

Szakdolgozat

Számítógépes grafika napjainkban

2002.

BEVEZETÉS.....	4
1.FEJEZET.....	5
1.1 AZ EMBERI LÁTÁS.....	5
1.2 AZ EMBERI LÁTÁS BIOLÓGIÁJA	5
1.3 TÉRLÁTÁS.....	6
2.FEJEZET.....	9
2.1 GRAFIKAI SZABVÁNYOK.....	9
2.1.1 SRGP	9
2.1.2 PHIGS	9
2.1.3 OPENGL	10
2.1.4 MPEG.....	10
2.2 KÉTDIMENZIÓS ADATFORMÁTUMOK	12
2.2.1 TIFF.....	12
2.2.2 JPEG.....	12
2.2.3 BMP.....	19
2.2.4 PCX.....	19
2.2.5 FIF	19
2.2.6 PICT	21
2.2.7 EPS	21
2.2.8 GIF.....	21
2.2.9 PDF	22
2.2.10 PHOTOCD.....	23
2.3 DIGITÁLIS MOZGÓKÉP FORMÁTUMOK.....	25
2.3.1 MPEG.....	25
2.3.2 AVI	26
2.4 HÁROMDIMENZIÓS ADATFORMÁTUMOK	27
2.4.1 VRML.....	27
2.4.2 DXF.....	28
3.FEJEZET.....	29
3.1 GRAFIKATÍPUSOK	29
3.1.1 VEKTORGRAFIKA.....	29
3.1.2 JELLEMZŐIK	29
3.1.3 A VEKTORGRAFIKA MÚLTJA	31
3.1.4 RASZTERGRAFIKA:	31
3.1.5 SZÍNKEZELÉS:	33
3.1.6 TÁROLÁS ÉS VISSZAKERESÉS:.....	33
3.2 FRAKTÁLGEOMETRIA.....	33
3.2.1 FRAKTÁLOK GENERÁLÁSA ÉS FELHASZNÁLÁSA.....	35
4.FEJEZET.....	37
4.1 A GRAFIKÁHOZ KAPCSOLÓDÓ HARDVER ESZKÖZÖK.....	37

4.1.1 AZ EGÉR.....	37
4.1.2 OPTOMECHANIKUS EGEREK	37
4.1.3 OPTOELEKTRONIKUS EGEREK.....	38
4.1.4 PIEZO EGEREK	39
4.1.5 ULTRAHANGOS EGEREK.....	39
4.2 DIGITALIZÁLÓ TÁBLÁK.....	40
4.3 LAPOLVASÓ (SCANNER)	40
4.3.1 A LAPOLVASÓ MŰKÖDÉSE	41
4.3.2 SZÍNES SZKENNEREK	43
4.3.3 SZKENNELÉSI MÓDSZEREK	44
5.FEJEZET	46
5.1 MONITOROK.....	46
5.1.1 MONOKRÓM MONITOR.....	48
5.1.2 SZÍNES MONITOR.....	48
5.1.3 TRINITRON KÉPCSŐ	50
5.1.4 A MONITOR MÉRETEL.....	50
5.1.5 A FREKVENCIÁK JELENTŐSÉGE	51
5.1.6 A JÖVŐ EMBERBARÁT MONITORA	52
5.2 FOLYADÉKKRISTÁLYOS KIJELEZŐK (LCD).....	53
5.2.1 AZ LCD MŰKÖDÉSI ELVE	53
5.2.2 LCD TÍPUSOK.....	53
5.2.3 DINAMIKUS SZÓRÁSON ALAPULÓ LCD KIJELEZŐK	54
5.2.4 TERVEZÉRLÉSES FOLYADÉK-KRISTÁLYOS KIJELEZŐK	55
5.3 LCD TÍPUSOK, JELLEMZŐIK ÉS MŰKÖDÉSÜK.....	56
5.3.1 DUAL-SCAN TWISTED NEUMATIC (DSTN) KIJELEZŐ	56
5.3.2 VÉKONY-FILM TRANZISZTOR (THIN FILM TRANSISTOR, TFT) KIJELEZŐ	57
5.4 AZ LCD ÉS A MONITOROK ÖSSZEHASONLÍTÁSA	58
6.FEJEZET	60
6.1 NYOMTATÓK	60
6.1.1 KARAKTERNYOMTATÓ.....	60
6.1.2 SORNYOMTATÓ	61
6.1.3 MARGARÉTAFEJES NYOMTATÓ	61
6.1.4 MÁTRIXNYOMTATÓ.....	61
6.1.5 TINTASUGARAS NYOMTATÓ.....	62
6.1.8 SZUBLIMÁCIÓS NYOMTATÓK	66
BEFEJEZÉS.....	68
A SZÁMÍTÓGÉPES GRAFIKA, ÉS MEGJELENÍTŐ ESZKÖZEINEK JÖVŐBELI FEJLŐDÉSE	68
A SZAKDOLGOZATHOZ FELHASZNÁLT FORRÁSOK	69
ÁBRAJEGYZÉK:	70

Bevezetés

Az ember a körülötte lévő világból elsősorban a szemével gyűjti be az információt, egyes tudósok szerint az összes információ 90%-át. A vizuális információk nagyban segítenek abban, hogy látókörünk táguljon és ismereteink gyarapodjanak. Ezek miatt is elsődlegesen fontos, hogy a számítógép –amely előtt esetleg hosszú órákat tölt el az ember- kezelőfelülete barátságos legyen, színei úgy legyenek megválasztva, hogy a lehető legkevésbé fárasztják a szemet és kezelése gyorsan és egyszerűen megtanulható legyen.

Az élet más területein nagy segítséget nyújthat az egyre tökéletesedő Virtuális Valóság ami néhány éve már otthoni számítógépeken is elérhető közelségbe került, szemben a 10-15 évvel ezelőtti helyzettel amikor csakis kivételezett helyzetben lévő kutatólaboratóriumok és nagy anyagi tőkével rendelkező vállalatok és természetesen a katonaság használt.

Minden újítás a hadiiparból jön –mondják egyesek- és ebben valóban sok igazság van. A 3D valóságot nagy részben katonai igényekre fejlesztették a költségcsökkentési tervek miatt. Már a 70-es években is használtak repülőgép szimulátorokat amelyek a repülés költségeinek töredékéért tudták a pilótákat kiképezni az előforduló veszélyhelyzetek kivédésére. Napjainkban ez a technológia addig fejlődött, hogy a hiperszonikus B-1-es bombázók személyzete a szimulátorról egyenesen a gépre kerül, ha bevetésre kerül sor.

A VR (Virtual Reality = Virtuális Valóság) elterjedése valósággal robbanásszerű az ipar, az építészet, a gyógyászat és még sok más fontos iparág területén.

A digitális fotózás lassan átveszi a hagyományos fényképezés helyét, a színes nyomtatók fényképminőségben nyomtatnak és a monitorok 16 millió színben pompáznak.

Ezért is választottam szakdolgozatom témájaként ezt a napról napra fejlődő, újabb és még újabb eredményeket felmutató 'iparágat'.

1. Fejezet

1.1 Az emberi látás

A különböző számítógéppel előállított képek minőségének megtervezésekor a legfontosabb emberi fiziológiai és fizikai törvényszerűségeket is figyelembe kell venni. Felesleges egy képet részletgazdagabban, vagy több árnyalattal megjeleníteni, mintsem amit az emberi szem megkülönböztetni képes.

1.2 Az emberi látás biológiája

Az ember számára a fény az elektromágneses sugárzásnak az a speciális része, melyet szemével érzékelni képes és melynek hatására agyában képérzet alakul ki. Az emberi látás az állatvilág élőlényeihez hasonlítva nem különösebben kiemelkedő sem felbontásban, sem érzékelési gyorsaságban. Az egyszerű házi légy például unná magát egy moziban, ahol a film kb. 25 képkocka/másodperc sebességgel pereg, mivel a légy látószerve 60-65 kép/sec sebességnél érzékelné csak folytonos mozgásnak a képeket. Köztudottan a macskák éjjeli látása is sokkal jobb mint az emberé.

Az ember szemében kb. 126 millió fényérzékelő receptor található, melyek az elektromágneses sugárzást felfogva a keletkezett ingerületet az idegrendszer útján az agyba továbbítják. A retinában elhelyezkedő receptorok úgynevezett csapok (kb. 6 millió) és pálcikák (kb. 120 millió) lehetnek. Ezek közül a pálcikák (rodes) a fényerősséget vagy világosságot érzékelik, a csapok (cones) viszont az ember színlátásában játszanak fontos szerepet.

Az ember a fényt a 380 nm-es ultraibolya és a 780 nm-es infravörös hullámhossz tartományban képes érzékelni. Ezen belül a színeket a szemben található P(vörös), D(zöld), és T(kék) típusú színérzékelő csapok különböző erősségű ingerlése alapján látjuk.

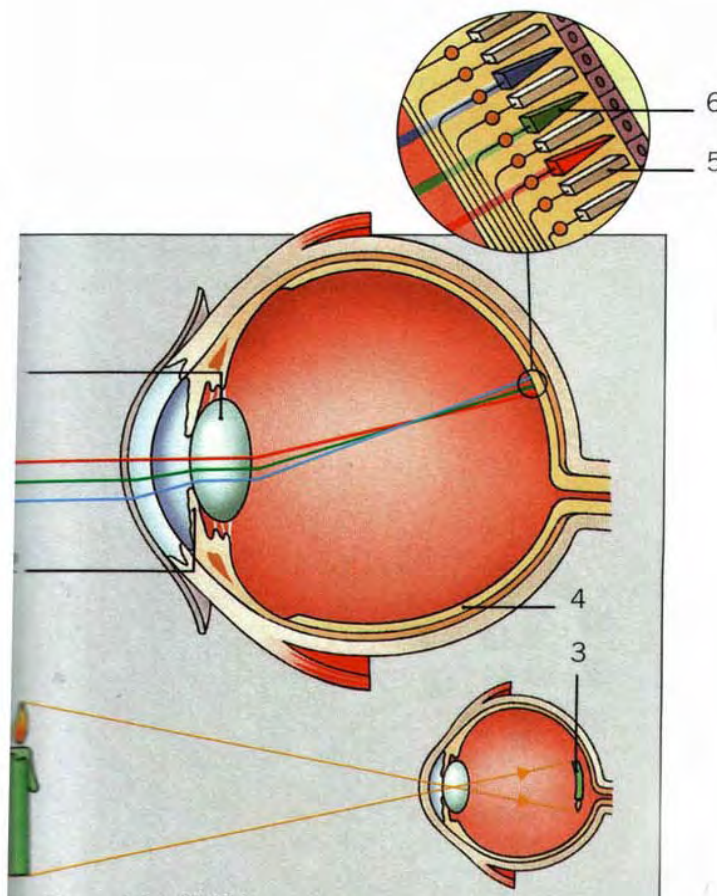
Az emberi szem kb. 200 színárnyalat eltérését képes megkülönböztetni. Ez nem független a hullámhossztól, szemünk a legnagyobb érzékenységet az 555 nm környékén (zöld szín közelében) mutatja és ez jelentősen csökken, ahogy a látható színtartomány szélei felé haladunk.

Amennyiben a teljes látható spektrumban egyenletes energiával sugároz egy fényforrás, akkor a P, D, T csapok ingerületi állapota azonos lesz - ezt a fényt nevezzük akromatikus fénynek - melyet fehér fénynek látunk.

Összefoglalva az emberi színlátásban a következő összetevők játszanak szerepet:

- a színárnyalat vagy színezet (hue) ami a szemünkbe jutó fény hullámhosszától függ
- a színtelítettség (saturation) ami az érzékelt fényben megtalálható fehér fény százalékos összetevőjétől függ
- és a fényerősség (brightness), amit a szemünkbe érkező fényenergia mennyisége határoz meg

1.3 Térlátás



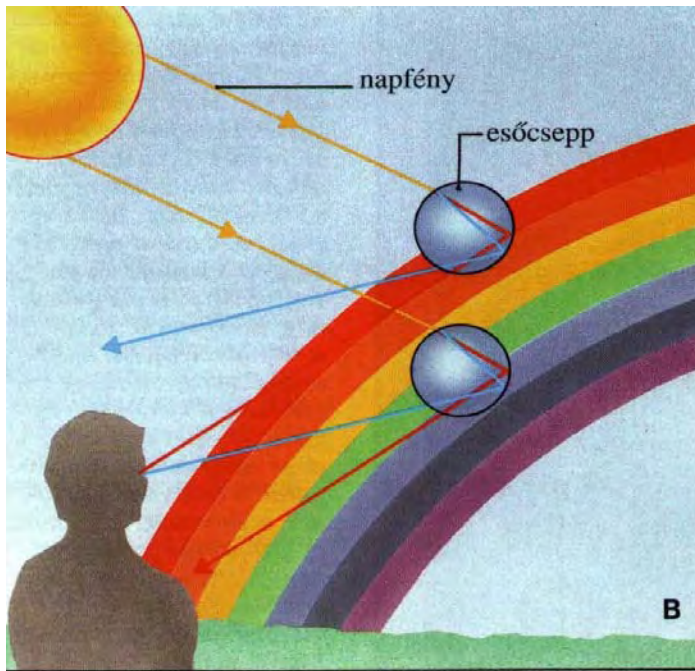
Látásunk részletgazdagsága szempontjából fontos, hogy egy képen két képrészletet mikor látunk különállónak. Ez persze függ a színárnyalatok megkülönböztethetőségétől (például ha a kép-részletek eltérő árnyaltúak). Kísérletek szerint azonban az emberi szem (1.ábra) felbontóképességének határa 0,4 mm. Ezek szerint ahhoz hogy két pontot szemünk egy képen el tudjon

1.ábra Az emberi szem felépítése

különíteni, azok között minimum 0,4 mm távolságnak kell lennie.

Ennek a határértéknek megkülönböztetett jelentősége van a számítógépes grafikában, ha azt vizsgáljuk, hogy milyen felbontású monitort használjunk egy grafikus munkahelyen, vagy milyen felbontásban nyomtassunk ki egy képet.

Vizuális emlékezetünk pszichológiai vizsgálatok szerint jórészt a kontúrlátáson alapul,



2.ábra A szivárvány színbontása

azaz egy alakzat vagy egy tárgy felismerésében döntő szerepet annak alakja és határoló vonalainak elhelyezkedése játszik. Minden bizonnyal ezen alapszik az ember alakfelismerő képessége, mellyel képesek vagyunk a képből annak lényegét megtestesítő információkat kiemelni.

Színlátásunk és formaérzékelésünk nem független a tárgyak közelében

található más tárgyak képétől, ami miatt szemünk néha 'becsap' minket. Jó példa erre a 2. Ábrán látható színbontás, melyet a hulló vízcseppek okoznak.

A látás környezetfüggőségének tehát az a lényege, hogy a különböző alakzatok érzékelése nem független képi környezetüktől.

A 3D-s számítógépes grafikák megjelenítése szempontjából lényeges, hogy az ember térlátásával kapcsolatban ismereteket is röviden összefoglaljuk.

Egy kép térlátásának tűnik számunkra, ha perspektivikus torzulásokat tartalmaz (például ha a különböző tárgyak takarják egymást, árnyékokat látunk, vagy a legtávolabbi tárgyak elmosódtak stb.

Ezzel szemben a legújabb kutatások kimutatták, hogy a sztereó térlátásnak a lényege, hogy a két szem retináján a képek részletei kissé eltolódnak és ezt a különbséget az agy az idegrendszer útján érzékeli.

Az emberi látásnak az is fontos tényezője, hogy a szemünkben található receptorokat egy kép tudatos észleléséhez mennyi ideig kell fényingernek érnie. Több kísérlet bizonyította, hogy az 1/15-öd másodpercnél rövidebb időre felvillanó képeket nem érzékeljük. Így például ha egy filmbe bevágunk másodpercenként 15 db 1/15 másodperces képet akkor ezt észre se vesszük. Érdekes viszont, hogy tudat alatt ezt az agy érzékeli. Ezt ki is használták az USA-ban a 60-as években amikor erre alapozott reklámokat használtak a tudat alatti vásárlási szokások 'beprogramozásához'.

A filmvetítésnél és a televíziós kép sugárzásánál másodpercenként 25 teljes állóképet jelenítenek meg, ez már elegendő ahhoz, hogy az ember összefüggő, folyamatos, viszonylag villogásmentes mozgóképet érzékeljen. (A váltotsoros vagy interlaced televíziós képmegjelenítés esetében ez azt jelenti, hogy másodpercenként 50 félképet kell sugározni).

2.fejezet

2.1 Grafikai szabványok

2.1.1 SRGP

A Simple Raster Graphics Package vagy röviden SPGP szabvány elsősorban a raszteres megjelenítés szabványosított környezetét jelenti. Ablakokat használó környezetre lett kifejlesztve. Itt minden kép koordinátákkal rendelkező pontokból épül fel, vagyis független a képernyőn aktuálisan megjelenített képtől. A csomag megengedi alapvető elemek (kör, vonal, ellipszis, szöveg, sokszög stb.) használatát is. Az SPGP minden olyan alkalmazást támogat, amely interaktív üzemmódban fut. (Napjainkban már a legtöbb program ilyen).

