

INFORMACIONE TEHNOLOGIJE U RADIOLOGIJI INFORMATION TECHNOLOGY IN RADIOLOGY

Jovica Praskalo, Nebojša Vulin, Klinički centar Banja Luka

Sadržaj Ovaj rad daje kratak pregled iskustava i trenutnih rješenja u upotrebi PACS/RIS sistema na Radiologiji Kliničkog centra Banja Luka, četiri godine pošto je sistem uveden kao prvi takve vrste u jugoistočnoj Evropi.

Abstract This paper gives a short overview of experiences and current solutions in PACS/RIS system at Clinical Centre Banjaluka, Radiology Department, four years after the first PACS/RIS system in South East Europe entered full production use.

Napredak tehnologije i informatički "bum" su u oblasti medicine doveli do dramatičnih promjena u protekloj deceniji. Medicina je vrlo pogodna za primjenu novih tehničkih i informatičkih dostignuća kao oblast od opšteg interesa, koja koristi velike količine informacija svih vrsta – tekstove, slike, audio i video zapise. Korišćenje računara u svim oblastima medicine i skoro svim fazama liječenja pacijenata dovelo je do akumuliranja ogromne količine podataka ali i do njihove široke dostupnosti kako medicinskom osoblju tako i pacijentima, putem raznih oblika računarskih mreža i medija na kojima se podaci čuvaju.

Radiologija se u najvećoj mjeri zasniva na tehnologiji X-zraka, koja se nije mnogo promijenila od njihovog pronalaska prije više od 100 godina. Slika, koja je rezultat korišćenja X zraka predstavlja ključni dio procesa radiološke dijagnostike, ali "proizvod" pregleda nije slika, već dijagnoza, koja proističe iz njenog tumačenja od strane radiologa. Rendgenska slika nastaje u samom aparatu, kao rezultat interakcije rendgen zraka sa filmom (grafija) ili luminiscirajućim zaslonom (skopija) nakon prolaska kroz tijelo pacijenta. Nakon razvijanja filma, slika se može koristiti u dijagnostičke svrhe i arhivirati za kasniju upotrebu.

Tehnološki razvoj u ovoj oblasti omogućio je nastanak velike tehničke novine u radiologiji - digitalne radiografije. Gotovo svi veliki svjetski proizvođači danas u ponudi imaju rendgen uređaje različite namjene čiji je izlaz digitalizovan.

Pored rendgena u širokoj upotrebi su KT skeneri – kompjuterizovana tomografija, čiji se rad takode zasniva na korišćenju H zraka.

Pored uređaja koji koriste H zračenje, u sklopu radiologije su magnetna rezonanca, koja radi na principu mjerenja odziva vektora spina protona (jezgra vodonika) na različite pobude, i ultrazvučna dijagnostika, čiji rad se zasniva na mjerenju parametara reflektovanog ultrazvučnog talasa.

1.1 Teleradiologija i arhiviranje slike

Oslonac i pokretač telemedicine još od njenog nastanka je teleradiologija. Telemedicina podrazumjeva ne samo slanje slike koja sadrži medicinske informacije na daljinu, već i njeno korišćenje za dijagnostičke ili terapijske odluke i povratak nove informacije tamo odakle je krug započeo. U našim trenutnim uslovima, gdje je tehnološki nivo medicine

