

1998-02-3

Informatika Jegyzet

Készítették:

A MEDIMON K.F.T.

és

Dr. Duliskovich Tibor

Országos Röntgen és Sugárfizikai Intézet



Mérnöki Szolgáltató és Kereskedelmi Kft.
Budapest, 1087. Könyves Kálmán krt. 76.
Tel/Fax: 333-33-49, 333-47-45

Tartalomjegyzék

TARTALOMJEGYZÉK	1
EMBER ÉS SZÁMÍTÓGÉP	4
A SZÁMÍTÓGÉP NEM ELLENSÉG!	4
A SZÁMÍTÓGÉP IS CSAK ESZKÖZ, MINT EGY KALAPÁCS VAGY EGY FOGÓ	4
KOMMUNIKÁCIÓ A SZÁMÍTÓGÉPPEL	4
A SZÁMÍTÓGÉP MINT ESZKÖZ	5
MIRE KÉPES A SZÁMÍTÓGÉP?	5
A SZÁMÍTÓGÉP SOHASEM FOGJA PÓTOLNI AZ EMBERT!	5
MITŐL JÓ A SZÁMÍTÓGÉP?	5
A FELHASZNÁLÓ SZEMPONTJÁBÓL	6
AZ ADATFELDOLGOZÁS	6
KÉT BŰVÖS DOLOG: A HARDVER ÉS A SZOFTVER	6
ADAT ÉS INFORMÁCIÓ	7
MI AZ INFORMÁCIÓ?	7
MI AZ ADAT?	7
MIK AZ INFORMÁCIÓS RENDSZEREK?	7
MIK AZ INFORMÁCIÓS FOLYAMATOK?	7
INFORMÁCIÓK TÁROLÁSA	8
A SZÁMÍTÓGÉP „EMLÉKEZŐKÉPESSÉGE”	8
MI AZ „ÁLLOMÁNY” ÉS A „FILE”?	8
Az állományok neve	8
A FILE-OK TARTALOMJEGYZÉKE	9
ÁLLOMÁNYFAJTÁK	9
Programok	9
Adatfile-ok	10
ADATFILE-OK SÉRÜLÉSE	11
MI A „FIZIKAI ADATSÉRÜLÉS”?	11
MI A „LOGIKAI ADATSÉRÜLÉS”?	11
ÓVAKODJUNK A VÍRUSOKTÓL!	11
A SZÁMÍTÓGÉP „ANATÓMIÁJA”	12
A SZÁMÍTÓGÉP „AGYA” (A KÖZPONTI EGYSÉG) ÉS A „TESTRÉSZEI” (A PERIFÉRIÁK)	12
A BILLENTYŰZET RÉSZEI:	12
A kurzorblokk	12
Vezérlőbillentyűk	13
Különálló kurzorblokk	14
Funkcióbilleentyűzet	14
Jelzőlámpák	14
A MONITOR	14
Működési elv	14
Csoportosítás	15
Kezelés	16
Különleges monitorok	16
Az LCD monitor	16
A NYOMTATÓK	16
Csoportosítás	16
Kezelés	17
Kijelzők	17
A HÁTTÉRTÁRAK FAJTÁI	18
A merevlemez (winchester, hard disk)	18
A hajlékonylemez (floppy disk)	18
EGYÉB (OPCIONÁLIS) ESZKÖZÖK	18

A SZÁMÍTÓGÉP KIKAPCSOLÁSA.....	21
SZÁMÍTÓGÉPEK EGYMÁS KÖZÖTT.....	22
MIK A SZÁMÍTÓGÉP-HÁLÓZATOK?.....	22
HÁLÓZATÉPÍTÉS.....	23
JOGOK, BELÉPÉS, KILÉPÉS	23
A NOVELL NETWARE.....	23
NYOMTATÓK MEGOSZTÁSA	24
A HÁLÓZATOK HÁLÓZATA - AZ INTERNET.....	24
<i>Az Internet lehetőségei</i>	<i>24</i>
<i>A World Wide Web (WWW)</i>	<i>25</i>
<i>Egy képzeletbeli példa.....</i>	<i>26</i>
<i>A Netscape Navigator</i>	<i>26</i>
AZ OPERÁCIÓS RENDSZEREK	27
A WINDOWS 95	28
MI A WINDOWS?.....	28
A WINDOWS ELŐNYEI.....	28
AZ EGÉR.....	29
<i>Kezelés.....</i>	<i>29</i>
AZ „ABLAKOK”	29
<i>Alkalmazás (program) ablak.....</i>	<i>29</i>
<i>Másodlagos (Dokumentum) ablak</i>	<i>30</i>
A WORD FOR WINDOWS.....	31
ÚJ DOKUMENTUM.....	31
DOKUMENTUM ELTÁROLÁSA	31
MÁR MEGLÉVŐ DOKUMENTUM BETÖLTÉSE	31
KIVÁGÁS/BEMÁSOLÁS	31
BETŰMÉRET ÉS BETŰTÍPUS	31
NYOMTATÁS.....	31
RIS, PACS. FILMNÉLKÜLI RADIOLÓGIA.....	32
DIGITÁLIS KONTRA ANALÓG	32
<i>Előnyök:</i>	<i>32</i>
<i>Hátrányok:.....</i>	<i>33</i>
RIS, PACS.....	34
<i>Képméret</i>	<i>35</i>
RIS, PACS LEHETSÉGES FELÉPÍTÉSE	36
<i>Régebbi képek visszakeresési igénye</i>	<i>36</i>
<i>Átlagos hozzáférési idő.....</i>	<i>36</i>
<i>Hibrid PACS a gyakorlatban.....</i>	<i>37</i>
<i>DICOM-3.....</i>	<i>38</i>
<i>Tervezés.....</i>	<i>39</i>
<i>Jövőkép.....</i>	<i>39</i>
<i>Hagyományos képfeldolgozás költségei</i>	<i>40</i>
<i>Jukebox.....</i>	<i>40</i>
<i>Adatvesztést okozó események.....</i>	<i>41</i>
<i>Élettartam, garantált adatmegőrzés időtartama</i>	<i>41</i>
<i>Adatolvasási hiba gyakorisága, hibaelhárítás átlagos ideje.....</i>	<i>41</i>
ADATTÖMÖRÍTŐ ELJÁRÁSOK.	42
MEDVISON KEZELÉSI UTASÍTÁS	43
ÁTTEKINTÉS A SZÁMÍTÓGÉP HASZNÁLATÁRÓL.....	43
A SZÁMÍTÓGÉP KI- ÉS BEKAPCSOLÁSA	43
<i>Bekapcsolás</i>	<i>43</i>
<i>Kikapcsolás.....</i>	<i>43</i>
<i>Más programba való átlépés</i>	<i>44</i>

Más programba való átlépés	44
ALAPFOGALMAK	44
A MEDVISION PROGRAM FŐMENÜJE ÉS MENÜPONTJAI	46
File	46
Adatbázis.....	46
Edit	46
Postprocessing	46
Képek.....	46
Service	46
KÖZVETLEN MEGKÖZELÍTÉSŰ MENÜPONTOK	46
Adatbázis.....	47
Vizsgálat	55
Archiválás.....	55
Leletezés.....	57
A TÁROLT KÉPEK FELDOLGOZÁSA (POSTPROCESSING)	61
Eredeti kép.....	62
Kontraszt.....	62
Inverz	62
Filter (szűrés).....	62
Denzitás	63
Referencia hossz.....	63
Mérés.....	64
Zoom in.....	64
KÉPEK	64
EGYÉB MENÜPONTOK	65
FILE.....	65
EDIT.....	65
SERVICE.....	65

RIS, PACS.

