

Mozgókép-technika

„A televízió óriási hatással van az emberek életére a fejlett országokban, pedig 60 éve sincs annak, hogy feltalálták. Ráadásul bizonyos szempontból csupán továbbfejlesztése a rádiónak, ami a tévé megjelenését megelőző 20 évben elektronikus szórakoztatóeszközként vonult be a háztartásokba.

Ugyanakkor sem a rádió, sem a televízió (a ma ismert formájában) nem vethető össze azzal a kommunikációs eszközzel, amit majd az Internet fog számunkra biztosítani, amint rendelkezik a jó minőségű mozgóképek továbbításához szükséges sávszélességgel.”

Bill Gates, *The Road Ahead*, 72.o.

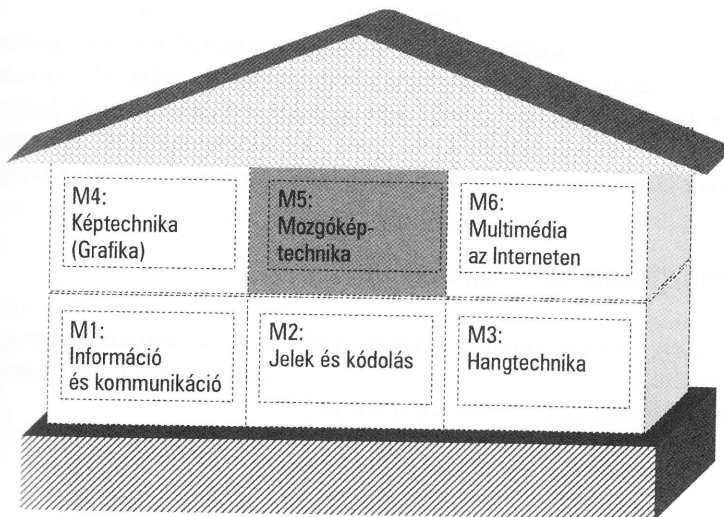
A modul célja

Miután a hangfájlokról és állóképekről már alapvető ismeretekkel rendelkezünk, áttérünk a **mozgóképek** tanulmányozására. Kétségkívül ezek jelentik (hanganyaggal összekötve) az információ megjelenítésének legizgalmasabb, ugyanakkor technikailag a legnagyobb követelményeket támasztó módját. Először az analóg és digitális mozgókép-technika alapjait beszéljük meg, majd a jelenleg használatos mozgóképfájl-formátumokkal foglalkozunk.

Analóg videó

Digitális videó

Mozgóképfájl-formátumok



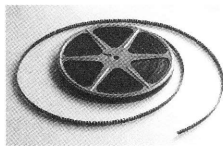


5.1 ábra
A DV kamerák a videojelet közvetlenül digitálisan veszik fel [W4].

Videóknak nevezzük a mozgóképek minden fajtáját, videotechnika alatt pedig általában a mozgóképfelvételek elektronikus felvételéhez, tárolásához és visszaadásához szükséges eljárást és felszerelést értjük.

A hagyományos analóg mozgóképtechikával ellentétben a digitális technika használata során az analóg videokamera videojeleit digitalizáljuk és digitális formában tároljuk. Digitális videó (DV) esetében rögtön digitális kamerával történik a felvétel, és a jeleket közvetlenül digitálisan vesszük mágnesszalagra, úgy, mint a DAT felvevő esetében.

A digitális hangtechnikával együtt a digitális mozgóképtechika képezi a multimédia-rendszerekben a folyamatos adatok feldolgozásának és ábrázolásának alapját.



5.2 ábra
A digitális videó sem más, mint állóképek folyamatos visszaadása.

A DV manapság mindenütt óriási sikereket arat, de a digitális mozgóképsorozatok személyi számítógépen történő ábrázolásának nehézségeit egy egyszerű példán is könnyen bemutathatjuk: egyetlen teljes színmélységű, 1024×768 képpont (0,8 megapixel) felbontású képkocka helyigénye 2,4 MB. Ahhoz, hogy egy mozgásfolyamatot élethűen ábrázolhassunk, másodpercenként 25-30 kép ábrázolása szükséges, amely másodpercenként 60 MB adatáramlás jelent az adatkábelben, vagyis már *egyetlen egy perces* videó 3,6 GB helyet igényelne! Egy átlagos CD-n 0,7 GB-nyi anyag fér el.

Arról, hogy milyen problémát jelent ezt a hihetetlen mennyiségű adatot az Interneten keresztül átküldeni, a 6. modulban beszélünk, de már a fenti példa is rávilágít arra, hogy a 4. modulban tárgyalt *tömörítési eljárások* itt is jelentős szerephez jutnak.



5.3 ábra
A tárolóeszközök jövője ez az ezüstös korong: a távoli jövő neve FMD.

A jövő (vagy már a jelen?) mozgóképeket tároló eszköze a DVD (Digital Versatile Disc), amely a hagyományos CD-ROM-ok adatmennyiségének majdnem harmincszorosát képes tárolni. A DVD formátum áttörése akkor várható, amikor a fogyasztóknak ugyanolyan egyszerű lesz mozgóképeket DVD-re venni, mint ahogyan ma a képmagnókat kezelik. Ha figyelembe vesszük az emberek egyre növekvő tárolási igényét, természetes, hogy mindig újabb fejlesztések várhatók. Az egyik ilyen kísérlet az FMD (Fluorescent Multilayer Disk), amely 1 TB (1 TB = 1000 GB) tárhelyet képes biztosítani.

1. A mozgóképtechika alapjai

A szem pszichofizikáját lásd a 4. modulban

Az emberek a mozgóképeket is szemük segítségével érzékelik, így a mozgóképtechika (videotechnika) keretfeltételeinek szintén a szem pszichofizikai tulajdonságaira kell tekintettel lennie.

Abból kell kiindulnunk, hogy látáson alapuló érzékelésünk viszonylag lassú: a gyors egymásutánban következő ingereket nem tudjuk megkülönböztetni. Ha különálló képeket egymás után vetítünk, „látszatmozgást” érhetünk el.

A „látszatmozgáshoz” szükséges képmennyiség legalább 16–24 képből álló sorozat másodpercenként.

A hagyományos mozifilmek képváltási sebessége másodpercenként 24 kép, ami azonban még mindig villódzónak hat, ezért egy rekesz segítségével minden képet még egy vagy két alkalommal megszakítanak, így másodpercenként 48–72 fényinger éri a nézőt.

A hagyományos televízió-közvetítés (5.5 ábra) az optikai (analóg) képet egy rácsra képezi le („raszterezi”, 5.4 ábra), amelynek finomságát az emberi szem felbontóképessége határozza meg. Gazdasági okokból azonban az egyes rácspontok világosságértékeit nem egyszerre (párhuzamosan), hanem soronként egymás után közvetítjük.

Ha a képernyőt képátlójának ötszörös távolságából nézzük (vagyis egy 51 cm-es képernyőt 2,5 m távolságból), és a szem felbontóképessége másodpercenként 50-90 ív, a képet legalább 480 sorral kell ábrázolni ahhoz, hogy a rács láthatatlan maradjon.

Közép-Európában 1952 óta a 625 soros CCIR szabvány van életben. A képernyő 4:3 szélesség-magasság aránya esetében ez soronként 833 képpontot jelent (5.4 ábra).

Ha mozgóképeket különálló képek sorozataként ábrázolunk, legalább másodpercenként 25 képre van szükségünk, hogy szemünk folyamatosnak érezze a mozgást.

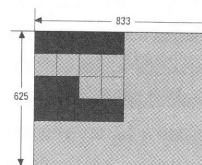
Világos képek esetében nem elegendő 25 kép másodpercenként: az ilyen képek sorozatát még mindig villódzónak érezzük, mert az egyes képpontok túl gyorsan „besötétednek”, így a teljes képernyő villódzik.

Villódzás (flickering) alatt a világosságérzet szakaszosan ismétlődő ingadozását értjük. Ezt a hatást az úgynevezett „képfriessítő” segítségével csökkenthetjük.

A televízió kifejlesztőinek gondja az volt, hogy a tervezett átviteli csatorna csak egy bizonyos mennyiségű információt volt képes közvetíteni, nevezetesen másodpercenként 25 képet.

A mozifilm képváltási sebessége másodpercenként 24 kép

CCIR = Comité Consultatif International de Radiodiffusion
625 sor függőlegesen, 833 képpont vízszintesen, másodpercenként 50 félkép



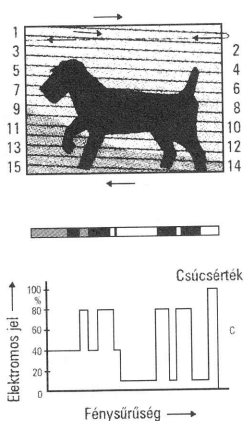
5.4 ábra
A TV-kép méretének geometriája a képszélesség (W) és képmagasság (H) arányán alapul.

Váltottsoros megjelenítés

A nehézséget a váltottsoros megjelenítés (interlacing) segítségével tudták kiküszöbölni, amely szerint a képeket nem természetes sorrendjükben játszotta le, hanem az első 1/50-ed másodpercben csak a *páratlan* sorokat, a következő 1/50-ed másodpercben pedig csak a *párosakat*. Így másodpercenként 50 képet játszottak le, amelyeket egymásba ágyazva adtak le, így a villódzás észrevehetetlenné vált.

Ténylegesen villódzásmentes azonban csak akkor lesz a kép, ha több mint 75 Hz-es képváltási frekvenciát (másodpercenként 75 képkocka) alkalmazunk.

Ez az érték emberenként egyénileg változó, 72 és 80 Hz között mozog. Ebben lásd a képernyőkről szóló részt a 3 modulban.



