

DICOM standard

Ivanović, Anita

Undergraduate thesis / Završni rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split / Sveučilište u Splitu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:176:195728>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-17**



Sveučilišni odjel zdravstvenih studija
SVEUČILIŠTE U SPLITU

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University Department for Health Studies, University of Split](#)



zir.nsk.hr



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU

Podružnica

SVEUČILIŠNI ODJEL ZDRAVSTVENIH STUDIJA

PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ

RADIOLOŠKA TEHNOLOGIJA

Anita Ivanović

DICOM STANDARD

Završni rad

Split, 2014.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

Podružnica

SVEUČILIŠNI ODJEL ZDRAVSTVENIH STUDIJA

PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ

RADIOLOŠKA TEHNOLOGIJA

Anita Ivanović

DICOM STANDARD

Završni rad

Mentor:

Frane Mihanović, mag. med. rad. v. predavač

Split, 2014.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. CILJ RADA	2
3. POČETCI STVARANJA DICOM STANDARDA	3
4. DICOM STANDARD	4
4.1. OBILJEŽJA DICOM STANDARDA.....	4
4.1.1. MREŽNI PROTOKOL	4
4.1.2. FORMAT DATOTEKE.....	5
4.1.3. TEHNOLOŠKI PREGLED STANDARDA.....	8
4.2. KOMPRESIJA DICOM SLIKE	11
4.2.1. KOMPRESIJA BEZ GUBITAKA PODATAKA „lossless“	11
4.2.2. KOMPRESIJA S GUBITCIMA PODATAKA „lossy“	11
4.3. DICOM KRIVULJA.....	14
4.4. DICOM RADNE GRUPE	16
4.5. DICOM U PRAKSI	19
4.5.1. INTEGRACIJA STANDARDA U TIJEKU RADA	19
4.5.2. AKVIZICIJA	19
4.5.3. DISTRIBUCIJA I IZVJEŠTAJ.....	20
4.5.4. MREŽA.....	21
4.5.5. SKLADIŠTE ZA ARHIVU	21
4.5.6. SUSTAV ZA ARHIVIRANJE	21
4.5.7. RADNE STANICE I PRIKAZ	22

4.6. DICOM, PACS I RADNA STANICA	23
4.6.1. ULOGA MODALITETA DANAS	23
4.6.2. BUDUĆNOST MODALITETA.....	26
5. RASPRAVA.....	28
6. ZAKLJUČAK.....	29
7. SAŽETAK.....	30
8. SUMMARY	31
9. LITERATURA	32
10. ŽIVOTOPIS.....	34

1. UVOD

Posljednjih desetljeća događala su se mnogobrojna otkrića u području medicine te uvodili mnogi noviteti koji su ostavili utisak u dotadašnjoj obradi pacijenata. Izum računala definitivno je bio velika prekretnica koja je promijenila medicinsku djelatnost iz analognih u digitalne metode rada.

Otkrićem mnogobrojnih digitalnih modaliteta pojavila se i potreba za znanjem kako dobivenom radiološkom slikom manipulirati, na način da se može obraditi, a da pri tom zadovolji sve potrebe zdravstvene djelatnosti.

DICOM (*engl.* Digital Imaging and Communications in Medicine) je kratica za digitalno oslikavanje i prijenos podataka u medicini. Prihvaćen je kao internacionalni standard.

Primjenjuje se gotovo u cijeloj radiologiji, implementiran je u radiološkim uređajima te u uređajima koji se koriste u stomatologiji i oftalmologiji. Njime se provodi i kardiološko oslikavanje. Od svog prvog pojavljivanja, uveo je revoluciju u radiologiji te istisnuo upotrebu običnog rendgenskog filma u zamjenu za digitalnu obradu dobivene slike. Direktno je povezan s PACS-om (*engl.* Picture Archiving and Communication System) koji omogućuje prijenos, pohranu i prikaz podataka za kompjuteriziranu tomografiju, magnetnu rezonanciju te ultrazvuk.

Jedna od karakteristika DICOM-a je i to što nam nudi veliki raspon sive skale čime daje odličnu kvalitetu slike. Nadalje, podržava pretvorbu dvodimenzionalnog u trodimenzionalni slojevni prikaz te nam istančanim načinima manipuliranja slikom omogućava da umanjimo pogrešku u radu.

2. CILJ RADA

Potrebno je poznavati razvitak DICOM standarda, sve do današnjice, jer nam to omogućuje bolje razumijevanje njegovog principa rada. DICOM standard se i dalje usavršava, a napredne odlike utemeljene su mu na početnim standardima.

Nadalje, bit će objašnjena osnovna obilježja standarda na kojima se temelji njegova funkcionalnost. Osim toga, postoji određena terminologija s kojom se treba upoznati i koja nam daje uvid u kvalitetu načina rada, a samim time daje uvid i u kvalitetu prikaza dobivenih radioloških slika.

Cilj ovog završnog rada jest prikazati:

1. rad DICOM standarda,
2. osnovne karakteristike standarda,
3. način na koji teži ispuniti zahtjeve svih aspekata digitalne medicine

3. POČETCI STVARANJA DICOM STANDARDA

Na polju medicine, u dotadašnjem načinu obrade pacijenata došlo je do prekretnice 70-ih godina prošlog stoljeća. Uveden je prvi digitalni modalitet - kompjuterizirana tomografija te upotreba digitalnih računala. Zbog takvih noviteta proizišla je potreba za korištenjem digitalne slikovne opreme.

Trebalo je osmisliti standard koji bi omogućio dijeljenje digitalnih slikovnih podataka između različitih proizvođača računalnih uređaja te dopustiti stvaranje dijagnostičkih informacijskih baza koje bi djelovale na različitim udaljenostima. Također, trebalo je unaprijediti rad PACS-a, odnosno usavršiti arhiviranje slika i komunikacijskih sustava unutar bolnice.

Zajednički odbor američkog radiološkog fakulteta i Nacionalnog udruženja elektronskih proizvođača, osnovan je 1983. godine, na čelu sa Davidom Clunijem. Vlastiti program računalnog standarda u digitalnom prikazu slika te njihovoj razmjeni unutar računalnih sustava pod nazivom ACR-NEMA 1.0. ili ACR-NEMA 300-1985 iznijeli su 1985. godine. Ubrzo je prihvaćen, no zbog nedostataka ga je trebalo unaprijediti, pa se distribuirao novi ACR-NEMA 2.0. ili ACR-NEMA 300-1988. Zbog konceptualnih slabosti, ACR-NEMA nije doživio uspjeh.

Na temelju dotadašnjeg iskustva, a posljedično neuspjehu ACR-NEMA, razvio se novi standard 1995. godine, pod nazivom DICOM 3.0. standard. Glavni zadatak ovog standarda je bio stvoriti platformu za komunikaciju medicinskih slika i povezanih podataka uključujući održavanje PACS mreže. PACS mreža ima svrhovitu ulogu, a to je objedinjenje DICOM komunikacijskih sustava, DICOM preglednika te sklopovskih dijelova za pohranu, prihvati i prikaz DICOM objekata. DICOM je prihvaćen formalnim standardom u Europi 1995. godine.