Filmnélküli radiológia

Digitális kontra analóg

Adatokat, ezen belül képeket, alapvetően két formában tárolhatunk: analóg és digitális formában. A röntgen diagnosztikában keletkező képek, ritka kivétellel (pl. átvilágító videó jele) digitálisak. A rtg-filmen ugyanis a kép molekuláris szinten digitális, hiszen az emulzió molekulái két állapotban létezhetnek: vagy fénygerjesztetten, vagy érintetlenül. Ennek megfelelően hívás után vagy feketék lesznek, vagy nem. Az ultrahang, DSA, CT, MRI, szcintigráfia képalkotása köztudottan digitális. Konvenció csupán, hogy ezen adatokat rtg vagy Polaroid filmen, video szalagon, hőpapíron tároljuk, számítógépes feldolgozás számára hozzáférhetetlen formában. A rtg-filmen való tárolás fizikailag digitális ugyan, de a számítógép szempontjából - analóg, tehát gyakorlatilag ide sorolandó.

A kép lehet álló vagy mozgó, lehet fekete-fehér vagy színes, lehet kétdimenziós és háromdimenziós (CT, MR, holográfia), különböző felbontású, színmélységű, képváltási frekvenciájú (sebességű), néma vagy hangos (szívhangok, Doppler jel, stb.), tömörített vagy nem. Az anyaggal ellentétben, mely nem vész el csak átalakul, a kép információ tartalma bizony elvesz nem megfelelő felvétel, tömörítés, rögzítés, tárolás, olvasás, hibajavítás vagy továbbítás technika esetén.

Az irodalom feldolgozása során szembetűnő volt, hogy az 1986 és 1992 között megjelent cikkek döntően szkeptikusan tekintenek a digitális radiológia eszköztárára, jobbik esetben egyenértékűnek találták a digitális és hagyományos képek diagnosztikus értékét. Az 1992 után megjelent anyagok szinte kivétel nélkül jobbnak értékelik a digitális képalkotást a hagyományoshoz képest. Ez magyarázható részben egy szemléletváltással is, elsősorban azonban a digitális képalkotás, tárolás és megjelenítés eszköztárának rendkívül gyors fejlődésével. Néhány év alatt több generációnyi váltás történt a technikában, ami drasztikus képminőség javulást eredményezett.

Gondoljuk végig, mi indokolja a digitális képalkotás és kezelés alkalmazását a radiológiában és mi szól ellene.

Előnyök:

1. A digitálisan tárolt kép manipulálható a monitoron, ezzel a diagnosztikus folyamat eredményesebbé tehető (elsősorban az ablakozási technika segítségével). Közvetlenül végezhető mérések a monitor képernyőjén (szívnagyság - gondoljunk csak a hagyományos rtg felvételek bizonytalan nagyítására, kerület, terület, sugárabszorpció, átlagszámítás. Alkalmazhatók különböző filterek, matematikai eljárások, élesítés, simítás, subsztrahálás, kontraszt változtatás, stb.).
2. Az információ módosulás és veszteség nélkül tárolható évtizedekig.
3. A képi információt szöveges megjegyzésekkel (lelet), adatokkal tehetjük teljessé (labor).
4. A kép a felvételt követően azonnal megtekinthető, nincs szükség előhívásra.
5. A digitalizálók nagyságrendekkel nagyobb expozíciós tartományokban dolgoznak a film emulziójához képest. Ez azt jelenti, hogy nincs felül vagy alul exponált felvétel, nincs felvétel ismétlés, legfeljebb jobb vagy gyengébb jel/zaj viszony a kiolvasott képen.
6. A kép és a lelet mindig azonnal visszakereshető.
7. A digitálisan tárolt kép helyigénye minimális, fizikailag alig mérhető.

8. A képek más számítógépnek elküldhetők (pl. modem segítségével akár egyszerű telefon vonalon is). Így konzultációkra is lehetőség nyílik (pl. ügyeletben a supervisorral), ha az orvosok otthonukban és munka helyen is rendelkeznek számítógéppel.
9. A képkészítés és a képtárolás költségei a hagyományos film készítés és tárolás költségeinek csupán töredéke. Ez mozgó képre is érvényes, de kisebb költség megtakarítást jelent.
10. Az osztályokon a kiszolgáló személyzet létszáma csökkenthető.
11. Csökken az emberi tévedésekből származó hibák lehetősége és száma (pl. rosszul exponált film, szakszerűtlen archiválás miatt visszakereshetetlen filmek).
12. Minőségromlás nélkül korlátlan számú másolat készíthető. Egy adott felvétel egyidőben párhuzamosan több helyen is nézhető (rtg, műtő, diák oktató labor, osztály, stb.).
13. Tudományos feldolgozásra kiválóan alkalmas a digitális képbázis és a hozzátartozó szöveges adatbázis. A ritka korképek felvételei országosan kigyűjthetők és elemezhetőek. Egyedülálló oktató képanyag válogatható össze.
14. Ígéretesnek tűnik a jelenleg fejlesztés alatt álló alakfelismerő diagnosztikus programok alkalmazása, melyek levehetik a jövőben a rutin munka terhét a radiológusok válláról.
15. Különböző eljárásokkal nyert eltérő felbontású és gradációjú képek egységes platform alá vonhatók, a speciálisan erre a célra elfogadott DICOM-3 radiológiai képi kommunikációs szabvány által. Így egységesen tárolhatók és feldolgozhatók a képek.
16. A korszerű digitális gépeknek és az elmaradó felvétel ismétléseknek köszönhetően csökkenthető a populáció sugárterhelése.
17. A PACS (Picture Archiving and Communicating System) rendszerek bevezetését követően a radiológiai munka felgyorsul, ezáltal a betegek bennfekvésének ideje jelentősen (20-30%) lerövidül.
18. Minden beteg akár zsebében is hordhatja a saját vizsgálati anyagait, képeit floppy-n vagy kazettán.
19. A havi, negyedévi, évi statisztikák könnyűszerrel elkészíthetők egy alkalmas program segítségével.
20. Kevésbé terheli a környezetet mint a hagyományos technika a vegyszereivel, kiselejtezett filmjeivel és óriási energia igényével.
21. Utólagos hardcopy (film) készítés esetében képkiegyenlítés segítségével, egyszerre ábrázolhatók a magas és alacsony denzitású képletek (pl. lágyrészek és csontok) egy felvételen, továbbá a laser kamera beállításai optimalizálhatók a képtartalomnak megfelelően.