5.5 ábra

Otto Limann, a televíziózás úttörőjének híres fekete kutyáján bemutatathatjuk a kép soronkénti letapogatásából adódó világosság-értékeket: felül a minta látható, középen a 12. sor világosság-értékei, alul pedig az elektromos világosság-, illetve fénysűrűségjel. Limann (1979), 23.

A TV-kamerákban a kép fényességének (világosságérték) átalakítása elektromos jellé egy alkalmas képátalakító segítségével történik. A képet lencseoptikán keresztül a felvevő cső fotokatódjára képezzük és elektronsugár segítségével soronként letapogatjuk (5.5 ábra).

A televíziókép ábrázolásához másodpercenként $25 \times 625 \times 833$, azaz nagyjából 13 millió képpont szükséges, amelynek továbbítása 5 MHz sáv szélességgel lehetséges. A TV-adók a 48,25-788,75 MHz frekvenciatartományban dolgoznak, tehát a körülbelül 6 m és 0,4 cm közti hullámhosszon (képhangjelenként egy-egy adó). A képadónak az amplitúdóját (AM), a hangadónak az URH-rádióhoz hasonlóan a frekvenciáját (FM) modulálják.

A vevő a kép- és hangjeleket demodulációval nyeri vissza. A két jelet szétválasztják, és a felerősített hangjelet a hangszóróhoz, míg a képjelet a katódcső vezérlő elektródájához vezetik. A képjel határozza meg az egyes képpontok világosságát, ahogy az elektronsugár sorról sorra keresztesíti a képernyőt.

A pontonkénti felépítésnek és a megfelelően gyors képváltásnak köszönhetően a képernyőn megjelenik a pontkép, amelynek rácsozottságát szemükelemes távolságból már nem érzékeli. Ahhoz, hogy a kamerában és a képernyőben levő elektronsugarak mozgását összehangolják, minden sor elejét szinkronjel, a félképek elejét pedig képszinkronjel jelzi, amit felvételkor adnak a képjelhez.

1.1. Analóg felvételi formátumok

Bár az analóg videózás sokat fejlődött, még mindig van egy óriási hátránya.

Hibahalmozódás

Több másolat készítése esetén a hibák továbbadnak, így a másolatok egyre rosszabb minőségűek lesznek.

A videón történő ilyenfajta ábrázolásmód elérte végső fizikai határát, további javításra aligha van lehetőség.

A videojeleket különböző analóg formátumokban vehetjük fel. A leglényesebbek a következők (fentről lefelé a minőség egyre csökken):

- Betacam (SP), profi stúdiókban alkalmazzák,
- U-matic, ezt lényegében a Betacam teljesen leváltotta,
- S-VHS, a széles körben elterjedt VHS javított változata,
- Hi-8, a Video8 rendszer javított változata, és
- VHS (Video Home System), a legnépszerűbb videorendszer.

E rendszerek leginkább a képenként felvett sorok számában és a jelfelvétel módjában különböznek egymástól.

1.2. Videojelek

A videojeleket minőségük alapján a következő csoportokba oszthatjuk:

1.2.1. CVBS (kompozit videó)

A minőségi mérce alsó fokán azok a rendszerek állnak, amelyek lényegében „egyetlen jelet” közvetítenek. Ide tartozik a U-matic, a széles körben elterjedt VHS, és az antenna hagyományos televíziójele. A CVBS jel a (fekete-fehér) VBS jel kiegészítése.

Mivel a TV-kép egésze természetesen nem írható le egyetlen elektromos jellel, minden egyes képpontot külön feszültségértékkel kell leírni. A CVBS jelet erre a célra fejlesztették ki, ezért nevezik kompozit vagy összetett jelnek. (Német nyeluterületen FBAS a rövidítés.)

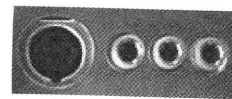
Mindegyik betű a jel egy bizonyos jellemzőjére utal:

C Színjel (chrominance vagy composite): a három színt – vörös (R), zöld (G) és kék (B) – foglalja össze.

V Képjel (video): az egyes pontok világos- és sötétárnyalatát írja le egy meghatározott küszöbhez képest mért elektromos feszültségértékkel (például fehér = 10%, fekete = 76%).

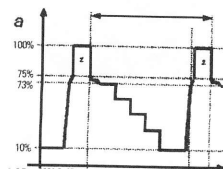
B Kioltójel (blanking vagy burst): azt a célt szolgálja, hogy a sugár visszafutásakor a képcső ne vegyen fel újabb jelet.

S Összehangoló jel (synchronization): a sugár elhajlásának összehangolását biztosítja az adó (felvevőcső) és a vevő (képcső) között.



5.6 ábra

Hosiden csatlakozó (balra) az S-VHS jel számára (S-Video-nak vagy Y/C-nek is nevezik).



A kompozit videojel lefutása (szűrkelépcső); a = amplitúdó

Az „otthoni számítógépek” (home computer, például az egykor jól ismeret Commodore C64) CVBS jelet használtak, hogy a számítógépen létrehozott jelet hagyományos televíziókészüléken is meg tudják jeleníteni. A CVBS jelet egyetlen vezetéken keresztül közvetítik, míg az RGB jelek esetében a színek három különálló vezetékre vannak osztva. Az CVBS jelek képe gyengébb minőségű, mint az RGB jelűké.

1.2.2. Osztott videó (Y/C, S-Video)

Minőségileg eggyel magasabb fokon állnak azok a rendszerek, amelyek külön jelet használnak a világosságra vonatkozó (Y) és a színre vonatkozó (C) információk számára. Az S-VHS és a Hi-8 ezt a jelfajtát használják, amit összefoglalóan S-Video-nak is neveznek.

1.2.3. Komponens alapú videó (component video)

A még magasabb rendű rendszerek három külön jelet használnak az egyes összetevőkhöz (komponensekhez). A színmodellnek (lásd 4. modul) megfelelően a következő jeleket lehet használni:

- RGB (vörös, zöld, kék). Ez a jelfajta minőségileg nagyon jó, de analóg videóknak esetében nem hatékony, ezért kevés analóg berendezés alkalmazza;
- YUV (fényesség, árnyalat, telítettség);
- YIQ (fényesség; I = R-Y, tehát a vörös és a teljes világosság különbsége; Q = B-Y, tehát a kék és a teljes világosság különbsége).

A Betacam SP (Broadcasting Standard, az SP a „superior performance” rövidítése) YIQ-t használó analóg, komponens alapú formátum, amely az utóbbi 20 évben egyet jelentett a profi videózással.

1.3. Digitális képrögzítés

A digitális kamerák a képet már felvételkor digitalizálják, tömörítik és ferromnyomvonalú eljárással mágnesszalagra rögzítik, és vele együtt a hangot CD-minőségben, digitálisan tárolják a szalagon. Általában a következő eljárásokat használják (minőség szerint növekvő sorrendben):

- DV (Digital Video): gyártóktól független szabvány; a jelek például a FireWire-ként ismert IEEE 1394 felület segítségével vihetők át számítógépre, veszteség nélkül.
- DVCAM: a DV szabvány továbbfejlesztése a Sony által; megnövekedett nyomszélesség (a DV 10 μm -e helyett 15 μm), de a DV-vel teljes összeférhetősége.

- **DVCPRO:** a DV szabvány továbbfejlesztése a Panasonic által; a DV-vel nem kompatibilis.
- **Betacam-SX:** az MPEG-2 4:2:2 arányú tömörítési eljárását használja; professzionális használatra találták ki (bár elég ritka).
- **Digital Betacam:** SDI felületen keresztül vihető át; a TV-minőségnél jobb

A közvetítéssel foglalkozó intézmények számára a digitális jeltovábbítás szabványa az **SDI felület**. Az SDI-n keresztül a digitális kép- és hangjeleket másodpercenként összesen 270 Mbit sávszélességben továbbítják.

A digitális kamerák (camcorder) és a személyi számítógép között a leggyakoribb felület az **IEEE 1394**, amelynek neve a PC-ken és az Apple-nél FireWire, a Sony-nál iLink, jelölése pedig a legtöbb készüléken DV-in/out.

Az IEEE 1394 soros buszrendszer, amely akár 63 eszköz összekötésére képes. Az adatátvitelhez négypólusú (legfeljebb 4,5 m-es) vezetékek elegendőek, az áramellátáshoz pedig további két vezeték szükséges. Az átviteli sebesség elérheti a másodpercenkénti 50 Mbájtot (összehasonlításképp: Ultra SCSI 20 Mbájt/s, Ultra-Wide-SCSI 160 Mbájt/s).

Különösen a rövid mozgóképsorok (30-90 másodperc) felvételére is alkalmas digitális fényképezőgépek (5.9 ábra) használják gyakran az 1995-ben az Intel által bevezetett, és a mai PC-ken szinte kivétel nélkül megtalálható **USB csatlakozót** (Universal Serial Bus). Az adatokat ebben az esetben **sorosan**, egy sodrott kéterű kábelben keresztül másodpercenként 12 Mbit sebességgel továbbítják. (Az USB 2.0 szabvány ennél már jóval nagyobb átviteli sebességet biztosít.) Két további vezeték az 5 voltos üzemi feszültséget, illetve a földelést biztosítja, aminek az az előnye, hogy számos USB eszköz nem igényel egyéb áramellátást.

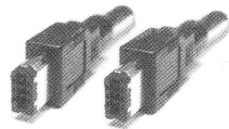
Egy USB rendszerről akár 127 eszközt is üzemeltethetünk. A legnagyobb távolság a központ (a számítógép) és a készülék (például a fényképezőgép) között 5 méter lehet, de a távolság egyéb készülékek közbeiktatásával növelhető. Az USB eszközök előnye, hogy üzem közben csatlakoztathatók, illetve lehajthatók, automatikusan csatlakoznak a meghajtóhoz (5.10 ábra).