4. DICOM STANDARD

U ovom poglavlju bit će opisane osnovne karakteristike DICOM standarda.

4.1. OBILJEŽJA DICOM STANDARDARDA

Kao što je prethodno navedeno, DICOM standard uvelike je poboljšán u odnosu na prethodne verzije ACR-NEMA. Kako bismo uvidjeli poboljšanja, u nastavku će biti opisana obilježja standarda poput mrežnog protokola te formata DICOM datoteke, a ujedno se treba upoznati i sa tehnološkim dijelovima standarda.

4.1.1. MREŽNI PROTOKOL

DICOM standard ima točno definiran mrežni protokol za izmjenu i prijenos podataka. Iako može biti ugrađen u različite mrežne sustave ipak je točno definiran dvama protokolima. To su: ISO/OSI (*engl.* International Organization for Standardization/Open Systems Interconnection) protokol te standardni protokol umrežavanja koji omogućuje prijenos podataka putem Interneta: TCP/IP (*engl.* Transmission Control Protocol/Internet Protocol).

DICOM mrežni protokol koristi se za traženje podataka ili već arhiviranih ili tako da ih vraća na radnu stanicu da bi ih prikazao. Postoje i dodatne mrežne naredbe koje se upotrebljavaju.

Prva od naredbi jest DICOM arhiva slika „Upit/Preuzeti klasu servisa“ koja omogućuje pretraživanje slika u PACS-u te njihovo preuzimanje.

Druga naredba jest DICOM modalitet radna lista koja omogućuje automatsko preuzimanje ažuriranih izvješća pacijenata iz demografskih podataka preuzetih iz HIS/RIS modaliteta (*engl.* Hospital Information System/Radiology Information System). Bitno je napomenuti da je DICOM omogućio tzv. postavljanje upita PACS-u, popravak pohranjenih slika i njihovo prikazivanje od strane drugih članova mreže, ukoliko dođe do instaliranja novih programa i opreme za snimanje unutar bolnice.

Mrežne usluge DICOM-a temelje se na konceptu „klijent/poslužitelj“. Treba se definirati tko je naručitelj usluga i tko je poslužitelj informacija. Pojednostavnit ćemo na primjeru. Dakle, poslužitelja možemo prikazati kao PACS sustav koji se sastoji od arhive radioloških slika te podataka o pacijentu. Naručitelji usluga mogu biti PACS radne stanice ili neki DICOM preglednici koji ujedno mogu biti i web poslužitelji koji mogu pristupiti slikama i podacima putem HTTP protokola. (*engl.* HyperText Transfer Protocol)

Bilo bi poželjno spomenuti i dva osnovna protokola kojima se omogućava pregled radioloških slika unutar web-preglednika. To su DICOM/PACS dodatci web-pregledniku koji sadrže DICOM protokol kojim se dobiju slike iz PACS-a. Mogu se koristiti ActiveX kontrole, Java *applet*i te Flash ili Silverlight rješenja. Drugi protokol je WADO (*engl.* Web Access to DICOM Objects) protokol koji registrira DICOM slike u određenim formatima: JPEG/PNG/GIF. (*engl.* Joint Photographic Experts Group/Portable Network Graphics/Graphics Interchange Format) Koristi se CSS (*engl.* Cascading Style Sheets) te AJAX (*engl.* Asynchronous JavaScript and Extensible Markup Language) programskim jezicima ili Javascript aplikacijama. Cilj mrežnih usluga je prepoznati o kojem se formatu slike i podataka radi te koje su DICOM usluge potrebne za njihov prijenos. Veza će se uspostaviti jedino ukoliko su ovi kriteriji zadovoljeni.

4.1.2. FORMAT DATOTEKE

Medicinske slike su pohranjene u DICOM formatu. Liječnici koriste „DICOM preglednik“ (Slika 1.) koji predstavlja računalnu softversku aplikaciju za prikaz DICOM slike.

DICOM preglednik se usavršavao. Uvedena je i podrška pregledniku koja omogućava da pacijenti mogu pregledati svoje snimljene slike kod kuće ukoliko njihovo osobno računalo posjeduje neke od sljedećih preglednika: DICOMWorks, Osiris ili IrfanView.

DICOM slika je sastavljena od određenih elemenata (tzv. atributa) koji sadrže mnoštvo informacija vezanih za slike. Logičkim razmišljanjem, riječ je o podacima o pacijentu koji uključuju ime, prezime, spol te matični broj.



Slika 1. DICOM slika unutar DICOM preglednika

Izvor: <http://sourceforge.net/projects/dicomforoh/>

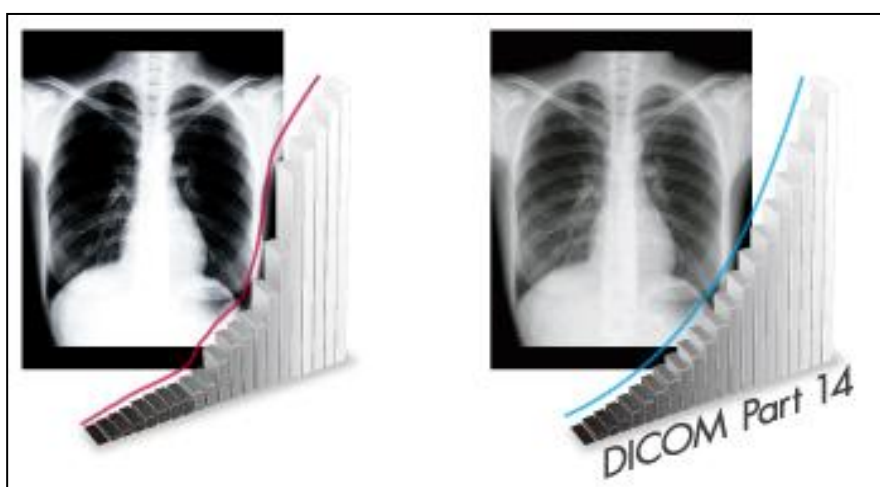
Nadalje, bitan je modalitet i postupak snimanja u koji se ubrajaju parametri uređaja, kontrastnost, doza zračenja te informacije o slici poput razlučivosti.

Opis i podatke DICOM slike regulira IOD (*engl.* Information Object Definitions). Precizno određuje vrstu snimanog objekta ovisno o vrsti same pretrage te omogućuje razmjenu virtualnih objekata između aplikacija.

Za svaki modalitet, elementi su precizno definirani ukoliko su potrebni, a mogu se koristiti i pod određenim okolnostima, npr. ukoliko se koristi kontrastno sredstvo. U praksi se događalo da bi ostali nepotpuni ili bi sadržavali netočne vrijednosti što bi dovodilo do problema prilikom razmjene podataka.

Bitna je i integracija modaliteta RIS-PACS s obzirom da se trebaju uskladiti zahtjevi za povezanost uređaja i programa da bi se slike i podatci mogli prenijeti odnosno pohraniti.