Eszközfüggetlen rendszer, mert csak kétféle logikai eszköztípust tartalmaz: lokátor és billentyűzet típust.

A lokátor soros kommunikációt igénylő olyan eszköz, mely lekérdezőrendszerével a képernyőn való mozgás és helymeghatározás is lehetővé válik. Ilyenek például az egér a joystick és a digitalizáló táblák. A billentyűzet pedig a karakteres bemenetet látja el.

Az SPGP alapvető aritmetikai (összeadás, kivonás, szorzás és osztás) és logikai műveleteket (és-vagy, felülírás) is támogat.

2.1.2 PHIGS

A vektorgrafikus szabványok közül az elsők között fogadták el a PHIGS szabványt. Ez tulajdonképpen egy háromdimenziós struktúrát is támogató rutinyűjtemény. ANSI és ISO szabványokra támaszkodik, önálló adatbázist használ a grafikus információk tárolására és háromdimenziós megjelenítésre képes raszteres képernyőn. Ezek az alapvető tulajdonságai különböztetik meg az SRGP-t a raszteres szabványtól.

Sajátos modellrendszere van, amely három részből tevődik össze:

- mennyiségi modellek (matematika, fizika, kémia, biológia, gazdaság stb. -alapvető tudományágak jellemzésére szolgáló egyenletek, grafikonok, görbék)
- szervezési modellek (hierarchikus és gráfos szervezésű gyűjtemény különböző rendszerszervezési céllal.)

- geometriai modellek (geometriai alakzatok gyűjteménye, előre definiált jellemzők és kapcsolatok alapján.)

A tárgyak felépítése alapvető elemek (primitívek) segítségével történik. A rendszer mind kétdimenziós (pont, szakasz, geometriai formák), mind háromdimenziós (henger, gömb, sokszögek, stb.) primitíveket és köztük lehetséges kapcsolatokat is tartalmazza. Használata a tervezői rendszerektől kezdve egész a vektorgrafikus programokig terjed.

2.1.3 OpenGL

Az OpenGL szabvány egy programozást segítő, kifejezetten grafikus elemeket tartalmazó gyűjtemény. Nem csupán vektorgrafikus elemeket tartalmaz, hanem a raszteres és a 3D animációt segítő rutinok is megtalálhatók benne. Kifejlesztője a Silicon Graphics Inc. cég volt. A játékok és egyéb gyors grafikát igénylő rendszerek elterjedten használják.

Fontosabb jellemzői:

- geometriai és raszteres primitívek gyűjteménye
- különböző szintéren történő megjelenítési módok támogatása
- raszteres megjelenítés és a modellezést támogató transzformációk
- megvilágítás és áttűnés támogatása
- rejtett felületek és textúrák kezelése
- különböző effektusok gyűjteménye (köd, füst, stb.)
- puffereelt működés támogatás

Fontos jellemzője még, hogy a tervezők a szoftver elkészítésekor nagy figyelmet fordítottak a platformfüggetlenségre. Napjaink leginkább használatos környezete illetve sok szabvány használja a 3D mozgások kivitelezésére.

2.1.4 MPEG

Minden szabvány közül manapság talán az MPEG a legnépszerűbb, mely az 1988-ban alakult Motion Experts Group bizottság hívott életre. Célul tűzték ki, hogy mozgóképek és hang tömörítéséhez szoftverben és hardverben egyaránt hatékony

eljárást dolgozzon ki. A mozgó videóállományok digitális, valós idejű rögzítése rendkívül nagy adatfolyamot jelent. Ha például VHS minőséget szeretnénk tárolni digitalizálva, tömörítés nélkül, akkor a következő tárhelymenyiségre lenne szükség:

Mivel a VHS minőség kb. 300 TV sornak felel meg, és egy sorban 625 képpont van, PAL jel esetén 25 kép vetítődik másodpercenként. Ez jó minőség esetén - ami 24 bites színmélységnek felel meg - $300 \cdot 625 \cdot 3 \cdot 25 = 14062500$ byte/másodperc adatfolyamnak felel meg. Tehát ennek a rögzítéséhez szükséges eszköznek legalább 13,5 Mbyte/sec sávszélességgel kellene rendelkeznie. Így elvben egy CD lemezre mindössze 50 másodpercnyi anyag rögzítése lenne lehetséges.

Ezért a feladat csak tömörítéssel oldható meg gazdaságosan. Természetesen mind a be mind a kitömörítés jelentős számítási művelet elvégzését is jelenti. Az MPEG-1 szabvány a 90-es évek elején készült el és lehetővé tette kb. 0,18 Mbyte/s adatfolyammal VHS minőségű videó rögzítését. Elsősorban multimédiás CD készítésére alkalmas, mivel 2 szeres sebességű CD-ROM olvasóval és Pentium MMX processzorra valós időben megjeleníthető a képernyőn.

Magasabb minőségi követelményt elégít ki az MPEG2 szabvány mely kb. 0,4-1,2 Mbyte/s adatfolyammal az interlaced (azaz a műsorszórásra alkalmas minőségű) átvitelt biztosítja. Támogatja a 16:9 képarányt és a többcsatornás videó-jelátvitelt is. Igaz ez sokkal gyorsabb CD olvasót igényel és a kitömörítéshez is önálló hardverre van szüksége.

A processzorok jelenleg még nem képesek a valós idejű kitömörítésre, de az ez irányban folytatott kutatások és fejlesztések meglehetősen ígéretesek, így néhány éven belül várható a röptömörítésre is képes processzorok megjelenése. Az első szabványosított digitális eszköz, mely használja az MPEG2 szabványt a DVD (Digital Video Disc).

Harmadik fázisként az MPEG3 a HDTV (High Definition Television = Magas Minőségű Televíziózás) szintű minőségi követelményeket kielégítő tömörítés kidolgozása volt a bizottság fő célkitűzése. Ez akár $1920 \cdot 1080$ képpont képenkénti átvitelét is jelentheti. Az átviteli sávszélesség itt már jelentős :kb. 2,5-5 Mbyte/sec.

Az MPEG-4 a legkisebb geometriai felbontást tartalmazza. A $176 \cdot 144$ képpont/kocka átvitel ugyan nem magas, viszont a telefonvonalon történő valós idejű megjelenítés jelentős sávszélesség szűrést igényel.

Az MPEG-4 eljárás alkalmazását mutatja, hogy napjainkban streamline videó nézhető az Interneten keresztül -bár ekkor minimálisan 28,8 Kbit/sec sávszélesség szükséges.

2.2 KÉTDIMENZIÓS ADATFORMÁTUMOK

2.2.1 TIFF

Az Aldius és a Microsoft által kifejlesztett TIFF (Tagged Image Format) képformátum a raszteres képek legelterjedtebb formátuma. Az alábbiak voltak a legfontosabb jellemzők a kifejlesztéskor:

- legyen operációs rendszer független
- legyen hardver független
- a file struktúra vizsgálata a teljes beolvasás nélkül megvalósítható legyen
- kompatibilis legyen lehetőleg a régebbi és lehetőség szerint az újabb formátumokkal is

A TIFF formátumú képek először DTP területén terjedtek el, majd szinte minden terület átvette a formátum használatát. Így a videó feldolgozásoktól kezdve a műholdak által készített képeken keresztül az orvosi diagnosztikáig szinte minden platformon és operációs rendszeren megtalálható. A fax adatátvitel is ezt a szabványt használja. Alkalmas bináris, vonalas, szürkéségi fokozatokat tartalmazó, RGB és CYMK színtérben készített képek tárolására. A legújabb TIFF szabvány szinte minden kompatibilitási gondot kiküszöböl. Lehetőség van az adatok tömörítésére is veszteségmentes formában (LZW -LEMPLE-ZIV-WELCH- CCIT G3, JPEG, stb.). Napjainkban alig található olyan grafikai program, amely ne tudná használni a TIFF formátumot. Amennyiben különböző platformok között akarunk képi adatokat cserélni, mindenképpen a TIFF formátum a javasolt. A TIF formátumú fájlok kiterjesztése: .TIF.

2.2.2 JPEG

Mivel jelenleg a JPG kiterjesztésű képek a leggyakoribbak az Interneten - ahol egyes becslések szerint az összes képmennyiség 80-85% a JPG formátumú- ezért erről részletesebb ismertetést készítettem.

A JPEG (Joint Photographic Experts Group) szabvány, amely elsősorban veszteséges képtömörítési szabvány, az ISO (International Standards Organisation) és a

CCITT (Consultation Committee on International Telephone and Telegraph) szervezetek által 1986-ban felállított munkacsoportban születtek. A diszkrét koszinusz transzformáción alapuló eljárással a látvány kismértékű romlása árán kb. 1/30-1/40 tömörítési arány is elérhető. A tömörítési arány, és ily módon az esetleges minőségromlás mértéke a felhasználó által beállítható. Az eljárás úgy lett megválasztva, hogy hardveres és szoftveres úton is hatékony legyen. Veszteségmentes tömörítésre is használható, ekkor közel a felére lehet tömöríteni az adatokat.

A JPEG eljárás érzékelésen alapuló tömörítési eljárás, mert az elhagyásra kerülő adatokat az emberi szem érzékelési tulajdonságainak figyelembevételével alakították ki. A JPEG leghatékonyabban színes, vagy szürke skálás képeket tömörít, fekete-fehér képek tömörítésére nem érdemes használni. A JPEG nem tömöríti hatékonyan azokat a képeket sem amelyekben sok a színváltás.

A JPEG eljárás szerinti tömörítéshez több paramétert is szükséges beállítanunk. Minden beállítás kompromisszum a tömörített állomány mérete és a kibontott kép minősége között. Általában érvényes, hogy a kibontott színes képeknél nincs észrevehető minőségromlás, ha olyan paraméterezést állítunk be ahol a tömörítési arány 1/10, tehát a tömörítés 10-szeres. Szürke skálás képeknél azonban a minőség romlása már 5-szörös tömörítésnél is észrevehető.

Az eljárás a színösszetevőket egymástól elkülönítve kezeli, azaz színes kép esetében a három összetevő mindegyikére végre kell hajtani. A szokásos RGB színrendszer helyett az YUV színrendszerbe konvertálja át a képet és elválasztja egymástól a világosság és a színek kódokat. Így a színösszetevők adatai a látás szempontjából fontosabb és kevésbé fontos adatokra válnak szét. Az emberi látás ugyanis az U- és V- (krominancia) összetevőkre sokkal kevésbé érzékeny mint az Y (luminancia) összetevőkre, vagyis kis mértékű világosság változásokat inkább észrevesz, mint a színekben bekövetkezett nagyobb mértékű változásokat.

Ezért a JPEG eljárás inkább a színinformáció mennyiségét csökkenti. A színkoordinátarendszerének átalakítása okoz ugyan kerekítési veszteséget, de ez a veszteség elég kis mértékű és szinte nem is érzékelhető.

A második lépésben az eljárás csökkenti a színek kódok bitszámát. Ez a JPEG nyelvzetben a '4:1:1' (vízszintesen és függőlegesen megfelelezt színinformáció), vagy a '4:2:2' (csak vízszintesen megfelelezt színinformáció) beállítás.

Az eredeti képfájlból ugyanis egy képpont világosság és színkódját elvileg azonos számú bit alkotja. A 4:2:2 beállításnál két képpont színkódja közül az egyik elmarad, vagyis a két képpont azonos színkódokkal rendelkezik. Emiatt változik ugyan a kép, de ez alig vehető észre, mivel a legtöbb képnél két egymás melletti képpont színe alig különbözik. A 4:1:1 beállításnál az eljárás két sor színkódját kezeli közösen, tehát itt 1 pont színe a körülötte lévő másik 3-ra is azonos lesz. Feltételezve, hogy a világosságkód és a két színkód 4 bites, akkor az eredeti fájlban minden képpontot 12 bit definiál.

A 4:2:2 beállításnál a transzformált fájlban két képpontot 24 (12+12) bit helyett 16 (12+4) bit definiál, tehát a képfájl adathossza az eredetinek kétharmadára csökken. A 4:1:1 beállításnál a transzformált fájlban a négy képpontot 48 (12+12+12+12) bit helyett 24 (12+4+4+4) bit definiál, tehát a képfájl adathossza az eredetinek felére csökken. Bár a csökkenés nagy adatvesztést jelent, az ember általában nem érez minőségromlást a szem tökéletlen színérzékelése miatt. A szürkeskálás képeknél viszont nincs színkód, ezért nem lehet ily módon a fájl méretét csökkenteni, ezért kisebb a tömörítés ezeknél a képeknél.

A tömörítés érzékeltetéséért tételezzük fel, hogy egy 320*240 képpontból álló, 24 bites színmélységű képet kívánunk transzformálni 4:2:2 beállítással. Az eredeti képállomány $320 \cdot 240 \cdot 3 = 230\,400$ bájtól áll. A transzformálás után a képállomány mérete $320 \cdot 240 \cdot 2 = 153\,600$ bájtra csökken.

Az eljárás a következő lépésben a képfájlból található képpontokat 8 x 8 tagból álló makroblokkokra bontja, majd diszkrét koszinusz transzformációval kiszámítja a blokkokat alkotó frekvencia komponensek amplitúdóját. Az eljárás nem veszi figyelembe azokat a frekvencia komponenseket, melyeknek amplitúdója kisebb egy előre beállított értéknél. Nyilvánvaló, hogy minél nagyobb ez a beállított érték annál nagyobb a tömörítésnél figyelembe nem vett adathossz, azaz annál kisebb a tömörített képfájl mérete. A világosságkódok frekvenciakomponenseinek amplitúdója általában nagyobb a színkód frekvenciakomponenseinek amplitúdójánál, ezért az előbbieket kevésbé módosulnak a tömörítés alkalmával. A megmaradt képinformációkat a JPEG eljárás Huffman-kódolással tömöríti.

Matematikai leírás:

$$DCT(k_1, k_2) = \sum_{n_1=0}^{N-1} \sum_{n_2=0}^{N-1} X(n_1, n_2) \cdot \cos(2\pi(2n_1 + 1)k_1 \cdot (4N)^{-1}) \cdot \cos(2\pi(2n_2 + 1)k_2 \cdot (4N)^{-1})$$

Ahol:

N a blokk mérete (a JPEG szabványban: 8)

X(n₁,n₂) a képpontérték

N₁,n₂,k₁,k₂ blokkreaktív pozíciók

Az előbbi képlet közvetlen számításokra alkalmatlan, mivel valós adatokon nagyszámú művelet elvégzését igényli. A transzformáció igen hatékony közelítése pl. az RVFTT (Real Valued fast Fourier Transform) eljárás alapul.

A DCT transzformáció inkább több adatot eredményez, mint kevesebbet, mert a kapott együtthatókat nagyobb pontossággal kell ábrázolni, mint az eredeti képpontértékeket. Az értelme az egésznek az, hogy míg a blokk 64 képpontja egymással többnyire erősen összefügg (korrelál), így a transzformáció után kapott 64 együttható gyakorlatilag nem mutat belső összefüggést. (A diszkrét koszinusz transzformáció a Karhunen-Loeve transzformációt megközelítő módon tudja az adatokat független paraméterekké alakítani.)

A pszichovizuális kísérletek bebizonyították, hogy a 64 együttható nem azonos mértékben fontos az eredetit közelítő látvány létrehozásához. Kiderült, hogy a magasabb frekvenciájú képtartalom változást reprezentáló bázisfüggvények még akkor sem befolyásolják túlzottan a látványt, ha a hozzájuk tartozó együttható értéke nagy.

Mindezekből következik, hogy a magasabb frekvenciájú összetevőkhöz tartozó együtthatók sokkal durvábban is kódolhatók, mint az alacsony frekvenciához tartozóak. A kódolás pontossága úgy is megközelíthető, hogy megszabjuk, melyik együttható hányféle értéket vehet fel, azaz milyen pontosságú a kvantálása. (A kvantálás pl. az együttható adott számmal való osztásával valósítható meg, mikor is az egészre kerekített hányados lesz az eredmény. Minél nagyobb az osztó, annál kevesebb féle eredmény jöhet ki, azaz - az osztóval való szorzással - annál durvábban állítható helyre az eredeti együttható.)

Pl.: ha a DCT utáni együttható értéke 11, a megfelelő kvantálási együttható viszont 30, akkor az eredmény 0 lesz. Ugyancsak nulla lesz az eredmény, ha az együttható értéke a {-15,...,15} tartományban bármilyen más értéket vesz fel.

