

RADIOLÓGIAI ♦ 32. ÉVFOLYAM (SUPPL.1) 1996 ♦ **KÖZLEMÉNYEK**

HU-ISSN 0133-2791

**ORSZÁGOS RÖNTGEN
ÉS
SUGÁRFIZIKAI INTÉZET**

évkönyve

**II. Hungarian Medical Physics
Conference & Workshop**

Supported by the European Community
& the Clinical Science Foundation

Organised by:
Hungarian Association of Medical Physicists
In Hungarian Biophysical Society



RADIOLÓGIAI KÖZLEMÉNYEK

32. kötet
Különszám

Főszerkesztő:
VITTAY PÁL

Szerkesztők:
BOHÁR LÁSZLÓ
DULSKOVICH TIBOR
NÉMETH ZSUZSANNA

Szerkesztő Bizottság:
ÁDÁM GÉZA
BARANYAI TIBOR
LACZAY ANDRÁS
PASTINSZKY ISTVÁN
ZARÁND PÁL

A kiadásért felel:

DR. VITTAY PÁL
egyetemi tanár, az ORSI főigazgató főorvosa

Lapnyilvántartási szám: B/SZI/2510/1995.

Nyomdai szövegelőállítás: a szerzők által.



Korszerű archiválás, képtárolás

Duliskovich Tibor

ORSZÁGOS RÖNTGEN ÉS SUGÁRFIZIKAI INTÉZET.
H-1047 BUDAPEST, BAROSS U. 105-107.

Összefoglalás: A képi adatok korszerű digitális kezeléséről és tárolásáról szól a tanulmány a magyarországi viszonyok fényében. A szerző az adattömörítő, hibajavító eljárások és a létező adattárolási eszközök rövid ismertetésén túl, azok gyakorlati alkalmazására tesz javaslatokat. A digitális képtárolás számos egyéb előnye mellett sokkal gazdaságosabb a hagyományos filmes archívumnál. Az adattömörítés jelenleg csak a mozgó kép digitális kezelésénél indokolt és szükségszerű. A radiológiai osztályok jelenlegi számítástechnikai felszereltsége fejlesztésre szorul és ezek a költségek rövid időn belül megritkulhatnak, amennyiben a kép önmaga is digitális munkahelyen születik.

Kulcsszavak: Digitális képtárolás, tömegtárolók, back-up, PACS, LAN, MPEG, JPEG, mozgó kép, adattömörítés, költségvetés.

Bevezetés

Adatokat, ezen belül képeket, alapvetően két formában tárolhatunk: analóg és digitális formában. 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 (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 elvész nem megfelelő felvétel, tömörítés, rögzítés, tárolás, olvasás, hibajavítás vagy továbbítás technika esetén.

A tanulmány célkitűzése az, hogy különböző szempontok figyelembe vételével, találjunk egy, a radiológiai intézetek számára optimális digitális adattárolási közeget, és kidolgozzunk egy koncepciót ennek alkalmazására.

Az összehasonlítás alapjai

Néhány példán szemléltetjük a kezelendő információ mennyiségét: egy A4-es oldalon lévő szöveg kb. 0.002 MB, egy 1280x1024 mátrixú fekete-fehér kép 1.3 MB, egy ugyanekkor 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.

Vizsgáljuk meg, milyen adattömörítési technikák állnak ma rendelkezésünkre. Négy fő csoport létezik: a mágneses elven működő rögzítés, az optikai tárolás, az előző kettő keveréke és az elektrosztatikus. Kísérleti stádiumban van egy, a holográfia elvét alkalmazó, rendkívül ígéretes adathordozó kutatása.