Hátrányok:

1. Magas beruházási költségek, melyek csak évek múlva térülnek meg.
2. A képnyerés szükségszerűen digitális kell hogy legyen, különben a rtg-filmes munka költségeihez *hozzáadódik* a képdigitalizálás és képtárolás járulékos költsége, ahelyett, hogy helyettesítené azt.
3. Az összes érintett munkahelyen, osztályon monitorokat kell elhelyezni, hálózatot kiépíteni, a személyzetet felkészíteni.
4. A képmegjelenítő új hibaforrásként lép be (rosszul beállított monitor).
5. Igen nagy átképzési kényszert jelent. Az orvostársadalom, ezen belül a radiológusok, ellenállásával is számolni kell.

6. Helytelen képmanipulálás patológiát szimulálhat (pl. erőteljes élkiemelés, túl szűk ablak), ami diagnosztikus tévedésekhez vezethet.
7. Túl alacsony expozíciós sugárdózis hatására (ALARA elv szem előtt tartása = As Low As Reasonable Achievable) romlik a kép jel/zaj viszonya és a képtartalomban zavaróvá válhat a zaj, mely csökkenti a kép diagnosztikus értékét, ezzel ismétlést indukál, azaz a sugár „spórolás” végeredményben nagyobb összdózsist produkálhat vagy diagnosztikus tévedéshez vezethet.
8. Feleslegessé válnak munkahelyek - munkanélküliség indukáló hatás.
9. A rendszer meghibásodása esetén semmilyen adat hozzá nem férhető, tehát megbénul az osztályos munka. Nagyfokú hardver függőség.
10. Az esetleges áramkimaradások, hálózat túlterhelésekkel szemben, vírusfertőzések ellen védeni kell a hálózatot.

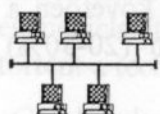
RIS, PACS

Ha a képünk már digitális kézenfekvő, hogy azt digitális formában szeretnénk továbbítani a leletezés vagy konzultációk színhelyére, a sebészeti műtőbe és digitálisan szeretnénk tárolni. Ennek a feladatnak a lebonyolításához hálózat, megfelelő eszközök és programok kellenek. Röviden ismertetjük a hálózatok hardver (eszköz) és szoftver (program) oldalait.

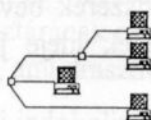
Topológia:

Topológián a számítógépek összekötésének módszerét értjük. A legelterjedtebbek:

Sín (busz)



Fa



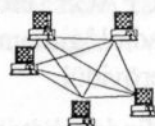
Gyűrű



Csillag



Teljes háló



Fizikai adatátviteli közegek:

- Koaxiális (antenna) kábelek
- Sodrott érpár (telefon vonal)
- Üvegszál kábel
- Elektromágneses hullámok (műholdas, GSM összeköttetés)
- 220 Voltos hálózat
- agyhullámok (csak viccelek)

Protokollok sebessége:

A protokoll az a „nyelv” amivel a számítógépek egymással közlik a továbbított adatok felépítését (pl. a képsor kezdete és vége, hibajavító kód használata) és saját állapotukat (foglalt, szabad, nyomtat, stb.) jelzik a többi számítógép felé. A hálózatba kötött számítógépek különböző operációs rendszerek alatt működhetnek (UNIX, Macintosh, DOS, Windows klónok). A hálózati protokollnak ezért futnia kell az összes rendszerben.

Az elterjedtebb protokollok sebessége és az egy lokális hálózaton belül összeköthető számítógépek száma változó. Az egyszerűbb protokollok 2.5 MB/s adatátviteli sebességgel rendelkeznek és 255 számítógépet tudnak kiszolgálni (pl. Arcnet), a modernebbek sebessége a 100 MB/s-ot is meghaladja korlátlan számítógép kiszolgálási lehetőséggel (pl. FDDI), jelenleg már fejlesztés alatt vannak az 1500 MB/s-os hálózatok.

A különböző hálózati topológiáknak, adatátviteli közegeknek és protokolloknak más-más előnyük és hátrányuk van (hibatűrő képesség, sebesség, elektromágneses zaj elleni rezisztencia és zajkeltés,

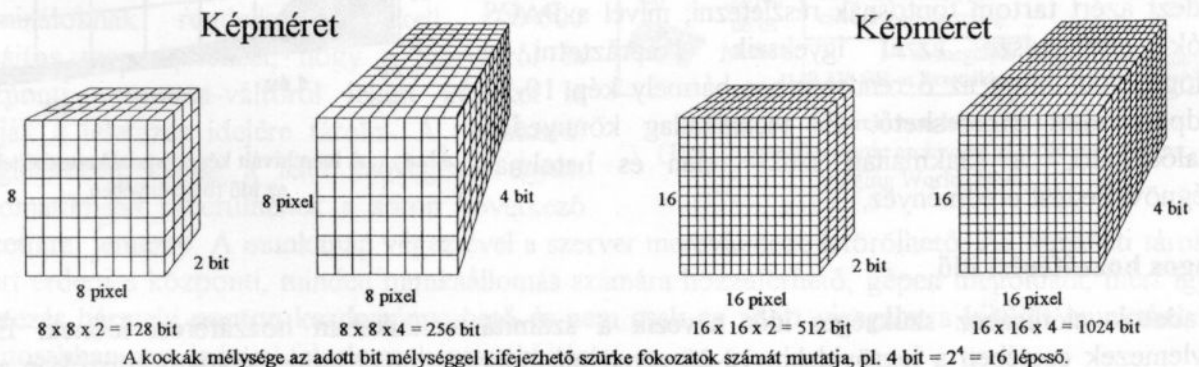
összeköthető számítógépek száma, költség, felhasználó barát kiképzés, szerviz igény, stb.) Ezek részletes tárgyalása ezen a helyen nem lehetséges, azonban annyit érdemes megjegyezni, hogy a gyakorlatban a legrugalmasabban kihasználható elrendezés a csillag topológia, érdemes törekedni a minél gyorsabb, képtovábbításra is alkalmas hálózat építésére (min. 100 MB/s), az adott környezethez igazodó (pl. távoli telephelyek esetében a mikrohullámos összeköttetés olcsóbb lehet egy kábel lefektetésénél) kivitelezésben. A hálózati elemek cseréje lényegesen többbe kerül, mint eleve megfelelő sebességű hálózat telepítése. Ne forduljon elő az a helyzet, amikor az orvosnak negyedórát várnia kell a képekre a hálózat leterheltsége miatt, mert esküdt ellenségévé válik a film nélküli radiológiai osztály gondolatának.