1.4. Átviteli szabványok

A különböző átviteli szabványok megadják, hogy a képi jelet hogyan juttatjuk el a vevőkészülékhez (például a TV-készülékhez):

- a PAL (Phase Alternation by Line), többek között Európában és Dél-Amerikában használatos,

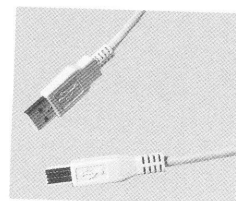
SDI = Serial Digital Interface, az SMPTE (Society of Motion Pictures and Television Engineers) 259M-es szabványában határozták meg



5.8 ábra
IEEE 1394 vagy FireWire csatlakozó [W6].



5.9 ábra
A Universal Serial Bus (USB) igen praktikus (például a digitális fényképezőgépeknél).



5.10 ábra
Az USB csatlakozó nagyon praktikus.

- a SECAM (Systeme Electronic Pour Couleur Avec Memoire) Franciaországban és Oroszországban,
- az NTSC (National Television Standard Committee) pedig az Egyesült Államok és Japán szabványa.

E szabványok különbségeit a következő ábrán láthatjuk:

5.11 ábra
A különböző szabványok összehasonlítása. (Vigyázat, a HDTV-t itt gyűjtőfogalomként használtuk, különböző formátumok léteznek!)

Rendszer	Képkocka/s	Sor/képkocka	Sorfrekvencia	Felbontás (képpont)	Oldalarány
PAL	25	625	15 625 Hz	425 × 290	4 : 3
SECAM	25	625	15 625 Hz	465 × 290	4 : 3
NTSC	30	525	15 734 Hz	330 × 242	4 : 3
HDTV	50	1250	-	700 × 700	16 : 9

...csak 576 az elméletileg lehetséges 625 helyett, mivel nem mindegyik sor tartalmaz képinformációt

A digitalizált PAL kép nagysága 768 × 576 képpont.

A közvetített sorok száma nem egyezik meg a felvett sorok számával, a sorok számát a kimeneti egységnek – például a képmagnónak – kell átszámítania.

A HDTV oldalaránya 16:9, ami jobban igazodik az ember látómezejéhez

A HDTV (High Definition Television) különböző formátumok gyűjtőneve, amelyek a jövő televíziós technikája fejlődésének alapját képezik. Jellemzőik közé tartoznak többek között:

- nézőtávolság: 2–3 m,
- vízszintes látótérszög 45 fok,
- szélesség–magasság arány: 16:9.

1.5. Digitális videó

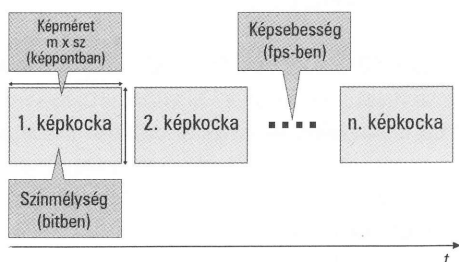
A digitális videó alapvető előnyei az analóg videóval szemben:

- minősége független az átviteli csatorna minőségétől,
- minőségcsökkenés nélkül másolható,
- lényegében korlátlan élettartam,
- a hibajavításra jóval több lehetőség van,
- pontos digitális szűrők alkalmazhatók, ezért
- a kép alakítása és a különböző hatások elérése gazdaságosabban és jobban kivitelezhető, mint az analóg videó esetében.

A digitális videónak óriási hátrányai is vannak: sávszélessége több mint 200-szorosa az analóg videónak, ezáltal a mintavételi gyakoriság, a tárhelyigény és az adatátviteli sebesség is óriásira ugrik. A tömörítés elengedhetetlen.

A tömörítés (4. modul 4. fejezet) elengedhetetlen

A digitális videó alapvetően egyes képkockák egymásutánjából áll:



5.12 ábra
A digitális videó időegységenként meghatározott nagyságú és meghatározott színmélységű, n számú képkockából áll.

A videofájlok fizikai mérete több tényezőtől függ:

- a képmérettől: természetesen minél kisebb a kép mérete (240 × 180 képpont, 160 × 120 képpont vagy még kisebb, „bélyeg” formátumú), annál kisebb a helyigénye;
- a képssebegtől: tehát az időegységenkénti képek számától (általában képkocka/másodpercben mérik, angolul frame per second, fps); másodpercenként minél kevesebb képről van szó, annál kisebb a fájl, ugyanakkor minél kevesebb képpel ábrázoljuk a mozgást, az annál darabosabb lesz (az alsó határ 15 fps);
- a színmélységtől: minél kevesebb színt használunk, annál kisebb a fájl;
- a hangminőségtől: minél kisebb a „hangmélység”, annál kisebb a fájl, a sztereó felvétel helyigénye a monó hangzású kétszerese;
- a kódolási eljárástól (az adattömörítő eljárásokat a következő fejezetben tárgyaljuk): adott célokra más-más eljárás alkalmas, például olyan videók esetében, amelyeknek háttere alig változik, a képek közti különbségeket kereső eljárások a legalkalmasabbak; a legtöbb mozgókép-feldolgozó program különböző kodekek („kódoló-dekódoló”; kódolóprogram) alkalmazását lehetővé teszi.

Az F_s (a nyers, feldolgozatlan videofájl mérete) kiszámolása a következő egyenlet segítségével történik:

$$F_s = (f \times r \times c \times t) + A_s$$

- f képméret (szélesség × magasság) képpontban,
- r képssebesség fps-ben,

- c színmélység bitben,
 t a másodpercben mért idő,
 A_s a hangsáv mérete.

Segítség: 1 bájt = 8 bit, vagyis a színmélységet nyolccal osztjuk, hogy az eredményt bájtban kapjuk meg

Példa: Egy perces analóg videót kell átalakítani digitális videóvá a következő jellemzőkkel: 30 fps, 24 bit színmélység, a VGA méret egynegyede (320×240 képpont), sztereó hangzás (11 kHz, 8 bit).

$$F_s = ((320 \times 240 \text{ képpont}) \times 30 \text{ fps} \times 3 \text{ bájt} \times 60 \text{ s}) + 1,2 \text{ MB} = 416 \text{ MB}$$

Digitális videók esetében a következők között teszünk különbséget:

Architektúrák

- Architektúrák: például Windows Video, DirectMedia, DirectShow, Windows Media, Real, QuickTime;

Kodekek

- Kodekek (kódolási eljárások): például MPEG-1, JPEG, Indeo, Cinepak, WMA, WMV, RealAudio/Video, DV;

Fájlformátumok

- Fájlformátumok: például MPEG, MHEG, AVI;

Áramló formátumok

- Áramló formátumok (streaming media): például Real, ASF, QuickTime (különösen az Internet szempontjából fontos, lásd 6. modul).

Áramló videó a 6. modul 2.6 fejezetében

Némelyik gyártó megoldásai gyakran egyszerre több mindent tartalmaznak ezek közül, például egy teljes multimédia-architektúrát (sok kiegészítő szolgáltatással), kodekeket és különböző fájlformátumok feldolgozásának lehetőségét.

2. Multimédia-architektúrák

Az architektúrák látják el az alkalmazásokat (például a videolejátszó és a képvágó programokat) azokkal az egyszerű függvényhívásokkal, amelyek segítségével mozgóképeket vehetnek fel, játszhatnak le, vagy dolgozhatnak fel. A kodekek ebbe a rendszerbe ágyazódnak, és különböző fájlformátumokat használhatunk.

A multimédia-architektúra a multimédiás adatok előállításához, visszaadásához és tárolásához határozza meg az adott szoftverösszetevők kereteit, így a fájlformátumokat és a kodekek felületeit.

A jelenleg leginkább használatos multimédia-architektúrák:

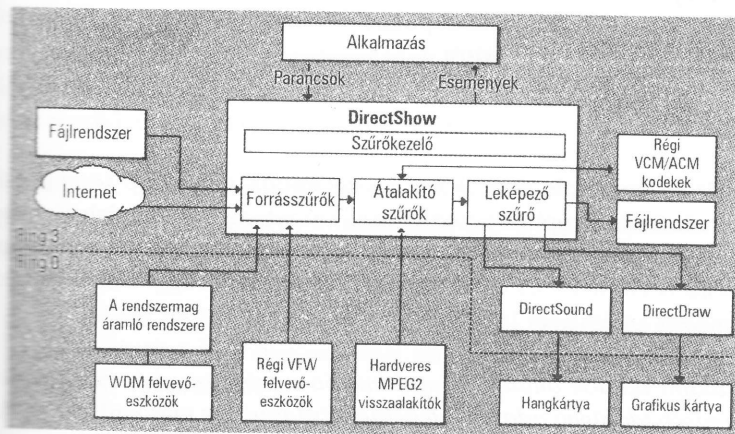
- DirectShow,
- Windows Media,
- Real (lásd 6. modul, 2.6 fejezet),
- QuickTime.

2.1. DirectShow

Windows rendszeren a képfeldolgozás céljaira 1996 óta rendelkezésünkre áll a *DirectX API*. A DirectX az adott hardver képességeit próbálja a lehető legmegfelelőbbben kihasználni. Természetesen a grafikus kártyák minden újabb generációjának teljesítménye és szolgáltatásköre egyre nő. Annak érdekében, hogy ezt a növekvő teljesítményt a mozgóképfeldolgozás területén is kiaknázzák, a Microsoft kifejlesztette a DirectX-re épülő DirectShow API-t.

A DirectShow a COM szabványok segítségével összetevő alapú (komponens alapú) szoftverfejlesztésre nyújt lehetőséget. Ezeket az összetevőket össze lehet kötni, így a videoadat-folyamat az egymás után kapcsolt összetevőkön vezethetjük (ez az úgynevezett DirectShow szűrő).