	Mágneses	Optikai	Magneto-optikai	Elektronikus
Lineáris elérésű	mágnes szalag streamer kazetta helical scan kazetta DAT	optikai szalag		
Szektorális elérésű	floppy winchester cserélhető hard. disk ZIP lemez	CD-ROM ROD EOD WORM	MOD Floptical	
Közvetlen elérésű				EPROM SRAM, DRAM FLASH

Az egyes adathordozók az alábbi szempontok szerint rangsorolhatók:

1. Tárolókapacitás egységenként.
2. Átlagos hozzáférési idő.
3. Adátáviteli frekvencia.
4. Garantált adatmegőrzés időtartama.
5. Törölhetőség, újraírhatóság.
6. Egységnyi adatmennyiség tárolásának költsége.
7. Helyigény.
8. Adatolvasási hiba gyakorisága.
9. Meghibásodás gyakorisága.
10. Hibaelhárítás átlagos ideje.
11. Egy teljes rendszer ára.
12. Adathordozó automata cseréjének lehetősége.
13. Kompatibilitás.
14. Élettartam.

Gondoljuk végig, mi indokolja a röntgenképek digitális tárolását, és mi szól ellene.

A digitális képtárolás előnyei

1. A digitálisan tárolt kép manipulálható a monitoron, ezzel a diagnosztikus folyamat eredményesebbé tehető. Közvetlenül végezhető mérések a monitor képernyőjén (szív nagyság, kerület, terület, sugárabszorpció, átlagszámítás. Alkalmazhatók különböző filterek, matematikai eljárások, élesítés, simítás, subsztrahálás, kontraszt változtatás, ablakozási technika, stb.).

2. Az információ módosulás és veszteség nélkül tárolható évtizedekig.

3. A képi információt szöveges megjegyzésekkel, adatokkal tehetjük teljessé.

4. A kép a felvételt követően azonnal megtekinthető, nincs szükség előhívásra. A kép és a lelet mindig azonnal visszakereshető.

5. Kevésbé terheli a környezetet mint a hagyományos technika a vegyszereivel és kislejtezett filmjeivel.

6. A digitalizálók nagyságrendekkel nagyobb expozíciós tartományokban dolgoznak a film emulziójához képest. Ez azt jelenti, hogy nincs felül vagy alul exponált felvétel, nincs film ismétlés, legfeljebb jobb vagy gyengébb jel/zaj viszony a kiolvasott képen.

7. A digitálisan tárolt kép helyigénye minimális, fizikailag alig mérhető.

8. A képek más számítógépnek elküldhetők 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 költségmegtakarítást jelent.

10. Csökken az emberi tévedésekből származó hibák lehetősége és száma (pl. rosszul exponált film, szakszerűtlen archiválás miatt visszakereshetetlen filmek). Az osztályokon a kiszolgáló személyzet létszáma csökkenthető.

11. Minőségromlás nélkül korlátlan számú másolat készíthető. Egy adott felvétel egyidőben párhuzamosan több helyen is nézhető (rtg, műtő, diák oktató labor, osztály, stb.).

12. Tudományos feldolgozásra kiválóan alkalmas a digitális képbázis és a hozzátartozó szöveges adatbázis. A ritka kórképek felvételei országosan gyűjthetők és elemezhetőek.

13. Ígéretesnek tűnik a jelenleg fejlesztés alatt álló alakfelismerő diagnosztikus programok alkalmazása, melyek levehetik a jövőben a rutin munka terhet a radiológusok válláról.

14. Különböző eljárásokkal nyert eltérő felbontású és gradációjú képek egységes platform alá vonhatók, a speciálisan erre a célra elfogadott ACR/NEMA radiológiai képi kommunikációs szabvány által. Így egységesen tárolhatók és feldolgozhatók a képek.

A digitális képtárolás hátrányai

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. Feleslegessé válnak munkahelyek - munkanélküliség indukáló hatás.