Tipikus kvantáló -(azaz 64 db, együtthatóról-együtthatóra változó osztót tartalmazó)- mátrix luminanciához:

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

Tipikus kvantáló-(azaz 64 db, együtthatóról-együtthatóra változó osztót tartalmazó)- mátrix krominanciához:

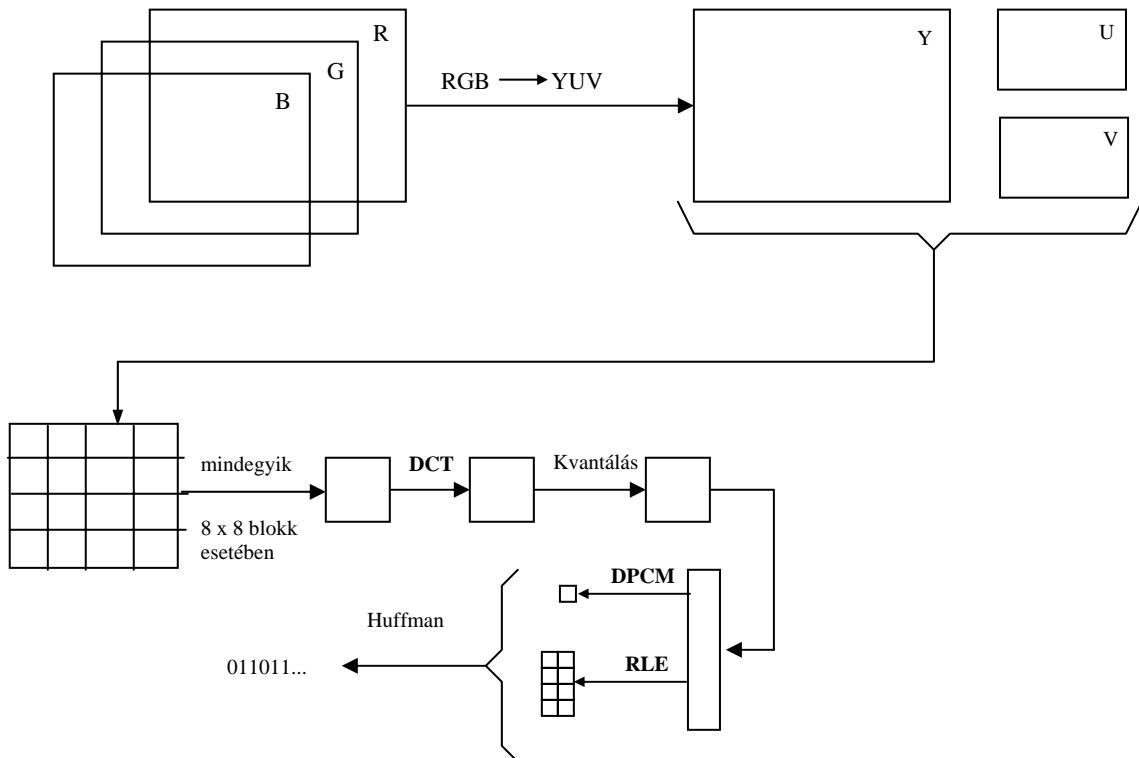
17	18	24	47	99	99	99	99
18	21	26	66	99	99	99	99
24	26	56	99	99	99	99	99
47	66	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99

A szokásos JPG-alapú rendszerekben a képminőséget (és ezzel a tömörítési arányt is) pl. a kvantálási szintek változtatásával lehet befolyásolni. Minél „feljebb” toljuk a kvantálási szinteket, annál durvább lesz a kép, viszont annál nagyobb lesz a tömörítés aránya.

- A kvantálás után kapott 64 db együttható túlnyomó része 0, vagy igen kis abszolút értékű szám lesz.(Megjegyzendő, hogy a blokk eredeti képtartalma – illetve annak közelítése – úgy állítható elő, ha az előbbieken kapott számokat megszorozzuk a megfelelő kvantálási együtthatókkal, és az így kapott közelítő együtthatókkal a DCT inverzét hajtjuk végre.)

- A kvantálási adatok megválasztásából következik, hogy a kapott számok közül a legtöbb nem zérusértékű a blokk balfelső sarkának közelében található, és attól távolodva egyre több lesz a zérus együttható. Ez a tény igen jól kihasználható az együtthatók kódolásához.

A tömörítési folyamat végén elkészül a tömörített képfájl, melynek fejléce tartalmazza a tömörítésnél használt összes paraméter értékét, többek között a kvantálási együtthatót és a Huffman kódtáblázatot. A JPEG tömörítési folyamat az ábrán látható.



3.ábra A JPEG tömörítési folyamat

A tömörített képállomány 12-szeres tömörítési arány esetén 19200 bájt hosszúságú lesz, de az emberi szem nem fog a tömörített kép kibontása után minőségromlást érzékelni.

A tömörített fájl kibontása ellenkező irányú folyamat. Ennek során kiszámításra kerül az egyes blokkokat alkotó képpontok tényleges értéke. Mivel az egyes blokkok külön-külön kerülnek tömörítésre, a blokkok határán lehet a kódok között különbség.

Jó minőségű kicsomagoló program viszont össze tudja hangolni a blokkok közötti átmenetet.

A JPEG formátumban való mentéshez azonban szükséges tudnunk a következőket:

- Nem valódi színes képek mentése a legtöbb programban nem lehetséges JPEG formátumban. Ezeket a képeket először át kell alakítani - pl RGB térbe kell konvertálni- majd utána menthetjük JPEG formátumban.
- Érdeemes a mentés előtt minőségi faktort (Photoshop 1-10 között, Corel Photo Paint 0-255 között) beállítani. A jó minőségű kép magától értetődően nagyobb méretet is jelent.
- Kisméretű, részletekben nem gazdag képek mentéséhez nem célszerű használni a JPEG formátumot.
- Nagy tömörítési arány választása, főleg részletgazdag képeknél jelentős minőségromlást eredményezhet. Célszerű a képet először tömörítés nélküli, pl. TIFF formátumban menteni, majd többszöri, különböző tömörítési arány mellett JPEG formátumban lementeni az adatokat. Utólag ellenőrizve a megfelelő arány kiválasztható.
- Veszteségmentes mentésre -bár a legtöbb programnál lehetséges- mégsem ajánlott a JPEG formátumot használni. Sokkal inkább a TIFF javasolt.
- Nagyobb méretű színes képek Interneten történő eléréséhez célszerű a mentést progresszív módon elvégezni.(A legtöbb képfeldolgozó program ezt az opciót a mentéskor felkínálja.)

A JPEG formátumú fájlok kiterjesztése: .JPG.

2.2.3 BMP

A Dos és a Windows operációs rendszerek alatt egy önálló bittérképes fájlformátum a BMP. Ezen formátumot kezelő (olvasás/írás és alapvető feldolgozások) programot a Microsoft cég minden operációs rendszeréhez csatolta. (Win 3.1-nél Paintbrush, Win 9x és az újabb verzióknál Paint néven).

Mentésük során azonban néhány fontos jellemzőt is megadhatunk:

- az alkalmazott operációs rendszer típusát - ez legtöbb esetben Microsoft-kompatibilis vagy OS/2 lehet
- a színmélységet (1,4,8,24 bit)
- a futamhossz szerinti veszteségmentes tömörítés lehetőségét (RLE Run Length Encoding)

Mivel a fenti operációs rendszerek használják, a többi pedig legalább olvasni tudja, a BMP formátum nagyon elterjedt. Mivel a BMP formátum nem engedi a képi információktól eltérő egyéb adatok (pl. a nyomtatásra vonatkozó információk, megjegyzések) lementését, ezért ezek az adatok elvesznek.

2.2.4 PCX

A PCX formátumot eredetileg a Z-Soft cég hozta létre, amikor kifejlesztette a Paintbrush nevű festőprogramját. Ez a program elsősorban DOS vagy Windows környezetben fut. Kezdetben csak maximálisan 8 bites képek voltak PCX formátumba menthetők, önálló színpaletták nélkül (version 3 szabvány). A javított PCX formátumot leíró szabvány (version 5 utáni változat) már az RGB 24 bites színmélységét is tudja kezelni. Elterjedt, szinte minden program által támogatott, egyszerű felépítésű formátum. A gyakorlatban ritkán használatos. Elsősorban a Dos vagy Windows alatti gyors megjelenítéseknél, prezentációknál vagy régebbi programváltozatok használata esetén van rá szükség. A CYMK szintérbeli adatokat nem tudja kezelni.

2.2.5 FIF

A fraktálok transzformációjával rendkívül hatékony képtömörítést lehet elérni. Az eljárás veszteséges de élvezhető minőségű, kis méretű és gyorsan betölthető képeket hoz létre. A kifejlesztője Michael Barnesley által létrehozott Iterated Inc. cég.

A tömörítő program először felosztja a teljes képet apró részekre, majd minden egyes részhez (domain) megkeresi a hozzá leginkább hasonlító, de eltérő méretű és helyzetű másik részletet (range). Tároláskor a domainek színét és a leképezés adatait szükséges csupán menteni. A leképezéshez szükséges matematikai transzformációs eljárások jól ismertek. Létezik a transzformációnak hatékony számítógépes megoldása is. Bár jelentős a tömörítésirányú számításigénye az eljárásnak (800*600*24 kép esetén Pentium 100 processzorral kb. 1-2 perc, Pentium MMX 200 esetén ez kb. 20-25 másodperc, mikor is a jóminőségű képek mérete kb. 25-30 Kbyte), azonban a manapság elterjedt processzorok számítási teljesítménye már alkalmas a feladat elvégzésére.

A kitömörítés során a domainek rekurzív módon épülnek fel. Az egyes domainek tartalmát az előző domain tartalma és a tárolt leképezés határozza meg. Amint a két egymás utáni kicsomagolási folyamat között minimálissá válik a különbség, a kitömörítés befejeződött. Mivel a kitömörítés (helyreállítás) sokkal gyorsabban elvégezhető (Pentium 100 processzorral kb.1-2 másodperc) mint a betömörítés, a multimédiás és prezentációs alkalmazásoknál gyakran állóképek esetén a felhasználók szinte nem is veszik észre. A helyreállítás után a kép nagyítható és ekkor látszatra új részletek jönnek elő a globális mintázatok lokális ismétlésével. Az eljárással rendkívül nagy tömörítési arány érhető el (akár 1:100 is), kis minőségromlással.

Számos előnye van a jelenleg legszélesebb körben elterjedt JPEG szabvánnyal szemben:

- sokkal nagyobb a tömörítés mértéke közel azonos minőség esetén
- az emberi agy számára idegen digitális hatások sokkal kevésbé érezhetők
- jobb a kontúrok visszaadása
- a színárnyalatok visszaadása során feltűnően jobb a FIF formátum

A legtöbb program ugyan még nem tartalmazza a FIF formátumú képek olvasását jelenleg, de az állóképek ki- és betömörítésére szolgáló ún. TWAIN modul vagy önálló program a cég Internetes oldaláról szabadon letölthető, és a kereskedelmi forgalmat leszámítva szabadon használható is. Az Internetes és multimédiás alkalmazások mellett rendkívül hasznos lehet prezentációk és képi adatbázisok használatakor.

2.2.6 PICT

A Macintosh gépeken futó programok kedvelt formátuma a PICT formátum raszteres képek tárolására.

A képernyő megjelenítésére használt Quick Draw utasításkészleten alapul. A formátum támogatja a bittérképes, az árnyalatos és az RGB képek mentését, a CYMK színtérbeli képeket viszont nem. Nagyon hatékony veszteségmentes adattömörítési eljárást (Packbits) használ. Színes képeknél a 16 vagy 32 bites felbontást, míg árnyalatos képek esetén a 2, 4, 8 bites felbontást támogatja. A legújabb változatai már a JPEG formában való tömörítést is támogatják.

A Macintosh gépen futó prezentációk és multimédia fejlesztések hasznos képformátuma, hiszen a formátum kezelése az operációs rendszer szerves része. A legtöbb nem Macintosh típusú gépen futó program által ismert. Használata Macintosh gépre történő képi információk átvitelénél ajánlatos. A multiplatformos képfeldolgozó programok mindegyike ismeri. A fájlok kiterjesztése: .PCT vagy .PIC.

2.2.7 EPS

Az EPS (Encapsulated PostScript File) az Adobe cég által kifejlesztett adatformátum, mind raszteres, mind vektoros adatok tárolására alkalmas. A formátum kidolgozásakor a különböző grafikai elemek, rendszerek egységes kezelését és alkalmazás orientált kezelését tartották fontosnak. A PostScript adatok közvetlenül a képernyőn nem jeleníthetők meg, ezért a formátum a képet a megjelenítéshez szükséges ún. preview adatokkal együtt menti el. Ennek a felbontása részint jóval alacsonyabb, mint a nyomtatandó adatoké. A formátumot elsősorban raszteres és vektoros adatok cseréjekor alkalmazzák. A Windows és Macintosh rendszereken futó képfeldolgozó és rajzoló-festő programok ismert formátuma. Napjainkban, a nyomdatechnikában a PostScript nyelvet ismerő levilágítók és nyomtatók által használt szabvány formátum.

2.2.8 GIF

Az Interneten történő kalandozások során legtöbbször talán a GIF (Graphics Interchanged Formula) adatformátummal találkozhat a szintén nagyon elterjedt JPG mellett. A GIF a WEB és más online rendszerek HTML leíró nyelvét közvetlenül kihasználó raszteres adatok tárolására alkalmas formátumról van szó. A kifejlesztő a Compuserve cég volt.

Kimondottan a telefonos átvitel és a HTML nyelv lehetőségeit szemmel tartva került kialakításra a GIF formátum. Napjainkban szinte minden program ismeri, vagy legalább olvasni tudja. A képfeldolgozó és grafikai rendszerek pedig a GIF fájlok önálló szerkesztésére is képesek. Bináris (bitmap), árnyalatos és 8 bites színelbontással használatos elsősorban, bár a legújabb szabvány támogatja a 24 bites színelbontást is. Tömörített formában végzi a tárolást. Mentéskor a GIF89 szabvány felkínálja a későbbi megjelenítés normál vagy interlaced lehetőségét. Prezentációk, multimédia anyagok és a WEB-re történő fejlesztéseknél célszerű használni. A GIF formátum egy alternatív, de szinte teljesen azonos változata a PNG formátum.

2.2.9 PDF

Az Adobe cég által kifejlesztett PDF (Portable Document Format) fájl formátum az igényes prezentációk létrehozásának kedvelt fájlformátuma. Kifejlesztésekor az operációs rendszerektől való függetlenség volt az elsődleges cél. Így szinte minden környezetben megtalálható (Macintosh, DOS, Windows, Unix). A PostScript Level2 leíró nyelv képezi az alapját, ami arra utal, hogy mind a raszteres, mind a vektoros adatokat tudja kezelni. Emellett kiegészítették számos olyan hasznos funkcióval, amelyeknek köszönhetően az egyik legelterjedtebb prezentációs adatformátum. Ezek a funkciók:

- szöveg, grafika, kép, videó és animáció kezelés
- interaktív keresés
- navigációs lehetőségek
- hypertext
- interaktív tartalomjegyzék

Mindezek alapján állíthatjuk, hogy a multimédia alapvető elemeit tartalmazza. Ezeket az elemeket tömörített formában tárolja. A PDF formátumú dokumentumok megjelenítése egy korszerű könyvre emlékeztet, a kivitelezés viszont teljesen digitális. Szerkesztésére az Adobe Acrobat programrendszer Writer, Distiller vagy Exchange tagja alkalmas, míg olvasására a számos WWW helyről szabadon letölthető és használható Adobe Acrobat Reader szolgál. Mindez egyben mutatja azon hátrányait is, hogy a legtöbb program nem képes közvetlenül olvasni.

2.2.10 PhotoCD

A PhotoCD a Kodak által kifejlesztett rendszer és szabvány. Mintegy átmenet a hagyományos és digitális fényképezés között. Lehetőséget ad, hogy olcsón, jó minőségű, nagyfelbontású elektronikus képekhez jussunk anélkül, hogy ehhez drága digitális eszközöket vásárolnánk. Maga a fényképezés továbbra is a szokásos módon, a megszokott kamerákkal, a lehető legmagasabb felbontást biztosító filmanyagra történik. A kép csak ezután kerül digitalizálásra.

A PhotoCD rendszer négy különböző összetevőből áll:

- nagyfelbontású diaszkener
- nagyteljesítményű számítógép
- speciális CD író
- Professzionális színes nyomtató

A filmet vagy diát leolvasó szkener felbontása 2048*3072 pixel, 24 bit színmélységgel. A PhotoCD kép teljes - nem tömörített - adatmennyisége közel 18 Mbyte.

Megfelelő korrekciók (pl. színbeállítás) elvégzése után, veszteségmentes eljárással tömörítik a képeket, majd CD-re írják.

A színrendszereknél tárgyalt YCC szintérbe történő átírás után a kapott adatokat veszteségmentes, önálló szabadalomként használt eljárással tömörítik. Az adatredukció segítségével az eredeti 18Mbyte adatmennyiség mintegy 6 Mbyte-ra csökken. Így egy fotó CD lemezen körülbelül 100 színes kép helyezhető el.