Képfelvétel céljából több képdigitalizáló (frame grabber) is támogatást élvez, amelyek VfW (Video for Windows) vagy WDM (Windows Driver Model) meghajtót alkalmaznak; így a képdigitalizáló bármikor kicserélhető. A monitoron való képbábrázolásért az egyik DirectShow-összetevő, az úgynevezett Video Renderer (mozgóképek-leképező) felelős, amely a beépített grafikus kártya előnyeit kihasználja, és így például képes a képet teljesítményvesztés nélkül méretezni. A felvételi szűrő és a leképező szűrő közé tetszőleges számú átalakító szűrőt iktathatunk, amelyek az adatfolyamat kívánságaink szerint alakíthatják. Az egyes összetevők és a teljes adatfolyam vezérlését egy fő alkalmazás végzi, amely a szükséges programösszetevők összekapcsolását, szétválasztását, elindítását és leállítását igényeink szerint vezérli.



5.13 ábra
A Microsoft DirectShow-ja
[W19].

API, Application Programming Interface (alkalmazás-programozási felület)

2.2. Windows Media

Az Internet Explorer 4.0-ban a Microsoft bevezette a NetShow modult, amely áramoltató szolgáltatásokat nyújt. Időközben a NetShow új elnevezést kapott, ma **Windows Media Technology** a neve, összetevői pedig – akárcsak a Real Media esetében – a következők:

- egy ügyfél (Windows Media Player),
- különböző fejlesztőeszközök és
- két médiakiszolgáló.

A kiszolgáló oldalán a Windows Media Services kiszolgálót vagy a Theater kiszolgálót alkalmazzák. A két kiszolgáló közti különbség a továbbítandó folyam sávszélességében jelentkezik: a Theater Server képes egy mozgásokkal teli teljes képernyős MPEG videó garantált teljesítményű, nagy sebességű hálózaton történő továbbítására.

A multimédiás tartalmakat a **Windows Media Player** (korábban Médialejátszó) segítségével tekinthetjük meg. A támogatott formátumok a következők: MPEG-1, MPEG-2, MP3, WAV, MIDI, MOV, VOD, GOLD, AVI, QuickTime, RealAudio és RealVideo, valamint a Netshow ASF formátuma.

ASF = Advanced Streaming Format

Az ASF nem külön fájlformátum, hanem különböző formátumú fájlokat egy csomagba tömörítő eljárás.

A Media Player használható hálózaton kívül a személyi számítógépen, vagy akár hálózati összetevőként honlapokba ágyazva is. A program ingyenesen letölthető a Microsoft honlapjáról.

2.3. QuickTime

A QuickTime az Apple megoldása mozgóképek idő alapú tömörítésére, amely tartalmazza a képhez tartozó (azzal összehangolt) hangjelet is. Apple Macintosh számítógépek esetében az operációs rendszer része, jó ideje már Windowsra is elérhető, és a 3.0 változat óta rendszerfüggetlen médiaszolgáltatás.

Az idő alapú adatok általában multimédia-adatok (audió, videó, animáció), de egyéb időfüggő adatok is lehetnek (például egy mérőműszer adatai).

A fájlok kiterjesztése a „movies” szóból .mov. A QuickTime rengeteg szolgáltatást bocsát a programozók rendelkezésére, amelyek segítségével sok multimédia-alkalmazást fejleszthetnek, anélkül, hogy önállóan kellene programozniuk olyan alapvető feladatokat, mint például egy film leírása vagy egy animáció felvétele. A QuickTime már nagyon összetett feladatokat

is képes végrehajtani, amelyek egyfelől a programozó munkáját könnyítik meg, másfelől a felhasználónak minden programban ugyanazt a külső megjelenést biztosítják.

A programhoz saját fejlesztésű tömörítési eljárások, vagy akár videodigitalizáló-meghajtók is kapcsolhatók, amelyek ezután ugyanúgy használhatók, mint a beépítettek.

Sajnálatos módon a QuickTime működésének részleteit a gyártó nem teszi közzé a felhasználók és programozók számára, így nem tehetünk pontos kijelentéseket. Különösen az itt olyan fontos szerepet betöltő képtömörítőkre igaz, hogy szinte kivétel nélkül az Apple fejlesztései, ezért lényegében semmilyen technikai információval nem rendelkezünk róluk. (A fordító megjegyzése: az utóbbi években a helyzet változni látszik.)

Számos gyártó alkalmazza a QuickTime formátumot digitális fényképezőgépekben, így a QuickTime szinte digitális szabvánnyá vált. Rendszerfüggetlensége révén mind a Macintosh, mind a Windows felhasználói számára lehetővé teszi fényképek és filmek cseréjét.

A QuickTime viszonylag jó minőségben az internet alapú televíziózást is lehetővé teszi.

3. Kodekek

Mivel a tisztán digitális mozgóképfájlok különösen nagyok (már néhány másodpercnyi anyag is a merevlemez több megabájtját veszi igénybe), a tömörítés rendkívül fontos (vö. 4. modul, 4. pont).

A videofájlok tömörítése többféle módon történhet. Általában minden tömörítő eljárásához tartozik egy kicsomagoló (visszafejtő) eljárás is, amely lehetővé teszi a tömörített videó megtekintését.

A multimédiás adatok (különösen a mozgóképek) tömörítő és kicsomagoló szoftverének, illetve hardverének neve kodek (codec, compressor/decompressor vagy coder/decoder).

kodek = kódoló/dekódoló

Kodekek között megkülönböztetünk

- hardverkodekeket (videófeldolgozó rendszerek), és
- szoftverkodekeket (röviden „Soft Codec”).

A fájlformátumok nem tévesztendőek össze a kodekekkel. Például az AVI (Audio Video Interleaved, egybefésült hang- és képadatok, 2.3 fejezet) még semmit nem árul el az alkalmazott tömörítő eljárásról.

A hardveres kódolók esetében a „szaggatott” képek lényegében kizártak, de a szoftveres kódolóknál előfordulhat, hogy a processzort túlzott igénybevételek tesszük ki.

Minden használatban levő kodek aszimmetrikus, tehát az egyszeri tömörítési folyamat nagyon sokáig tart, míg a megjelenítést lehetővé tevő kicsomagolás nagyon gyors.

A használatos hardveres, illetve szoftveres kodekek:

A Cinepakot eredetileg a SuperMac Technology fejlesztette ki az Apple számára; azóta többé-kevésbé szabvány lett

- Cinepak (24 bit színmélység, 7:1 tömörítési arány),
- Indeo (Intel),
- Microsoft RLE (Run Length Encoding, csak Windowson),
- Video 1 (Video vagy Microsoft Video 1),
- MPEG-1,
- Motion JPEG,
- H.261,
- H.263.

Amint már a 2. fejezetben leírtuk, a Video for Windows és a QuickTime olyan multimédia-architektúrák, amelyek lehetővé teszik a digitális videó beépítését a grafikus felhasználói felületbe. Kifejlesztésük elsődleges célja a mozgóképek pusztán szoftveres lejátszása volt. Felépítésükben a megfelelő fájlok szabványosítottak, a Video for Windows esetében ilyenek például az AVI fájlok (Audio/Video-Interleaved).

Az adott architektúra keretei között különböző kodekeket alkalmazhatunk. Video for Windows esetén a következőket:

- Cinepak,
- Indeo,
- RLE,
- Video 1;

QuickTime esetén pedig az alábbiakat:

- Cinepak,
- Indeo,
- MPEG-1 (további hardverrel).

Minden kódolási eljárásnak megvan a maga előnye és hátránya, ami a felhasználási terület és a kívánt minőség szempontjából nagy jelentőséggel bír:

Kodek	Formátum	Előny	Hátrány
Cinepak	mov, avi	jó minőség, jó színvisszaadás	hosszú kiszámítási idő
Indeo	mov, avi	nagyon jó kevés mozgást tartalmazó felvételek esetében	hosszú kiszámítási idő, nagy felületeken remegő képet ad
RLE	avi	vesztésmentes, viszonylag gyors	8 bit színmélységre korlátozódik
Video 1	mov, avi	jó minőség, rövid kiszámítási idő	nagy adatsebesség, 16 bit színmélységre korlátozódik
MPEG-1	mpeg	TV-minőség	hosszú kiszámítási idő

5.14 ábra
A digitális videók esetében használt, jelentősebb kodekek áttekintése.

A kódolási eljárást a videó fájlformátuma (például AVI, QuickTime) nem határozza meg szükségszerűen, ez a videó készítésekor tett beállításokon múlik.

Ha egy adott videót nem tudunk megtekinteni a rendelkezésre álló lejátszó segítségével, az sokszor az alkalmazott különleges kodeken múlik, de számos honlapot találunk, ahonnan kodekeket tölthetünk le (például [W10]).

4. Videófájl-formátumok

A digitális mozgóképek esetében jelentős nehézséget okoz az óriási adatmennyiség, a tömörítés tehát elengedhetetlen. A legfontosabb videófájlformátumok az MPEG, az MHEG, az AVI és a QuickTime. A „legegyszerűbb” eljárás az M-JPEG, amelyet azonban már alig alkalmaznak. Az Interneten való megjelenéssel a következő modulban foglalkozunk.

4.1. M-JPEG

Az M-JPEG (Motion-JPEG) a JPEG formátumban tömörített képkockák sorozatára épül, tehát minden különálló képet JPEG-gel tömörítünk. Az ilyen M-JPEG videókat Windowson szinte mindig AVI formátumban tároljuk, Apple gépeken QuickTime-ban.