5. A rendszer meghibásodása esetén semmilyen adat hozzá nem férhető, tehát megbénul az osztályos munka.

6. Az esetleges áramkimaradások, hálózat túlterhelésekkel szemben, vírusfertőzések ellen védeni kell a hálózatot.

Vegyük alaposabban szemügyre a költségek oldalát. Egy működő nagy forgalmú radiológiai osztály 1992, 1993, 1994 és 1995 I. féléves filmfogyasztását feldolgozva kitűnik, hogy az osztályon a következő képen alakult a film és vegyszer fogyasztása:

1992-ben és 1993-ban átlagban napi 662 darab felvétel készült, ha figyelmen kívül hagyjuk, hogy a felvételek egy része óhatatlanul technikailag sikertelen, tehát selejt (a CT filmfogyaszt 16-tal szorozva be az általános filmesztátnak megfelelően, az UH hőpapir tekercsére 100 db. kép készül). A film, hőpapir, hívó és fixáló költségek osztva napi 662 darab felvételre azt eredményezi, hogy **egy felvétel ára 27 forint 13 fillér körül mozog.**

A haemodinamikai laborban használatos 36 mm-es roll film egy tekercsére kb. 2250 képkocka készül. Mivel fajlagosan az egy filmkockára jutó költség nagyon alacsony (3.5-4 Ft), torz képet kapnánk a röntgen osztályon leexponált nagyformátumú filmek költségéről, keverve ezeket. Így roll film nélkül számoljuk az egy kép elkészítésének költségét.

Az 1994 és 1995 első félév adatainak feldolgozásából kitűnik, hogy a beteg forgalom gyakorlatilag azonos szinten maradt, a leexponált filmek száma nem növekedett, azonban az időközben bekövetkezett gazdasági változásoknak köszönhetően (infláció, adó kulcsok vál-

tozása, vámtarifák emelése, sorozatos forint leértékelések, stb.) az egy filmre jutó költség jelentősen megnövekedett.

1994-1995-ben naponta átlagosan 547 felvétel készült, ami egy felvételre vetítve 55 forint 41 fillér költséget jelent, tehát az 1992-1993-as évek dupláját.

1995 augusztusától a beszállítók további 16-20%-os áremelést jelentettek be, ami be is következett, tehát könnyen megbecsülhető, hogy egyetlen felvétel ára 1995 végére megközelítette a 70 forintot!

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.

Ha feltételezzük, hogy a napi munka mennyisége a három-négyszeresre fog nőni, akkor napi kettő ezer felvétellel számolva évente 725.000 képet kellene digitális formában tárolnunk.

A mozgó kép valós időben történő digitalizálására ennek a tanulmánynak a keretein belül, hely hiány miatt, nem tudunk kitérni. Ezért ezt a tárgigényt figyelmen kívül hagytuk, annál inkább, mert haemodinamikai labor csupán néhány működik az országban. Azonban röviden felvázoljuk a létező álló és mozgó kép képtömörítési eljárások működési elvét és az ezekből fakadó buktatókat is.

Ha egy képet egy magas felbontású monitor felbontásával (1280 sor x 1024 pont) akarunk tárolni 256 fekete-szürke skála fokozatban, akkor egy kép tárgigénye 1.31 MB (MB, megabájt egy millió bájt információnak felel meg). A választott felbontást a nagyobb felbontású monitorok csillagászati ára indokolja. Szeretném azonban kihangsúlyozni, hogy az eredeti rtg kép bármely részlete kinagyítva, a felesleges részeket leahagyva, rögzíthető a fenti felbontással, tehát adott esetben, a monitor képernyőjén a rtg-filmhez képest "nagyobb" felbontásban, az emberi szem számára kényelmesebben felismerhető képet nyerünk. A fent említett UH képek eredeti felbontása az S-VHS video jel felbontásával megegyező, tehát csupán 768x576 képpont, a CT és MRI képek 512x512 vagy jó esetben 1024x1024 mátrixal készülnek, azaz alatta vannak a választott képfelbontásnak, a szcintigráfias felvételek felbontása szintén.

A 256 szűrkeségi fokozat bőven elegendő, amennyiben a CT-ben használatos ablakozási technikát alkalmazzuk. Az emberi szem, fiziológiájánál fogva, 32 szürke fokozatnál többet nem képes megkülönböztetni. 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-filmekénél jóval nagyobb kontrasztosság mellett.

A képenkénti 1.31 MB pedig tovább csökkenthető 30-50%-kal, tehát 600 KB-ra a modern adattömörítő eljárások segítségével.