DICOM slika može se prikazati na zaslonu računala te se može i ispisati. DICOM ispis slika se određuje prema rasponu sive skale. (Slika 2.) Pristup laserskoj kameri ili pisaču preko mreže, na način da radne stanice mogu dijeliti jedan pisač, omogućen je preko naredbe DICOM print usluge „*Print Management service class*“.



Slika 2. Radiološka slika određuje se prema rasponu sive skale
Izvor: <http://www.eizo.com/global/solutions/medical/pacs.html>

4.1.3. TEHNOLOŠKI PREGLED STANDARDA

DICOM standard se sastoji od dvadeset dijelova, od kojih su dva izbačena iz primjene.

1. Uvod i pregled
2. Usklađenost
3. Definirane informacije o objektu
4. Specifikacija usluga
5. Strukturalni podatci i kodiranje
6. Riječnik
7. Razmjena poruka
8. Razmjena poruka putem mrežne komunikacijske potpore
9. Komunikacijska potpora za razmjenu poruka (izbačen iz primjene)
10. Mjesto pohrane i razmjene podataka određenih formata
11. Mjesto za pohranu osobnih podataka
12. Razmjena podataka određenih formata i fizičkih karakteristika
13. Podrška za upravljanjem ispisa dokumenata (izbačen iz primjene)
14. Standardizirani funkcionalni zaslon sive skale
15. Sigurnosni sustav i sustav osobnog upravljanja
16. Sadržaj podataka unutar mapa
17. Objašnjenje informacija
18. Web pristup DICOM postojećim podacima
19. Aplikacija „domaćin“
20. Transformacija DICOM-a u HL7 (*engl.* Health Level – 7) standard

S obzirom da se navedeni dijelovi prožimaju kroz razumijevanje načina rada DICOM standarda treba ukratko objasniti suštinu svakog dijela posebno. Krenimo redom kako su netom prethodno navedeni.

1. *Uvod i pregled* je dio koji upućuje u cjelokupne informacije i svrhu postojanja standarda.
2. *Usklađenost* definira načela standarda koja trebaju poznavati zahtjeve sukladnosti između informacija i podataka.

3. *Definirane informacije o objektu* nadopunjuju entitete u tijeku rada koji se primjenjuju u komunikaciji digitalnih slika i srodnih informacija.
4. *Specifikacija usluga* se odnosi na udruživanje informacija s određenim naredbama koje treba izvršiti te definiranje informacija za pravilni protokol rada. Primjeri gdje se primjenjuje ovo načelo su uobičajene naredbe: preuzimanje i pohrana podataka, upravljanje podacima te ispis podataka.
5. *Strukturalni podatci i kodiranja* jest dio koji govori o načinu kojim DICOM standard označava kako DICOM aplikacije izgrađuju i kodiraju skupove podataka. Za uspješan transport podataka, potrebno ih je pravilno kodirati.
6. *Rječnik* je zbirka svih DICOM podataka. Svaki određeni pojam karakteriziran je: jedinstvenom oznakom, imenom, vrstom informacije koju posjeduje te u kojem je dijelu DICOM standarda definiran.
7. *Razmjena poruka* vrši se putem usluge i protokola koji omogućuju razmjenu medicinskih slika i srodnih podataka.
8. *Razmjena poruka putem mrežne komunikacijske potpore* odvija se tako da se moraju posebno označiti i poznavati komunikacijske usluge. Mogućnost prijenosa poruka ostvarena je putem TCP/IP transportnog protokola. Također, ističe se i OSI protokol za otvoreno povezivanje sustava protokola pri mrežnoj komunikaciji.
9. *Komunikacijska potpora za razmjenu poruka* koristi usluge i protokole na način koji je kompatibilan sa ACR-NEMA 2.0. standardom. Logično, zbog zastarjelosti ovog standarda, načelo se više ne koristi.
10. *Mjesto pohrane i razmjene podataka određenih formata* je dio koji određuje model za skladištenje medicinskih slika i srodnih informacija o medijima za pohranu podataka. Nadalje, posjeduje sadržaj aplikacija za pohranu podataka. Siguran DICOM format podržava kapsuliranje datoteke u kriptografsku omotnicu.
11. *Mjesto za pohranu osobnih podataka* je dio u kojem su definirani mali podsustavi DICOM standarda unutar kojih se razmjenjuju medicinske slike i srodne informacije na medijima za pohranu za specifične kliničke primjene.

12. *Razmjena podataka određenih formata i fizičkih karakteristika* upućuje kako olakšano razmjenjivati informacije unutar aplikacija za određivanje struktura koje opisuju odnos medija za pohranu podataka i medijskog formata.
13. *Podrška za upravljanjem ispisa dokumenata* je dio koji se više ne koristi. Prethodno je određivao usluge i protokole koji su se koristili za upravljanje ispisa dokumenata.
14. *Standardizirani funkcionalni zaslon sive skale* služi za dosljedan prikaz slike na zaslonu monitora, a uz pomoć kalibriranja dobije se i vjerodostojniji prikaz slike i na zaslonu monitora i na ispisu.
15. *Sigurnosni sustav i sustav osobnog upravljanja* definira sigurnosne protokole koji koriste standardne tehnike enkripcije podataka za maksimalnu zaštitu podataka o pacijentu.
16. *Sadržaj podataka unutar mapa* se sastoji od: predložaka za strukturiranje dokumenata, leksikona podataka koje određuje DICOM te dostupnog prijevoda u svakoj zemlji.
17. *Objašnjenje informacija* o standardu nalazi se unutar određenih sadržajnih priloga.
18. *Web pristup DICOM postojećim podacima* odvija se putem HTTP URL protokola te se zahtijeva da je korisnik određen jedinstvenim UID-om (*engl.* Unique Identification Number), zbog zaštite pristupa podacima pacijenta.
19. *Aplikacija „domaćin“* je dio gdje DICOM standard označava API - aplikacijsko programirano sučelje u DICOM medicinsko-računalnom sustavu koji treba podržavati veliku paletu dodatnih aplikacija.
20. *Transformacija DICOM-a u HL7 standard* je dio unutar kojeg se objašnjava kako se DICOM informacije implementiraju u HL7 standard.

4.2. KOMPRESIJA DICOM SLIKE

Zašto pisati o kompresiji slike? To je jedan od važnijih koraka koje je potrebno napraviti u svrhu ubrzanja cjelokupnog procesa prijenosa slike sa modaliteta na radnu stanicu. Nadalje, kompresija slike nije objektivan dokaz o patologiji ili bolesti, jer ih ne interpretira, već isključivo služi za bolju vizualizaciju promjene u izgledu snimanog objekta.

Kompresija slike je pretvaranje podataka u oblik koji zauzima manje memorije. Prilikom kompresije se ne mijenja broj piksela koji tvore sliku, već se mijenja način na koji se slika priprema za pohranu. Za pohranu slika na računalu postoji mnogo formata za zapis slika ovisno o načinu kompresije.