A veszteséges JPEG tömörítés minősége (lásd 3. modul) tág keretek között állítható. 25-ös tömörítési arányig a minőség viszonylag jó, bár az M-JPEG a hangfájlok beépítését nem határozza meg. A gyakorlatban az M-JPEG alig használatos, mert – bár az egyes képek tömörítése „számszerűsítő táblázat” segítségével szabványosított – a tömörített JPEG képek és a hozzájuk tartozó hangfájlok összerakására nincs szabványos módszer. Az M-JPEG fájlformátum és a fájlban a hang- és képi összetevők egymás-

utánja tetszőleges, azaz minden gyártó meghatározhat a maga számára egy saját M-JPEG fájlformátumot. Ezért az utóbbi években megfigyelhető, hogy szívesebben választják a DV vagy az MPEG formátumot.

4.2. MPEG



5.15 ábra

Az MPEG emblémája: analóg kép- és hangbemenetből digitális kimenet [W14].

Az MPEG a Moving Picture Experts Group rövidítése. Ez a szakértőkből álló csapat már 1988-ban összeállt, hogy kifejlessze a mozgóképek, hanganyagok, valamint ezek együttesének kódolási szabványait. Hivatalos nevük: ISO/IEC JTC1 SC29 WG11, amelynek eredete a következő:

- ISO: International Organization for Standardization
- IEC: International Electrotechnical Commission
- JTC1: Joint Technical Committee 1
- SC29: Sub-Committee 29
- WG11: Work Group 1 (Moving Picture Experts Group)

Az MPEG első találkozója 1988. májusában, 25 résztvevő közreműködésével zajlott. Azóta az MPEG folyamatosan nőtt és fejlődött, míg mostanra világszerte ismert bizottsággá nőtte ki magát, amikor is az MPEG-találkozókon több mint 20 ország 200 cégének és szervezetének közel 350 szakértője jelenik meg. Az MPEG évente háromszor (márciusban, júliusban és novemberben) öt-öt napig ülésezik, és az MPEG szabványt fejlesztik tovább.

A következő MPEG szabványokat fejlesztették, illetve fejlesztik:

- MPEG-1/ISO 11172: mozgóképek és hang kódolása 1,5 Mbit/s adatsebességig; 320 × 240 képpont, 30 fps, szoftveres dekódolás, alacsony minőség;
- MPEG-2/ISO 13818: mozgóképek és kapcsolt hanganyag általános kódolása; 720 × 480 képpont, 1280 × 720 képpont, 60 fps, CD-minőségű hang, hardveres és szoftveres kódolás, NTSC-hez, HDTV-hez, DVD-hez;
- MPEG-3: eredetileg a HDTV-hez szánták, 1920 × 1080 képpont, átlapoló (váltottsoros, interlacing) eljárás, 30 fps, 20–40 Mbit/s; mivel erre megfelel az MPEG-2 is, fejlesztését beszüntették;
- MPEG-4/ISO 14496: audio-vizuális anyagok kódolása; a multimédiaalkalmazások szabványa, először 1998-ban mutatták be, 2000 óta használható, de bizonyos részein még dolgoznak;
- MPEG-7/ISO 15938: multimédiás tartalmat leíró felület; a tartalomszemléltetés és multimédia-keresés szabványa (folyamatban);
- MPEG-21: ISO tervezet (multimédia-keretrendszer); fejlesztés alatt.

TV-minőségű digitális videók esetében elsősorban még mindig az MPEG-1 és MPEG-2 használatos. Az MPEG-1-et félprofi területeken használják. Az MPEG-2 a digitális televíziózást figyelembe véve készült, és támogatja a váltottoros megjelenítést.

4.2.1. MPEG-1

Az 1992 óta létező MPEG-1 másodpercenként 1,5 Mbit sávszélességgel dolgozik, amiből másodpercenként 1,25 Mbit a képi adatok számára van fenntartva, a maradék pedig a két hangcsatorna között oszlik meg. Másodpercenként 25 kép esetén a felbontás 360×288 képpont (CIF, Európa), illetve $352 \times 240 \times 30$ (CIF, USA). Bár az átlapolást nem támogatja, VHS felvételek készítése is lehetséges segítségével.

A fájlok kis méretének biztosítása végett az MPEG-1 eljárás keretében az úgynevezett képkockák közti tömörítést (különbség alapú kódolás, „inter-frame compression”) alkalmazzák, vagyis mindig az előző képhez viszonyított különbséget tárolják.

Az MPEG kódoló eljárásának központi része a mozgás-kiegyenlítés: ugyanazon filmjelenet két-két egymás után következő képkockája alig tér el egymástól, ezért ahelyett, hogy két teljes képként (óriási helyigénnyel) kódolnánk az egyes képeket, csak a megváltozott képrészleteket dolgozzuk fel a továbbiakban.

Tehát ezen eljárás segítségével a lehető legtöbb képkockát próbálunk kizárólag az előző képtartalomhoz vett különbség alapján kódolni.

E módszer alkalmazása az AVI-nál nem használható mozgás-kiegyenlítés segítségével lehetséges, ami azokat a képrészlet-eltolódásokat deríti fel, amelyeket a vízszintes kameramozgás vagy az adott tárgyak, illetve szereplők elmozdulása okoz. Ezen képrészletek elmozdulása aztán leírható kétdimenziós eltolási vektorok segítségével, ami a gyakorlatban azt jelenti, hogy például egy vízszintes kameramozgás leírása szinte közvetlen képinformációk kódolása nélkül is megoldható.

A 352×288 képpont szabványos felbontás (50 Hz esetén) a PAL felbontás (768×576) felének felel meg. Az adatsebesség kötött, a hang esetében másodpercenként legfeljebb 112 kbit, mozgóképet esetében kb. 1100 kbit, ezek együtt másodpercenként mintegy 1200 kbit adatsebességet jelentenek.

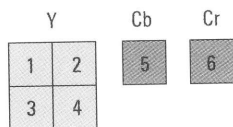
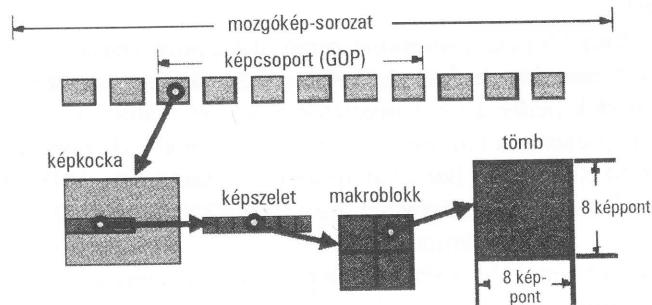
Egy 650 MB méretű CD-re 74 perc MPEG-1 videó fér.

Az MPEG mozgóképet adatfolyama a következő 6 „rétegből áll” (5.16 ábra):

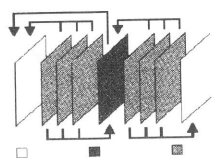
- mozgóképet-sorozat (videoszekvencia),
- képcsoport (group of pictures, GOP)

- képkocka (frame),
- képszelet,
- nagyított tömb (makroblokk),
- tömb (8×8 képpont).

5.16 ábra
Az MPEG-1 rétegei.



5.17 ábra
YUV tömbök a makroblokkban.



5.18 ábra
Az MPEG tömörítésen belül az egyes képkockák elrendezése és kapcsolata.

Méretezhetőség – egy mozgóképfolyamban különböző minőségi szintek lehetnek

Egy nagyított tömbön belül 6 darab, egyenként 8×8 képpontos tömb van egymás mellett: először négy fényességtömb, majd két színtömb (5.17 ábra). A képszelet rétege több nagyított tömbből áll össze.

A GOP (képcsoport) 9 vagy 15 képből áll, és három különböző képkocka-típus található benne:

- az I-kockák (I-frame, intra frame) a teljes képinformációt tartalmazzák,
- a B-kockák (B-frame, bidirectional predicted frame) csak az előző képhez képesti különbséget tárolják,
- a P-kockák (P-frame, predicted frame) pedig csak azt a módszert, amely alapján a képtartalmat az előző képek alapján kiszámíthatjuk.

4.2.2. MPEG-2

Az MPEG-2 az MPEG-1-re épül, de jobban figyelembe veszi a videojel tulajdonságait, ezért az MPEG-2-t a digitális televíziójelek közvetítésében az adatcsökkentés jövőbeli szabványának alapjául szánják.

Az MPEG-2 működési elve az MPEG-1-éhez hasonló, de jobban alkalmazkodik az átlapoló képek tulajdonságaihoz, ez pedig a teljes formátumú (720×576 képpontos) mozgóképek esetében döntő előnynek számít. Az MPEG-1-hez képest a főbb különbségek a következők:

- méretezhetőség (lásd ehhez még [W20]),
- átlapoló eljárás,
- a színösszetevők mintavételezési sebessége megválasztható (4:2:0, 4:2:2, 4:4:4)

A digitális televízió és a DVD kielégítő minőségéhez az MPEG-2 számára elég másodpercenként 6 Mbit. A hanganyagot közvetlenül a videoanyaggal együtt rögzítik.

Átlapoló eljárás – félképek kódolása is lehetséges

4.2.3. MPEG-4

Ez az 1998 óta létező eljárás az interaktív és objektumközpontú multimédiás adatok egységes leírásának szabványa. Az MPEG-1-hez és MPEG-2-höz képest hatékonyabb tömörítés mellett a haladást főképp a felhasználóknak az egyes multimédia-objektumokhoz való tetszőleges hozzáférése jelenti.

Az MPEG-4 egyik fő súlypontja a multimédia-objektumok és azok elrendezése VRML segítségével.