daleko ispod prosjeka industrijski razvijenih zemalja, telemedicina, pa i teleradiologija su još u povoju. Pun razvoj ovog vida medicinskih usluga podrazumjeva čitav niz koraka koje prethodno treba napraviti: Nabavka adekvatne radiološke opreme; Prilagođavanje stare opreme novom načinu korišćenja gdje je to moguće; Umrežavanje opreme unutar radioloških odeljenja; Stvaranje bolničkih informacionih sistema (BIS); Povezivanje informacionih sistema zdravstvenih ustanova na regionalnom, nacionalnom i internacionalnom nivou; Izrada tehničkih standarda i zakonskih propisa; Stručno osposobljavanje osoblja; Prilagođavanje organizacije zdravstvene službe tehnološkom napretku. Ovo je obiman i dugotrajan posao koji uključuje mnogobrojne strukture medicinskih ustanova i društva u cjelini i koji zahtjeva istovremeno postupnost i sveobuhvatnost. Ustanove koje planiraju da formiraju radiološki informacioni sistem (*Radiological Information System-RIS*) [1] imaju na raspolaganju dvije mogućnosti: preuzimanje kompletnih gotovih rješenja, što podrazumjeva velika novčana sredstva, i postepeno formiranje svih elemenata mreže u skladu sa potrebama ali i trenutnim mogućnostima. Ovakav pristup je olakšan dostupnošću tehničkih i softverskih rješenja čije cijene su u neprestanom padu. Pri tome je neophodno voditi računa o kompatibilnosti izabranih komponenti i njihovom funkcionisanju u trenutku kada se cijeli proces zaokruži. Sistem za podršku telemedicine/teleradiologije omogućava zdravstvenim ustanovama koje imaju odgovarajuću opremu, a nemaju specifične kadrove, da uvedu i koriste nove dijagnostičke metode uz telekonsultacije sa drugim ustanovama i specijalistima. Iz gore navedenih razloga u svijetu je kreiran veći broj standarda za prenos i arhiviranje medicinskih podataka (naročito onih vezanih za sliku kao osnov informacije). Organizacije [2]ACR (the American College of Radiology) i NEMA (the National Electrical Manufacturers Association) udružile su se u naporima da kreiraju jedan opšte prihvaćeni standard - DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) [3]. Ovaj standard je razvijen u saradnji sa drugim organizacijama za standardizaciju uključujući CEN TC251 u Evropi i JIRA u Japanu, uz konsultovanje IEEE, HL7 i ANSI u SAD. Ovaj standard je predmet stalnog razvoja i trenutno aktuelna verzija je DICOM 3. Standardizacija je neophodna u cilju trenutne i

buduće kompatibilnosti i komunikacije. Naime, različiti proizvođači opreme su nezavisno razvijali svoje standarde, koji su među sobom nekompatibilni. Na ovaj način su korisnika primorali da koriste isključivo njihova rješenja i opremu, što predstavlja vrstu monopolizacije. Da bi se omogućila razmjena informacija sa različitim uređajima, i od različitih proizvođača, bilo je neophodno kreiranje standarda. Proces akvizicije, transporta i skladištenja medicinskih slika je zahtevao takođe kreiranje novog interdisciplinarnog sistema, nazvanog PACS (Picture Archiving and Communication System) [4]. Zadatak PACS-a je da obezbijedi efikasan način akvizicije medicinskih slika iz različitih modaliteta i omogućiti standardizovani način komunikacije i arhiviranja.

1.2 Razvoj RIS-a i PACS-a u Zavodu za radiologiju Kliničkog centra Banja Luka

U Zavodu za radiologiju Kliničkog centra Banja Luka uvođenje ove vrste informacionih sistema je započeto sredinom devedesetih godina prošlog vijeka, kada je formiran mini PACS koga su činila tri PC računara, od kojih je jedan korišten kao upravljačka konzola jednoslojnog KT skenera SOMATOM AR STAR, a druga dva kao satelitske konzole. Na ovim računarima je bilo moguće importovati slike generisane na skeneru. Sa nabavkom digitalne radiološke opreme počinje i formiranje radiološkog informacionog sistema (RIS) koji je unapređivan i dograđivan u skladu sa napretkom računarske i dijagnostičke tehnologije. Prilikom nabavke nove opreme, kupovani su isključivo digitalni aparati. Slike dobijene na tim aparatima su visoke rezolucije i zahtjevaju adekvatan pristup prilikom arhiviranja ili prebacivanja sa jednog medija na drugi (film, optički disk, hard disk i druge). Najveći problem je bio kako ubaciti sliku sa rendgen aparata u mrežu tj. u klasičan PC, a da ta slika (podatak) ispunjava sve medicinsko-tehničke standarde koji su već postavljeni u toj oblasti. Rješenje je pronađeno u digitalizaciji pomoću kompjuterizovane radiografije (*Computerized Radiography-CR*).