Egyáltalán nem mindegy hogy milyen céllal archiválunk. Hiszen ha öt év múlva szeretnénk idegensikú rekonstrukciót végezni a CT vizsgálatból, akkor a nyers mérési adatokra lesz szükségünk, melyek kb. 20-szor annyi tárhelyet igényelnek, mint a belőlük rekonstruált képek. Ha csak a képeket archiváljuk, tegyük-e el a negatív képeket is vagy csak a pozitívakat? Ha csak a pozitívakat, akkor esetleg csak az elváltozást kinagyítva? Selejtezzünk-e, mit és milyen időn túl. Talán ne is tároljunk, hanem adjuk oda a betegnek (vissza hozza-e?). Sok kérdés, melyekre a választ a gyakorlat tudná szolgáltatni.

Képméret

Néhány példán szemléltetjük a kezelendő információ mennyiségét: egy A4-es oldalon lévő szöveg kb. 0.002 MB (Megabájt, azaz egymillió bájt; 1 bájt = 8 bit; 1 bit, azaz bináris digit, egyesnek vagy nullának felel meg), egy 1280x1024 mátrixú fekete-fehér kép 1.3 MB, egy ugyan ekkora 24 bit színmélységű, azaz 17 millió színű színes kép 4 MB, 1 perc hifi minőségű stereo zene kb. 10 MB, 1 perc *tömörített* VHS minőségű film kb. 10 MB, egy *másodperc* tömörítetlen S-VHS minőségű film (25kép/sec, 768x576 képpont, 24 bit szín) 30 MB!!! és így tovább.

A képi diagnosztika szempontjából alapvető kérdés, hogy hány biten tároljuk a képeket, ugyanis ez határozza meg, hogy a szürke skálánk hány lépcsővel rendelkezik. Ha 12 bitről ($2^{12}=4.096$ lépcső) korlátozzuk a mélységi felbontást 8 bitre ($2^8=256$ lépcső), akkor a kép csak közel fele annyi tárhelyet fog igényelni, elvileg azonban ezzel értékes információt veszíthetünk. Különböző vizsgálatokból kiderült hogy a 8 bit mélységű digitális kép azonos vagy jobb a teljes mélységű analóg filmnél, hiszen a film 4096 lépcsőjéből az emberi szem úgyszólván csak 32 lépcsőt láthatott a nézőszekrényen, miközben a digitális képet egy szűk ablakkal végigpásztázhatta. Kiderült továbbá az is hogy a 7 bites képek minősége még nem befolyásolja hátrányosan a diagnosztika pontosságát. 6 bites mélységnél azonban hirtelen leromlott a találati pontosság. Tehát leszögezhetjük, hogy a napi gyakorlatban többnyire elegendő a 8 bit képmélység.



A 256 szürkességi fokozat bőven elegendő, amennyiben a CT-ben használatos ablakozási technikát alkalmazzuk. Az emberi szem, fiziológiájánál fogva, 32 szürke fokozatnál többet nem képes megkülönböztetni (eddig ennyi lépcsőt láttunk minden röntgen felvételen). Tehát a 256 lépcsőnek egyszerre 16-32 fokozatát érdemes a monitoron megjeleníteni. Így egy szűk ablakkal végig lehet

pásztázni a rendelkezésre álló tartomány egészét az rtg-filmeknél jóval nagyobb kontrasztosság mellett. Ez fokozottan igaz a lágyrészek alacsony kontraszt különbségeire.

Durva becslés alapján egy nagy forgalmú radiológiai osztály napi tárigénye adatkompresszió nélkül kb. 2 GB. Ez évi 754 GB (1Gigabájt = 1024 MB = 1.073.741.824 bájt). (Bécsben több mint 2 éve működik a Danube Hospital-SMZO-ban egy komplett PACS rendszer. Náluk az 560 akut ellátású ágyhoz kötötten évente 300-400.000 felvétel születik 0.7-1 Tbyte háttértár igényel. A napi képmennyiség 5-6 GB, a hálózat napi forgalma 15-20 GB! A Tokyo Hitachi Hospital-ban hasonló adatforgalmat bonyolítanak le naponta. Londonban a Hammersmith kórházban a két egyenként 2 TB kapacitású egyszerűsítható optikai jukebox 20 éves képmennyiség tárolására lesz képes).

RIS, PACS lehetséges felépítése

Régebbi képek visszakeresési igénye

A radiológiai intézetek jövőbeli képarchiváló (PACS = Picture Archiving and Communicating System) és információs (RIS = Radiological Information System) rendszeréről szeretnék néhány gondolatot kifejteni.

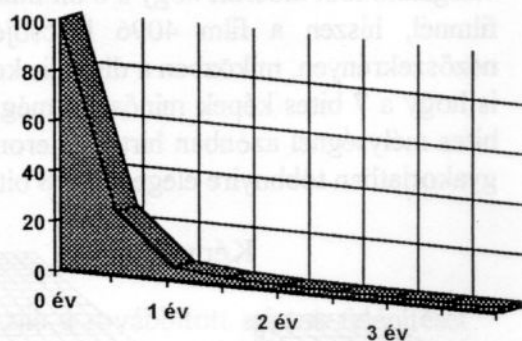
A PACS döntően a digitális képek kezeléséről, tárolásáról gondoskodik, miközben a RIS bonyolítja a beteg felvétellel, leletezéssel, számlázással, anyagbeszerzéssel, osztály üzemeltetésével kapcsolatos adminisztratív feladatokat. A két rendszer közötti határ lassan összemosódni látszik, mivel a piaci kínálatban egyre több kombinált rendszer található. A fentiekből következik, hogy a PACS lényegesen hardver igényesebb, mint a RIS, azaz az osztály hálózati forgalmát nem a RIS betű és számadatai határozzák meg, hanem a PACS-ban keringő hatalmas méretű (akár 20-50 MB-os!) képek.

Amint azt a kiterjedt felmérések bizonyítják a radiológiában keletkezett és learchivált képek (nem leletek!) visszakeresési igénye gyors ütemben csökken az idő múlásával és például 1 év múlva 5% alá esik. A betegek döntő többsége egy adott betegség kapcsán időben viszonylag szűk tartományban jelentkezik a gyógyintézetekben, amit esetleg több éves szünet is követhet. Természetesen a PACS bevezetésével a visszakeresési igény növekedni fog. Hiszen ma a radiológus sokszor eleve meg sem próbálja visszakeresíteni a szükséges régebbi felvételeket - „Kár az időért és fáradságért” - hisz úgy sem lesz meg. A tudományos feldolgozás igénye pedig a technikai lehetőségek birtokában fog igazán kivirágogni.