VRML, Virtual Reality Modeling Language (virtuálisvalóság-moddellező nyelv)

Az egyes objektumok különböző kódolási eljárással készülhetnek (például az állókép JPEG-gel, a mozgóképek H.261/H.263-mal, a hang pedig G.723-mal, AC-3-mal stb.). Az MPEG-4 nagyfokú rugalmassága rengeteg interaktív elem beépítését teszi lehetővé, ezek gyakran a saját fejlesztésű eszközökben (akár saját megoldásokkal) fordulnak elő.

Az MPEG-4 döntő újszerűsége az objektumok nemzetközileg szabványosított viselkedése és egységes leíró formában történő ábrázolása, és ezáltal a gyártóktól (hardvertől, operációs rendszertől stb.) való függetlenség.

Összefoglalva elmondhatjuk, hogy az MPEG-4 nem merev szabvány, hanem keretrendszer a következő fő célokkal:

- objektumközpontú VRML médiaobjektumok segítségével,
- a felhasználók és a multimédia világa közötti interakció,
- bővíthetőség, átjárhatóság és rugalmasság,
- tetszőleges médiaobjektumok beépíthetősége (AVO, például szöveges objektumok, hangobjektumok, sík és térbeli objektumok stb.).

Az MPEG-4 ezeket az objektumokat foglalja össze, és rendezi faszerkezetbe, miközben mindig az egyes elemeket tömörítjük. Az MPEG-4-et alkalmazzák a virtuális valóságmodellekben is (lásd 6. modul). A médiaobjektumok csoportjai:

- *természetes médiaobjektumok* (vizuális objektumok, például szövegek, grafikák, animációk és hangobjektumok, például beszéd vagy zene) és
- *mesterséges médiaobjektumok* (vizuális objektumok, például szintetikus rácsobjektumok szerkezettel és hangobjektumok, például a szintetikus nyelv).

Az MPEG-4 a különleges alkalmazásoknak különböző eszközöket és módszereket bocsát rendelkezésre, például képek és mozgóképek, sík és térbeli felületek tömörítését, képek és mozgóképek tartalomra vonatkozó kódolását, és a hibákra érzékeny alkalmazások esetében még tökéletesebb ellenállást a hibákkal szemben. Ez utóbbi különösen fontos a mobilkommunikációban, ha az átvitelt zavarja valami.

A szerzők számára az MPEG-4 fontossága abban áll, hogy az elemek újrahasonosíthatóságát javítja, és a szerzői jogok védelmére is lehetőséget biztosít.

4.2.4. MPEG-7

A szövegekkel ellentétben a hang- és mozgókép-tartalmakat (még) nem lehet automatikusan katalógusba rendezni.

Az internetes keresőprogramok például bármilyen filmismertető szöveget megtalálnak, ugyanakkor csak ritkán utalnak a filmrészletet tartalmazó multimédia-fájltra.

Az efféle multimédia-tartalmakra még ma sem létezik általános leíró formátum. Ezt az űrt az 1996-ban létrehozott Multimedia Content Description Interface, azaz az MPEG-7 hivatott betölteni.

Az MPEG-7 különböző fajtájú multimédia-információk szabványosított leírása. Ezt a leírást társítjuk a tartalomhoz, hogy a gyors és hatásos keresés biztosított legyen.

Az MPEG-7 ISO szabvánnyá tételét 2001. szeptemberére vették tervebe.

Az MPEG-7 a korábbi MPEG szabványoktól (1, 2, 4) teljesen függetlenül használható: ez az eljárás nem audiovizuális adatok tömörítésére szolgál, ezért jelelték rögtön a hetes számmal. Nem létezik MPEG-3 (fejlesztését megszüntették), illetve 5 és 6 (nem is tervezik).

4.2.5. MPEG-21

Ezen a szabványon csupán a 2000. év közepe óta dolgoznak.

Az MPEG-21 egy multimédia-keretrendszer leírását tűzte ki célul, valamint kísérletet tesz egy többféle tartalmat támogató környezet kialakítására. Az eredmények még váratnak magukra.

4.3. MHEG

Mivel a multimédiás megjelenés jelentősége a jövőben is egyre tovább nő, kézenfekvő gondolat, hogy szükség van egy egységes adatátviteli formátumra, amely lehetővé teszi mozgóképek lejátszását szinte minden rendszeren.

Az MHEG az ISO SC29-es albizottságának egyik munkacsoportja, amely kifejlesztette az MHEG szabványt, az előbb említett adatátviteli formátumot.

Az SC29 további munkacsoportjai a JPEG, az MPEG és a JBIG (Joint Bi-level Expert Group).

MHEG = Multimedia and Hypermedia Information Coding Expert Group

Az MHEG objektumszinten önti végleges formába a multimédiás megjelenést. Szerkesztés nem szükséges.

Az MHEG megjelenés végrehajtásához az alábbiak szükségesek:

- formázó,
- formai (szintaktikai) elemző,
- MHEG motor, valamint
- egy olyan egység, amely az ASN.1 adatszerkezeteket visszafejti.

A formázó küldi és menti, az elemző olvassa az adatokat. E két egység segítségével különböző rendszerek között is lehetséges az adatátvitel.

Az MHEG formátumban levő anyag azért vihető át mindig más rendszerekre, mert formai és jelentéstani elemzése már korábban megtörténik. Az MHEG anyagot lejátszáskor az MHEG motor igazítja a futási környezethez.

Az objektumok ábrázolásáért nem az MHEG szabvány, hanem az adott megjelenítő program felel.

Az MHEG csupán rendelkezésre bocsátja a vezérlő eljárásokat, és meghatározza a hipermedia-dokumentum szerkezeti információit. Ilyen módon valósítható meg például az interaktív televíziózás.

Annak érdekében, hogy az ilyen formátummal szemben támasztott követelményeket szemléletesen bemutathassák, a multimédiás bemutató egyes részeit időgrafikonon szokták ábrázolni.

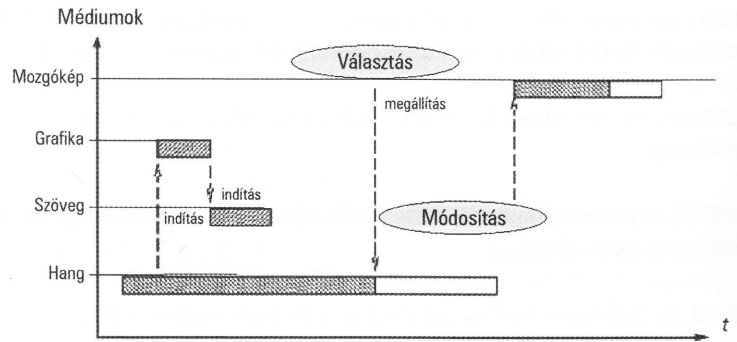
Példa: A bemutató zenével kezdődik. Amint meghalljuk a bemondó hangját, röviden felvillantunk egy ábrát, majd szöveg jelenik meg a képernyőn. Amikor a szöveg eltűnik, a néző egy megállító gomb segítségével félbeszakíthatja a hangot, és az ekkor megjelenő beviteli mezőbe begépelheti a kívánt mozgóképrészlet címét, amit a továbbiakban nézni kíván, és az megjelenik a képernyőn (5.19 ábra).

A multimédiás adatátviteli formátumnak a következő elemeket kell felhasználni:

ASN.1, Abstract Syntax Notation One (ISO 8824) – az OSI protokollokban alkalmazott adatsomagok leírásának alapja

Az interaktív televíziózás lehetővé teszi, hogy a néző az adónak ún. set-top box (böngésződoboz) vagy telefonvonal segítségével visszajelzést küldjön

5.19 ábra
Az interaktív multimédia-bemutató időgrafikonja (Meyer-Boundik alapján módosítva, 1994).



Tartalomadatok: ezek több információrészletből állnak, amelyek különböző formátumban lehetnek kódolva. Az egyes darabokat az MHEG-ben egy-egy tartalmi összetevőként (tartalomobjektum, Content Object) tartják számon.

Viselkedés (Behaviour): ez alatt minden olyan közbeavatkozást értünk, amelyek már meglévő tartalmi összetevőkhöz kapcsolódnak (például indítás és megállítás).

Az MHEG-ben a közbeavatkozásokat **műveletobjektumok (Action Object)** jelzik; ezek nem mások, mint a tartalmi összetevők feltételes, időbeli vagy térbeli kapcsolatai.

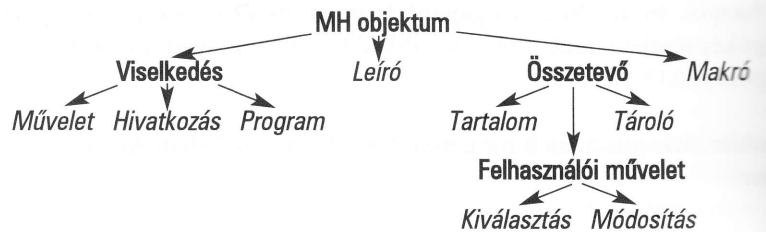
Egy tartalmi összetevő megváltozása kiváltója lehet más objektumműveleteknek. Ennek megvalósításában az MHEG-ben a **hivatkozásobjektumok (Link Object)** vannak segítségünkre.

A **felhasználói műveletek (User Interaction)** végrehajtása kiválasztó összetevőkön (Selection Object) keresztül valósul meg. A folyamat bonyolultabb módosításához az MHEG-ben **módosító összetevők (Modification Object)** is rendelkezésünkre állnak.

A **tárolók (összetett objektumok, Composite Object)** lehetővé teszik, hogy az MHEG-gel készített bemutatók átvitele egyetlen egészként történhessen, ezekben a tároló összetevőkben foglaljuk össze az egyes objektumokat.

A fentieket a szerkezeti felépítést szemléltető alábbi ábrán foglalhatjuk össze:

5.20 ábra
Az MHEG-összetevők hierarchikus felépítése.