Potreba za ovakvim sistemom uslovljava je realizaciju posebnog PACS projekta koji je uspješno sproveden u saradnji sa SIEMENS-om. Specifičnosti su bile vezane za nekoliko ključnih tačaka: Nedostatak računarske opreme; Loš stepen umreženosti i telekomunikacija; Raznorodna oprema; Mala finansijska sredstva. S druge strane, bilo je neophodno ispoštovati (svjetske) zahtjeve funkcionalnosti i standardizacije ovog sistema, vezano za druge modalitete rada i budući razvoj projekta. Srž ovog sistema i njegov najkritičniji dio predstavlja svakako dio koji se tiče akvizicije - preuzimanje slike. Tu postoji problem različitih modaliteta rada i uzimanja slike. Generalno, akvizicija slike se može podijeliti na tri najosnovnija tipa modaliteta od nivoa opremljenosti aparata:

- Digitalni aparati - preuzimanje slike direktno, korišćenjem komunikacionih protokola
- Analogni aparati sa video izlazom - preuzimanje slike PACSport-om
- Analogni aparati bez video izlaza - hardversko rješenje, primjena CR sistema za uzimanje slike, implementacija zavisi od tipa aparata.

Krajnji rezultat u sva tri slučaja je digitalna slika visokog kvaliteta koja se posredstvom Syngo XS PACS softvera može dalje koristiti u dijagnostici i može jednostavno transportovati i arhivirati.

1.3 Programski paket

Prvi dio softvera je onaj koji obezbjeđuje osnovu funkcionalnosti RIS-a. Radi se o softverskom modulu za prijem pacijenata (šalterska aplikacija) gdje se vrši kreiranje i ažuriranje digitalnog kartona pacijenta. Ova aplikacija u sebi objedinjuje podatke o pacijentima, knjigu protokola, podatke o ljekarima, ordinacijama, vrstama pregleda i nabavci i utrošku medicinskog materijala, kao i sve neophodne šifrnike. Ovaj softver, pod nazivom OnyxRIS je donacija američke firme VIZTEK. Ovakav sistem obezbjeđuje jednoznačni unos podataka o pacijentima i pregledima, na jednom mjestu i skraćuje vrijeme toka pregleda od trenutka dolaska pacijenta do dijagnoze. To je jedan od bitnih preduslova za efikasno funkcionisanje PACS sistema, praćenje toka pregleda i arhiviranje nalaza izvještaja. Takođe, ovo minimalizuje greške u evidentiranju demografskih podataka o pacijentu, jer se ažuriranje centralizuje i podaci se unose samo jednom. Svi pregledi vezani za jednog pacijenta, uključujući i razne modalitete pregleda (rendgen, ultrazvuk, skener...) mogu se pronaći na jednom mjestu, u digitalnom kartonu pacijenta. Preko baze podataka (na serveru) koja se ažurira ovom aplikacijom koriste se svi ostali moduli softverskog paketa. Baza podataka je implementirana korišćenjem SQL server tehnologije uz bezbjednosnu kontrolu pristupa podacima. Pristup bazi iz programa je transparentan, te je moguće koristiti različite SQL servere po zahtjevu korisnika. Radne stanice za akviziciju slike, u zavisnosti od modaliteta rada, koriste neku od verzija aplikacije za akviziciju i distribuciju slike. Sve ove verzije su, što se tiče interfejsa, gotovo identične, a najviše se razlikuju u dijelu koji se tiče same akvizicije - na osnovu različitih načina vezivanja na odgovarajuće medicinske aparate. Računarska mreža koja služi kao osnov komunikacije u ovom rješenju je zasnovana na TPC/IP protokolu. Ovaj protokol omogućuje univerzalnost, brzinu i visoku pouzdanost komunikacije. Radi se o Switched 1GB mreži. Za ovu vrstu komunikacije (gdje se radi o transferu relativno velikih fajlova) neophodno obezbjediti brzinu koja neće ometati radni proces ili proces dijagnostike. Tamo gdje za to postoje tehničke mogućnosti poželjno je koristiti optičke veze. Radiologija ima velike zahtjeve što se tiče kapaciteta arhiviranja i komunikacije. Prosječan radiološki pregled zahteva (po svim svjetskim iskustvima) 60-100 MB. Ove brojke se mogu višestruko smanjiti upotrebom kompresije podataka.