4.2.1. KOMPRESIJA BEZ GUBITAKA PODATAKA „lossless“

Pri takvom postupku pretvorbe svaki piksel ima istu vrijednost koju je imao prije kompresije. Dakle, pri pretvorbi slika nije izgubila ništa na kvaliteti. Ovakva vrsta kompresije koristi se kada je potrebno kvalitetu slike zadržati na najvišem nivou. Formati za zapis slika koje koristi ova vrsta kompresije su: GIF, PNG, TIFF (*engl.* Tagged Image File Format) i BMP. (*engl.* Bitmap)

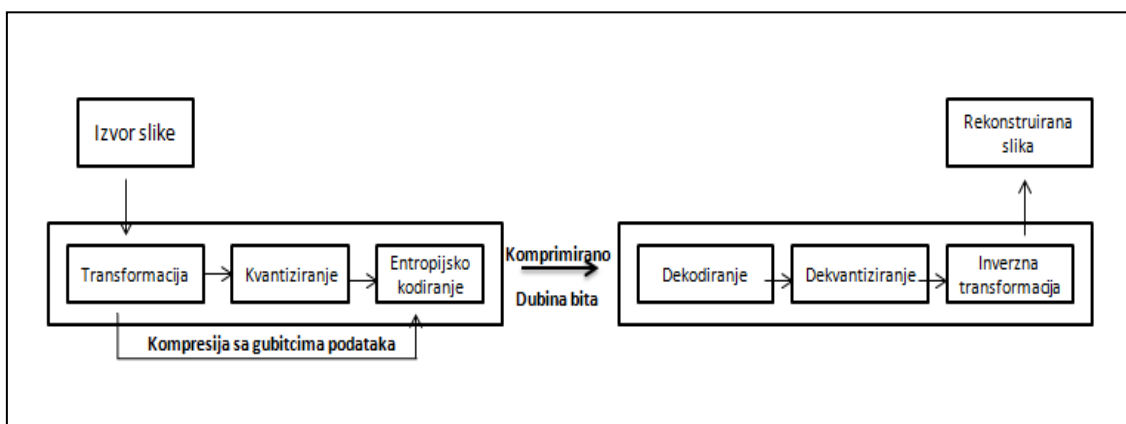
4.2.2. KOMPRESIJA S GUBITCIMA PODATAKA „lossy“

Kompresija kod koje se namjerno gubi dio podataka, ali zauzima manje memorije. Bitno je dobiti sliku koja ima manju kvalitetu i manje informacija. Smatra se da su neke informacije na slici izvan granica ljudskog vidnog sustava i takve informacije se uklanjaju.

JPEG te JPEG 2000 (*engl.* Joint Photographic Experts Group 2000) su formati za zapis slika koji se koriste u ovoj vrsti kompresije.

Ona se sastoji od tri osnovna koraka: transformacije, kvantizacije i kodiranja. (Slika 3.) Svrha transformiranja je najveći dio energije raspodijeliti u niže koeficijente transformacije te sliku dimenzija $A \times B$, pretvoriti u axb što ne rezultira nikakvim gubitkom informacija. Cilj kvantizacije jest smanjiti količinu podataka potrebnu za

predstavljanje informacija u novoj domeni i u većini slučajeva dolazi do gubitka informacija. Završni korak u kompresiji je proces kodiranja. Kodiranje je proces koji mapira kvantizirani koeficijent u novi skup simbola koji zahtijevaju manje bitova za zastupanje. Dekodiranje je suprotan proces od kodiranja koji već komprimirane slike vraća u originalne.



Slika 3. Slikovni lanac slijeda kompresije i dekompresije slike

Izvor: http://www.dclunie.com/papers/spie_mi_2000_foos.pdf

Projekcije rendgena su vrlo zahvalne jer se slikovni podatci mogu koncentrirati u niže koeficijente, a manje značajni koeficijenti onda mogu biti kvantizirani i veličina datoteke može biti smanjena s minimalnim gubitkom informacija. Isto tako, slike dobivene magnetskom rezonancijom ili kompjuteriziranom tomografijom sa visokim kontrastima, zahtijevaju da više informacija bude sačuvano i rekonstruirano.

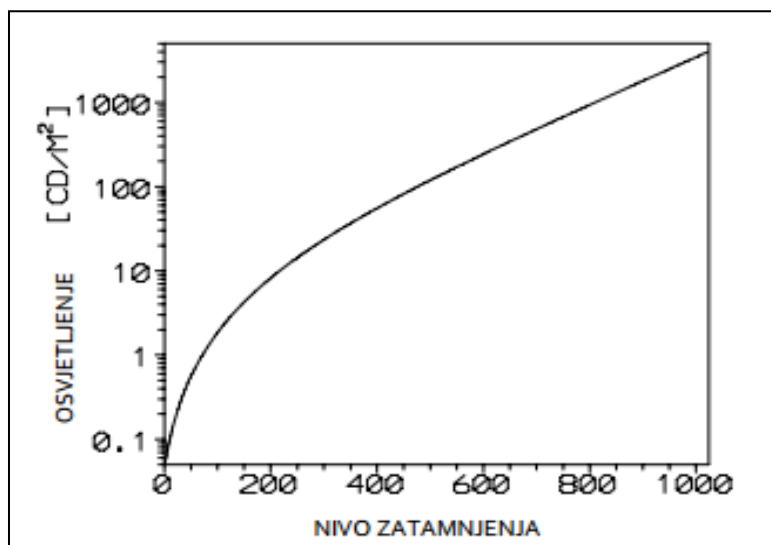
Implementacija DICOM protokola u određene slikovne metode dovela je do toga da se trebaju poštovati određene smjernice.

1. Ukoliko se koristi u skladu s prihvaćenim smjernicama, sažimanje uz nepovratnu kompresiju može biti prihvatljivo u dijagnostičkom radiološkom oslikavanju.
2. Količina kompresije ovisi o kompresiji algoritma koji se koristi te o osiguravanju dobre vizualne slike bez dijagnostičkih gubitaka. Ovisno o zoni interesa te korištenom kompresijskom algoritmu, ovisi koliko će se neka slika komprimirati.
3. Specifičnosti u validnosti dijagnostičkih slika u JPEG i JPEG 2000 formatu trebaju biti poznati dobavljačima i korisnicima.

4. Nepovratna kompresija može se kvalitetno prenijeti putem teleradiologije uz ograničenu propusnost.
5. Nepovratna kompresija može smanjiti troškove održavanja dugoročne arhive i smanjiti vrijeme i troškove migracije podataka.
6. Dobavljači trebaju poštovati svoje obveze u pružanju pouzdanog i sigurnog rješenja kompresije te provesti sve zahtjeve vezane za DICOM. Svi parametri kompresije moraju se osigurati uz slike, npr. u DICOM zaglavlju. Također, ukoliko se koristi nepovratna kompresija trebaju se poznavati točno isti parametri za ponovnu kompresiju slike.
7. Korisnici trebaju poštovati svoje obveze u korištenju nepovratne kompresije te preuzeti odgovarajuće QA (*engl.* Quality Assurance) procese koji nam osiguravaju brzinu i unaprjeđenje kvalitete u procesu rada.
8. Važno je ponavljati samo nepovratna sažimanja zbog izbjegavanja neočekivanih gubitaka na slici.
9. Trenutno, postoje ograničavajući čimbenici nepovratne kompresije u trodimenzionalnom prikazu, mjerenjima ili CAD-u. (*engl.* Computer aided Detection). Preporuča se evaluacija implementacije prije kliničke implementacije.
10. Sustavi u kirurškoj implementaciji ili radijacijskoj onkologiji ne prihvaćaju komprimirane slike. Treba uzeti u obzir koncepte tijekom rada.
11. Koristi se različiti tijek rada pri nepovratnoj kompresiji, npr. od komprimiranja slike za primarno čitanje do komprimiranja starih slika u PACS-u. Postoje prednosti i nedostaci tih različitih pristupa tijekom rada, ali svaki je u principu prihvatljiv.
12. Korisnici bi trebali biti svjesni da skladištenje višestruke rekonstrukcije slike predstavlja suvišnost koja se može ukloniti bez gubitka informacija.

