat duke përdorur shërbimet e ruajtjes të ofruara nga një server PACS dërgojnë imazhe DICOM në arkivin e serverit PACS.

Modeli i të dhënave DICOM

Modeli i të dhënave përcakton entitetet e informacionit: pacienti, studimi, seria dhe imazhi.

Klasat e modelit të të dhënave statike DICOM quhen klasat SOP (Service Object Pair) dhe përcaktohen nga IOD (Information Object Definition). Një IOD është një koleksion modulesh dhe një modul është një koleksion i elementëve nga një entitet informacioni që së bashku përfaqësojnë diçka (Pianykh,2012).



Figura 1. Modeli i të dhënave DICOM

Të gjitha objektet DICOM duhet të përfshijnë modulën e përbashkët SOP dhe modulet nga të katërta entitetet e informacionit: Pacienti, Studimi, Seria dhe Instanca(imazhi). Imazhi dhe instanca janë të njëjta në DICOM. Në fillim ishin vetëm imazhet, por më pas u krijuan objektet DICOM që nuk janë imazhe dhe emri ndryshoi nga imazhe në instancë në mënyrë që të përfaqësojë një instancë të një klase SOP. Të gjitha imazhet DICOM(instancat DICOM) duhet të përfshijnë modulën imazh. Një pacient

mund të ketë disa studime në kohë të ndryshme, çdo studim mund të përfshijë disa seri me një ose më shumë instanca.

Sistemi i komunikimit dhe arkivimit të imazheve (PACS)

Një sistem i komunikimit dhe arkivimit të imazheve (PACS) përbëhet nga imazhet mjekësore dhe nënsistemet për përfitimin e të dhënave, ruajtjen dhe shfaqjen e tyre, të integruar nga rrjetet digjitale dhe aplikacionet softuerike. PACS mund të jetë aq i thjeshtë sa të realizohet nëpërmjet një aparati dixhital i lidhur me disa workstation (poste pune) për shfaqjen e imazheve dhe me një bazë të dhënash të vogël për ruajtjen e tyre ose aq kompleks sa një sistem i menaxhimit të imazhit të ndërmarrjeve të mëdha (Huang, 2010).

Një sistem i përgjithshëm i menaxhimit të të dhënave multimediale që është i zgjerueshëm, fleksibël dhe i gjithanshëm në funksionimin e tij, bën thirrje për menaxhim nga lart-poshtë, për të integruar sisteme të ndryshme informacioni në spitale dhe një inxhinierim të sistemit nga poshtë-lart për të ndërtuar bazën e saj (për shembull infrastrukturën PACS). Shumë spitale, dhe kompani të kujdesit shëndetësor në mbarë botën kanë implementuar PACS dhe kanë dëshmuar se PACS përmirëson efikasitetin e kujdesit shëndetësor dhe në të njëjtën kohë kursen shpenzimet operacionale të spitalit (Huang, 2010).

Në figurën 2 janë paraqitur elementët bazë të një PACS si: përftimi i imazhit, bërthama e PACS dhe Workstations të Interpretimit (Dreyer *et al*, 2006).