Mindezt azért tartom fontosnak részletezni, mivel a PACS gyártók egy része azzal igyekszik elkápráztatni a radiológusokat, hogy az ő rendszerében bármely kép 10-20 másodperc alatt kikereshető. Ez technikailag könnyedén megvalósítható, de szakmailag szükségtelen és hatalmas költségnövekedést eredményez.

Átlagos hozzáférési idő

Az adatok eléréséhez szükséges időt nevezik a számítástechnikában hozzáférési időnek. Ez merevlemezek esetében a legrövidebb: 10-20 ezred másodperc, mivel lemezes adathordozókon az adatok koncentrikus körpályákon vannak cirkulárisan elhelyezve, ezért elérésükhöz az író-olvasó fej a megfelelő sávba való pozicionálása szükséges csupán, ami ezred másodpercek alatt kivitelezhető. A szalagos egységeken az adatok egymás után vannak rögzítve. Ebből kifolyólag legrosszabb esetben az egész szalagot át kell csévélni, amennyiben az adatok éppen a szalag másik végén találhatók, ami



Ábra A learchivált képek visszakeresésének igénye az idő függvényében.

akár 1-2 percig is eltart, de még mindig gyorsabb, mint egy archívumból "kibányászni" egy régi felvételt. A szalagos egységek átlagos hozzáférési ideje fél perc.

Hibrid PACS a gyakorlatban

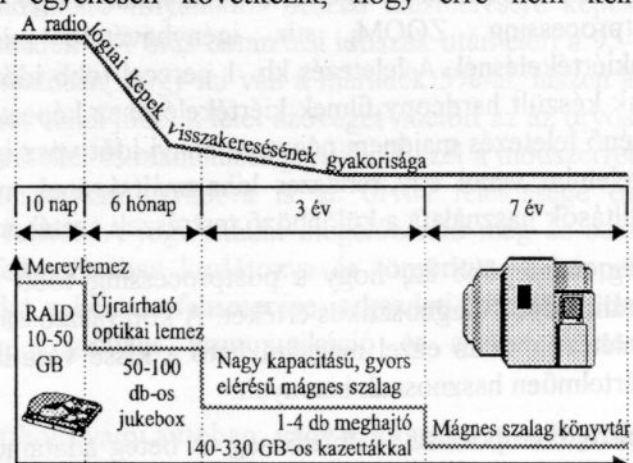
A számítógépes rendszer tökéletesen el tudná látni a feladatát például a következő képen: amint a beteg megfordul a radiológiai osztályon, azaz összefut a RIS-el (Radiologic Information System), felveszik az adatait és kinyomtatják a névre szóló, vonalkódot tartalmazó, öntapadós matricáit - a rendszer automatikusan leellenőrzi az adatbázisában, hogy vajon korábban megfordult-e az adott helyen a beteg. Ha igen akkor letölti az előző kórlapjait, képeit, labor eredményeit a különböző adathordozókról egy központi gépre. Mindez időben véget ér mielőtt a beteget egyáltalán megvizsgálnánk (a hasonlóan felépített rendszerek esetében ez az idő kb. három perc). A vizsgálatot követően a radiológus egy gombnyomásra elővarázsolhatja az elkészített információkat. A friss képek és leletek a soron következő hordozóra lennének elmentve.

A képarchívumnak mindenképpen automata szerkezetnek kell lennie, mely a lokális hálózatba (LAN = Local Area Network) kapcsolt gépek mindegyike számára hozzáférhető. Az automatában több meghajtónak kell lennie, egyrészt az aktuális kazetta kezelésére, másrészt terminálok különböző igényeinek kielégítésére. Itt a teljes archíváltság és az olcsóság a fő szempontok. Tehát alapvetően mágnes szalagokra épülhet. Ezek egységenkénti kapacitása elegendően nagy: (10 GB 8mm-es helical scan, 50 GB DV szalag, 330 GB Ampex szalag), ezért egy nagyobb osztály 10 éves adatkompresszió nélküli tárigényét kb. 40-500 db kazetta kielégítheti. Átmenetileg (1-2 évig) a képek a gyors hozzáférést biztosító, újrahasznosítható, de relatíve drága MOD lemezekben tárolhatók. Ezek után automatikusan át lennének másolva 8mm-es kazettákra és a felszabaduló MO lemezek ismét vissza kerülnének a körforgásba. Ampex szalag esetében az átmeneti tárnak nincs különösebb jelentősége, mivel a keresés sebessége elegendően nagy (60 MB/sec). A tároló eszközök gyors fejlődése előrevetíti, hogy 2-3 év múlva a jelenleg legkorszerűbb médiumok is teljesen elavulttá válnak, azaz visszaforgatásukra nem fog sor kerülni. Ebből egyenesen következik, hogy erre nem kell törekednünk minden áron, inkább már ma is olcsó megoldásokat preferáljunk.

A napi munkához, leletezéshez gyors hozzáférésű, központi gépre telepített, 4-10 Gigabájtos merevlemezre van szükség, vagy winchester tömbre. (Londonban a Hammersmith kórházban erre a célra 40 GB array-t használnak, ahol a teljes képanyag a leletezésig megtalálható 1:2 reverzibilisen (lásd később) komprimálva). A termináloknak rendelkezniük kell 100-500 Mbájtos merevlemezrel, hogy a szerverről és központi automata-váltóról lekért képeket le tudják a leletezés idejére tárolni. A monitorról megleletezett képek a lelet szövegével együtt automatikusan rákerülnének a soron következő kazettára, lemezre. A munkanap végeztével a szerver merevlemeze letörölhető. Az átmeneti tárolást azért érdemes központi, minden munkaadó számára hozzáférhető, gépen megoldani, mert így a leletezés bármely ponton kezdeményezhető és nem csak az adott vizsgálatra kijelölt munkahelyen, pontosabban nem igényel felesleges képtovábbítást.

A CD-ROM fejlesztések azonban megkérdőjelezhetik néhány éven belül a MOD vagy helical scan kazetták létjogosultságát.

Figyelembe kell vennünk, hogy az eszközök kapacitása ugrásszerűen növekszik, a képeket elégséges szelektíve tárolni, a kötelező képmegőrzés csupán öt év, a tudományos archívum nem



Ábra ... Képarchívum lehetséges felépítése
(Tim Chunn: Electronic archiving of radiology images.
Imaging World. 1996)

igénnyel külön tároló kapacitást és léteznek már valós idejű adatkompressziós eljárások, melyek teljesen észrevétlenül a háttérben működnek. Ekkor egyértelművé válik, hogy egy automata váltó, mely 100 adathordozót képes kezelni, 5 évre ki tudja elégíteni egy nagy forgalmú radiológiai osztály tárigényét! Öt év elteltével pedig egészen más perspektívából fogunk beruházni a következő öt évre!