4.3. DICOM KRIVULJA

Za prikaz medicinskih slika važno je odabrati monitore sa unificiranim prikazom na svim monitorima unutar zdravstvene ustanove. Količina i rezolucija medicinskih slika ovisi uvelike o modalitetu na kojem nastaje te o karakteristikama i kvaliteti monitora. Dobivena slika se u PACS-u prikaže kao datoteka s nizom elemenata, s digitalnim vrijednostima koje se koriste da se slika dobivena na modalitetu realistično prikaže na monitoru. Monitori trebaju biti kalibrirani i trebaju se prilagoditi DICOM krivulji. DICOM krivulja je razvijena s namjerom prikaza koliko je ljudsko oko osjetljivo na promjene kontrasta. Krivulja pojedinog sustava odgovara sivim tonovima za standardni prikaz. Na krivulji je brojčana skala od 0-1023 pri čemu je 0 crno, a 1023 bijelo. Svako povećanje vrijednosti sive skale je praćeno povećanjem osvjetljenja što je vidljivo ljudskom oku. (Slika 4.) DICOM krivulja pokazuje da je ljudsko oko osjetljivije na kontraste na nižem nivou.



Slika 4. DICOM krivulja

Izvor: <http://www.infoteh.rs.ba/rad/2010/E1/E1-10.pdf>

Siva skala svakom pikselu pridružuje jednu brojčanu vrijednost. DICOM definira funkciju svjetline za idealni zaslon gdje bi promatrač percipirao distribuciju vrijednosti svjetline kao linearnu. Mjeri se karakteristikama pravog prikaza s metrom osvjetljenosti i računa se funkcija korekcije koja daje približan prikaz slike. Mnogi monitori unutar zdravstvene ustanove podržavaju takve korekcije na hardveru. Pohranu i prijenos svih parametara koji utječu na prikaz slike, manipulacija istom slikom, može se dati preciznija dokumentacija o postavkama prikaza slike koje u konačnici utječu na dijagnozu. Iste slike se mogu učitati i kasnije, primjerice ukoliko su potrebne u operacijskoj dvorani.

4.4. DICOM RADNE GRUPE

DICOM je veliki i složeni standard jer je namijenjen različitim medicinskim granama. Obuhvaća tek mali dio medicinskog sveobuhvatnog standarda iako se sastoji od 26 radnih grupa nabrojanih i opisanih u nastavku.

1. Kardiovaskularna – razvija standard za razmjenu kardiovaskularnih slika, fizioloških stanja i temeljnih kliničkih informacija
2. Projekcijska radiografija i angiografija – izrađuje i održava snimljene objekte u dvodimenzionalnim i trodimenzionalnim domenama rendgenske slike
3. Nuklearna medicina – razvija standarde za nuklearnu medicinu i PET (*engl.* Positron Emission Tomography) slike
4. Sažimanje – razvija JPEG 2000 slikovne prikaze i trodimenzionalnu slikovnu kompresiju
5. Medij za razmjenu – razvija standarde za razmjenu medija poput DVD-a
6. Baza standarda – održava ukupnu dosljednost DICOM standarda
7. Radioterapija – razvija i održava informacije o radioterapijskom objektu unutar DICOM standarda
8. Strukturirano izvještavanje – održava i razvija DICOM strukturirana izvješća, specificira i surađuje s DICOM radnim grupama u razvoju kodova i kontrolirane terminologije i predložaka za biomedicinske slikovne aplikacije
9. Oftalmologija – razvija radni tijek očne njege i bilježi sva pitanja koja se odnose na snimanja u oftalmološkim aplikacijama

10. Strateško savjetovanje – razmatra pitanja i mogućnosti strateškog napretka DICOM standarda
11. Funkcionalni standardi prikaza – razvija usluge prikaza i prezentacije slike
12. Ultrazvuk – razvija DICOM standard kako bi se zadovoljile potrebe ultrazvuka i ehokardiografije, pruža podršku trodimenzionalnom ultrazvučnom prikazu i obradi
13. Vidljivo svjetlo – DICOM standard usvaja gibanje vidljivog svjetla u boji ili jednoboje slike
14. Sigurnost – razvija dodatnu podršku za sigurnu razmjenu podataka
15. Digitalna mamografija i CAD - razvija podršku slikama dojke i računalima s detektorima
16. Magnetna rezonanca – razvija novi MR objekt s više opisnih informacija
17. Trodimenzionalni objekt – proširuje DICOM standard za rukovanje sa trodimenzionalnim i drugim višedimenzionalnim skupinama podataka koji nisu specifični za točno određene modalitete
18. Klinički pokusi i obrazovanje – proširuje DICOM standard u potpori kliničkih ispitivanja i istraživanja pomoću medicinskih slika
19. Dermatološki standardi – pruža podršku slikama kože
20. Integracija slikovnog i informacijskog sustava – razvija DICOM i HL7 standarde za slikovne podatke gdje je usklađena i dosljedna upotreba oba standarda
21. Kompjuterizirana tomografija – razvija i proširuje tehnološki i klinički napredak samog modaliteta

22. Stomatologija – bavi se pitanjima vezanim za snimanje i prikazivanje slika u stomatološkim i maksilofacijalnim aplikacijama
23. Aplikacija „domaćin“ – razvija specifikaciju za sučelja između ugostiteljskog aplikacijskog sustava i domaćeg DICOM sustava
24. Kirurgija – razvija DICOM objekte i usluge za IGS (*engl.* Image Guided Surgery)
25. Veterinarstvo – razvija postavke za održavanje identifikacije i opisa veterinarskih pacijenata
26. Patologija – proširuje DICOM standard za podršku citopatoloških slika, slika kirurške patologije, kliničke patologije i obdukcijske patologije

4.5. DICOM U PRAKSI

U ovom dijelu bit će riječi o poveznici standarda s PACS-om i radnim stanicama unutar zdravstvene ustanove. Za početak se treba podsjetiti karakteristika DICOM standarda. Dakle:

1. učinkovita okosnica za skladnost unutar standarda podrazumijeva da proizvođač proizvoda iznese izjavu o DICOM skladnosti
2. odnos pacijenta i srodnih podataka o njemu vrši se uz integraciju odgovarajuće radiološke opreme sa HIS-om
3. sredstva za upit studija o pacijentima ili za popravljanje slike odvijaju se po izboru korisnika
4. upravljanje umreženim oblikom uređaja i njegovo praćenje na daljinu
5. prijenos slika iz različitih radioloških modaliteta
6. razmjena slika i srodnih informacija za pohranu na optičke i magnetske diskove

4.5.1. INTEGRACIJA STANDARDA U TIJEKU RADA

Za povezivanje RIS-PACS sustava implementacija HL7 protokola mora biti odgovarajuća te pouzdana da se ne omogući gubitak podataka. Pojavljuje se problem da mnogi radiološki sistemi nisu odgovarajući pa se podatci mogu izgubiti. Posljedično, potreban je posrednik u povezivanju HIS-a i HIMSS-a (*engl.* Health Information Management Systems Society) u svrhu postignuća IHE (*engl.* Integrating the Healthcare Enterprise) inicijative kao standarda za integraciju u tijeku rada.