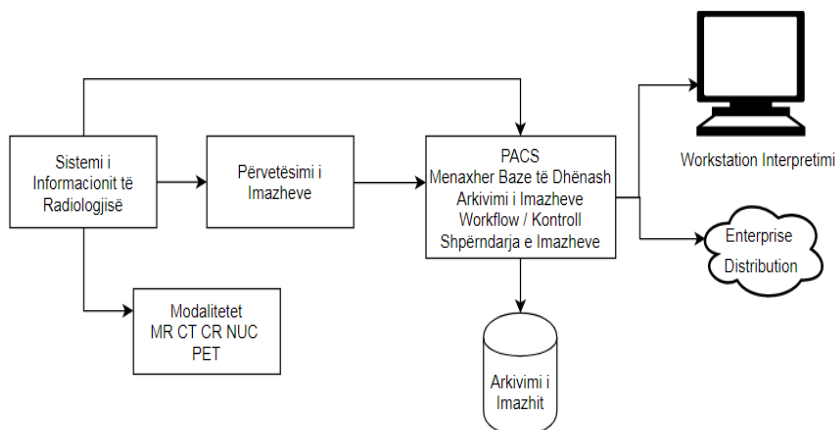


Figura 2. Menaxhimi i bazës së të dhënave

Modelimi i sistemit

Komponentët kryesorë të prototipit të ndërtuar përfshijnë shtresën e prezantimit nëpërmjet të cilës realizohet ndërfaqja e përdoruesit e aksesueshme nëpërmjet një web browser-i, shtresa logjike e vendosur në një Web Server Tomcat dhe si bazë të dhënash është zgjedhur Oracle 12C. Klienti dërgon një kërkesë në server. Web Serveri merr kërkesën nga klienti dhe pasi e përpunon atë duke e populluar me vlera për parametra të

ndryshëm nga klienti e dërgon drejt Servletit. Servleti, i cili vepron si kontrollues, analizon kërkesën, ndërvepron me modelin (Java Beans), ekzekuton logjikën e biznesit të aplikacionit dhe zgjedh pamjen që do t'i tregohet përdoruesit duke afishuar rezultatet. Ndërveprimi i përdoruesit me komponentet e prototipit të implementuar paraqiten të ilustruara në figurën 3.

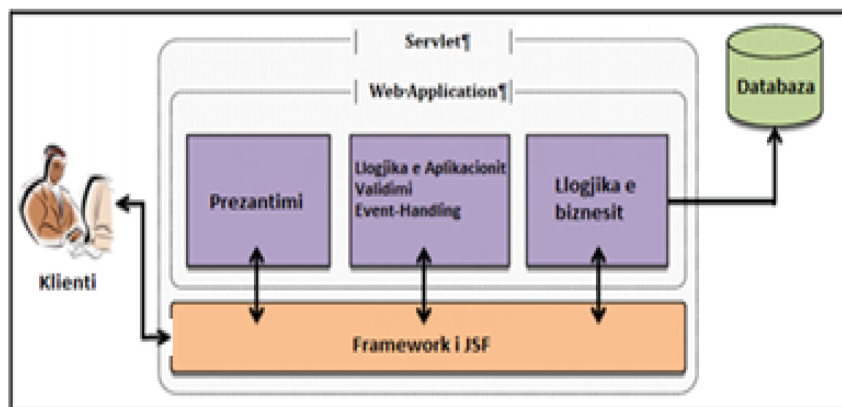


Figura 3. Ndërveprimi i përdoruesit me komponentet e prototipit

Përsa i përket modelimit të të dhënave përmbajtja e imazhit DICOM ruhet duke përdorur tipin e të dhënave ORDDicom që është një tip të dhënash kompleks dhe përmban dy attribute: BLOB, (SOURCE.LOCALDATA, EXTENSION) dhe një atribut XMLType (METADATA). Parametrave të ruajtjes është e rëndësishme t'i kushtohet një vëmendje e veçantë për të arritur ruajtjen kompakte dhe efikase si dhe performancë të lartë në shtimin dhe aksesimin e të dhënave.

Për të ngarkuar dhe krijuar një objekt ORDDicom do të përdoret një proces me dy hapa. Në hapin e parë, krijohet një rresht me një objekt bosh ORDDicom dhe të dhënat e imazhit ngarkohen në atributin SOURCE.LOCALDATA BLOB. Në hapin e dytë, objekti ORDDicom zgjidhet nga tabela dhe metoda setProperties() thirret për të ekstraktuar meta të dhënat duke plotësuar atributet e objektit. Më pas rreshti përditësohet me objektin e ri ORDDicom. Duke qënë se objekti i inicializuar është rritur në madhësi, ai kërkon më shumë hapësirë në faqe. Përcaktimi i një vlerësimi të mirë për sasinë e hapësirave të nevojshme për përditësimet është kritike për vendosjen e një vlere të duhur për parametrin e tabelës PCTFREE. Për të ruajtur imazhet DICOM është krijuar një tabelë ku do të ruhen informacionet e nevojshme për arkivimin e imazhit.

Implementimi i funksionaliteteve të sistemit

Në figurën e mëposhtme ilustrohen rastete përdorimit të prototipit për një përdorues mjek.