A fotó CD-n minden kép öt különböző változatban kerül tárolásra. Mind az öt képet ugyanabból az állományból nyerik, ezek csupán felbontásban különböznek egymástól. Az alapfelbontás - amit a Kodak Base-nek (alpnak) nevez 512 sornak felel meg soronként 768 képponttal, ami egy normál TV kép minőségével azonos. Emellett találunk még 4-szer, illetve 16-szor kisebb, valamint 4-szer és 16-szor nagyobb felbontású képváltozatokat is.

1. Base/16 128 * 192 képpont
2. Base/4 256 * 384 képpont
3. Base 512 * 768 képpont
4. 4Base 1024 * 1536 képpont
5. 16Base 2048 * 3072 képpont

A kisebb felbontások csupán a képek kikeresésére, valamint az úgynevezett indexképek (tartalomjegyzék) kinyomtatására szolgálnak. Ezek a képek tömörítés nélkül kerülnek a lemezre, ezáltal gyorsabban jeleníthetők meg a képernyőn. A nagyfelbontású 4 Base és 16 Base változatokat tömörítik. Ezek az adatsomagok nem tartalmazzák a teljes kép adatait, hanem csak azokat a részleteket, amelyek nem találhatók meg az alacsonyabb felbontású adatkészletekben. Ha tehát valaki 2048 * 3072 pontos felbontású képet szeretne kinyomtatni, akkor ahhoz nemcsak a 16 Base adatait kell leolvasnia a fotó CD-ről, hanem a 4 Base és a Base adatait is.

A Photo CD-re írt képfájlok kiterjesztése: .PCD. Önálló készülékkel televízió vagy megfelelő (a PhotoCD szabványt ismerő) CD-ROM olvasóval megjeleníthető. A Kodak a széleskörű alkalmazás elérése érdekében számos PhotoCD szabványt hozott létre. Az ötagú PhotoCD család tagjai:

- Photo CD Master Disc
- PRO Photo CD Master Disc
- Photo CD Portfolio Disc
- Photo CD Catalog Disc
- Photo CD Diagnostics Disc

A 35 mm-es mérettől a 102 * 127 mm-es síkfilm formátumig, film vagy diafelvételek tárolására alkalmas (Master és Pro Master szabvány). Emellett nyomdai előkészítésre, interaktív üzleti- és kereskedelmi bemutatók, fotóalbumok létrehozására (Portfolio szabvány), cégek, ügynökségek, archívumok képeinek tárolására, elektronikus katalogizálására (Catalog szabvány) és orvosi diagnosztikai célokra is (Diagnostic szabvány) használható a rendszer. Napjainkban szinte minden jelentősebb raszteres adatokat kezelni tudó program használja a szabványt. A cég WWW szerveréről a jelentősebb operációs rendszerekhez illeszkedő TWAIN modul letölthető.

2.3 Digitális mozgóképfarmátumok

2.3.1 MPEG

Az MPEG szabvány ismertetésekor részletesen szóltam az eljárás elvéről. Most a gyakorlatban előforduló MPG kiterjesztésű adatfájlokat jellemezzük. Az MPEG formátumú fájlok leglényegesebb vonása, hogy az időben szomszédos képek közti változást kódolja. Biztonsági okokból azonban időről-időre újragenerálja az egymásra épülő kódolást, és ezzel meggátolja az esetleges adatátviteli hibák továbbterjedését. Leegyszerűsítve, az adatfolyam három, különböző szerepet betöltő képtípus egymásutánjából áll.

1. Különálló kép

Átlagosan fél másodpercenként egy teljes kép tömörítését jelenti, JPEG formában. Miután ez a kép a következő adatok számára mintegy referenciaként szolgál ezért viszonylag alacsony tömörítési arányú (12:1) de jó minőségű.

2. Előrebecsült kép

Az előző képhez viszonyított változást kódolja, s ezzel magas tömörítési arányt biztosít. Minél több előrebecsült kép következik egymás után, annál inkább eltérhet a helyreállított képsorozat az eredetitől.

3. Kétirányú kép

Itt a megelőző és a következő kép átlagát használják fel. Ezáltal nagyon magas tömörítési arány érhető el. Annak meghatározása, hogy mikor melyik képtípust kell kódolni, a képsorozat tartalma alapján az MPEG kódoló egység (általában speciális hardver) feladata. Ez alapvetően befolyásolja a kialakuló videó minőségét. Az MMX utasításkészletet hatékonyan megvalósító processzorok az MPEG-1 fájlok kitömörítésével, megfelelő szoftver használata esetén megbirkóznak.

2.3.2 AVI

A Microsoft, amely az AVI (Audio Video Interlaced) formátum kifejlesztője, videó és hanginformáció tárolására dolgozta ki a formátumot. A videó forrás jelét digitalizálva a formátum külön kezeli a mozgókép és a hanginformációt. A hanganyagot Wave alakban, míg a képet DIB formátumban (Device Independent Bitmap) kezeli. A képinformáció tárolásakor egy képből kiindulva, a következő kép csak azon részleteit tárolják, amelyek megváltoztak. Ezeket a részképeket nevezik deltakeretnek (delta-frame). Tároláskor csak a jelentős változást elszenvedett deltakereteket veszik figyelembe és mentik el.

A felvétel minőségének javítása érdekében a tömörítést végző szoftver a teljes képet is rögzíti. A deltakeretek nem alkalmasak a felvételen történő gyors változások megfelelő minőségű rögzítésére, hiszen így rendkívül nagy adatállományt kapnánk. Ennek következtében a lassan változó, nyugodt felvételek egyenletesen, jó minőségben lejátszhatók, míg a gyors változásoknál a felvétel ugrást szenved. Az ugrások elkerülését a teljes megjelenítő keret kicsinyítésével csökkenthetjük. Lejátszáskor a hangadatokat közvetlenül a hangkártyára, míg a képinformáció a megjelenítő eszközre kerül.

A személyi számítógépes környezetben futó kép- és videó feldolgozó szoftverek könnyedén kezelik a formátumot. Még a legegyszerűbb programok is felkínálnak alapvető szerkesztési műveleteket. A Windows alapú rendszerek kedvelt mozgókép adatformátuma, mivel nem csupán a winchesterről, hanem egy CD-ROM olvasóról is lejátszhatók, minimális hardver igény mellett.

2.4 Háromdimenziós adatformátumok

2.4.1 VRML

A WWW (World Wide Web) HTML (Hiper Text Markup Language) hipertextes programnyelvezetének kiegészítésére, továbbfejlesztésére született a VRML (Virtual Reality Modelling Language). Nem igazán egy formátum, hanem inkább leíró nyelv. A virtuális világ lehetőségeivel, előnyeivel és hátrányaival teszi lehetővé az interaktív kommunikációt. A VRML nyelv a korábban ismertetett OpenGL könyvtárára épülő OpenInventor modellező nyelvből alakult ki. A nyelv kifejlesztője a Silicon Graphics cég volt. A modellek mozgását JAVA nyelvű kódok adják. A VRML forráskód a HTML-hez hasonlóan ASCII formátumú.

Az Internetre tervezett nyelv létrehozásánál fontos szempont volt a tömörség. A rendszer nem korlátozódik csupán a hálózatra. Jelentős szerepet kapott multimédia alapú fejlesztésekben és alkalmazásokban is.

A VRML működése: a VRML-kód letöltése után a gépen futó VRML-browser megjeleníti a 3D objektumokból álló virtuális világot. A browser lehet önálló alkalmazás vagy egy pl. Netscape vagy Explorer ablakban futó ún. Plug in modul. Ezután tetszés szerint mozoghatunk a 3D virtuális világokban, amelyek lehetnek statikusak vagy mozgók. A VRML 2.0 szabvány már valóság-hű, interaktív animációk megjelenítésére is alkalmas. A VRML teljes lehetőségeinek kihasználásához azonban nagyteljesítményű, 3D grafikus gyorsítóval és digitális médiával felszerelt munkaállomásra van szükség. Egy MMX alapú személyi számítógép is csak szegényes megjelenítésre alkalmas.

A 3D térben való mozgás az egér segítségével történik, ami a felhasználótól kis gyakorlatot igényel.

A VRML alkalmazásokat ma két csoportba sorolhatók:

1. Az eddigi számítógépes gyakorlatban használt 3D alkalmazások (CAD/CAM, molekulamodellezés, 3D adatábrázolás, térinformatika, orvosi alkalmazások, oktatás, stb.)
2. Bár az első felhasználók a játékipar területén jelentek meg, az interaktív virtuális valóság rövidesen komoly vetélytársa lehet a hagyományos filmnek az ismeretterjesztés, a művészet és a szórakoztatás egyes területein.

A VRML formátumú fájlok kiterjesztése: VRL.

2.4.2 DXF

Az Autodesk Inc. által kifejlesztett formátum elsősorban két- és háromdimenziós modellek tárolására alkalmas. A CAD (Computer Aided Design) programok szabványának tekinthető adattárolási formája. A DXF (Drawing Interchange File) kiterjesztésekor a környezetfüggetlen, vektoros környezetben előforduló adatok tárolása volt a cél. Általában a személyi számítógép alapú képfeldolgozó programok nem képesek önállóan kezelni a formátumot vagy gyakran jelentős információk elhagyásával képesek csak olvasni. Az AutoCAD, ArchiCAD (világsikerű magyar fejlesztésű 3D tér modellezésére pl. alkatrészek, épületek, hidak stb.) és a legtöbb tervező programrendszer által használt tárolási formátum eredetileg az ASCII alapú adatcserét hivatott elősegíteni. Jelenleg háromdimenziós animációs lehetőségeket is tartalmaz. Szintén az Autodesk cég által kifejlesztett szabvány tárolási mód, az FLI és FCL formátumok, amelyek kimondottan animációk tárolását célozzák.

3.fejezet

3.1 Grafikatípusok

3.1.1 Vektorgrafika

Amennyiben a digitális képet alkotó pontok halmaza között matematikai összefüggéseket állapítunk meg és ezen összefüggéseket tároljuk, akkor vektoros vagy vektorgrafikus képekről beszélünk. Ezek a jellemzők a két vagy háromdimenziós térbeli alakzatokat, objektumokat ábrázolnak. Ilyen jellemző például egy kör középpontjának koordinátái és sugara, egy szakasz két végpontjának vagy egy pont két koordinátáinak megadása.

Általában ilyen struktúrában felépített képeket használunk térinformatikai rendszerekben, ahol a cél a földrajzi koordinátákhoz kötött grafikus és alfanumerikus adatok összekapcsolása. Alapvetően manapság tehát kétféle digitális képtípust különböztetünk meg:

- rasztergrafikus
- vektorgrafikus

3.1.2 Jellemzőik

A vektorgrafika egy 3D-s (korábbi változatainál 2D-s) lebegőpontos ún. világkoordináta-rendszert használ, ezáltal lehetővé teszi a geometriai pontosságú szerkesztést és a transzformációkat, így sokkal alkalmasabb a rasztergrafikánál a mérnöki és a tudományos munka támogatására.

A vektorgrafika absztrakt modelltérbeli tárgyakkal dolgozik. Ezek önálló objektumok (entitások), melyekkel műveleteket lehet végezni a képernyőn való megjelenítéstől függetlenül is. A felhasználói felület, a grafikus programcsomagok és a megjelenítő hardver szabványosítása ugyanakkor lényegében bármely elterjedt számítógép konfiguráción lehetővé teszi a modelltérbeli vektorgrafikus objektumok raszteres képen való megjelenítését akár több nézőpontból is. Ezzel szemben egy rasztergrafikus képet lényegét tekintve csak a kép felülírásával tudjuk módosítani.

A vektorgrafikában a grafikus objektumokat adatbázisban tárolják, mely lehetővé teszi az egyes testek, tárgyak modelljeinek egyedi visszakeresését és az ezek közötti kapcsolatok rögzítését és kimutathatóságát. A rasztergrafikában viszont nincs jelentősége az egyes képeken belüli grafikus rajzelemek önálló visszakeresésére és kezelésére.

A kétféle képi adattípus között alapvető különbségek mutatkoznak. Nézzük ezek előnyeit és hátrányait:

A **raszter alapú** rendszerek előnye, hogy egyszerű adatszerkezetekkel dolgoznak és ezeket egyszerű algoritmusok segítségével is könnyen elemezhetjük illetve feldolgozhatjuk. Hátránya az adatállományok viszonylagosan nagy mérete és a rögzített geometriai felbontás.

A vektorgrafikus képek adatállománya általában kisebb és független a felbontástól, hiszen az elemi objektumok mérete tetszőlegesen változtatható. Hátrányosan használható viszont az összetett adatszerkezetek és a bonyolult elemzési és leíró algoritmusok használata. Összetett szerkezetű képek felépítése gyakran hosszadalmas és jelentős gépidőt igényel.

A kétféle képtípus használata, feldolgozása általában eltérő eljárásokat, módszereket jelent. Így a kétféle képtípushoz, kétféle programrendszer tartozik. Ezeket a szakirodalom és a piac is önállóan kezeli, azonban mind a raszteres, mind a vektoros szoftverek támogatják a másik adattípusra jellemző adatszerkezetek (formátumok) használatát.

Pár évvel ezelőtt a raszteres és a vektorgrafikus 'világ' jelentősen eltért. Manapság nehéz egyértelmű megállapítást tenni, vagy élesen kategorizálni a kifejlesztett szoftver-rendszereket.

A felhasználó, amikor egy vektorgrafikus programcsomaggal dolgozik, a modelltérben

- önálló vektorgrafikus objektumokat(például testek, tárgyak modelljei) hozhat létre, illetve új objektumokat generálhat a meglévőkből (például egy kör elnyújtásával egy tóruszt).
- meghatározhatja a vektorgrafikus objektumok viszonyát (például alá-fölérendeltség, csoportképzés), ezekből komplex jeleneteket (scene) állíthat össze,
- műveleteket végezhet a modelltér tárgyaival (például elmozgathatja őket),
- fényforrásokat és kamerákat generálhat, és
- a modelltér jeleneteit megjelenítheti raszteres kép formájában például a monitor képernyőjén

3.1.3 A vektorgrafika múltja

Az első vektorgrafikus rendszerek a mérnöki tervezőmunkát segítették a műszaki rajzok elkészítésében nyújtott interaktív képességükkel. A munkadarabokat, épületeket sokkal költségtakarékosabban - és főleg gyorsabban - lehetett számítógépes tervezéssel előállítani és módosítani. Emellett például a program beépített szabványrendszer segítségével ellenőrizni tudta - például egy épületnél - az egyes anyagok statikai teherbírását, és ezek alulméretezése esetén figyelmeztethette a mérnököt. Nem mellékes szempontként a programban korlátlan számú változtatást lehet végrehajtani bármilyen káros következmény nélkül, míg ez egy papírra rajzolt tervnél nem lehetséges.

A geometriai pontosságú szerkesztéseket raszteres képekkel nem lehetett megoldani, ez hozta magával a vektorgrafika iránti igény felmerülését. A raszteres rajzolóprogramoknak a mérnöki munkában történő alkalmazásában az is problémát okozott, hogy a raszteres rajzon ábrázolt rajzelemeket önállóan nem lehetett a számítógépen tárolni és ismételten felhasználni.

Az első vektorgrafikus rajzolóprogramok vonalakkól álló 2D-s síkidomok előállítását tették lehetővé. A korábbi rendszerekhez képest már ez a - mai szemmel nézve meglehetősen kezdetleges - program is nagy könnyebbséget jelentett, mivel a kétdimenziós rajzelemekkel tetszés szerinti geometriai transzformációkat lehetett végrehajtani (forgatás, tükrözés stb.) és a vonalas rajzok adatbázisszerű tárolásra és újrafelhasználásra kerülhettek.

A vektorgrafikus szoftverek alkalmazásai területei - főként a hardver felgyorsult fejlődése miatt - az elmúlt évtizedben erőteljesen bővültek

3.1.4 Rasztergrafika:

A képpontokból (pixelekből) felépített képet raszteres képnek nevezzük, ezek számítógépes feldolgozását pedig rasztergrafikának. A pixel a képernyő - fizikailag nem tovább bontható - része. A pixelek a monitor foszforrétegén három darab, az RGB alapszíneknek megfelelő részpontokból áll, melyeket a megfelelő elektronsugár gyújt fel. Ennél a grafikatípusnál minden pont színét külön-külön adjuk meg. A vízszintes és a függőleges képpontok száma adja a kép méretét. például egy 1268 sorból és 256 oszlopból álló pixelsorozatra azt mondjuk, hogy 128*256-os képet reprezentál.

A képpontok megadása során minden képpont számadatot is kap. Ha ez a számadat 0 és 1 között van, akkor bináris képet határoznak meg a pontok.

Minden egyes képponthoz rendelünk egy 1 byte-os értéket is. Ez 256 különböző számértéket is jelöl. Ha a 0 a fekete és a 255 a fehér, akkor fekete fehér árnyalatos képet, ún. graylevel képet képeztünk. Léteznek olyan alkalmazási területek, ahol a 255 árnyalatos szürkeség nem elegendő (pl.: nyomdaipar, orvosi röntgenleletek, stb.), itt 12 bites skálát alkalmaznak, mely 4096 különböző árnyalat elérését teszi lehetővé.