4.4. AVI

Az AVI (Audio Video Interleaved) a Microsoft Windows 3.1-ben jelent meg multimédiás bővítésként; alapja a RIFF formátum (Resource Interchange File Format).

Az „interleave” a hangadatok és mozgóképek összefésülését jelenti, vagyis azt, hogy ezek együtt, egymással összeszerkesztve tárolódnak.

Az AVI szabvány majdnem egyidős a multimédiás személyi számítógépekkel. Ezt a formátumot a Microsoft a rövid videofilmek lejátszásának egységes megoldásául szánta. Az 1992/93-ból származó eredeti szabvány ma már „özönvíz előttinek” tűnik: másodpercenként 15 kép, a felbontás pedig legfeljebb 160 × 120 képpont.

Az AVI fájlok általában tömörítettek. A leggyakrabban használt kodekek a Cinepak és az Indeo.

Az AVI felbontása alapvetően a teljes PAL formátum (768 × 576 képpont), de a szokásos érték 320 × 240 képpont 25–30 fps (kép/másodperc) mellett.

Az AVI fájl Cinepak kódolással 60 MB/perc, felbontása 384 × 288 képpont, sebessége 25 fps. Az AVI fájl Indeo 5.10-zel kódolva 40 MB/perc, 384 × 288 képpont, 25 fps.

Windows rendszeren könnyen megtudhatjuk az AVI fájl adatsebességét: csak jobb egérgombbal a fájlnevre kell kattintani (az Intézőben), és a Tulajdonságok menüpontot kell választani (5.21 ábra).

Az AVI fájl különböző, egymásba fésült adatszerkezetekből, úgynevezett adata darabokból (chunk) áll, amelyek újabb „aldarabokra” („sub-chunk”) oszthatók.

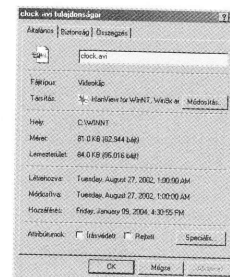
Az adatdarab mindig egy azonosítóval (ID-vel) kezdődnek, amelyet négyjegyű kóddal (FOURCC, Four Character Code) adunk meg, és amelynek bármely ASCII jelként értelmezhető(k). Az azonosító után a hossz leírása következik, amely az utána következő adatokra vonatkozik.

5. Videotároló eszközök

5.1. Hagyományos mágnesszalagos tárolás

A mozgóképek tárolása hagyományos módon mágnesszalagokon történik, de így folyamatosan azon aggódhatunk, nem megy-e tönkre, nem sérül-e (gyűrődik, elmágneseződik) a szalag. Ha pedig ezért másolatot készítünk, a minőség romlik.

interleave = közbeillesztés, összefésülés



5.21 ábra
Egy AVI fájl tulajdonságai Windows rendszeren.

A mágnesszalagok műanyag filmre felgőzölt mágnesezhető rétegből állnak, ezen tároljuk az adatokat. A számítástechnika világában a mágnesszalagos kazetták neve **streamer** vagy **DAT (Digital Audio Tape)**. E szalagokon akár több gigabájtnyi anyagot is tárolhatunk.

A DAT technológiát a tervek szerint az úgynevezett AIT (Advanced Intelligent Tapes, Sony) váltja le, amely 25–100 GB mennyiségű adat tárolására képes.

A mágnesszalagok hátránya, hogy a tárolt adatokhoz csak sorban lehet hozzáférni.

Egy adott fájl olvasásához minden tárolt adatot egymás után be kell olvasni, ami nagyon hosszú hozzáférési időt eredményez, ezért ezt a tárolási eszközt az adatbiztonság érdekében használjuk, például biztonsági másolat (backup) készítésekor, vagy azért, hogy a véletlen adatvesztést megelőzzük.

Az analóg videokamerák (VHS, Video-8, Hi-8) **analóg jeleket**, a digitális kamerák (Digital 8, DV) **digitális jeleket** tárolnak mágnesszalagon.

A rendszerek különböző szalagos kazettákat használnak, amelyek a mágnesszalag szélességében, hosszában és külső méreteikben különböznek egymástól. Napjainkban négy analóg (VHS-C, Video-8, S-VHS-C, Hi-8) és két digitális (Digital 8, DV) rendszer a leginkább elterjedt.

VHS-C. Ezt a formátumot használják azok a kazetták, amelyek a JVC (Victor Company of Japan) által kifejlesztett házi videók felvételi eljárását alkalmazzák kicsiben. A VHS (1/2"-es szalag) a magáncélú felhasználás világméretű szabványává vált.

Video-8. A Sony megoldása a VHS helyett. Az eljárás kis videokazettákkal (95 × 62,5 × 15 mm) működik, így az asztali videofelvevőkkel nem fér össze. A hang- és képi információkat egymástól függetlenül veszik fel a mozgó videófejek, így lehetőséget biztosít utóhangosításra. Ezenkívül van egy törlőfej is, így felvételkor két sávot törölünk, majd rögtön újramágnesezzük azokat, így lehetőség van átmenet nélküli elektromos vágásra.

S-VHS-C. Az S-VHS kisebb („tömör”, „compact”) formája. VHS képmagnóó alakító segítségével lejátszhatók ezek a kazetták is.

Hi-8. A Video-8 és a Hi-8 továbbfejlesztése az S-VHS-szabvány ellenében.



5.22 ábra
DV kazetta.

DV. Kazettája gyufásdoboz méretű (5.22 ábra), ezzel lehetővé teszi a kisebb méretű videokamerák (camcorder) gyártását.

Digital 8. A digitális videózásra való áttérés megkönnyítésére hozták létre, a Video-8-ra és a Hi-8-ra támaszkodva a DV digitális felvételi formátumának alkalmazásával fejlesztették ki.

5.2. CD-ROM

A CD-ROM (CD) az egyik legfontosabb tárolóeszköz, amelynek három fő előnye a nagy tárhely (650, 750 vagy 800 MB), az elhanyagolható kopás és a nagy adatbiztonság.

A CD egy hordozórétegből (általában polikarbonát) áll, amelyen visszaverő réteg (általában alumínium) található. Ez a vékony réteg a tulajdonképpeni adathordozó, amelyet a mechanikai sérülések ellen védőlakkal látnak el.

Elvben kétféle CD-lejátszási mód lehetséges:

- 1) CAV (Constant Angular Velocity): állandó szögsebességű lejátszás; a CD forgási sebessége végig állandó marad, így a különböző területek adatsebessége különböző lesz.
- 2) CLV (Constant Linear Velocity): állandó lineáris sebességű lejátszás; mivel a barázdák *csigavonalban* tekerednek kifelé, a CD forgási sebessége ehhez igazodva folyamatosan változik, hogy az adatsebesség állandó maradjon.

A CD optikai médium: egy félig áteresztő tükrön keresztül egy lézersugár jut a CD-hez, egy fókuszáló berendezésen keresztül. A visszaverő réteg visszaveri a sugarat, és az a félig áteresztő tükrön át a fotodiódára irányul. Az adatok a visszaverő rétegen található síkok (land) és árkok (pit) formájában. Ha a lézersugár árkot ér, nem verődik vissza. A fotodióda segítségével a síkok és árkok közti váltásokat optikailag beméri és megfelelő elektromos jellé változtatják.

A CD legkisebb információegysége a csatornabit (Channel Bit). Egy adatbájt 8 adatbitből áll, de a CD-n 14 csatornabitben tárolódik.

A síkról árokra vagy árokról síkra váltás logikai jele az „1”. A „0” a változatlan szakasz jele. Legkorábban kettő, legkésőbb tizenegy nulla után jön egy egyes. Ahhoz, hogy a 8 bites adatokat 14 bites adatokká alakítsuk, az „Eight to Fourteen Modulation” kódolást alkalmazzuk. Mivel ez a kódolás nem elegendő, további három bitsomaggal (merge channel bit) megtoldjuk, a 8 adatbitet így 17 csatornabittel ábrázoljuk.

A 24 bájt egy adatkeretben (frame) foglaljuk össze. Minden adatkeretet egy ellenőrző bájt zár, ezt pedig nyolc bájt követi, amelyek a hibajavítást szolgálják. A hibajavítás két szinten történik.

Minden CD-formátum eredete a CD-DA (Compact Disk Digital Audio), egyszerűbben zenei CD (Audio CD) vagy csupán CD

CD-DA = Compact Disc Digital Audio (klasszikus 74 perces zenei CD)

CD-I = Compact Disc Interactive (MM-CD, interaktivitásra lehetőséget adó CD)

CD-R = Compact Disc Recordable (egyszer írható CD)

CD-RW = Compact Disc Rewritable (újírható CD)

CD-ROM = Compact Disc Read Only Memory (klasszikus adathordozó CD)

Photo-CD = kifejezetten képepek tárolására való CD, magas színvonalúval.

Ahhoz, hogy 24 bájt CD-n tárolhassunk, a következőkre van szükségünk:

$(24 \text{ bájt} \times 17 \text{ csatornabit}) + (1 \text{ bájt} \times 17 \text{ csatornabit}) + (8 \text{ bájt} \times 17 \text{ csatornabit}) + 27 \text{ összehangoló C bit} = 588 \text{ csatornabit}$.

Egy szektor 98 adatkeretből, tehát összesen 3234 bájtól áll.

Az újraírható CD (CD-RW) valamivel bonyolultabb felépítésű, mint az egy-szer írható CD: egy helyett három réteget tartalmaz.

5.3. DVD: a mozgóképtároló eszköz

DVD (Digital Versatile Disc, több-funkciós lemez vagy Digital Video Disc, digitális képlemez) – a CD-ROM követőjének szánják

A szalagos videokazetta kiváló helyettesítője a CD-ROM, a Video CD 2.0 (ez DVD-lejátszókkal is lejátszható) és a DVD. A VHS kazettát lejátszása mechanikailag igénybe veszi, ami a képminőség romlását vonja maga után, ezzel szemben a CD-ROM minősége állandó.