A fentiek figyelembe vételével az említett nagy forgalmú radiológiai osztály napi tárgigénye adatkompresszió nélkül 2.06 GB. Ez évi 754 GB (1Gigabájt = 1024 MB = 1.073.741.824 bájt).

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

Képtároló eszközök

Vegyük szemügyre a különböző rendszerek előnyeit és gyengéit.

A szalagos adathordozók jelenleg a legolcsóbbak, utánuk következnek az optikai adattárolók, ezeket követik a winchesterek.

A szalagos egységeken az adatok egymás után vannak rögzítve (a helical scan típusú hordozók esetében - egymás mellé a ferde sávokon, de végeredményben szintén egymás után). Ebből kifolyólag legrosszabb esetben az egész szalagot át kell csévélni, amennyiben az adatok éppen a szalag másik végén található, ami akár 1-2 percig is eltart, de még mindig gyorsabb, mint egy archívumból "kibányászni" egy régi felvételt. Az adatátviteli sebesség a szalagos adathordozóknál nagyon változó: streamer 240 KB/sec, 8mm-es helical scan kazetták 1 MB/sec, optikai WORM szalag 3.0 MB/sec.¹³

A 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. Ily módon az átlagos hozzáférési idő ezred másodperc nagyságrendű. Az adatátviteli sebesség merevlemezek esetében eléri a 5-10 MB/sec, a CD-ROM-ké 0.3-1 MB/sec, MOD 4.0 MB/sec

Az 5,25"-os 650 Mbájt kapacitású optikai meghajtók ára hazánkban 250-500 ezer forint körül mozog. A 128 Mbájt kapacitású kisméretű és olcsó 3,5"-os optikai meghajtók ára 140-250 ezer forint.

Az adatok eléréséhez szükséges időt nevezik a számítástechnikában hozzáférési időnek. Ez merevlemezek esetében a legrövidebb: 10-20 ezred másodperc, az optikai tárolók esetében nagyobb 70-90 ezred másodperc, ami a gyakorlatban nem észlelhető különbség. A szalagos egységek átlagos hozzáférési ideje fél perc. A nagy sebességű adatelérést szolgálja a gyorstárak, cache pufferek, alkalmazása. A hordozóról kiolvasott vagy írásra kerülő adatok egy közti memória tárolóba kerülnek, amely elérési ideje egy ezredrésze a merev vagy optikai lemezek elérési idejének. Így a gyakran használatos adatok ebben a tárban foglalnak helyet, és ezáltal 40-80%-kal gyorsítható az írás-olvasás művelete.

Az adatátviteli sebesség tükrözi azt, hogy másodpercenként milyen mennyiségű adatot (pl. képet) tudunk lehívni. Az adatátviteli sebesség a lemezes eszközök többségénél ma közel azonos, és eléri a másodpercenkénti 2-4 MB-t. Ez 2-4 komprimálatlan képet jelent másodpercenként, ami minden igényt kielégítő érték. A gyors kommunikációt biztosító csatlakozókkal, úgynevezett interfészekkel (ilyenek pl. a 32 vagy 64 bit széles SCSI II és III típusok, optikai és még számtalan kevésbé elterjedt, feladat orientált típus), ellátott merevlemezek esetében a 20-100 MB/s adatátviteli érték is elérhető. Azonban a hasonlóan gyors hálózatok ma még ritkák. A CD-ROM-ok alap adatolvasási sebessége 150 Kbyte/sec, a dupla, négyszeres hatszoros sebesség tehát ennek többszöröse, de a leggyorsabb 6x-szoros sebességű drivok is csak kb. 1 MB/s sebességűek.