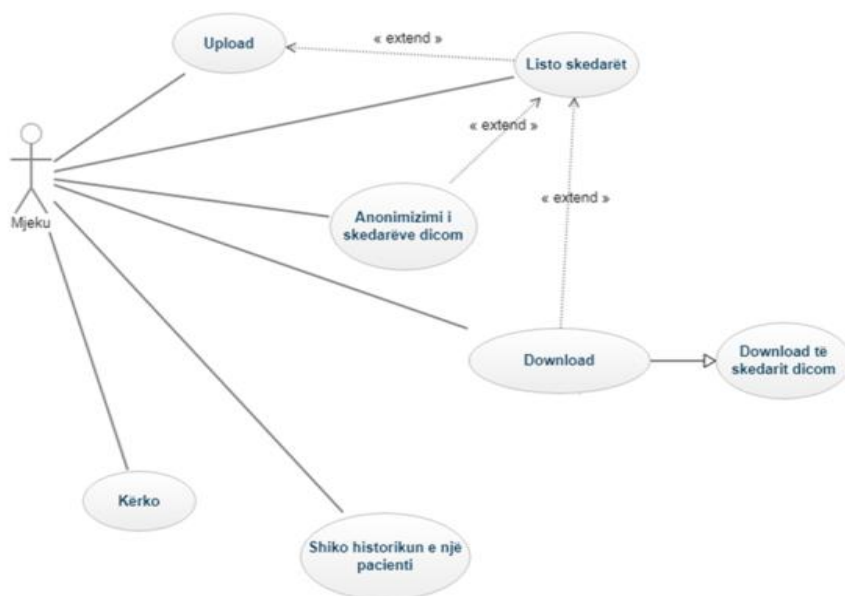


Figura 4. Rastet e përdorimit

Aplikacioni i zhvilluar zgjedh një imazh të DICOM-it, ekstraktin meta të dhënat e tij dhe i ruan këto të dhëna në bazën e të dhënave. Qëllimi i ndërtimit të këtij prototipi është prezantimi i metodave për menaxhimin dhe analizimin e imazheve mjekësore të ruajtura në një bazë të dhënash multimediale në formatin standard DICOM. Për zhvillimin e ndërfaqes grafike do të përdoret JSF / Primefaces, për procesimin e të dhënave do të përdoret gjuha e programimit JAVA dhe si bazë të dhënash është zgjedhur Oracle 12C, i cili siguron mbështetje të plotë për formatin e skedarit DICOM. Do të përdoret Oracle Multimedia DICOM Java dhe PL / SQL API për të ruajtur, menaxhuar dhe manipuluar përmbajtjen e DICOM (Greenwald *et al*, 2013).

Oracle Multimedia ofron tipin e objektit, ORDDicom, i cili mbështet natyrshëm përmbajtjen e DICOM të prodhuar nga pajisjet mjekësore. Ky tip objekti mban përmbajtjen e DICOM dhe meta të dhënat e nxjerra si dhe zbaton metodat për të manipuluar përmbajtjen e DICOM. Klasa proxy Java, OrdDicom, siguron akses në objektin ORDDicom të bazës së të dhënave përmes JDBC në një aplikim Java. Duke paraqitur përmbajtjen e DICOM të ruajtur në një bazë të dhënash si objekte, Oracle mundëson si zhvillimin e shpejtë të aplikacioneve dhe menaxhim të lehtë dhe të sigurt të arkivave të mëdha me përmbajtje DICOM (Greenwald *et al*, 2013).


Ndërsa JavaServer Faces (JSF) është një framework Java për ndërtimin e aplikacioneve Web. Ajo thjeshton zhvillimin duke ofruar një përfaqje të përqendruar tek komponentët për zhvillimin e ndërfaqeve të përdoruesit të Java Web. JSF gjithashtu siguron që aplikacionet të jenë të dizenuara mirë

me mirëmbajtje më të madhe duke integruar modelin e mirë përcaktuar të Model-View-Controller (MVC) në arkitekturën e saj.