DICOM-3

A képi adatbázis kezelése magas követelményeket állít a számítógépes hálózattal szemben is. Nagyon fontos megkövetelnünk a hálózatba kötött diagnosztikus készülékeknél szabvány adatcserélő felület (interface) jelenlétét. Ezt ma a nemzetközileg elfogadott DICOM-3 protokoll testesíti meg és biztosítja azt, hogy a diagnosztikus berendezéseink kommunikálni tudjanak egymással, azaz kompatibilisek legyenek. Így elkerülhetővé válnak az inkompatibilitási problémák a különböző gyártók termékei között és szükségtelennek válnak a nagyon költséges megoldások, amikor különböző illesztő programok segítségével kényszerülünk a diagnosztikus eszközeinket hálózatba integrálni.

A megfelelő technikai eszközök alkalmazásával megegyező fontosságú a munkafolyamatot szabályozó program felépítése, felhasználó barátsága, ezen áll vagy bukik egy tökéletes rendszer használhatósága (beteg adat, kép, lelet, hangfelvétel, automatikus mentések, vírusellenőrzés, jogosultságok menedzselése, felhasználó barát környezet, stb.)

A tapasztalatok azt mutatják, hogy megváltozik a PACS rendszerekkel felszerelt osztályok munkamenete: nincsenek elfekvő vizsgálatok, a leletezés gyakorlatilag azonnal követi a vizsgálatot, a klinikusok kb. 10-15%-kal ritkábban igénylik a radiológus konzultációját és ennek ellenére gyorsabban döntenek, így a betegek átlagos bennfekvési ideje jelentősen lerövidül, akár 20-30%-kal is! A PACS bevezetése tehát gazdaságilag is megtérül a filmes munka költségeinek eliminálásával és a betegek bennfekvési idejének jelentős lerövidülése által.

Érdekes módon a vizsgálatok bizonyítják, hogy a monitorról történő képelemzés, a digitális postprocessing, ZOOM, stb. igénybevétele miatt több időt igényel a nézőszekrényes filmkiértékelésnél. A leletezés kb. 1 perccel több időt igényel a digitális felvételek kiértékelésénél a róluk készült hardcopy filmek kiértékeléséhez képest, vagy egy másik felmérés szerint a monitorról történő leletezés majdnem négyszer annyi időt vesz igénybe, mint a nézőszekrényes. Ezt is érdemes figyelembe venni egy rendszer kihasználtságának megítélésénél. Előre definiált szűrők és ablak beállítások használata a különböző testrészek esetében jelentősen csökkentheti a leletezés időigényét.

Még meglepőbb az, hogy a postprocessing több vizsgálat alapján nem befolyásolja döntően a digitális képek diagnosztikus értékét. A kontrasztosság növelése, az élkimelés növelik a képen a zaj jelenlétét is, talán ezzel magyarázható a kissé váratlan eredmény. Az ablakozási technika azonban egyértelműen hasznosnak bizonyult.

Fontos szempont az adatbiztonság. A beteg adataihoz csak jogosult személyek férhetnek hozzá és ez vonatkozik a képekre is.

A leletező orvos felé az információt egy új eszköz közvetíti: a képcső. A rosszul beállított (kontraszt, fényerő, felbontás, képfrissítés) monitor nem csak fárasztja a szemet, de elfedheti az értékes diagnosztikus információt és tévedéshez vezethet. Bizonyos hogy a 2048x2048 mátrixú monitor minden esetben a hagyományos filmmel megegyező értékű képet ábrázol, de a mindennapi gyakorlatban többnyire elegendő ennek a felbontásnak a fele is. Az alkalmazott monitorok száma 2 és 6 között, méretük 14" és 21" között szokott lenni, ami inkább a radiológusok szokásaihoz igazodik (egyszerre egy teljes képsorozat megjelenítési igénye nagy területen) és nem a fizikailag megkívánt és elegendő monitor számhoz. Például Londonban a Hammersmith kórházban 4 db 1536x2048 felbontású 275 cd/m² fényerejű monitorból álló monitor mezőt és egyszerűbb 1152x882 200 cd/m² fényerejű szimpla monitorból álló megjelenítőket használnak évek óta jó eredménnyel a digitális képek kiértékeléséhez.

A radiológiai osztályokon bevált képviziteket is szükséges egy PACS rendszer keretein belül megoldani ahhoz, hogy a megszokott munkamenetet ne borítsuk fel feleslegesen. A leválogatott képeket a konferencia szobában lévő terminálra érdemes kiküldeni a vizitet megelőzően. A rolloszkópok gyors képváltását egy alkalmas szoftverrel tudjuk utánozni, mely a következő képet egy köztes memóriába előre beolvassa és gombnyomásra azonnal meg tudja jeleníteni.

Tervezés

A digitális radiológia megvalósításának legkomolyabb akadálya az egészségügy szűkös anyagi háttere. Hiszen ma már pontosan tudni lehet, hogy adott helyen az adott feladat ellátására milyen típusú eszközökre lenne szükség. A teljesen digitális PACS rendszer beruházási költsége tízmillió forint nagyságrendű és ehhez hozzáadódik a digitális képeket készítő rtg készülékek ára. Számomra is világos, hogy a jelen gazdasági helyzetben ez nem járható út hazánk összes diagnosztikus intézménye számára, de a jövő mindenképpen ez.

A számítástechnika fejlődési üteme 2-3 évente elavulttá teszi a beruházásainkat. Ez persze nem azt jelenti, hogy meg kell várnunk ameddig ez a folyamat lelassul (úgy tűnik az elkövetkező 20 év be van biztosítva), hanem azt, hogy ma a tervezés során a három év múlva szokványos adatforgalomra, a holnapi kivitelezésnél a közeljövő kihívásaira kell felkészülnünk. Különben eleve elavult rendszer bevezetésén fogunk fáradozni.

Jövőkép

A hardver fejlődés kényszerítette a szoftver fejlesztőket először a grafikus felületű programok fejlesztésére, majd mind több funkció (levelezés, fax, számvitel, zene és videó rögzítés, karakter felismerés, kérdőív feldolgozás, stb) integrálására. Párhuzamosan több cég fejlesztései irányulnak a beszélt nyelv felismerésére. Rövidesen szóban fogjuk irányítani a számítógépeket és a radiológus a leletét nem tollba, hanem számítógépbe mondja majd. A tagolt beszédet megkövetelő kissé lassú IBM-féle rendszertől, a gyakorlatban is jól hasznosítható folyamatos beszéd felismerésére képes Philips rendszertől, amely találati pontossága egy kezdeti 3-4 órás betanítási időszak után eléri a 95-97%. Elhangzanak ugyan aggodalmak azzal kapcsolatban, hogy mi van a maradék 5%-al, hiszen a hibás felismerés a beteg életébe is kerülhet. A helyzet ennél jobb: a lelet szövegét mielőtt az az orvos kezébe visszajutna, gépirónők összevetik a hangfelvétellel és manuálisan javítják. Ezzel a módszerrel gyakorlatilag 99.9% pontosság érhető el. Természetesen továbbra is az orvos felelőssége és kötelessége marad, hogy aláírás előtt elolvassa a leletet. A jogi vitákat megelőzendő még az sem tűnik abszurdnak, hogy a hangfelvételt magát, felbontásában korlátozva és tömörítve, a képpel együtt tároljunk. A hatalmas számításiigényű feladat a kézírás felismerése is kezdeti formában, de megoldódni látszik. A következő lépést talán a globális kommunikáció és a természetes programozási nyelvek jelenthetik.