4.5.2. AKVIZICIJA

Dijagnostičke slikovne metode stavljaju digitalne slike u više radnih stanica pridodanih na PACS mrežu te su iste onda uskladištene i distribuirane putem PACS-a. Digitalne slikovne metode uključuju zajedničke modalitete. Projekcijska radiografija, izvedena preko sustava filma i kazete je zamijenjena CR (*engl.* Computed Radiography) ili DR (*engl.* Digital Radiography) digitalnim jedinicama.

Radiološke slike, ovisno kojim su modalitetom snimljene, zauzimaju odgovarajuću RAM memoriju u računalu. U tablici 1 mogu se vidjeti različite matrice slike, s različitim radioloških uređaja i očigledno je da se povećanjem veličine matrice zauzima i veća memorija u računalu. Važno je označiti veličinu RAM memorije u gigabajtima i osigurati dovoljno memorije inače će imati za posljedicu povećanje vremena pohrane slika i virtualni prostor memorije na tvrdom disku.

Tablica 1. Memorija slike s različitih modaliteta

Izvor: Dowsett D.J. Kenny P.A. Johnston R.E. Computer systems in radiology. The Physics of Diagnostic Imaging (Second Edition) 301-305, 2006.

Sistem za oslikavanje	Veličina matrice	Veličina (MB)
Kompjuterizirana radiografija	2048 x 2500 (10)	6.4
Direktna radiografija	2688 x 2688 (12)	10.8
Kompjuterizirana tomografija	512 x 512 (16)	0.5
Digitalna suptrakcijska angiografija	1024 x 1024 (10)	1.3
Nuklearna medicina	128 x 128 (12)	0.025
Ultrazvuk	640 x 480 (8)	0.3
Mamografija	4096 x 3277 (12)	20.0
Kardiologija	512 x 512 (10)	0.32

4.5.3. DISTRIBUCIJA I IZVJEŠTAJ

PACS mreža omogućuje komunikaciju između korisnika i izlaznih uređaja. Iz RIS-a se distribuiraju svi pacijentovi podatci koje PACS koristi. Za uspješniji rad PACS ostvaruje vezu preko posrednika između HL7 i DICOM-a koji omogućuje pouzdanu povezanost.

4.5.4. MREŽA

Mreža povezuje sve komponente PACS-a i osigurava povezanost podataka. Tu su i pomoćna računala koja prenose slike ka PACS-u ili informaciju od ili u RIS. Upotrebu pomoćnih računala treba svesti na minimum zbog toga što se pojavljuju sukobi u obradi podataka kada više računala radi na istoj mreži.

4.5.5. SKLADIŠTE ZA ARHIVU

PACS server je odgovoran za kontroliranje pristupa informacijama, slikama i protoku podataka. Server je dvostruki računalni sistem sa višekratnim tvrdim diskovima. Sustav za arhiviranje je važna komponenta PACS-a i odgovoran je za dugoročno i kratkoročno skladištenje slike. U slučaju kvara ili neočekivanog popravka, sustav unaprijed duplicira podatke da se postojeći ne izgube.

Trgovine magnetskim diskovima nude velike i jeftine metode pohranjivanja podataka, no server se ipak pokazao boljim rješenjem za pohranu podataka. Njegova velika prednost je dostupnost. Podatci su uvijek brzo prisutni iako se možda traže slike stare i nekoliko godina.

4.5.6. SUSTAV ZA ARHIVIRANJE

Kapacitet PACS-a u sustavu za arhiviranje može se mjeriti brojem slika kojima se pristupa. Optički diskovi sadržavaju gigabajte memorije, ali je zato vrijeme povratka znatno sporije. Za povećanje kapaciteta za pohranu i vrijeme pristupa, pojavilo se rješenje u obliku kompresije podataka koja mora biti izvedena tako da se kvaliteta slike ne gubi.

4.5.7. RADNE STANICE I PRIKAZ

Radna stanica je, tako reći, najvidljivije lice PACS-a. Softver i hardver su glavne jedinice radne stanice. Softver omogućava kliničarima pregled slike putem grafičkog korisničkog sučelja, na način da slikom može manipulirati kako mu odgovara za bolju interpretaciju iste. Unutar hardvera su dvije mogućnosti prikaza slike: putem katodne cijevi i LCD (*engl.* Liquid Crystal Display) monitora. Radne stanice su umrežene, sigurnosne postavke se postavljaju putem vatrozida te omogućavaju pregled kliničarima i tehnolozima.

4.6. DICOM, PACS I RADNA STANICA

Odnos DICOM-a, PACS-a i radne stanice u praksi je izuzetno bitan. Njegova primjena danas, neće biti jednaka primjeni u budućnosti.

4.6.1. ULOGA MODALITETA DANAS

U ovom dijelu rada nastojat će se opisati povezanost DICOM-a, PACS-a i radne stanice unutar zdravstvene ustanove. Zbog lakšeg razumijevanja načina na koji su ova tri modaliteta povezana treba se podsjetiti da DICOM standard ne bi ni funkcionirao da nema ove veze između modaliteta. Također, i medicinska oprema je ključna da bi se mogla uklopiti u ovaj način rada te da se ostvari komunikacija na ovoj razini.

DICOM omogućuje pohranu medicinskih slika u digitalnu arhivu slika PACS, na način da se sadržaj arhive pretražuje preko DICOM servisa „*Upit/Preuzimanje*“. Ovakav način rada prikazan je na brojnim kongresima gdje je stvorena umjetna odgovarajuća mreža različitih DICOM uređaja od raznih proizvođača te jedna ili više središnjih arhiva „*Central test nodes*“. Aplikacija je ugrađena u OFFIS DICOM datoteku. Uključuje softver za pretraživanje, konverziju i tvorbu DICOM slikovnih podataka, slanje i primanje slike preko mreže kao i za demonstrativan prikaz arhive slika i servera radnih stanica. Njegov rad se obavlja u ANSI C i C++ programskim jezicima. Može biti ugrađen u Windowse ili razne UNIX operacijske sustave poput Linuxa, Solarisa, FreeBSD, Open BSD.