Ha a 8 bites képhez nem csak szürkeségi fokozatokat, hanem színeket rendelünk egy táblázat alapján, akkor már álszínes vagy pseudo-color képekről beszélhetünk. Ilyenkor - ha pl. a választott szín a piros, akkor ennek 256 féle árnyalatából fog felépülni a kép. A táblázatot mely megadja, hogy az egyes értékekhez milyen színeket rendeljünk átszínező vagy Look Up Table-nek nevezzük. Példaként itt az infra kamerával megjelenített képeket említhetnénk, melyet az úrkutatástól kezdve a gyógyászatig sok helyen alkalmaznak.

Valóság-hű képek visszaadásához már jóval több hely szükséges, képpontonként 3*8 bit. Ezt a képet már valódi színes képnek nevezzük.

3.1.5 Színkezelés:

A megjeleníthető színek mennyisége alapján négyfajta raszteres képet különböztethetünk meg:

1. bittérképes képek (bitmapped image)
2. szürkeárnyalatú képek (grayscale image)
3. színpalettával indexelt képek (indexed color image)
4. valódi színezetű képek (true color image)

3.1.6 Tárolás és visszakeresés:

A raszteres képek általában fejlécből és adatrészből épülnek fel a számítógépes adathordozókon. A fejléc megadja a kép formátumát, a pixeles méretét és az esetleg hozzátartozó palettát, az adatrész pedig pixelenként tartalmazza a színkódokat. Ebből következik a raszteres képek egyik legnagyobb hátránya a viszonylag nagy helyigénye mellett: a raszteres képek csak teljes egészükben kereshetőek vissza, és csak felülírással módosíthatóak. Ez azt jelenti, hogy egy raszteres képen lévő objektumot egyedileg nem tudunk visszakeresni. Ha egy objektumot megváltoztatunk, akkor a teljes képet meg kell változtatnunk és új képként eltárolnunk.

3.2 Fraktálgeometria

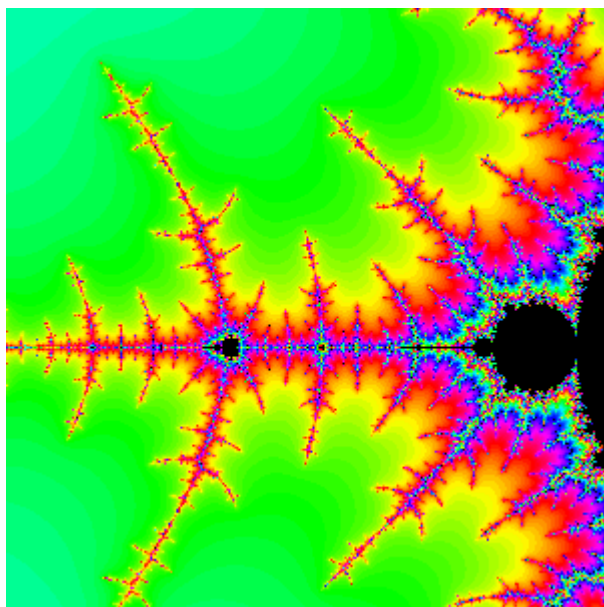
A fraktál fogalmát Benoit B. Mandelbrot vezette be a matematikába 1975-ben, a szó a latin 'fractus' (törött) szóból származik. Mandelbrot gondolatának alapja a következő: Milyen hosszú Nagy-Britannia partvonala? Elsőre a kérdés nem tűnik különösebben nehéznek, egy térkép és egy vonalzó segítségével bárki lemérheti. A gond csak az, hogy egy nagyobb léptékű térképpel megismételve a mérést az előzőnél nagyobb értéket kapunk. Ha lemennénk a partra és ott végeznénk el a mérést, akkor egy még nagyobb érték adódna. Következésképpen kiderül, hogy minél finomabb skálán végezzük a mérést, a kapott eredmény annál hosszabb, és ennek a növekedésnek nem lesz határa. Így ha az elméleti mérésnél a felbontás végtelen kicsi lenne, akkor a becsült hossz végtelen nagyra válna.

A különböző felbontások által okozott problémák vizsgálata vezette el Mandelbrotot a fraktálok fogalmához. Észrevette, hogy a partvonal különböző felbontásokban való képeiben van egy közös lényeg: ezek többé-kevésbé hasonlítanak egymásra.

A fraktál egy olyan geometriai alakzat, melynek részei hasonlítanak az egész alakzathoz és a részek a még kisebb részekhez. Egy geometriai görbe vagy felszín tehát akkor fraktál, ha bármely részét felnagyítva az eredetivel azonos alapmotívumú, azaz önhasonuló görbét vagy felszínt kapunk. Ez azt is jelenti, hogy a különböző felbontásokhoz tartozó önhasonuló részek közötti átmenetet egy meghatározott transzformációval képezhetjük. A legegyszerűbb fraktáloknál ezek a transzformációk az eltolás, forgatás és skálázás.

Meglepő lehet, hogy a természetben rengeteg dolgot találunk, melyek fraktáltulajdonságokat mutatnak. Ilyenek például:

- A fa és ágai
- a hegycsúcs, a hegy, a hegység
- egy folyam vízgyűjtő területe (ér, patak, folyó, folyam)
- a turbulens áramlások
- az élő szervezetek érrendszere



4.ábra Juliet-Fatoque halmaz

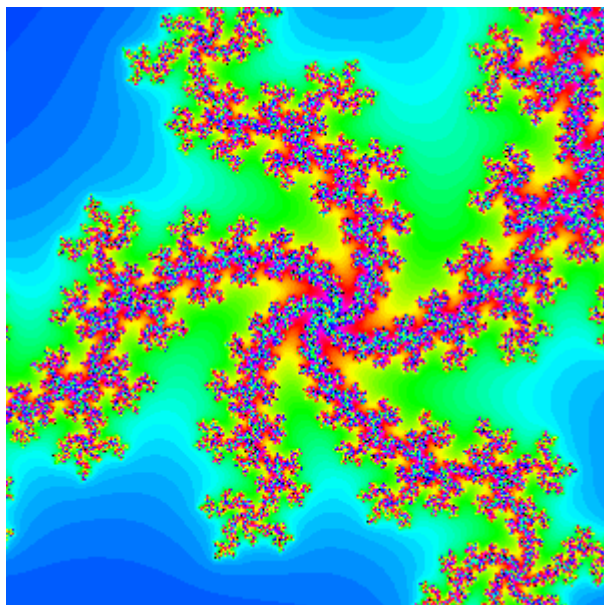
A fraktálok elméletével a fraktálgeometria foglalkozik, mely a geometriai objektumok felbontás-invariáns, azaz önhasonuló tulajdonságait tárgyalja. A fraktálgeometria átmenetek képez a klasszikus geometria egyszerű, ideális alakzatainak szabályossága, és a szabályosságot nem mutató kaotikus jelenségek között, mint pl. a 3. ábrán.

A fraktáldimenzió segítségével meghatározható, hogy mennyire szabálytalan egy fraktálgörbe. Általában a vonalakat egydimenziósnak, a felületeket kétdimenziósnak, a testeket pedig háromdimenziósnak tartjuk. Azonban egy nagyon szabálytalan görbe

(például a testek hőmozgását leíró Brown-görbe) ide-oda vándorolva a felületen szinte teljesen ki is töltheti azt. Egy nagyon tekervényes felület, mint például egy fa lombozata vagy a tüdő belső felületének képe majdnemhogy háromdimenziós lehet. Így tehát a szabálytalanságokra úgy tekinthetünk, mint amelyek a fraktáldimenziót növelik. Egy szabálytalan görbe dimenziója 1 és 2 között lesz, míg egy szabálytalan felületé 2 és 3 közé esik.

3.2.1 Fraktálok generálása és felhasználása

A fraktálok úgy generálhatók, hogy az önhasonlóságot jellemző mintázatot ismételjük egyre kisebb és kisebb mérettartományokban, azaz egyre nagyobb és nagyobb felbontásnál. Ezek az ún. klasszikus fraktálok. Erre láthatunk egy példát a 4. ábrán.



Ha az egyes felbontások között az átmenetet affin transzformációkkal képezzük, akkor lineáris fraktálokot kapunk. Ha az egymást követő fraktálgenerálási lépéseknél nem lineáris leképezést alkalmazunk, akkor ennek eredményeként nem lineáris fraktálokot kapunk. Ezek közül talán leghíresebb a Julia-Fatoque és a Mandelbrot-halmaz.

5.ábra Klasszikus fraktál

A véletlen fraktálokknak kiemelt jelentőségük van a számítástechnikában, mert segítségükkel teljesen természetesnek ható, valószerű sokaságokat tartalmazó képeket tudunk generálni. Például egy fűszálból felépíthetjük a rét képét vagy egyetlen fából erdőt generálhatunk.

A számítógépes grafikában a fraktálokot a következő területeken használjuk:

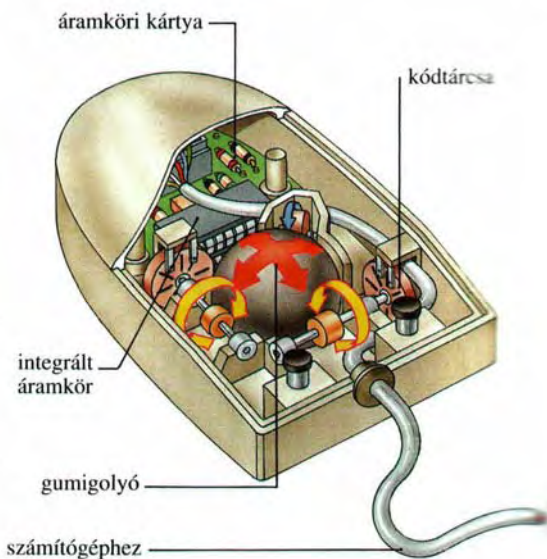
- Természethű képek generálása véletlen fraktálokkal. (rét, erdő, hegységek, felhők stb.)
- Fraktálok felhasználása díszítőelemként. Különösen a WEB lapok háttereinél alkalmazzák előszeretettel.

- A fraktálok igen hatékonyan használhatók képtömörítésre.(Például egy véletlen adattal generált páfránylevél néhány száz adattal leírható, míg képpontonkénti tárolása több nagyságrenddel nagyobb helyet foglal).

4.fejezet

4.1 A grafikához kapcsolódó hardver eszközök

4.1.1 Az egér



6.ábra Az egér belső felépítése

Alapvetően más a helyzet azonban a grafikus képernyőt használó programok esetében, mivel itt a felbontás miatt ez a módszer nem használható a lassúsága miatt. Az ilyen programok elterjedése megkívánta az olyan eszközök kifejlesztését, melyek képesek a kurzor gyors mozgására gyakorlatilag a felbontástól függetlenül. Ilyen eszköz az egér is.

Ez az eszköz volt az első amely igazán közkedvelt lett és elterjedt a számítógépek döntő hányadánál. Nevét a formája miatt kapta, mivel igencsak hasonlít az említett állatra. Az egereket többféle szempont alapján lehet csoportosítani:

4.1.2 Optomechanikus egerek

Ezek a jelenleg legelterjedtebb egerek mivel egyszerű működésük miatt ezt a legolcsóbb gyártani. Nézzük meg röviden a működési elvet, melyet a 6.ábra szemléltet. A fő alkatrész a viszonylag nagy méretű golyó, melynek a paraméterei rendkívül

fontosak. A felületének megfelelően érdesnek kell lennie és nagyon fontos a súlya is. A golyó érintkezik az asztallal, vagy jobb esetben a speciálisan erre a célra kifejlesztett egérpaddal. Az egér mozgatása két dimenzióban lehetséges, ami azt jelenti, hogy az x és y koordinátákkal egyértelműen megadható. A golyó szerepe a mechanikai elmozdulás közvetítése a két görgőnek. Az ábrán látható harmadik görgő a golyó megfelelő kitérítését végzi, más szerepe nincs. A görgők végén egy-egy tárcsa van, melynek felépítése az ábrán látható. Megadott számú lyuk helyezkedik el a tárcsa kerülete mentén. A tárcsa két darab fény-adó és vevő optokapuk között forog. A vevő kimenetén akkor jelenik meg a kimeneti jel, ha fény vetítődik rá. Így az optokapuk kimenetén megjelenő impulzusok száma megegyezik az előttük elhaladó lyukak számával. Ebből már egy céláramkör meg tudja határozni az egér új koordinátáit. Azért kell két optokapu minden tárcsa elé, mivel a mozgatás irányát csak így tudják meghatározni. Általában már egybeintegrálják az adót és a vevőt ezzel is csökkentve a gyártási költségeket és a hibalehetőségeket. Az egész elektronika gyakorlatilag egy nyomtatott áramkörből és néhány kiegészítő áramkörből áll. Mivel az egeret a számítógéppel szabványos vonalon kötjük össze, ezért ennek az IC-nek a feladata a helyes jelek és a megfelelő időzítések előállítását. A napjainkban használatos egerek COM1 -es soros, vagy PS/2 esetleg USB porton csatlakoznak a számítógéphez.

4.1.3 Optoelektronikus egerek

Annyiban hasonlítanak az előző típushoz, hogy itt is a fényt használják az elmozdulás elektronikus információvá való alakításához. Azonban - mint a neve is mutatja - itt nincs mechanikusan elmozduló alkatrész. Az egérpaddal felülete speciális, fényes bevonatot kap, melyen adott távolságokban függőleges és vízszintes csíkok vannak. Minél sűrűbben helyezkednek el ezek a csíkok, az egér felbontása annál nagyobb lesz. Az egér alján helyezkedik el egy fénykibocsátó dióda mely az emberi szem számára láthatatlan fényt bocsát ki. Ez a fény visszaverődik ott, ahol a felület fényes és megtörik ott, ahol a csíkok vannak. Ha a visszaverődő fény útjába egy fényérzékeny vevőt helyezünk el, akkor így érzékelni tudjuk az egér fizikai elmozdulását. Azonban mivel két koordináta mentén mozgatjuk az egeret és ráadásul két irányba is, ezért összesen négy érzékelő szükséges. Fizikailag ezek egy közös tokba vannak integrálva. Alaphelyzetben a visszaverődő fényt mind a négy vevő egyenlő mértékben érzékeli, így mind a négynek van kimeneti jele. Ha elmozdítjuk az egeret,

akkor előbb-utóbb valamelyik irányból egy csíkot fogunk keresztezni. Ha ez bekövetkezik, akkor a megfelelő vevő nem érzékel fényt és ennek alapján nem lesz kimeneti jele sem. Egy célintegrált áramkör ezekből meg tudja állapítani, hogy milyen sebességgel és melyik irányba mozdítottuk el az egeret.

4.1.4 Piezo egerek

Ez a típus szintén nem tartalmaz mozgó alkatrészt, az elmozdulás érzékelésére a piezo effektust használják fel. Ennek a lényege a következő: a piezokristály olyan speciális tulajdonsággal rendelkezik, hogy ha feszültséget kapcsolnak rá, akkor a fizikai méretei megváltoznak. Ez a folyamat fordítva is igaz, tehát ha deformáljuk a kristályt, akkor a kivezetései között feszültség indukálódik. (Ezen az elven működnek a piezogyújtásos öngyújtók is melyeknél a lenyomott gomb hatására a kristályra ütő kis 'kalapács' indukálja a gáz meggyújtásához szükséges villamos szikraívet). Az egér aljának közepe a piezokristályokon keresztül kapcsolódik a házhoz. Természetesen a kristályokból négy darabot kell alkalmazni az irányok megállapíthatóságának érdekében. Az egérpadnak itt is kulcsszerepe van, mert az egérből kinyúló apró tű, mely az egér aljának közepéhez csatlakozik, ezen 'akadozik'. Az akadozás során az egér alja rezegni kezd, melynek során létrejön a piezokristályok fizikai deformációja. Itt is célvezérlőket alkalmaznak az elmozdulás elektromos jelekké történő alakítására. Elsősorban gyártásának bonyolultsága és viszonylagos érzékenysége miatt nem terjedt el, és nagyobb méretű elterjedése hibáinak kiküszöböléséig nem is várható.

4.1.5 Ultrahangos egerek

Ezek az egértípusok nagyon drágák, ennek megfelelően abszolút nem terjedtek el, a piacon nem is találkozhatunk ilyenekkel. A működésükhöz az ultrahangot használják fel, melyet az emberek többsége nem képes érzékelni. Az adó által kibocsátott ultrahangokat az egér visszaveri, melyet a vevő érzékel. Az egér olyan anyagból készül, ami a lehető legjobban visszaveri az ultrahangokat. A kibocsátás és az érzékelés között eltelt időt kell mérni, melyből megállapítható az adó és az egér távolsága. Ha a tér két sarkában elhelyezünk két adó-vevőt, akkor az ezektől való távolság megadja az egér koordinátáit. A két adó-vevőtől érkező jeleket egy külön dobozban elhelyezkedő

céláramkör dolgozza fel és alakítja át olyan formára, hogy azt a számítógép képes legyen feldolgozni. Mindezekből már látható, hogy az egerhez nem szükséges semmilyen elektromos kábel, mert nem az egeret kapcsoljuk a számítógéphez, hanem a két adó-vevőt összekapcsoló áramkört.