Az abszolút idealizált jövő talán az, hogy majd otthon, vagy autóban, vagy a tóparton ülve fognak dolgozni a radiológusok és a magasan kvalifikált szakasszisztensek által készített standardizált felvételek, a betegre vonatkozó minden egyéb információval együtt, GSM vagy műholdas rádió telefonon keresztül fognak megérkezni a számítógépek képernyőjére a különböző kórházakból. A kész leletek pedig visszakerülnek a kiértékelést kezdeményező kollégákhoz.

A háromdimenziós vizsgálati technikák bevezetésével (pl. 3D ultrahang, CT, MR) átalakulhat az ügyeleti rendszer is, hiszen az ultrahangot elvégezheti a szakképzett szonográfus és az adatokat továbbíthatja az ügyeleti orvos otthonába, ahol az a számítógépe monitorán tetszőleges idegensíkú rekonstrukciót készíthet az adattömbből, mintegy újból „megvizsgálva” a beteget. A lelet ugyancsak digitális formában kerül vissza a kórházba. Így akár egyszerre több kórházban is ügyelhet az adott szakorvos vagy egy speciális problémával meg lehet keresni egy tengeren túli specialistát és kikérni véleményét percek alatt.

Hagyományos képfeldolgozás költségei.

Egy korszerű radiológiai osztály manapság rendkívül változatos vizsgálatok végzésére van felkészülve. A hagyományos röntgen vizsgálatokon túl, melyek a modern módszerek birtokában is a képek kb. 70%-át szolgáltatják, ultrahang, CT, MR, izotóp stb. vizsgálatokból származó képek tömege születik nap mint nap.

Vegyük alaposabban szemügyre a költségek oldalát. Hasonlítsuk össze a hagyományos filmes munkavégzés költségeit és a digitális radiológia becsült költségeit.

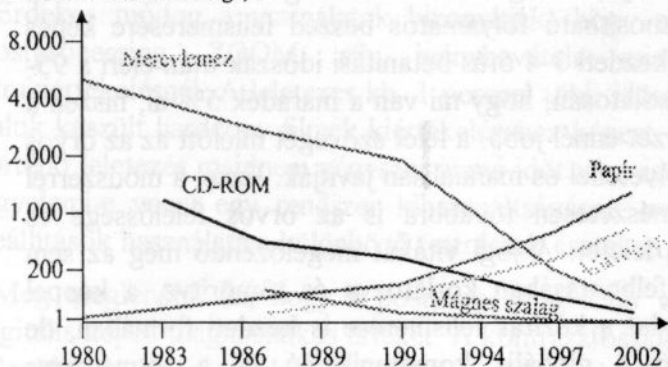
Az 1994-1997 időszakban bekövetkezett gazdasági változásoknak köszönhetően (infláció, adó kulcsok változása, vámtarifák emelése, sorozatos forint leértékelések, stb.) a film négyzetméterének ára kb. háromszorosára növekedett meg!

És akkor még nem számoltuk a hívó automaták amortizációját, szervizigényét, villany és víz számlát, rtg-kazetta, fólia költségeit; nem vettük figyelembe a megszűnő kép és lelet archívumok fenntartásának költségeit, a fölöslegessé váló asszisztensek bérét.

Jelenthet valamit hogy éppen a hőpapír, Polaroid, röntgen filmek gyártásában érdekelt cégek járnak élen a digitális képalkotásban és képtárolás technikai fejlesztésében. Ők már felismerték ennek elkerülhetetlenségét és igyekeznek nem elveszíteni vezető pozíciójukat e területen. De elég kitekinteni a világba, ahol roham léptékel terjednek a digitális fényképezőgépek (minden tizedik eladott fényképező gép 1997-ben digitális volt Japánban és Amerikában) és DV videó kamerák és egyértelművé válik, hogy a fejlődés ebbe az irányba mutat.

A digitális képtárolás nagyságrendekkel (kb. 100-szor) olcsóbb a hagyományos filmes munkához képest. A szalagos adathordozók jelenleg a legolcsóbbak, utánuk következnek az optikai adattárolók, ezeket követik a magneto-optikai eszközök és a winchesterek.

1 MB tárolásának költsége, Ft



A radiológiai osztály költségei azonban nem csak a filmfeldolgozás költségeiből állnak, hanem pl. a diagnosztikus berendezések szerviz kiadásaiából és az épület fenntartásához szükséges pénzből. Ez utóbbiak nem csökkennek a „filmnélküli” osztályon sem. Ezért a gyakorlatban jó esetben 2-3-szor kisebb költséggel lehet üzemeltetni a radiológiát digitálisan (egy kezdeti hatalmas beruházást követően!)

Ez hatalmas mennyiségű információ, melyet nem csak biztonságosan kell tárolni, de melynek naprakészen hozzáférhetőnek kell lennie. Arra, hogy ennek a követelmény rendszernek hogyan lehet eleget tenni, a továbbiakban derül fény.

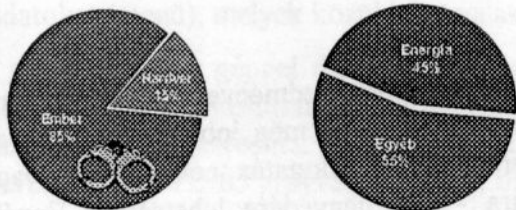
Jukebox

A kezelési komfort szemszögéből fontos, hogy az adathordozók automatában való tárolása és automata cseréje megoldott legyen. A megbízhatóság szempontjából azokban az eszközökben, melyek emberi beavatkozást igényelnek használatuk során, az adathordozók nagyobb sérülésveszélynek vannak kitéve, mint az automata lemez-kazetta cserélő berendezések (jukebox-ok) esetében. A mai automaták a cserét 6-8 másodperc alatt végzik el, és száznál több adathordozó tárolására alkalmasak ezzel 10-20 Terrabájtnyi (egy Terrabyte = 1024 Gigabájt) tárolókapacitást biztosítva a felhasználóknak. A meghibásodások közti idők az automaták esetében kb. 25-30.000 óra, vagy 250.000 hordozó csere, folyamatos "nyúzó próba" szerű üzem esetén!