Nem közömbös, hogy hány darab lemezt-szalagot kell kezelnünk a munkánk során. Minél nagyobb az egységnyi tárhelykapacitás, annál kevesebb helyet, adminisztrációt igényel a rendszer. Kimagasló értékűek a 12" átmérőjű WORM lemezek, melyek kapacitása 9-10 GB, ezek méretüknél fogva nem terjedtek el. De léteznek már 8 mm-es helical scan szalagok 5-10 GB kapacitással, melyek kis mérete és főleg olcsósága rendkívül meggyőző. Egyes gyártók 1996-re ígérnek a 8 mm-es kazettánkénti 40 Gigabájt kapacitás elérését! Ezek a kazetták kompatibilisek lennének a ma gyártott és beszerezhető meghajtókkal.^{14,10} A CD-ROM-ok tárolókapacitása is rohamosan nő. A Philips és Sony által kifejlesztett HDCD (High Density Compact Disc) egy vagy dupla adathordozó réteg esetén 3.7 illetve 7.4 GB tárolására lesz képes rövidesen!

A megbízhatóság szempontjából nincs különbség a szalagok, lemezek, optikai lemezek között. Csupán megemlítem, hogy 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 kezelési komfort szempontjából fontos, hogy az adathordozók automatában való tárolása és automata cseréje megoldott legyen. A mai automaták a cserét 6-8 másodperc alatt végzik el, és száznál több adathordozó tárolására alkalmasak ezzel 10-20 Terabájtnyi (egy Terabyte = 1024 Gigabajt) 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!

Kiegészítésként megemlítem, hogy 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). Tehát minél inkább csökkenthető az adatforgalom során az emberi beavatkozás lehetősége, annál biztonságosabb és olcsóbb lesz az.

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.

Sajnos meg kell említeni, hogy most zajlik az optikai adattárolás forradalma. Azért sajnálatos körülmény ez a felhasználók számára, mert egyre több, egymással nem kompatibilis, azaz adatot cserélni vagy a számítógéppel megfelelően kommunikálni nem tudó, fejlesztés lát napvilágot. Így a vásárlók ki vannak szolgáltatva a gyártóknak, és rá vannak kényszerülve egy termékcsalád megvásárlására. Ennek kiküszöbölésére fejlesztették ki azt az eszközt, melyre rá kell csatlakoztatni az optikai lemez meghajtót, és az a számítógép felé úgy viselkedik, mintha egyszerű beépített merevlemez lenne. Így minden program akadály nélkül tudja használni az optikai meghajtókat. A fix-disk emulátornak nevezett szerkezet további előnye, hogy a WORM lemezek speciális illesztő programját is tartalmazza, azaz az egyszerűítható lemezek speciális lemeznyilvántartását is kezelni tudja anélkül, hogy a számítógép ezt egyáltalán "észrevessen". Az ismertett készülék egyetlen hátránya a borsos ára, mely vetekszik magának a meghajtónak az árával (250.000 Ft + ÁFA).

Az adatrögzítés, megőrzés és olvasás biztonsága a helyrehozhatatlan adathibák közti idővel fejezhető ki. Ez az elméleti szám években mérhető a modern back-up szerkezetek esetében. Az adatok hibamentes írása, tárolása és olvasást követő hibajavítása többféle képen biztosítható. A merevlemezek esetében használatos a lemez tükrözés, amikor egyszerre két fizikailag különböző eszközre kerülnek azonos adatok, így az egyik meghibásodásával a másik használható. A fizikai védelem másik 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. Kézenfekvő a CD technikában elterjedt hibajavító kódok használata, melyekből egy meghibásodott adatblokk helyreállítható eredeti állapotában. Lehetséges az is, hogy a készülék a rögzített adatblokkokat rögtön visszaolvasa, és összehasonlíja az eredetivel, annak érdekében, hogy az esetleges hibákat azonnal kijavíthassa (DRAW = Direct Read After Write technika). A hibajavítás mértékét viszonyszámokkal mérjük, a BLER (BLock Error Rate) a hibásan olvasott adatblokkok gyakoriságát jelenti. A meghajtók hibajavító képessége különböző, és ez jelentkezik természetesen az árakban is. Meglepő, de az IEC 908-as szabványa megengedi a 3%-os hibagyakoriságot, ezt pl. a CD-ROM olvasók még gond nélkül korrigálni tudják.