DICOM se proširio još jednim modalitetom, nazvanim „*Modality worklist service*“, 1996.godine, koji omogućuje automatsko preuzimanje radne liste zajedno sa demografskim pacijentovim podacima iz informacijskog sustava. Zahvaljujući ovome, više se ne trebaju manualno unositi podatci u konzolu.

Radne stanice se mogu podijeliti na dijagnostičke i kliničke. Ono što ih razlikuje, a što se temelji na karakteristikama monitora i softvera, jesu rezolucija i funkcionalnosti. (Slika 5.) Mogu biti dio PACS-a ili nekog sustava koji je povezan s

PACS-om. Radne stanice su sposobne primiti DICOM slike iz PACS-a ili određenog modaliteta te proizvoditi dodatna radiološka izvješća i slike te ih poslati npr. u arhivu.



Slika 5. Primjer radne stanice

Izvor: <http://www.deccaid.com/Layouts/component-news-viewer.html>

Dijagnostičke radne stanice se koriste od strane liječnika za postavljanje dijagnoze. One se odlikuju visokom rezolucijom, svjetlinom te posjeduju najvišu točku funkcionalnosti. Namijenjene su radiološkom odjelu bolnice, teleradiologiji te zdravstvenim djelatnicima koji zahtijevaju posjedovanje snažnog sustava za gledanje, sa visokom razinom kvalitete slike za točnost dijagnoze.

Kompletni popis osnovnih radnih funkcionalnosti radne stanice uključuje:

- podesiv GUI (*engl.* Graphical User Interface) za povećanje kontrole izgleda, slojeva i svojstva slike te podesive postavke za boje
- zaslone za brzi odabir niza aplikacija
- olakšan pristup alatima za poboljšanje učinkovitosti rada što utječe i na kvalitetu slike
- MPR tj. multiplanarnu rekonstrukciju

- napredni trodimenzionalni oblik za obnovu u realnom vremenu u bilo kojoj ravnini
- CD u DICOMDIR formatu
- DICOM ispis za ispis odabranih slika ili čitave studije izravno na film ili papir

Također, softver, hardver i mrežne veze su vrlo važne komponente radne stanice. Nude se i zasloni razlučivosti do 2048 x 2560 piksela (5 Megapixels) što liječniku omogućuje gledanje više detalja, bez pomicanja ili zumiranja slike. Kvaliteta slike je veća, a produktivnost je povećana. Monitori trebaju podržavati veći broj sivih tonova te pružiti optimalan kontrast. Moraju imati i sposobnost kalibracije.

Zdravstveni prikaz na monitoru doprinosi većoj točnosti dijagnoze za otkrivanje patologije. To je zbog toga što postoje poboljšanja u kutu gledanja, dugovječnosti, svjetlini i smanjenoj buci što rezultira vrhunskom preciznošću i učinkovitosti.

Mogućnost pristupa slike je također vrlo bitna. Vrijeme potrebno da se slika donese na radnu stanicu mora biti 3 sekunde. Može biti i manje za sliku pohranjenu u internoj mreži s rotirajućim diskom za pohranu.

Klinički bolnički centar Split posjeduje PACS sustav te radne stanice za liječnike radiologe i za radiološke tehnologe. Međutim, odjel za radiologiju nije u potpunosti digitaliziran te se još uvijek upotrebljavaju analogne metode rada koje uključuju film – folijski sustav.

4.6.2. BUDUĆNOST MODALITETA

Dakle, cijeli rad usmjeren je na prikaz trenutnih obilježja DICOM standarda te na srodne poveznice sa standardom. Međutim, mogli bismo navesti ono što se u budućnosti očekuje od samog standarda.

U skorije vrijeme očekuju se poboljšanja u radnim stanicama i PACS-u te pristupu webu-u. Radi se i na usavršavanju trenutnog te budućeg DICOM servisa.

Neka dosadašnja poznata obilježja radnih stanica predstavljaju mogućnost korištenja kao zamjenu za sekundarnu CT/MR konzolu, za manipulaciju slike te za mogućnost ispisa slike. Budućnost radnih stanica očituje se u postizanju usavršenijih principa pristupa načinu rada u radnim stanicama. Odlike koje bi se u budućnosti očitovale ukazuju da radna stanica ne bi služila samo za prikaz i obradu slike na zaslonu.

Bitno je poštivanje određenih protokola rada. Potrebno je točno kontrolirati tko obavlja, što obavlja i kada obavlja posao na radnoj stanici. Nadalje, potrebni ulazni podatci trebaju biti dostupni (tekuće i prethodne slike, mjerenja, izvješća, itd.)

Bitno je i kreirati izvješća bilo strukturirana ili akustična. Jedno od pitanja koje se postavlja jest i kako definirati poveznicu web-PACS. Web preglednici podržavaju DICOM slike, 8 bit-nu rezoluciju u RGB slici, podržavaju namještanje prozora, MPR te trodimenzionalnu manipulaciju slike. Kako bi se to moglo raditi i na web-u potrebno se umrežiti te omogućiti web pregledniku distribuiranje i pokretanje slika. Potrebno je omogućiti usmjeravanje stranice poslužitelja na pravilnu navigaciju i tijek rada.

Putem DICOM prijenosa odnosno HTTP/WADO protokola, slika se prenosi na web preglednik i treba biti u JPEG formatu.

Ono u čemu se najveća korist ostvaruje jesu smanjeni troškovi. Počevši od toga što se koristi Internet ili softver PACS radne stanice. Ono na čemu se mora raditi je sigurnost zbog računalnih virusa. Web preglednik treba podržavati aplikacije npr. Java Web Start.

U radu sa DICOM-om znale su se pojaviti neke stvari koje su usporavale sam proces rada. Zbog toga se savjetuje koristiti neke od smjernica koje bi ubrzale rad. Među njima se najviše ističe odgovarajuća memorija slike. Preporuča se vršiti sažimanje datoteka bez gubitaka što će ujedno i ubrzati proces transporta datoteke.

DICOM definira nove objekte kako bi podržao jako veliki skup podataka. Ujedno i olakšava pristup informacijama ukoliko su organizirane u obrasce pogodne za obradu i prezentiranje.

Tehnologija napreduje vrlo brzo te svaki standard treba ići u korak s njom. To je slučaj i sa DICOM standardom. Da bi CAD i dokumenti bili postojani potrebno je stalno poboljšanje kvalitete u kliničkoj praksi. Prikupljeni podatci bit će i bolji ukoliko se koristi trodimenzionalna i višedimenzionalna manipulacija istima. To će utjecati i na poboljšanu dijagnostiku i terapiju. Bitno je i stalno uspostavljati dobru vezu između pacijenata i osoblja u svrhu dobrog dijagnosticiranja i planiranja terapije, dok bi slike služile kao smjernica tijekom kirurških intervencija.

Pomoću web preglednika treba težiti sigurnoj i kvalitetnoj teleradiologiji, neovisno o zemljopisnoj rasprostranjenosti ustanova, a sve je više riječi i o neovisnosti pregleda podataka na mobilnim uređajima.