4.2 Digitalizáló táblák

Ez egy speciális beviteli eszköz, mely a CAD programoknál lehet nagyon hasznos segítőtárs. Egy speciális műanyagból készült lap, mely alatt érzékelők húzódnak mátrix alakba kötve. Minél több található belőlük, annál nagyobb a tábla felbontása. Az érzékelők működésüket tekintve induktív érzékelők.

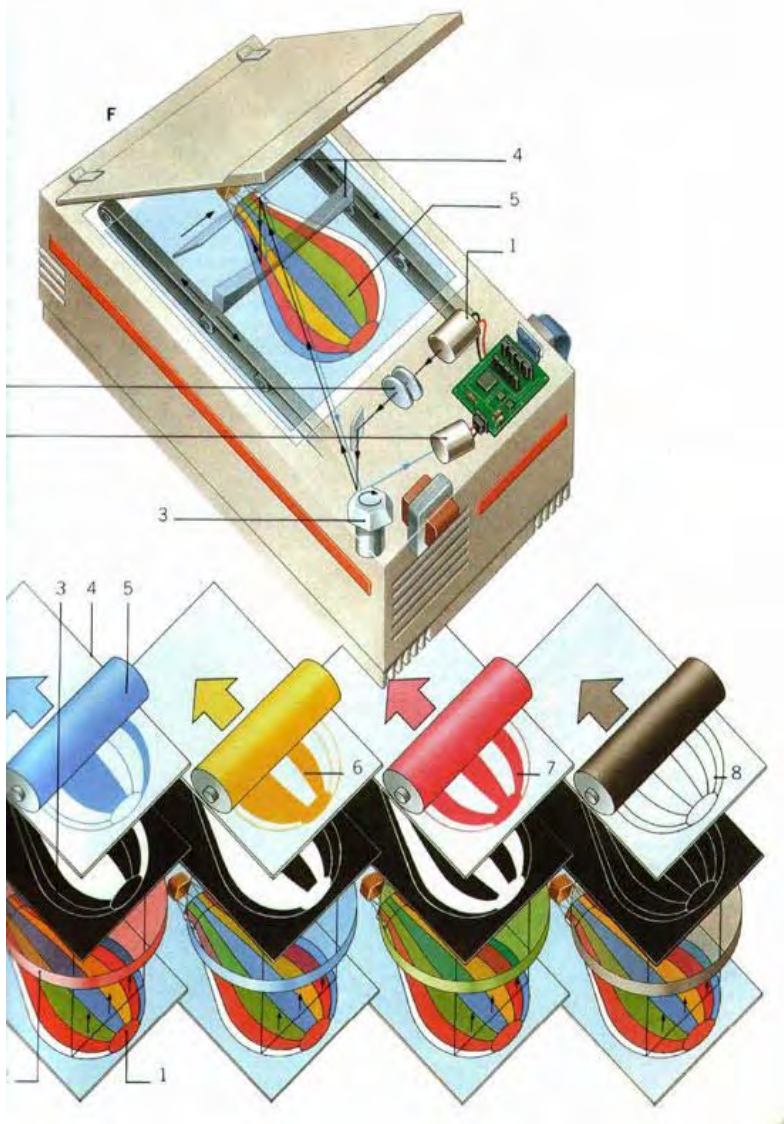
A táblák többféle méretben kaphatók, mindenki megtalálhatja a neki megfelelő méretet. Általában a rajzolást egy ceruza alakú speciális tollal lehet megvalósítani. Lehetőség van a nyomásérzékenység kialakítására is, ekkor az erősebb nyomás például vastagabb vonalat jelenthet a képernyőn.

4.3 Lapolvasó (Scanner)

A számítógépes munka során gyakran előfordulhat, hogy egy nem elektronikus formában tárolt anyagot kellene valamilyen módszerrel a számítógépre átvinni. Ezt a célt valósítják meg a szkennerek, vagy magyarul - bár bizonyos szempontból helytelenül - lapolvasók. A megnevezés hibája abból adódik, hogy általánosságban nem igaz, csak az egyik típusát nevezhetjük annak.

4.3.1 A lapolvasó működése

A szkennerek két fizikai jelenséget, a fényvisszaverődést és a fényelnyelést használják ki. A digitalizálandó tárgyat fénysugár segítségével megvilágítják. A fény forrása lehet természetes vagy mesterséges is, bár a számítástechnikában ez utóbbit használják. A vázlatos felépítés a 6.ábrán látható. A fény a tárgyhoz érve részben vagy teljesen visszaverődik, illetve elnyelődik. A visszaverődő fény mennyiségét egy vagy több



érzékelő segítségével mérni kell, majd valamilyen elektromos jellemzővé, célszerűen feszültséggé kell alakítani. A világosabb fénysugár kisebb, míg az erősebb nagyobb feszültséget eredményez. Érzékelőként a szkennerekben töltésérzékelő eszközt, ún. CCD-t (Charge Coupled Device) alkalmaznak. A CCD sok fényérzékelő elemből áll, melyek a digitális kamerákban tömbalakban, az asztali szkennereknél pedig egy hosszú vonalban vannak elrendezve.

7.ábra A lapolvasó felépítése

A CCD egy fotométer, ami a ráeső fény mennyiségétől függő analóg feszültséget szolgáltat a kimeneten. A számítógépek általában digitális működésűek, tehát a jelet is ilyen formára kell hoznunk. Erre az analóg kimeneti jel mintavételezésével nyílik

lehetőségünk és a folyamatot egy analóg-digitális átalakító (Analog-Digital Converter, ADC) valósítja meg.

A konverternek fontos szerepe van, mivel a bitszélessége, vagy más szóval pontossága a CCD minőségével együtt alapvetően meghatározza a felbontást és a színmélységet. Ez könnyen belátható, hiszen a CCD kimeneten megjelenő analóg feszültség a képpont színével arányos. Minél több különböző értéket tud az ADC megkülönböztetni (digitalizálni), annál élethűbbek a színek.

A szkennereket több szempont alapján lehet csoportosítani. A kiviteli formáját tekintve lehet asztali vagy kézi. Manapság inkább az asztali rendszerűek az elterjedtebbek.

Csoportosíthatjuk aszerint is, hogy képes-e a szkennerek színes képet is digitalizálni vagy sem. A szkennelés folyamata szerint lehet egymenetes és többmenetes digitalizációról beszélni. Fontos jellemzője a digitalizálóknak, hogy milyen módon csatlakoznak a számítógéphez. Ennek megfelelően lehet saját kártyás, SCSI csatolós, a printerportra csatlakoztatható és manapság már előfordulhat USB felülettel ellátott szkennerek is.

A kézi szkennerek esetében a kézben tartandó fejben található a fényforrás, az érzékelő és az elektronika. A számítógéphez vagy soros, vagy párhuzamos porton, esetleg a billentyűzetcsatlakozón keresztül kapcsolódik. A fej szélessége 10 cm körüli. Ez azt jelenti, hogy egyszerre ilyen szélességű képet képes a számítógépbe továbbítani. A digitalizálás eredményességét alapvetően befolyásolja a mozgás egyenletessége és sebessége. A túl gyors mozgás során a képből kimaradhatnak részek, ha pedig nem folyamatosan mozgatjuk a kép torzulhat. Ezt a típust már nem használják képbevitelre, mivel felváltották őket asztali társaik. Azonban például a vonalkód-leolvasásban rengeteg ilyen készüléket használnak.

Az asztali lapolvasó méltó nevéhez, hiszen képes egy egész (általában A/4-es) lapot beolvasni egyszerre. A dobozban található meg a fényforrás és a fényérzékelő, az ezeket mozgató mechanika és elektronika. A készülék tetején egy üveglap található, amire a digitalizálandó lapot helyezük. Erre rácsukjuk a szkennerek fedelét. A fedél szerepe kettős, egyrészt kizárja a külső fényhatásokat, másrészt a lapot rászorítja az üveglapra. A fénycső és az érzékelő egy közös fejben van összeintegrálva, és olyan széles, mint a legszélesebb szkennelhető méret. A fejet egy motor mozgatja, ezáltal biztosítva, hogy a teljes területet be lehessen digitalizálni.

Az egymenetes szkennerek a teljes lapot egy lépésben képes beolvasni, míg a többmenetes csak a lap mozgatásával, vagy a fej többszöri elmozdításával képes erre.

A CCD érzékelői egy pont fényének érzékelésére alkalmasak egy időben. Ennek a pontnak a neve pixel. A szkennereknél megadják azt a jellemzőt, hogy hány darab érzékelő pont található a CCD-ben. Ez az érték nem más, mint a horizontális felbontás, ami jellemzően 600 dpi (dot per inch), vagy más néven 600 ppi (pixel per inch). A szkennelés során egy léptetőmotor mozgatja a fejet, amiben a fényforrás és a CCD érzékelők találhatók. A fejet lehetőség szerint folyamatosan, egyenletes sebességgel kell mozgatni. Azt, hogy a motor mekkora lépésenként tudja a fejet mozgatni, a vertikális felbontás adja meg. Ennek a szokásos értéke 300-600 dpi vagy 300-600 ppi. A felbontás a létrehozott képet alapvetően meghatározza, mivel minél több pontból állítjuk elő, a szemünk számára annál inkább összefolynak azok, és így a minőség (felbontás) is javul. A felbontást és ezzel együtt a szkennerek minőségét, valamint az árát az elektronika, az optika, a szűrők, és a motorvezérlés határozza meg.

A szkennerek fizikai felbontását nem lehet egyszerűen bővíteni a technológia korlátai miatt, és ez igen megdrágítja az eszközt. Egyes esetekben lehetőségünk nyílik a felbontás látszólagos növelésére az interpoláció felhasználásával. Ezt a folyamatot interpolálásnak hívjuk, és történhet mind hardveres, mind szoftveres úton. Az interpolálás során valamilyen matematikai módszerekkel megpróbálják a szkennerek 'kitalálni', hogy a digitalizált pontok között milyen képpontok helyezkedhetnek el és ezeket beillesztik a tényleges képpontok közé. Ha a fizikai felbontás 600*300 dpi, az interpolált pedig 2400 dpi, akkor minden képpont közé három pontot szűr be az eszköz.

A szkennerek ajánlott felbontás értékei 2400 dpi, 4800 dpi és 9600 dpi. Ezek az értékek alapvetően befolyásolják a minőséget és a szkennerek árát. A modern szkennerek optikai felbontása 600*1200 dpi, az ennél nagyobb értékek interpolációval érhetőek el.

4.3.2 Színes szkennerek

Az eddig elmondott működéstechnikai alapok csak azokra a szkennerekre érvényesek, amelyek a szürke szín árnyalatait képesek felismerni. A színes szkennerek egy picit máshogy épülnek fel.

A felépítés szempontjából kétféle típus létezik. Az egyik esetben három fényforrást tartalmaznak a szkennerek, egy piros egy kék és egy zöld színűt, valamint egy CCD-t. A másik esetben - hasonlóan a már megismert felépítéshez - egy fényforrást találunk, de a három alapszint szűrők segítségével választják szét. Az ilyen szkennerek 3 CCD-t kell használnunk. Az előbbi szkennerek a teljes képet egy lépésben olvassa be, menet közben gyorsan cserélgeti a három fényforrást. A második ugyanezt három lépésben tudja csak

megtenni oly módon, hogy egy kis részt beolvas, visszamegy a kiindulási helyre, majd beolvassa ismét a képet a második CCD-t használva. A folyamat addig ismétlődik, míg a teljes képet sikerül beolvasnia.

Az egy lépéses szkennerek komoly problémája a fényszint stabilitása, mivel mindhárom fényforrásnak azonos intenzitású fényt kell magából kibocsátania. Ennek az oka, hogy ha gyengébb a megvilágítás, akkor az érzékelt visszaverődő fény mennyisége is kevesebb, tehát a pontok sötétebbnek látszanak, mint a valóságban.

A régebbi típusú, három lépésben beolvasó szkennerek legnagyobb hibájuk a lassúságuk. Szerencsére ez a tulajdonság a modern, ilyen elven működő szkennereknél már nem áll fenn, ezért ezek széles körben elterjedhettek.

A színes szkennerek esetében egy másik alternatíva, amikor egy fehér fényforrást használnak és a színek szétválasztását a fejben oldják meg. Az ilyen szkennerek szintén egy lépésben képesek beolvasni a képet. A modern videokamerákba fejlesztették ki azokat a speciális integrált áramköröket, amelyek már alkalmasak a színek szűrésére. Elterjedtek az olyan CCD eszközök is, melyek három sort tartalmaznak, és integrálva van a színszűrőjük is. Ezek a technikai előrelépések a gyártást olcsóbbá tették, és így a piac kiszélesedhetett.

4.3.3 Szkennelési módszerek

A számítógépes digitalizálást a szkennerekkel négyféle különböző módon tudjuk megtenni. Ezek sebességben és minőségben egyaránt eltérnek.

- **Vonalas felismerés (Line art):** ez a módszer a leggyorsabb az összes típus közül és a legkisebb képméretet eredményezi. A szkennerek csak a fekete és a fehér színeket különbözteti meg, a feketéhez a logikai 1-et, a fehérhez pedig a logikai 0-át rendeli. Ezzel a módszerrel minden pont 1 bittel leírható, ami a méretet radikálisan lecsökkenti. A vonalas szkennelést szövegeknél vagy vonalas rajzoknál használhatjuk eredményesen, képeket így digitalizálni a működésből adódóan nem ajánlatos.
- **Half-toning:** Ez a módszer a nyomtatáshoz nyújt megfelelő sebesség mellett elfogadható minőséget. A probléma abból adódik, hogy míg a számítógép tökéletesen képes a szürke különböző árnyalatait tárolni, és adott esetben megjeleníteni, addig a nyomtatók többsége élethűen erre nem képes. Ennek a

problémának az áthidalására szolgál ez a szkennelési mód. A szem tehetetlenségét kihasználva 'becsapják a szemet', és úgy látszik, mintha a kép szürke árnyalatos lenne.

- **Szürke árnyalatos (Grayscale):** A képet a szürke 255 különböző árnyalatával tároljuk és jelenítjük meg. Ezzel a módszerrel minden képpont egy bájton irható le, mivel a 8 bit 256 különböző állapot megkülönböztetését teszi lehetővé. Az ilyen módon bedigitalizált kép minőségileg teljes mértékben megegyezik egy eredetileg fekete-fehér kép minőségével
- **Színes (True Colour):** Ez a módszer a képet eredeti minőségben a színekkel együtt adja vissza. A színeket 24 biten tárolják, ebből következik, hogy az ilyen módon készült beolvasott anyag lesz a legnagyobb méretű, viszont cserébe itt már 16,7 millió színt láthatunk.

5.fejezet

5.1 Monitorok

Mivel a monitorok témaköre olyan nagy, hogy akár egy külön szakdolgozat témája is lehetne ezért csak a főbb típusok ill. jellemzők bemutatására szorítkozom.

Az első időkben, hazánkban széles körben elterjedt személyi számítógépek - Commodore +4, 16 , 64, ZX Spectrum stb - megjelenítő egységként az otthoni televíziót alkalmazták. Ez a megoldás megfelelő TV-vel még éppen használható képet szolgáltatott.(A fekete-fehér Junoszty már igencsak határeset volt). Komolyabb felhasználói igény esetén két jelentős hátránya jelentkezett. Az egyik az, hogy a számítógép által előállított képet át kellett alakítani nagyfrekvenciás jellé azért, hogy a TV antenna bemenetére csatlakoztatni lehessen. A TV-n belül az antennáról bejövő jelet vissza kellett alakítani a megjelenítéshez. Tehát a jelet kétszer kellett átalakítani. Ez a két átalakítás, - mivel az elektronikai eszközök nem 100%-os hatásfokúak, és torzítják az átalakított jelet - eredményezhet zajos, hullámos, nem színhelyes képet a TV képernyőjén. Erre megoldást jelent az, ha a TV-t átalakítják - hogy a számítógép jele közvetlenül bekerüljön - vagy már gyárilag úgy alakítják ki, hogy képes legyen ún. videojelet fogadni.

A másik nagy probléma, hogy a TV-nek meghatározott felbontása van. Ez azt jelenti, hogy maximum 625 sort tud megjeleníteni (ebből kb. 600-at látunk) és soronként kb. 800 pontot. Ezt a felbontást csak nagyon jó minőségű TV-k képesek rendesen megjeleníteni. A valóságban a 200*320 pont vagy 480*640 ponttal számolhatunk.

A komoly grafikus rendszerekkel (Windows, Photoshop, AutoCAD) ennél jóval nagyobb felbontásban szükséges dolgoznunk, mivel minél nagyobb a felbontás annál több dolog fér a képernyőre, ill. annál részletgazdagabban lehet dolgozni. Mai viszonylatban egy színes rendszertől a minimum elvárás a 800*600 felbontás, minimum 256 színnel, a határ azonban kb. a 2048*2048 pontos felbontás 16,7 millió színnel. Természetesen léteznek még ennél is nagyobb felbontású rendszerek.