A mintapéldány („mesterszalag”, a forrásanyag) lehet S-VHS, Hi-8, DV vagy akár Beta. A digitalizálás a kívánt formátumra történik, például AVI (Indeo, Cinepak stb.), MPEG-1, Video CD, QuickTime (Indeo, Cinepak stb.) vagy RealMedia (lásd 6. modul). Természetesen arra is van lehetőségünk, hogy az egyik formátumról a másikra alakítsunk (például AVI-ből MPEG-1-et készítünk).

A DVD-t elsősorban a videózás területére, a VHS kazetták leváltására szánják

A DVD-n mód nyílik mozgóképek jó minőségű tárolására és interaktív vezérlésére. A DVD több hangformátumot támogat, például a Dolby Digital vagy az MPEG-2-t. Akár 8 órányi filmanyagot is felvehetünk rá a lehető legjobb kép- és hangminőségben (térhangzás, AC-3).

A DVD mérete a szokásos CD-ével azonos. Két oldala van, amelyek két-két információréteget tartalmazhatnak, ezáltal befogadóképességét tekintve négy különböző változata lehet:

- egyoldalas és egyrétegű (SS SL),
- egyoldalas és kétrétegű (SS DL),
- kétoldalas és egyrétegű (DS SL),
- kétoldalas és kétrétegű (DS DL).

Az analóg tároló eljárásokkal (videoszalag, például VHS kazetta) szemben a DVD-nek több előnye is van (az óriási tárhelyen túl):

- olcsó előállítás,
- kiváló minőség,
- jobb másolásvédelem és
- kopásállóság (ami elsősorban a filmkölcsonzók számára fontos).

Átmérő:	12 cm
Vastagság:	1,2 mm (2 × 0,6 mm)
SS SL:	4,7 GB
SS DL:	8,5 GB
DS SL:	9,4 GB
DS DL:	17 GB

A DVD-lejátszót megvehetjük külön, önálló eszközként és számítógépbe beépíthető változatban is. Mindkét készüléknek ismernie kell a korábbi CD szabványokat is. Ez zenei CD-k és CD-ROM-ok esetében nem jelent nehézséget, de az első generációs írható CD-eket a DVD-meghajtók nem mindig ismerik fel, mert esetükben a fényvisszaverődés túl gyenge.

A CD és DVD közti fő különbség a felvétel sűrűsége. Bár a DVD és a CD lemez egyformán néz ki, egy ugyanolyan méretű DVD-re 7–26-szor annyi anyag fér, mint egy CD-re.

A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a befogadóképesség legalább 2 óra 15 percnyi anyagra, tehát egy teljes filmre elegendő. A nagyobb tárhelyű DVD-ken akár 8 órányi anyagot is tárolhatunk. A DVD-ken akár nyolc különböző nyelvű hangszáv, 32 felirat, 6 független hangcsatorna, és kilenc látószög közül választhatunk, emellett az interaktivitásra is lehetőség van.

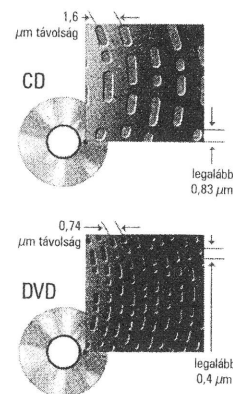
A DVD-k árokméretét a CD-kéhez képest csökkentették, és a sávok távolsága is kisebb lett (5.24 ábra). A lézer hullámhosszát lerövidítették 780-ról 650 nm-re.

A DVD-vel párhuzamosan másik három szabványt is kifejlesztettek:

- DVD-R: egyszer írható, a CD-R-nek felel meg,
- DVD-RAM: újraírható, a CD-RW-nek felel meg; többek között a Panasonic, a Hitachi, a Toshiba és a Pioneer támogatja,
- DVD+RW: szintén újraírható; többek között a Sony, a Philips, a Ricoh, a Yamaha és a Hewlett-Packard támogatásával.

Időközben ezek a fejlesztések is túlhaladtak lettek technikailag, hiszen már létezik olyan lemez, amelyen adathordozó-rétegenként 15 Gb-ot fér el. A megoldás alapja a 415 nm hullámhosszú kék lézer használata.

5.23 ábra
A DVD egyes változatainak befogadóképessége.



5.24 ábra
A CD és a DVD közti technikai különbség.

5.4. FMD

Az egyre nagyobb adattárolási kapacitás iránti igény folyamatosan nő. A New York-i Constellation 3D (C3D) cég bemutatott egy olyan adathordozót, amely megfelel ennek az igénynek. Ezt a technológiát Jacob Malkin tulajdonképpen már 1995-ben kifejlesztette, de a terméket magát – az FMD-t (Fluorescent Multilayer Disc, többrétegű világító lemez) – 40 GB befogadóképességgel csak 2000. júniusában mutatták be Burbank-ben (Kalifornia).

Az FMD méretét tekintve pontosan akkora, mint a CD és a DVD, a 40 GB-ot azonban öt 8 GB-os rétegben tárolja. Az FMD lemez világító színes rétegeket tartalmaz a CD-éhez hasonló árkokban. Ha ezeket lézer éri, a rétegek különbözőképp villannak fel.

A C3D szerint a jelenlegi DVD-lejátszók hardverrészét csak kis mértékben kell átalakítani, hogy az FMD olvasására képesek legyenek. A jövő DVD-lejátszói így minden nehézség nélkül úgy gyárthatók, hogy a korábbi lemezeket (CD, CD-ROM, DVD) és az FMD-t is olvassák.

A jövőre vonatkozó tervekben 30 vagy még több tárolóréteg használata szerepel, és ami még érdekesebb, hogy különböző bevonatok segítségével elérhetjük, hogy egyes rétegek csak olvashatók, egyesek pedig írhatók és olvashatók is legyenek.

6. A modul rövid összefoglalása

Szemünk pszichofizikai tulajdonságai határozzák meg azt is, hogyan érzékelünk mozgóképeket. A videók előállításánál elsősorban a lassú vizuális észlelést lehet kihasználni. A látzatmozgás érzékeléséhez szükséges alsó határ a másodpercenkénti 16–24 képváltás.

Az analóg felvételi formátumok elsősorban a Betacam (SP), a U-matic, az S-VHS, a Hi-8 és a VHS. A **videojeleket** minőségük szerint a következő osztályokba sorolhatjuk: **CVBS** (kompozit jel), **osztott videó** (Y/C, S-Video) vagy **komponens alapú videó** (component video).

A digitális videónak (DV) számos előnye van az analóg videókkal szemben (például a minőség nem függ az átviteli csatornától, másolható, hosszú élettartamú stb.), ugyanakkor jelentős hátrányai is vannak: a szükséges sávszélesség legalább 200-szor nagyobb, mint az analóg videók esetében. Számos formái a DV, a DVCAM, a DVPRO, a Betacam-SX és a Digital Betacam.

A digitális videojelek közvetítéséhez leggyakrabban használt felület az IEEE 1394 (FireWire, iLink) és az USB. A sugárzás szabványa (PAL, SECAM, NTSC) határozza meg, hogy a videojel hogyan jut el a vevőkészülékhez.

Megkülönböztetünk **architektúrákat** (például Video for Windows, Direct-Media, Real, QuickTime stb.), **kódolási eljárásokat** (kodekeket; MPEG, Indeo, Cinepak stb.), **fájlformátumokat** (MPEG-1, MHEG, AVI stb.) és **áramló formátumokat** (például Real, ASF, QuickTime).

A televíziósintű minőség elérése érdekében jelenleg leginkább az **MPEG-1**-et és az **MPEG-2**-t használják. Az MPEG kódolási eljárásának központi része a **mozgás-kiegyenlítés**, melynek segítségével a képeket kizárólag az előző képkocka tartalmához viszonyított **különbség** alapján próbáljuk kódolni. Az MPEG-4 az interaktív, objektumközpontú multimédia-adatok egységes leírására szolgáló szabvány. Az **MPEG-7** teljesen független a korábbi MPEG szabványoktól (1, 2, 4): *nem* audiovizuális adatok tömörítő eljárása, hanem a különböző típusú multimédia-információk szabványosított leírása, és hatékony keresést tesz lehetővé. Ezért jelölték rögtön a hetes számmal. Nem létezik MPEG-3 (fejlesztését megszüntették), 5 és 6 (ezeket nem is tervezik).

A hagyományos szalagos tárolóeszközöket valószínűleg leváltja majd a **DVD** (Digital Versatile Disc), amely akár 17 GB tárolására képes.

7. A modul függeléke

7.1. Irodalomjegyzék

7.1.1. Könyvek

HEATH, STEVE (1999): *Multimedia and Communications Technology*. 2nd Ed. Oxford: Focal Press, Butterworth, Heinemann. 44-64 & 79-132.

HILLMAN, DAVID (1998): *Multimedia Technology and Applications*. Albany [et.al.]: Delmar. 123-148.

POYNTON, CHARLES (1996): *A Technical Introduction to Digital Video*. New York: John Wiley & Sons.

STERN, JUDY; LETTIERI, ROBERT (1998): *QuickTime and MoviePlayer Pro 3 for Windows and Macintosh (Visual Quickstart Guide)*. New York: Addison Wesley.

WU, CHWAN-HWA; IRWIN, DAVID J. (1999): *Emerging Multimedia Computer Communication Technologies*. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall. 23-70.

BIAESCH-WIEBKE, CLAUS (1991): *Videosysteme: Technik und Arbeitsweise von Videorecordern, Videokameras und Camcordern*. Würzburg. Vogel.