Radna stanica za akviziciju omogućava preuzimanje slike sa dijagnostičkog aparata, pojedinačno ili u sekvencama (dinamika pregleda). Po uzimanju slika, one se automatski vezuju za izabranog pacijenta i arhiviraju u digitalni karton pacijenta. Arhiviranje možemo podijeliti na kratkotrajno i dugotrajno. Kratkotrajno arhiviranje služi u svrhu dijagnostike, pisanja ljekarskih nalaza, ili telekonsultacije. Ključne slike i sekvence koje su karakteristične za dijagnozu se onda mogu i dugotrajno arhivirati na nezavisnim medijima. Isti ovi podaci

moгу poslužiti ljekarima za svrhe različitih statistika i naučnoistraživački rad. Akvizicione stanice kroz mrežu distribuiraju ove podatke do radnih stanica na kojima se vrši dodatna obrada i pisanje ljekarskog nalaza/izvještaja. Skladištenje slike (kratkotrajno i dugotrajno) vrši se po DICOM standardu, i to posebnoj varijanti standarda, tzv. Multi-DICOM, koji omogućava spremanje više slika u jedan DICOM fajl. Slike u DICOM formatu su kompresovane "lossless" JPEG kompresijom koja obezbeđuje visoki stepen kompresije bez gubitka. Svaka slika u ovom fajlu nosi sve podatke relevantne za pregled, pa čak i ljekarski nalaz - dijagnozu. Korišćenje ovog standarda omogućava jednostavnu razmjenu informacija unutar i van medicinske ustanove.

Dio softverskog paketa za obradu slike/arhiviranje ima sledeće funkcije: Izbor relevantnih/ključnih slika; Pregled snimljenih "živih" sekvenci; Ekstrakcija pojedinačnih slika (relevantnih) iz digitalnog video zapisa; Pozitiv/negativ; Rotacija/ogledalo; Uvećanje, pomeranje ("pan/zoom", "magnify"); Selekcija isjecanje (kružno i poligonalno); Kontrast/osvetljaj; Izjednačenje sive skale (korekcija histograma); Promjena rezolucija i veličine slike; Funkcija za mjerenje; Označavanje detalja (strelice, tekst na slici); Konverzija slike iz DICOM fajla u različite formate slike za različite potrebe; Mogućnost preuzimanja slike sa donijetih digitalnih medija (USB, CD ROM, ZIP, digitalna arhiva,

Internet – slika poslata u svrhe konsultacije i sl.) ili lokalnu digitalizaciju dostavljenih filmova korišćenjem transparentnih skenera; Selekcija interesnog regiona sive skale ("window-level"); Očitavanje vrijednosti piksela sa slike; Filteri (slobodna korekcija relevantnih parametara slike kroz filtersku matricu, i drugi popularni filteri korišćeni u programima za digitalnu obradu slika); Kreiranje zvučnog zapisa (izdiktiranog nalaza) za daktilo-biro i arhivu; Pisanje ljekarskog izvještaja; Štampanje slika (štampa na papiru, štampa na laser-kameri ili "dry-imager" uređaju); Štampanje izvještaja (sa i bez slika, slobodan izbor broja slika uz izvještaj); Arhiviranje na CD ROM i druge medije.

1.4 Hardverska rješenja

U zavisnosti od tipa konekcije na uređaj, primjenjena su različita hardverska rješenja. U slučaju digitalne komunikacije, korišćen je DICOM protokol. Uređaj se direktno vezuje na PC računar posredstvom mrežnog ili DICOM priključka uz korišćenje odgovarajućeg PC interfejsa. Najveći broj aparata (KT skener, magnetna rezonanca, angiografi, ultra-zvučni aparati) ima digitalni izlaz. Za uređaje sa klasičnim video izlazom korišćene su standardne "framegrabber" kartice. Tehnički podaci i dodatni opis dati su u Tabeli 1.1.

Tabela 1.1. - Specifikacija opreme

Broj akvizicionih stanica	3
Server za distribuciju slika	1
Broj stalno vezanih klijenata	23
Šalterska radna stanica	1
LAN	1 GB Switched Ethernet
Računarska oprema	Zasnovana na Pentium VI računarima
Povezani uređaji:	
Angio sala	INTEGRIS 2000, PHILIPS
Rentgen	Multix TOP, Superix 1000 (2 kom), SIEMENS
KT skener	SOMATOM Sensation 16, SIEMENS
MR skener	Magnetom AVANTO, SIEMENS
Ultrazvuk	Logic 7 (3 kom), GE
Dijaskopija	ICONOS MD, SIEMENS
Mamografija	Mammomat 1000, SIEMENS

Literatura:

[1] http://www.viztek.com/products/products_onyxris.htm

[2] <http://www.acr.org/> - Homepage ACR.

[3] <http://medical.nema.org/dicom.html> - NEMA's official Web page - DICOM

[4] <http://www.ee.bilkent.edu.tr/~ragaris/HTML/main.html> - Ragaris Laboratory PACS project