Skedari DICOM mundëson ngarkimin dhe ruajtjen e të dhënave në databazë. Aplikacioni ofron shfaqjen e imazhit DICOM dhe një përmbledhje të informacioneve më të rëndësishme si: ID e pacientit, gjinia, moshja; të dhëna mbi studimin si data e studimit, koha e studimit dhe një përshkrim në lidhje me të; të dhëna mbi pajisjen nga e cila është përfutur imazhi, pjesa e trupit e studiuar, etj.

+ Load File...

Patient Name TCGA-QQ-A5V2



ID	TCGA-QQ-A5V2
Sex	M
Age	42
<hr/>	
Study Date	1998-08-03
Study Time	12:13:31.000000
Study Description	CT ANGIOGRAPHY PELVIS W/WO CON
<hr/>	
Modality	CT
Anatomic Region	
Body Part	CHESTABDPELVIS
<hr/>	
Study ID	

Figura 5. Detaje të imazhit DICOM

Paneli i kërkimit përfshin fushat si: emri i pacientit, ID e pacientit, mjeku i cili ka ndjekur ekzaminimin dhe data e ekzaminimit.

Attribute Search

Patient Name: Patient ID:

Ref. Physician: Study Date:

Figura 6. Paneli i kërkimit

Rezultatet e kërkua nga përdoruesi shfaqen si në figurën më poshtë:

(1 of 1) << < 1 > >> 6 ▾

CANCIO 2HRA-02-013

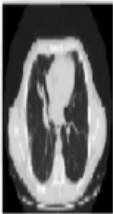
	Patient ID 677c36fe Sex M Study Date 2004-02-23 Body Part Chest Modality CT
---	---

Figura 7. Rezultatet e kërkimit

Përfundime

Menaxhimi i imazheve mjekësore është bërë një çështje e rëndësishme për zhvillimin e kujdesit shëndetësor në dekadat e fundit. Në këtë punim është trajtuar standardi DICOM dhe arkitektura e sistemit PACS, të cilat janë përdorur për të implementuar prototipin e zhvilluar. Arkitektura 3-shtresore e cila përfshin prezantimin, llogjikën e biznesit dhe baza e të dhënave Oracle 12C janë përzgjedhur për të zhvilluar prototipin. Kjo arkitekturë mbështet zgjerueshmërinë e sistemit në të ardhmen dhe standardin DICOM. Ndër funksionalitetet e ofruara nga prototipi i zhvilluar janë shfaqja e të dhënave, ngarkimi i të tyre në databazë, kërkimi si dhe krijimi i skedarëve të rinj DICOM.

Në të ardhmen, ne synojmë të zhvillojmë më shumë funksionalitete të cilat do të integrohen në sistem nëpërmjet shërbimeve web.

Literatura

- Branstetter B. F. (2010): Practical Imaging Informatics: Foundations and Applications for PACS Professionals. Society for Imaging Informatics in Medicine
- DICOM (2018): PS3.1 2018b- Introduction and Overview [PDF]. DICOM Standards Committee
- DICOM (2018): PS3.4 2018b- Service Class Specifications [PDF]. DICOM Standards Committee
- Dreyer K. J., Hirschorn D. S., Thrall J. H., Mehta A. (2006): PACS A Guide To The Digital Revolution. Springer
- Greenwald R., Stackowiak R., Stern J. (2013): Oracle Essentials: Oracle Database 12c. O'Reilly Media
- Haak D., Page Ch-E., Deserno Th. M. (2016): A Survey of DICOM Viewer Software to Integrate Clinical Research and Medical Imaging. J. Digit Imaging 29: 206–215
- Huang H. K. (2010): PACS AND Imaging Informatics Basic Principles and Applications, 2nd Edition. Wiley-Blackwell
- Pianykh O. S. (2012): Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) - A Practical Introduction and Survival. Springer
- Pinho E., Godinho T., Valente F., and Costa C. (2016): A Multimodal Search Engine for Medical Imaging Studies. Journal of Digital Imaging, 1–10
- Yan L.,Yahui Y., Hongliang M. (2018): DICOM Standard and Its Application in PACS System. Medical Imaging Process and Technology. 34-41