A monitorokat két nagy csoportra osztjuk: monokróm (egyszínű ill. a feketével együtt kettő) és színes monitorok.

Mielőtt rátérnénk a két monitor ismertetésére, nézzük meg, hogyan jelenít meg a monitor egy képet. Ha elég távolról nézzük a monitor képét, akkor az egyenes karaktereket szinte folytonos körvonalúnak látjuk, olyannak mintha ceruzával rajzoltuk

volna fel őket a monitor képernyőjére. Ha kicsit közelebb megyünk a képernyőhöz, egyre inkább kibontakozik előttünk, hogy a betűk apró pontokból állnak. Ha esetleg nagyítót használunk, kiderül, hogy minden betű sok-sok apró pontból áll. Ezeket az apró pontokat (melyekről már a grafika részben esett szó) picture element-nek (képelemnek) vagy pixelnek hívjuk. A képernyő pixelei rendezett sorokban és oszlopokban rendezkednek el.

Egy szokványos tévékészülék képernyője nem más, mint egy elektronsugárcső vagy más néven katódsugárcső. A katódsugárcső úgy működik, mint az elektronső. Három fő részből áll: anód, katód és a vezérlőrác. A katód fémes anyagból van és az átáramló áram hatására elektronokat bocsát ki. A negatív töltésű elektronokat a pozitív feszültségre kapcsolt anód vonzani fogja. A vezérlő rác az anód és a katód között helyezkedik el. Feladata az elektronok mennyiségének szabályozása. Ha kis negatív feszültséget kapcsolunk rá, akkor nem fogja átengedni az elektronokat, míg ha 0 vagy kis pozitív feszültséget kapcsolunk rá akkor szabadon átengedi az elektronokat, vagy gyorsítja is azokat.

A képcső annyiban tér el az elektronsőtől, hogy kiegészül még 4 eltérítő lemezzel és az anód kialakítása egy kicsit más.

A kép felénk néző oldala az anód, ami egy fényérzékeny foszforréteggel van bevonva. Ha az anódra egy elektron csapódik, akkor az fényjelenséget vált ki egy rövid ideig. A mágneses térben a mozgó elektronok úgy viselkednek, mint fémes tárgyak mágneses térben. Ezért az eltérítő lemezekre kapcsolt feszültség polaritásával és a feszültség nagyságával az elektronok iránya befolyásolható.

Összefoglalva az elektronsugarat a rác segítségével ki- és be tudjuk kapcsolni, valamint az irányát tudjuk az eltérítő lemezek segítségével megváltoztatni.

A tényleges kép megjelenítése soronként történik. A kép rajzolása a bal felső pontból indul. A sugár elindul vízszintesen, és felrajzol egy vízszintes sort. A sor végén a sugarat kioltják, és visszafut ismét a kép bal szélére, de közben függőlegesen lefelé mozdul. Ekkor megkezdődik a következő vízszintes sor kirajzolása. A tévékép úgynevezett félképváltásos módon rajzolódik ki, azaz az elektronsugár először a páratlan sorokat rajzolja fel, majd visszafut a képernyő elejére, és a páros sorok következnek.

Egy normál TV-kép 625 vízszintes sorból épül fel, azaz egy ilyen tévékészüléken a legnagyobb függőleges felbontás 625 lehet, de a gyakorlatban ez ennél kisebb.

5.1.1 Monokróm monitor

Működési elvét tekintve az előbb leírtak szerint működik. A régi fekete-fehér TV-től eltérően vannak típusok, amelyek nem fekete alapra rajzolnak fehér színnel, hanem fekete alapra zöld vagy borostyánsárgra színnel. Ez a szín a képernyő belső felére felvitt anyagtól függ. A monochrom monitorok általában kétféle üzemmódban tudnak dolgozni. Az egyik a karakteres, a másik a grafikus. Karakteres állásban 25 karaktersort és soronként 80 karaktert képesek megjeleníteni. A második esetben vízszintesen 720, függőlegesen 350 pont megjelenítésére alkalmasak.

5.1.2 Színes monitor

Működését tekintve hasonlóan működik, mint az előbb megismert monochrom monitor. A különbség csak az, hogy ez színeket is meg tud jeleníteni.

A színek előállításának alapja két felismerés. Az egyik az, hogy az emberi szem felbontóképessége véges, ami azt jelenti, hogy egy meghatározott távolságnál (kb.0,4 mm) közelebb lévő pontot már nem kettőnek, hanem csak egynek látunk. A másik felismerés az, hogy ha két színt összekeverünk, akkor azt egy harmadik színnek érzékeli az emberi szem.

Bármilyen tetszőleges szín kikeverhető a 3 alapszínből melyek a piros a kék és a zöld. A színes képcső elektronforrásából kilépő három elektronsugár kevéssel a célba vett színhármas előtt kereszteződik és csak a saját világító pontját találja el. Eközben az árnyékmásk megakadályozza, hogy más fénykibocsátó pontok is felvillanjanak. Az ernyő mintegy 400.000 képpont-egységgel (színelemmel) van beszórva. Ezek mindegyike három fluoreszkáló pontocskából tevődik össze, amelyek piros, zöld és kék színekben villannak fel, ezért ezeket a szín elemeket színhármasoknak nevezzük. A 400.000 színhármas tehát 1.2 millió fénypor pontot jelent.

Nagyító segítségével a színes készülék képernyőjén ezt a pontocskából álló mintázatot jól fel lehet ismerni. (A fénypor pontok anyagaként (luminoforok) cinkvegyületeket használnak, az ezüsttel aktivált cink-kadmium például zöld fényvel villan fel. Ha a katódsugár eltalálja, az ezüsttel aktivált cinkszulfid pedig kék fényvel. Piros felvillanáshoz pedig jól bevált a ritka alkálifémmel, az európiummal aktivált itriumfoszfor vegyület.)

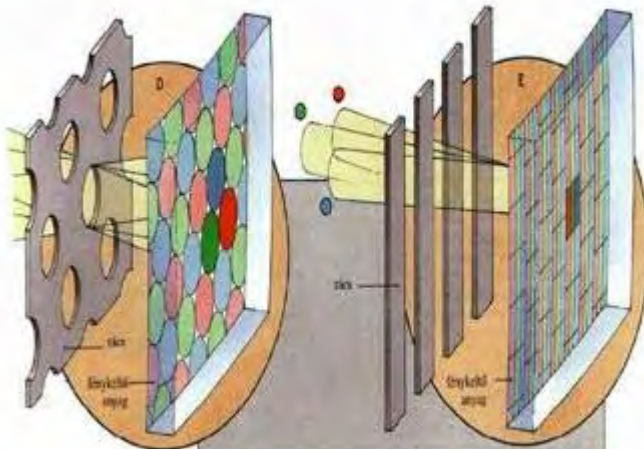
A színes képcső 400.000 színelemének luminofor pontocskái egyébként mintegy 0,3 mm-es átmérővel rendelkeznek. Amennyiben ezek gyors egymásutánban, hármas csoportokban felvillannak, akkor ezeket a néző szeme természetesen már nem érzékeli külön, ezek tehát a kívánt keverékszínű színes képponttá olvadnak össze, amelyet a három elektronágyúból kilépő három katódsugár intenzitása határoz meg. Hogyan érhető el, hogy a megfelelő képpont helyes időpontban villanjon fel?

Ez egy lyuk vagy árnyékmaszok segítségével történik, amely mintegy másfél centiméterrel a fényorréteg elé van a cső belsejébe építve. A három katódsugárnak először ezen az árnyékmaszokon kell keresztül haladnia mielőtt még a luminofor pontokat eltalálnák és azokat fénykibocsátásra gerjesztenék. Az árnyékmaszok pontosan annyi furattal rendelkeznek a katódsugarak számára, ahány színhármas van a képernyőn, tehát mintegy 400.000 db furattal. Ezek a furatok a képernyő szélénél 0.2 mm átmérőjű lukacsok, a képernyő közepe felé az átmérő 0.25 mm-ig növekszik. Ezeket minden egyes színhármas felett pontosan a háromszög középpontjában kell elhelyezni, mert a három katódsugárú úgy van beszabályozva, hogy azok kevéssel a színhármas felett keresztezik egymást, s így ezután már csak a saját fénypontjukat találják el így a kék elektronágyúból kilépő elektronsugár csak a cinkszulfid luminofor pontocskát gerjeszti, a zöld elektronágyúból kilépő származó sugár pedig csak az itrium-foszfor pontot. Az árnyékmaszok gondoskodik tehát arról, hogy ne legyen felcserélt fénypontok gerjesztődjenek fénymisszióra.

A folyamatos felvillanás mechanizmusa itt is ugyanúgy működik, mint a már korábban említett fekete-fehér képernyőknél láthattuk.

Az itt ismertetett képcső a **delta** szerkezetű képcsők családjába tartozott. Az elnevezés a háromféle szint előállító pontok háromszögben történő elhelyezkedésére utal. Más rendszereknél ezek a fénypontok másképpen is elhelyezkedhetnek, az **In-line** képcsőveknél például függőlegesen. Itt az árnyékmaszokon nem lyukak, hanem függőleges rések találhatók, amik az egymás mellett elhelyezkedő színhármasokat árnyékolják le. A három alapszint is csík formájában helyezték el vízszintesen egymás mellett. A hibák elkerülése végett a csíkok közé egy különleges, fekete anyagot illesztettek. Ha egy elektront rosszul fókuszálunk, akkor ebbe csapódik és nem kelt zavaró fénypontokat.

5.1.3 Trinitron képcső



8.ábra A trinitron képcső szerkezete

A SONY a 60-as évek végén mutatta be a Trinitron képcsövet, melynek elektronágyú rendszere egyvonalban elhelyezett három elektronsugarat bocsát ki.

Másik érdekessége a képernyő kialakítása. A fenti ábrán láthatóan a képcsőnek a felhasználó által látott részét egy henger palástjából származtatják, míg a többi gyártó egy gömb felületére vezeti vissza. Ezzel a megoldással a képernyő alakjának függőleges irányú egyenességét és vele együtt a sarkok zavaró görbületének megszűnését érték el. Másik előnye ennek a kialakításnak, hogy a monitorra vetülő fénysugarak nem verődnek az előtte ülő szemébe. A képcsőben rácsmaszk helyett vékony drótokból álló hálót feszítenek ki. Ez biztosítja, hogy azt csupán a képernyő megerősítésével lehetett elérni. Ennek az eredménye, hogy a trinitron képcsővel szerelt monitorok meglehetősen nehezek, azonban mindezért kárpótol minket a fantasztikus képminőség.

5.1.4 A monitor méretei

A gyártók megadják a monitor adatlapján a pontméretet mm-ben. Ez két egymás melletti képpont távolságát adja meg. A mai monitoroknál ez 0,24-0,28 mm. Minél kisebb az érték, annál jobb felbontása és tisztább képe van a monitornak.

A másik fontos adat amelyet mindenhol elsőként emlegetnek, a beszerelt képcső átlójának a mérete. A gyártók által megadott mérték (inch vagy col = 25,4 mm) mindig a képcső fizikai méretét jelöli, nem pedig a látható képfelületet. Ennek oka, hogy a képcsövet a műanyag házba kell szerelni valamilyen módon, és ez a képméret csökkenését vonja maga után.

A jellemző méretek a következők:

Fizikai méret	Látható méret
14''	13,1''
15''	13,9''
17''	15,8''
19''	17,7''
20''	18,7''
21''	19,8''

5.1.5 A frekvenciák jelentősége

Ahhoz, hogy az emberi szem folyamatos mozgásnak érzékelje a képváltásokat, másodpercenként legalább 25 váltásnak kell lennie. Ha ennél kevesebbszer rajzolódik ki a kép, akkor már villogónak, remegőnk érzékeljük azt. Az egy másodpercre jutó képváltásokat az úgynevezett képváltási frekvenciával szokták megadni, ami Európában 50 Hz (50 félkép, azaz 25 teljes kép másodpercenként). A számítógépes monitorok esetében ez az érték általában nagyobb, már a CGA (Color Graphics Adapter) monitorok is 60 Hz-esek voltak, a normál VGA pedig már 70 Hz-en működik.

A képek kirajzolása két módon történhet. Interlaced (képváltásos) rajzolás szerint először kirajzoljuk a páratlan sorokat, a másodikban pedig a páros sorokat. Így a képkocka két félképből tevődik össze. Ezt a módszert használják a régebbi, átlagos teljesítményű monitorok a nagyobb felbontású képek rajzolásánál. Ezek 84-100 félképet, azaz 42-50 teljes képet képesek kirajzolni másodpercenként. Ez nagyon kis érték, ami már a kép villódzásához vezethet. Ha valaki sokat ül ilyen monitor előtt, a szemét rendkívüli módon igénybeveszi és rongálja.

Éppen ezért a jobb minőségű monitorok más nem ezt a módszert alkalmazzák, hanem egy lépésben rajzolják ki a képet. Ezzel a megoldással nagyon szép villódzásmentes képet lehet produkálni. Ezt nevezzük non-intarlaced (nem váltott soros) megjelenítésnek. A mai korszerű monitorok típustól függően minimum 70 teljes képet tudnak megjeleníteni.

Képisztétési vagy függőleges eltérítési frekvenciához elválaszthatatlanul hozzátartozik a vízszintes eltérítési frekvencia. fontos jellemzője ez a monitornak, ugyanis az értéke megmutatja, hogy egységnyi idő (1 sec) alatt hány sort képes végigpásztázni az

elektronsugár. Az érték ki is számítható, ha ismert a képfelbontás értékéből a sorok száma, amit meg kell szoroznunk az aktuális képváltási frekvenciával. Ez jobb minőségű megjelenítőknél 30-82 kHz közötti. A gyártók napjainkban szinte már csak multifrekvenciás (multisync), processzorral vezérelt megjelenítőket készítenek, és csak ilyeneket kaphatunk az üzletekben. Ezeket arról lehet felismerni, hogy az elektronika saját maga határozza meg a monitorral jellemző határokon belül az alkalmazandó frekvenciát. Néhány típus a képernyőre ki is írja az alkalmazott frekvencia értéket.

A monitorok frekvencia értékénél fontos jellemző a pontfrekvencia, vagyis a monitor videó erősítőjének sáv szélessége. A közelítő értékét kiszámíthatjuk úgy, hogy az alkalmazott felbontás képpontjainak számát megszorozzuk az aktuális képfrissítési frekvenciával. A gyakorlatban a pontfrekvencia 15-20%-kal több, mint e szorzat értéke. Erre a tartalékok miatt van szükség. Ilyen például az elektronsugár visszafutása, mert idő szükséges a kép utolsó sorából az elsőbe való átfutásra.

5.1.6 A jövő emberbarát monitora

A monitorok gyártásának - mint az ipar többi termékének - meg kell felelnie nemzetközi szabványoknak és ajánlásoknak. Ezek közül a két legismertebb szabvány az MPRII vagy a VESA által kidolgozott DPMS.

Az MPRII szabványt Svédországban fejlesztették ki és a monitorok sugárvédelmére vonatkozik. A szabvány két frekvenciatartományban tesz ajánlást a monitor által kibocsátható elektromos és mágneses sugárzás értékére. Az első 5 Hz-től 2 kHz-ig, a második 2 kHz-től 400 kHz-ig terjed.

A DPMS (Display Power Management Signaling, képernyő tápellátás vezérlő jelzés) szabvány négy különböző üzemmódot és a hozzájuk tartozó fogyasztási értéket határozta meg.

E két szabványt ma már a monitorok szinte kivétel nélkül teljesítik. A fejlődés azonban nem áll le és ez egyre újabb kihívásokat jelent a gyártók számára. A mai tendenciák szerint a különböző elven működő folyadékkristályos monitorok hosszútávon kiszorítják a drágán előállítható, nagy helyigényű és viszonylagosan nagy fogyasztású analóg monitorokat.