Újabbban, mivel a szalagos egységekre és az optikai adathordozókra történő rögzítés lassúbb a merevlemezekénél, a jukeboxokban harddisk-et használnak átmeneti (cache) tárolónak, tehát kifelé a jukebox winchesternek megfelelő sebességgel viselkedik írásnál. A jukeboxokba egyszerre több meghajtót is építenek (akár 40 is) és 1-8 liftet, mely cseréli a meghajtókban a kazettákat illetve a lemezeket. Így egyszerre sok felhasználó szerteágazó igényét ki lehet elégíteni fennakadás nélkül.

Adatvesztést okozó események

A statisztikai adatok szerint a pótolhatatlan adatok elvesztésével járó hibákat 85%-ban emberi tévedés vagy szándékos cselekmény okozza és csupán 15%-ban hardver hiba (ezen belül 75% a tápegységben keletkező zavarok)¹⁸. Az American Power Conversion cég felmérése szerint az energia ellátás zavara (nem derül ki vajon a szándékkal okozott zavart is ide sorolták) okozója 45.3%-ban az adatvesztésnek.



Tehát minél inkább csökkenthető az adatforgalom során az emberi beavatkozás lehetősége, annál biztonságosabb és olcsóbb lesz az. A fontos adatok védelme érdekében célszerű szünetmentes áramforrásokat használni, melyek tölthető elemek segítségével segítik áthidalni az

áramkimaradások idejét, védik a számítógépeket a feszültség és frekvencia ingadozásokkal szemben, hosszabb áramkimaradás esetében pedig lehetővé teszik a rendszer biztonságos leállítását.

Élettartam, garantált adatmegőrzés időtartama

Az élettartam egyes "fiatal" adathordozóknál csupán becsült adat, más típusok esetében viszont a gyakorlat által igazolt érték. Az élettartam egyrészt az írási-olvasási ciklusok maximális számát jelenti, másrészt a hordozó gyártás időpontjától számított korát, anyagának előregedését és a hordozó használhatatlanná válását. A MOD legalább 1.000.000.000-100.000.000 írás-olvasás-törlés ciklust viselnek el, harddisk-ek 50.000.000 írási-olvasási ciklust biztosan elviselnek, a CD-R (1. később) lemezek 1.000.000 olvasási ciklust garantálnak, ez floppy-nál és szalagos egységeknél már csak 5.000 ciklus a kopás miatt. Természetesen az érintkezés nélküli optikai írás-olvasás korlátlan számban végezhető. Egyes adatok szerint a hajlékony lemezek (floppy-k) kb. 5-10 év alatt előregednek és megbízhatatlanná válnak. A tárolás körülményinek függvényében természetesen a CD-k is tönkremehetnek: a tükröző alumínium réteg oxidálódhat, a hordozó réteg mattul, így a lemez reflexivitása csökken, amit ugyan a meghajtó kompenzál a lézersugár energiájának növelésével (a LED, egyébként 100 éves, élettartamának rovására), de csak bizonyos mértékig. A MO lemezek minimum 40 évig megbízhatóan használhatók.

Az adatmegőrzés terén főlényesen győznek az optikai tárolók, melyek elméleti élettartama min. 50-100 éves biztonságos adatmegőrzést garantál. A mágneses adathordozók jelerőssége az idő múlásával folyamatosan csökken (a „felezési idő” 5-7 év közötti⁴³, ennyi idő alatt csökken a mágneses jelerősség a felére), ezért 5 évenként ajánlatos az adatokat felfrissíteni (egyes szakértők harddisk esetében a fél évenkénti formázást és újratöltést javasolják).

Adatolvasási hiba gyakorisága, hibaelhárítás átlagos ideje.

Az adatrögzítés, megőrzés és olvasás biztonsága a helyrehozhatatlan adathibák közti idővel fejezhető ki. Ez az elméleti szám évtizedekben mérhető a modern back-up szerkezetek esetében. Az adatok hibamentes írása, tárolása és olvasást követő hibajavítása többféle képen biztosítható. A fizikai védelem egyik módszere az, hogy az egymást követő összetartozó adatokat szétszórtan más-más helyre kerülnek, így egy felületi sérülés esetében rendkívül kicsi az esélye egy kijavíthatatlan hibának. Egy folyamatosan működő berendezés életében elég hamar eltelik az az idő, amely után

statistikai valószínűséggel be fog következni egy hiba. Tehát a hiba várható, megszüntetni nem tudjuk, csak a hatását tudjuk kiküszöbölni hibatűrő hibakorrigáló rendszerekkel.

Az adatolvasási hiba gyakorisága a modern eszközöknél nagyon hasonló kevesebb mint 10^{-13} - 10^{-15} (ez 1 db 1 cm rövidebb karcolásnak felelne meg minden 10.000-ik felvételen). A meghibásodás gyakorisága (MTBF = Mean Time Between Failure) 30-150.000 óra (azaz 4-17 évente egyszer). A hibaelhárítás átlagos ideje (MTTR = Mean Time To Repair) a szerviz megérkezésétől 10-30 perc, mivel ezen eszközök öndiagnosztizáló szoftvereket és könnyen kicserélhető paneleket tartalmaznak. Gondoljuk csak el mennyi időt igényel a hívóautomata vegyszerrel való feltöltése, vagy fénycsőcsere a nézőszekrényben, vagy az asszisztens lábtörésének begyógyulása.

A hálózatban történő adattovábbítás során hasonló adatbiztonságot érnek el.

Adattömörítő eljárások.

Az adattömörítő eljárások egy bizonyos határon túl már adatvesztést eredményeznek. Kritikusan kell tehát viszonyulnunk azokhoz a termékekhez, amelyek tizedére vagy még jobban tömörítik a képeket és mindezt teszik a garantált adatbiztonság ígéretével. A válogatás nélküli képanyag komprimálása adatvesztés nélkül maximum egy harmadára - egy negyedére lehetséges. Ennél nagyobb mértékű tömörítés csak adatredukció mellett képzelhető el jelenleg. Ez fokozottan igaz a mozgó kép rögzítésére!

Folynak vizsgálatok annak meghatározására, hogy a képtömörítés hogyan befolyásolja a diagnosztikus folyamatot és milyen típusú algoritmusokkal érdemes tömöríteni a képeket. Mint az sejthető volt a magas arányú kompresszió (1:20, 1:25), jelentős képminőségromlást eredményez a kicsomagolt képen. Ez első sorban az egyedül álló finom vonalas struktúrák elmosásában és a retikuláris rajzolat eltűnésében nyilvánul meg. A kisebb arányú tömörítés (1:10, 1:15) csak nem szignifikáns diagnosztikus érték csökkenést okoz, mely belül van a radiológusok egyéni szórásán.