Az adatmegőrzés terén fölényesen győznek az optikai tárolók, melyek elméleti élettartama min. 100-150 éves biztonságos adatmegőrzést garantál. A mágneses adathordozók jel erőssége az idő múlásával folyamatosan csökken, ezért 5-10 évenként ajánlatos az adatokat

felfrissíteni (egyes szakértők harddisk esetében a félévenkénti formázást és újratöltést javasolják).²⁵

Az élettartam egyes "fiatal" adathordozóknál csupán becslült 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 elöregedését 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, az újraírható CD-ROM 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 elöregednek és megbízhatatlanná válnak. A tárolás körülményeinek 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 adat kompresszió kérdése jelentősége miatt megérdemelne egy külön közleményt, itt helyhiány miatt csak arra szeretném felhívni a figyelmet, hogy 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 nagy nemzetközi adattömörítő versenyek tapasztalata az, hogy 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!

A diagnosztika számos területén mozgó kép szolgáltatja az információ jelentős részét. A mellkas és has átvilágítás, a nyelés és passzázs vizsgálatok, az angiográfiák, a szív és ér ultrahang vizsgálatok, az izotóp és kontrasztanyag disztribúció és ürülés, de pl. az EEG, EKG, FKG és egyéb dinamikus vizsgálatok mind-mind az információ változására épülnek. A mozgó kép rögzítése analóg módszerekkel a legelterjedtebb (pl. S-VHS video szalagra vagy 35 mm-es mozifilmre). Azonban az analóg képtárolás korlátai ebben az esetben is érvényesülnek. A megoldás itt is a digitális kép előállítás és rögzítés.

A kétdimenziós fekete-fehér, de még inkább színes, mozgó képhez óriási adatmennyiség és költséges háttértár tartozik. A bevezetésben már említettük az S-VHS minőségű film 30 MB/sec-os adatigényét. Ezt ma csak a fénykábel csatolású merevlemezek és a disc array-ek tudják megvalósítani igen magas költségek mellett (l. később)²⁴. Egyértelműen szükséges tehát valamilyen képtömörítés.

A jelenleg főleg a szórakoztató iparban és a számítástechnikában használatos technológiák két jól körülhatárolható csoportra bonthatók: adat veszteséssel járó és veszteség nélküli technikákra. A veszteségmentes eljárásokban minden kicsomagolt képkocka pontról pontra megegyezik az eredetivel (PKZIP, ARJ, LHA, PCX, RAR, TIFF, stb.). Hátrányuk viszont az alacsony, mindössze 2-3-szoros tömörítési arány és a lassúság. A Motion Joint Photographic Experts Group által kidolgozott (JPEG) rendkívül hatékony képtömörítő eljárás az emberi szem és az érzékelés fiziológiájára épülve drasztikus, akár 1/25 kompressziót is lehetővé tesz (tipikusan 1/15-höz) adat redukcióval társulva. A digitalizáláskor fellépő adatmennyiség csökkentésére az emberi szem egyik gyengéjét használják ki: szemünk erősebben érzékeli a fényerő eltéréseket, mint a színkülönbségeket. A kép információt 4:2:2 arányban digitalizálják, azaz míg a fényerő változásokat teljes felbontásban rögzítik, addig a színértékeket a mindenkor felbontás felére korlátozzák.²³

Az előzőektől alapvetően eltérő módszer a fraktáltömörítés. Az első szembeötlő különbség már a tömörítés sebességénél észrevehető, a JPEG egy 640x480 mátrixú 16.8 millió színű képet 386DX/33 processzorral 41 másodpercig csomagol össze, és ugyan ennyi idő alatt tömöríti ki. Ez a JPEG algoritmus szimmetrikus voltából következik. A fraktál tömörítés ezzel szemben aszimmetrikus módszer: az előző képet 8 percig tömöríti, viszont alig 7 másodperc alatt csomagolja ki! Természetesen a diagnosztikában ez utóbbi előny hátrányként jelentkezik, hiszen itt a tömörítésnek is gyorsnak kell lennie, nemcsak a visszajátszásnak. A fraktál tömörítés másik előnye, hogy lényegesen kisebb adatredukciót eredményez azonos tömörítési fok esetében.