5. RASPRAVA

DICOM je standardizirao razmjenu medicinske informacije. Trebalo je osmisliti standard koji se može koristiti u svim bolnicama za iste ili slične modalitete. DICOM pruža međusobnu povezanost između raznolikih medicinskih sustava.

Prednosti DICOM-a su uvelike važne. Nudi mogućnost konverzije analognih u digitalne podatke, a ujedno i definira sve atribute na slici uključene u svaki modalitet. Za razliku od skladištenja analogne slike, DICOM zauzima manje prostora za digitalnu pohranu podataka i lako se prenosi na velikom geografskom području.

Glavni **nedostatak** DICOM standarda je što je potrebno ispuniti sva polja koja odgovaraju atributima na slici. Polja mogu ostati nepopunjena ili krivo popunjena. Sljedeći nedostatak DICOM standarda je problem prikaza slike na uređajima različitih proizvođača zbog različitih karakteristika uređaja. Ovisno o broju bitova na zaslonima, slika može izgledati preeksponirano ili podeksponirano te se ti parametri trebaju podesiti ručno.

U Republici Hrvatskoj bi digitalna medicina trebala postati imperativ. Nažalost, pojavljuje se problem što sva mjesta, odnosno gradovi, nemaju digitalizirane odjele radiologije unutar zdravstvenih ustanova što uvelike otežava rad osoblju. Među njima je i Klinički bolnički centar Split, kojemu bi potpuna digitalizacija odjela za radiologiju uvelike olakšala te ubrzala rad s pacijentima.

6. ZAKLJUČAK

DICOM je svjetski neizostavni komunikacijski standard koji omogućuje pregled, analiziranje i ispis slika putem određenih priznatih normi. Ima mnogo prednosti i njegova implementacija unutar zdravstvene ustanove je od ključnog značaja za bolničku djelatnost. Nažalost, ni ovaj standard nije savršen, a najveće probleme predstavljaju upis opisnih podataka o slici koji uvelike ovisi o korisniku sustava te problemi prebacivanja iz različitih programskih sustava prilikom kojih dolazi do promjena slikovnog prikaza zbog individualnosti slikovnog prikaza programa, amplitude boja i dubine bitova prilikom učitavanja slike. Sve navedeno može rezultirati greškom u radu.

DICOM treba ići u korak sa neprekidnim napretkom računalne tehnologije i samim usavršavanjem zdravstvenog sustava. U budućnosti, od ovog standarda možemo očekivati mnogo. Standard je osmišljen uz mnogobrojne nedostatke, no to nije sputavalo čovjeka u rješavanju poteškoća u radu te da danas može uživati u tome što je sposoban implementirati najbolje da bi postigao maksimalne rezultate za dobrobit čovječanstva.

7. SAŽETAK

U ovom završnom radu opisuje se DICOM, neizostavni standard digitalnog oslikavanja i komunikacije podacima, koji je duboko integriran u gotovo sve dijelove medicine. Od samih početaka pa sve do današnjice DICOM se postupno usavršavao. Pojašnjen je način implementacije DICOM standarda u medicini, protokol prijenosa podataka, DICOM terminologija i formati datoteka koje se koriste unutar standarda. Nadalje, objašnjeni su načini kompresije medicinskih slika, kodiranje i zaštita prijenosa informacija. Približila se mogućnost rukovanja ovim sustavom i putem web preglednika, dovodeći ga u odnos s drugim kooperativnim sustavima i programima - PACS-om i radnim stanicama. Također su se istaknule prednosti i nedostaci standarda te što se može očekivati od DICOM-a u budućnosti.

8. SUMMARY

DICOM is an infallible standard in digital imaging and data communication deeply integrated in almost all areas of medicine. From the very beginning until today it largely gradually perfected. The way of implementation of the DICOM standard in medicine, data transfer protocol and file formats used within the standard were explained. Furthermore, the ways of medical image compression, encryption and protection of information transfer were explained too. The possibility of handling the system via web browser, became closer, bringing it into relation with other cooperative systems and applications – PACS and workstations. Also, the advantages and disadvantages of the standard were highlighted as well as what can be expected from DICOM in the future.

9. LITERATURA

1. Dowsett D.J. Kenny P.A. Johnston R.E. Computer systems in radiology. The Physics of Diagnostic Imaging (Second Edition) 301-304, 2006.
2. Foos, D. H. Muka E. Slone R.M. Erickson B. M. Flynn M. JPEG 2000 compression of medical imagery, PACS Design and Evaluation, Engineering and Clinical Issue (2000)
3. European Society of Radiology (ESR). Usability of irreversible image compression in radiological imaging. A position paper by the European Society of Radiology (ESR). Insights Imaging 2:103–115, 2011
4. DICOM@OFFIS <http://dicom.offis.de/dcmintro.php.en> (pristupljeno: 15.4. 2014.)
5. DICOM homepage NEMA http://medical.nema.org/Dicom/2011/11_01pu.pdf (pristupljeno: 15. 4. 2014.)
6. Springer Link http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-540-74571-6_4#page-1 (pristupljeno: 15.4. 2014.)
7. DICOM homepage NEMA <http://medical.nema.org/Dicom/about-DICOM.html> (pristupljeno: 15.4. 2014.)
8. DICOM is Easy <http://dicomiseasy.blogspot.com/2011/10/introduction-to-dicom-chapter-1.html> (pristupljeno: 17.4. 2014.)
9. http://www.vcl.fer.hr/papers_pdf/Overview%20of%20the%20DICOM%20Standard.pdf (pristupljeno: 25.4. 2014.)
10. DICOM distribution
<http://www.dicomdistribution.com/DICOM%20Diagnostic%20Workstation.html>
(pristupljeno: 27.4. 2014.)
11. DICOM homepage NEMA <http://medical.nema.org/standard.html> (pristupljeno: 15. 4. 2014.)
12. http://www.dclunie.com/papers/SPIE_20040217_Workstation.pdf (pristupljeno: 25.4. 2014.)
13. <http://www.infoteh.rs.ba/rad/2010/E1/E1-10.pdf> (pristupljeno: 02.05. 2014.)

14. <http://medical.nema.org/dicom/CP/Conference-2013/Presentations/Post-Conf-Day-1/D1-1640F-Loef-Trends%20and%20future%20in%20DICOM%20standardization%20post%20conference.pdf> (pristupljeno: 03.05. 2014.)

10. ŽIVOTOPIS

Zovem se Anita Ivanović. Rođena sam u Splitu 17. lipnja 1991. godine. Osnovnu školu „Trstenik“ završila sam u Splitu 2006. godine. Zdravstvenu školu Split, zanimanje - farmaceutski tehničar, završila sam 2010. godine. Sveučilišni odjel zdravstvenih studija u Splitu, preddiplomski sveučilišni studij Radiološka tehnologija, upisala sam 2011. godine. Aktivno se služim engleskim jezikom, u govoru i pismu. Dobila sam verificiranu svjedodžbu Centra za strane jezike u Splitu, o zadnjoj položenoj razini – B 2.2. iz engleskog jezika, 2012. godine. Posjedujem vozačku dozvolu B kategorije.