A Nemzetközi Szabványosító Szervezet (International Standards Organization - ISO) égisze alatt működő Mozgóképek Szakértő Csoport (Motion Picture Expert Group - MPEG) által elfogadott MPEG-2 (720x580 PAL vagy 720x480 NTSC, 30 kép/sec képváltás, 7 párhuzamos stereo csatorna) és hamarosan az MPEG-4 mozgóképek tömörítő eljárások 1/100-1/200 tömörítés aránnyal dolgoznak, azonban igen jelentős adatvesztéssel párosítva. Az adatkompresszió során kb. 30%-os redundancia lép fel, azaz kb. az adatok 1/3-da elvész, mivel a továbbításra kerülő adathalmaz csak a két egymás-után következő kép különbségét tartalmazza és nem magát a képet. Ezzel a módszerrel érhető el ugyanis a legnagyobb, akár 1/8 arányú, adatkompresszió. Értelemszerűen ez megengedhetetlen az orvosi diagnosztikában. Ráadásul miközben egy MPEG dekódoló ára csupán néhány ezer forint egy MPEG kódoló 2 millió forintnál kezdődik.

Egy nagy értékű eszköz megvásárlásánál nem utolsó szempont a garancia időtartama. A neves gyártók termékeikre 3 év garanciát adnak, de ez kivételesen akár 5 év is lehet.

Amennyiben mozgó kép digitális tárolásának igénye is felmerül (dinamikus vizsgálatok, pl. nyelés, arteriográfiák, izotóp redistribúció, stb.) akkor a megfelelően gyors képdigitizáló eszközökön és a nagy kapacitású adathordozókon kívül, nagyon nagy adatátviteli sebességnek is eleget kell tennie a hálózat. Erre ma csak nagyon kevés, 32 vagy 64 bit széles és nagyon gyors, interfész képes. Az MPEG kódolást alkalmazva a jelenleg széles körben elterjedt interfészek és hálózatok is alkalmasak lehetnek bizonyos megkötésekkel mozgó kép továbbítására.

A jövő radiológiai képparchiválása

A radiológiai intézetek jövőbeli képparchiváló rendszeréről szeretnék néhány gondolatot kifejtetni.

A képparchívumnak 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 archiváltság és az olcsóság a fő szempontok. Tehát alapvetően vagy 8mm-es helical scan típusú tárolóra, vagy optikai lemezre épülhet. Ezek egységenkénti kapacitása elegendően nagy: (650 MB CD-ROM, 20 MB 8mm-es helical scan), ezért a 10 éves adatkompresszió nélküli 8 Terrabájtos osztályos igényt 1200 darab lemez vagy 400 db kazetta kielégítheti. A kazetták relatív hosszú hozzáférési ideje hátrányként említendő meg. Ennek negatív hatása csökkenthető abból a megfigyelésből kiindulva, hogy a betegek döntő többsége egy adott betegség kapcsán időben viszonylag szűk tartományban jelentkezik a gyógyintézetekben, amit esetleg több éves szünet is követhet. Tehát átmenetileg (1-2 évig) a képek a gyors hozzáférést biztosító, újrahasznosítható, de relatíve drága MOD lemezekon tárolhatók. Ezek után automatikusan át lennének másolva 8mm-es kazettákra és a felszabaduló MO lemezek ismét vissza kerülnének a körforgásba.

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

Figyelembe kell azonban vennünk, hogy az igény messze túl van méretezve, az eszközök kapacitása ugrásszerűen növekszik, a képeket elégséges szelektíve tárolni, a kötelező kép-megőrzés csupán öt év, a tudományos archívum nem igényel külön tároló kapacitást, és léteznek már valós idejű adatkompressziós eljárások, melyek teljesen észrevétlenül a háttérben működnek. Ekkor egyértelművé válik, hogy a kapacitás 20-30%-a is több mint elegendő. Ami viszont azt jelenti, hogy egy automata váltó, mely 100 adathordozót képes kezelni, 10 évre kielégíti egy nagy forgalmú radiológiai osztály tárigényét!

A napi munkához, leletezéshez gyors hozzáférésű, központi gépre telepített, 2-4 Giga-bájtos merevlemezre van szükség, vagy winchester array-re. A termináloknak rendelkezniük kell 100-500 Mbájtos merevlemezzel, hogy a szerverről és központi automata-váltóról lekért képeket le tudják a leletezés idejére tárolni. A monitorról megletezett képek a lelet szövegével együtt automatikusan rákerülnének a soron következő kazettára, lemezre. A munkanap végeztével a szerver merevlemeze letörölhető.

A képi adatbázis kezelése magas követelményeket állít a számítógépes hálózattal szemben is. Nagyon fontos megkövetelnünk a hálózatba kötött készülékeknél szabvány adatcseréről felület (interface) jelenlétét. Ezt ma a nemzetközileg elfogadott DICOM3 protokoll teszteli meg, és biztosítja azt, hogy a diagnosztikus berendezéseink kommunikálni tudjanak egymással, azaz kompatibilisek legyenek.

A teljesen digitális PACS (Picture Archiving and Control System) 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 Magyarország összes diagnosztikus intézménye számára, de a jövő mindenképpen ez, és előbb-utóbb igény lesz egy ilyen rendszer telepítésére és tesztelésére.

Irodalom

1. Singer György: Foto-CD a gyakorlatban. Videotechnika. 8-9(1992) 50.
2. Vittay Pál: Digitális képalkotás. Rekonstrukciós eljárások. Paraklinikai radiológia tanfolyam. 1992 március 11. Budapest. ORSI.
3. A lemezteljesítmény értéke. Seagate Technology. Invitational Computer Conference. 1992 június 23. Budapest.
4. AViiON mellé CLARiiON. Monitor. 42(1992). 5.
5. Backup adathordozók. Tartalék tárolók. Computer Panoráma 5(1991). 14
6. CP adattömörítő bajnokság. Computer Panoráma 3(1992). 14
7. Fotó-CD: fényképek elektronikus tárolása. Videotechnika. 12(1991)7.
8. Mikrokazettás DAT. Videotechnika. 12(1992). 51.
9. MO lemezekkel minden lehetséges. Computer Panorama 5(1991). 18.
10. PC rendszerek háttértárainak alkalmazhatósága és teljesítménye. Tandberg Data A/S. Invitational Computer Conference. 1992 június 23. Budapest.
11. On/line csomagolók. Tömör valóság. Computer Panorama 10(1992). 20.
12. Optikai tárolók. Lemezcseré. Computer Panorama 10(1992). 12.
13. Optikai tárolók. CD-ROM, WORM, EOD. Computer Panoráma 8(1991). 54
14. Teljesítményhatár növelése. Exabyte Corporation. Invitational Computer Conference. 1992 június 23. Budapest.
15. Továbbfejlesztett háttértár megoldások. Wangtek. Invitational Computer Conference. 1992 június 23. Budapest
16. Kép és hangrögzítő közegek. Videotechnika 49-50 (1994) 35.
17. Győztes: a DAT? Videotechnika 49-50 (1994) 50.

18. Megabájtok a mellényzsebben. PCMCIA technika. Computer Panoráma 2 (1994) 30.
19. Adatbankok. Archiváló készülékek. Computer Panoráma 2 (1994) 14.
20. Floptical. Diszkújítás. Computer Panoráma 2 (1994) 9.
21. Milyen messze esik a fájától a Copland? VGA Monitor. 21 (1995) 1.
22. Baráth István: Amikor a korong megszólal. Chip Számítógépes Magazin, 1995 június, 63-66 o.
23. Digitális video: MPEG a megoldás. Computer Panoráma Különkiadás 1995 október.
24. A Corg PAR-ja. Heti Chip informatikai hetilap. 1995 július 20 (9).
25. Az optikai adattárolók gyártástechnológiája és élettartama. Chiptár Sorozat. 1995 október 1-es szám.