5.2 Folyadékkristályos kijelzők (LCD)

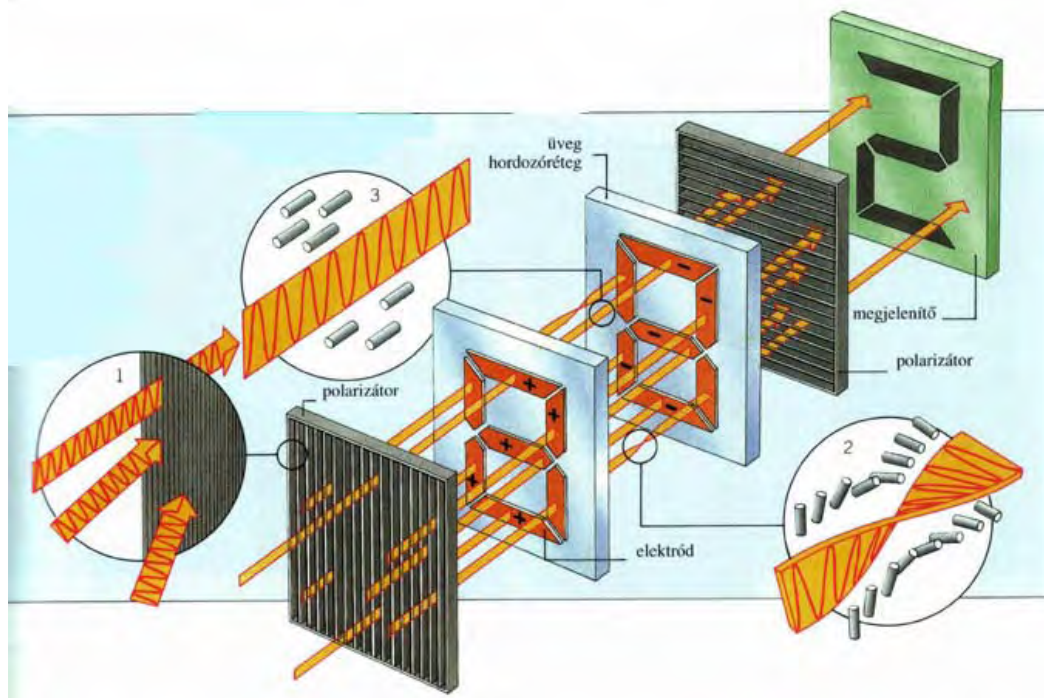
5.2.1 Az LCD működési elve

A folyadékkristályos anyagokat Friedrich Reinitzer német biokémikus fedezte fel. Ezek az anyagok a folyadékokhoz hasonlóan folyékonyak, bár molekuláik bizonyos mértékig rendezettek, és így szilárdnak (kristálynak) is tekinthetők. A folyadékkristályok nem ritkák, több száz természetben létrejövő nagy molekulájú szerves vegyület is közéjük sorolható. A természetes folyadékkristályoknak nagy hátrányuk, hogy folyadék-kristályos állapotukat csak igen szűk hőmérséklet tartományban tartják meg. A folyadék-kristályok makroszkopikus méretekben folyékonyak, de mikroszkóp alatt a szilárd testekhez hasonló rendezettséget mutatnak. A folyadék-kristályok esetében fontos két hőmérsékleti pont megkülönböztetése. Amikor a szilárd halmazállapotból folyadék-kristály halmazállapot jön létre, azt C-N (Cristallyne-Neumatic) pontnak, amikor folyadék-kristályosból folyékony halmazállapot lép fel azt N-L (Neumatic-Liquid) pontnak nevezzük. Ha az anyagokat 6-25 mikrométer vastagságban két, a belső oldalukon átlátszó, ónoxid vezető réteggel bevont üveglemez közé helyezzük akkor a vékony rétegben a folyadék-kristályt alkotó szerves anyag molekulái a tengelyükkel a két üveglemezre merőlegesen állnak be. Ebből is következik, hogy annak ellenére, hogy az anyag folyékony halmazállapotú a molekulák rendezettek. Ha a hőmérsékletet tovább növeljük és elérjük az N-L pontot, a molekularendezettség megszűnik és az anyag valódi folyadékká alakul át. Fontos a kijelzők esetében, hogy a két ponton bekövetkező változás megfordítható (reverzibilis) legyen, és a folyadék-kristályos anyagra nézve ne okozzon semmilyen kárt.

5.2.2 LCD típusok

Az LCD, mint az előzőekből már kiderülhetett, nem képes fénykibocsátásra. Az LCD a fényt vagy átengedi, vagy nem, illetve a ráeső fényt visszaveri vagy elnyeli. Mindezekből következik, hogy minden ilyen elven működő kijelzőnek (8.ábra) fényforrásra van szüksége, amit vagy a kijelző mögött (transzmissziós LCD) vagy a

kijelző előtt (reflexiós LCD) helyezik el. Természetesen a fényforrás nem látható, akár természetes fény is lehetne. A működési elv alapján kétféle LCD típusról beszélhetünk.



9.ábra Az LCD kijelző felépítése

5.2.3 Dinamikus szóráson alapuló LCD kijelzők

A dinamikus szórást 1968-ban fedezték fel. Az ilyen típusú LCD-k karakterei átlátszóak, ha feszültséget kapcsolunk rá, akkor kifehérednek.

Ha a neumatikus folyadék kristályt vékony rétegben két, a belső oldalán vezető réteggel bevont üveglap közé helyezük, akkor a molekulák beállnak a már említett, az üveglapra merőleges irányba. Ebből következik, hogy a rá eső fényt egyszerűen átengedi. Ha feszültséget kapcsolunk rá, akkor az elektromos tér irányába fognak beállni. A folyadék-kristályban az elektromos áram hatására létrejövő ionok a homogén molekulaszervezetet megváltoztatják. Az ionok, az őket körülvevő molekulákkal együtt fényszóró központokat hoznak létre, ami a rá eső fényt megtöri. Azt a fényszóródást, ami az ionos vezetés miatt jön létre, dinamikus szórásnak nevezik. Az ilyen elven működő LCD-eket változó árammal táplálják annak érdekében, hogy elkerüljék a folyadék-kristály elektrolízisét. A dinamikus szórás elvén működő kijelzők transzmissziós és reflexiós típusúak egyaránt lehetnek. A transzmissziós LCD-k olyan

felépítésűek, hogy a kijelzőt néző a fényforrást nem láthatja. Annak érdekében, hogy ez így legyen a kijelző hátlapját fényterelővel látják el, így a fény ferdén felülről fog a kijelzőn áthatolni. A kijelző hátlapja a felületre párologtatott alumínium, amely a fényvisszaverődésért felelős oly módon, hogy a visszavert fény ne kerüljön a megfigyelő szemébe.

5.2.4 Tervezélrűes folyadék-kristályos kijelzők

Az ilyen elven működő kijelzők esetében a kristály fényáteresztő képességét változtatják meg. A folyadék-kristályt fénypolarizátorok közé helyezik és a cella feladata, hogy a rá eső fény polarizációs síkját a térmentes esethez képest 90 fokkal elforgassa. A feladat végrehajtásához a kijelzőt alkotó két üveglemez belső felületét egymásra merőlegesen, de az egyes lemezeken párhuzamosan berovátkolják. Mivel a neumatikus folyadék-kristály molekulái a lemezekre merőlegesen állnak be, ezért feszültségmentes esetben a cella 910 fokos forgatást fog elvégezni a beeső fény polarizációs síkján. Amennyiben az üveglemezek külső, fényáteresztő és vezető felületére megfelelő nagyságú feszültséget kapcsolunk, akkor a folyadék-kristály molekulái egységesen beállnak az elektromos tér irányába. Ebből az következik, hogy ilyen esetben a cella nem fog fordítani a fény polarizációs síkján. Az ilyen működési elvű kijelző elméletileg egy pusztán feszültséggel vezérelhető fényzár. Ennél a kijelzőnél is találkozhatunk reflexiós és transzmissziós típusokkal. A jelenleg gyártott kijelzők közül ez a fajta a leggyakoribb amit felhasználnak.

A transzmissziós tervezélrűes LCD nagyon minimális külső megvilágítást igényel, viszont a megadott kontrasztérték (a kijelzett érték láthatósága) csak merőleges leolvasás esetén érvényes. Ha a transzmissziós kijelzőknél a polarizátorok polarizációs síkja egymással párhuzamos, akkor fekete alapon fehér számokat kapunk. Amennyiben a két sík egymásra merőleges és a hátsó polarizátor mögött fehér matt felületet helyezünk el, akkor fehér alapon fekete értékeket látunk.

A fenti folyadék kristályos kijelző típusok nagyon jól megállták a helyüket olyan területeken, ahol viszonylag kevés a kijelezni kívánt érték. Ennek oka, hogy annyi folyadék-kristály cellára van szükség, amennyi szegmensből összeállítjuk a kijelzendő értéket. A számítógépes felhasználáshoz olyan kijelzőre van szükség amit pontokként

lehet vezérelni. Azt, hogy mennyi cellára van szükségünk, a felbontás határozza meg egyértelműen.

5.3 LCD típusok, jellemzőik és működésük

5.3.1 Dual-Scan Twisted Neumatic (DSTN) kijelző

A DSTN kijelző több rétegből áll, mint a térvetéléses, vagy a dinamikus szórás elvén működő kijelzők.

A kijelző két üveglap között helyezkedik el, melyek külső felületén vannak a polarizációs szűrők. A két üveglap belső felületén találjuk a folyadék-kristály vezérlésére szolgáló vezetőkeket. Mivel a kijelző pontjai tömb alakba vannak szervezve, ezért az egyik lapon a sorok, míg a másik lapon az oszlopok vezérlését megvalósító vezető színek találhatók.

Ezzel a módszerrel a kijelző minden pontja külön-külön vezérelhető attól függetlenül, hogy melyik sorban ill. oszlopban található. A két vezérlőréteg egy-egy közbenső hordozó rétegre van felhordva, melyek között folyadék van cellák formájában. A kijelzőben annyi cella található, amennyi a kijelzőn megjeleníthető pontok száma. A fent leírtak az egyszínű (monochrome) kijelzőre érvényesek. Amennyiben színes megjelenítésre van szükségünk akkor a már megismert színkeverést kell alkalmazni. Minden képpont tulajdonképpen három, egy kék, egy piros és egy zöld pontból áll. Ezek segítségével az összes szín kikeverhető. Természetesen ehhez minden képpontot meg kell háromszorozni.

A polarizációs szűrők rovátkolásai egymásra merőlegesek. A molekulák természetesen erre merőlegesen fognak beállni. A DSTN kijelzőben lévő folyadék-kristály a fény polarizációs síkját 90 és 270 fok közötti értékkel forgatja el. Bekapcsolt állapotban a molekulák beállnak a hordozó üveg síkjára merőlegesen. A háttérvilágításból származó fény a polarizációs szűrőn áthaladva elforgatásra kerül.

A DSTN kijelzők sajnos elég lassú képmegjelenítési képességgel rendelkeznek. Ezt a jelenséget árnyékosságnak nevezzük és úgy jelentkezik, hogy az új kép megjelenésekor az előző még halványan látható marad.

Az átlagos DSTN LCD kijelzők válaszideje (ami egy adott kép megjelenítéséhez szükséges) kb. 300 ms, ami azt jelenti, hogy 1 másodperc alatt kicsivel több mint 3 kép megjelenítését teszi lehetővé. Emiatt videójátszásra és egyéb gyors képváltást igénylő

alkalmazások futtatására nem alkalmas. Bár egyes gyártóknak sikerült a képmegjelenítési sebességét megduplázni, még így sem veheti fel a versenyt a korszerű monitorokkal, így egyre inkább kiszorulóban van.

5.3.2 Vékony-film tranzisztor (Thin Film Transistor, TFT)kijelző

A technológia a tranzisztort mint kapcsolóelemet használja fel. A tranzisztornak sajnos nagy hátránya, hogy a működtetéséhez áramra és feszültségre is szüksége van, ami főleg a laptopokban nagy hátrány, mivel a telepes üzem miatt a fogyasztást a lehető legminimálisabbra kell csökkenteni. A megoldás a térvezérléses tranzisztor (Field Effect Transistor, FET) felhasználása.

Röviden a működés lényege a következő. A FET félvezető eszköz amely p- és n-csatornás félvezető anyagokból épül fel (ezen anyagok részletes bemutatása sajnos meghaladja a dolgozat kereteit).

Ha ezeket a félvezető anyagokat szorosan egymás mellé tesszük, akkor a két réteg között megindulnak a pozitív és negatív töltések, miáltal egy keskeny sávban létrejön egy töltés nélküli réteg. Az n-csatorna két végén találjuk az S (source, forrás) és a D (drain, nyelő) kivezetéseket. Az áram e két elektróda között folyik amennyiben feszültséget kapcsolunk rájuk. A két p-csatornát összekötve kivezetjük, ez lesz a G (gate, kapu) elektróda. A kapura kapcsolt feszültség nagyságától függően a két p-csatorna közötti töltésmentes réteg vagy kiszélesedik, vagy lecsökken. Minél szélesebb a kiürített réteg, annál kevesebb töltés képes átáramolni az n-csatornán tehát annak ellenállása megnövekszik. Ha a kapura kapcsolt érték elér egy értéket (ez a FET típusától függően változhat) akkor a két kiürített réteg összeér, tehát az áram folyása megszakad. Ha viszont az áram nulla, akkor a FET teljesítmény nélkül vezérelhető.

Másrészről a FET-ek nagyon jól miniaturizálhatók, ezért lehetőség nyílik arra, hogy egy vékony rétegbe készítsék el mindezt, ezzel tulajdonképpen egy filmet képezve.

Egyes gyártók felhasználják a TFT technológiát színes folyadékkristályos kijelzőikhez is. Ez a megoldás jóval gyorsabb reagálású kijelzőt eredményez, mint az előbb vázolt DSTN módszer. A TFT kijelző tipikus válaszadási ideje 25 ms alatt van, ami lehetővé teszi 40 kép megjelenítését másodpercenként. Mivel 25 kép/sec feletti képváltást már folyamatosnak látjuk, ezért a TFT kijelzők kiválóan alkalmasak teljes képernyős videofilmek lejátszására is. A fent elmondottak azonban csak a monokróm kijelzőkre érvényesek, tehát ha színes TFT-t szeretnénk, akkor meg kell háromszorozni

a képpontok számát és az RGB színkeveréssel itt is elérhető egy kitűnő minőség színes kép.

Kétségtelen, hogy a TFT kijelző minden paraméterében jobb, mint DSTN kijelző, de ezt sajnos az ára is tükrözi. Szerencsére ma már egyre jobban tért hódít, ami előbb-utóbb a gyártási és eladási költségek nagymérvű csökkenését fogja maga után vonni.

5.4 Az LCD és a monitorok összehasonlítása

Amikor egy képmegjelenítő eszközt szeretnénk vásárolni, akkor általában több szempont alapján döntjük el, hogy melyiket választjuk. A hordozható számítógépek (laptop) piacán az LCD kijelző az egyeduralkodó, mely méretéből és fogyasztásából ered.

A következő szempontokat kell figyelembe venni az összehasonlítás során:

- **Ár:** Természetesen az egyik legfontosabb jellemző. A monitorok néhány tízezer forinttól felfelé kaphatók, míg az LCD panelek inkább százezer felett kezdődnek (de nem ritkák a két-háromszázezres típusok sem). A különbség tehát igen jelentős már a 14''-os monitorok esetén is, a nagyobbaknál pedig még nagyobb ez az érték.
- **Felbontás:** Az alkalmazások általában meghatározzák a szükséges képernyőméretet. Értelemszerűen minél nagyobb a felbontás annál jobb, de a fizikai méret ezt behatárolja. A monitorok maximális felbontása gyakorlatilag csak a fizikai méret függvénye, de egyenlőre ritka az 1600x1280-as felbontásnál nagyobb. Az LCD-kre még inkább a kisebb 1024x768 a jellemző érték. Természetesen ezek az értékek a fejlődéssel változnak, és változni is fognak.
- **Képernyőméret:** Itt meg kell különböztetnünk a nyers és a látható méretet. A monitorok esetében ez a kettő nem egyezik meg, ami a technológiából adódik. A monitoroknál a katalógusokban a nyers képernyőméretet adják meg amely a látható méretnél kb. 1-1,5''-al kisebb, míg az LCDknél a két méret megegyezik.
- **Láthatósági szög:** Fontos jellemzője a képmegjelenítő eszközöknek, hogy mekkora szögből látható a kép még megfelelő minőségben. A monitorok láthatósága közel 180 fok, míg ez az érték az LCD kijelzők esetében 50-140 fok közötti. Az eljövendő fejlesztések egyik legfontosabb területe a láthatósági szög kiterjesztése.
- **Súly:** Sokak számára ez nem fontos szempont, bár azért nem elhanyagolható tényező. A monitorok nagyságrendekkel nehezebbek az LCD kijelzőknél.

- **Fogyasztás:** A tartós üzemeltetés során nem mellékes szempont, hogy mekkora a kijelző áramszükséglet. A monitoroknál is és az LCD kijelzőknél is a mérettől függ a fogyasztás, de általánosságban elmondható, hogy a monitorok 2-8-szor többet fogyasztanak.
- **Fizikai méretek:** A kijelző elfoglal valamekkora asztalterületet. természetesen nem mindegy, hogy mekkora is ez a terület. A monitorok mélysége nagyságrendekkel nagyobb, mint az LCD panel méretei. Míg a monitorok mélysége meghaladhatja akár az 50 cm-t is, addig az LCD-k néhány cm vastagok csupán.
- **Frissítés:** A monitorok esetében a kép soronként rajzolódik ki, amit lehetőség szerint minél többször frissíteni kell. Erre azért van szükség, mivel a szemünk folyamatos képnek csak a másodpercenkénti 25 képet érzékeli folyamatosnak. Minél nagyobb ez az érték annál villódzásmentesebb lesz a kép. A modern monitorok már nagy felbontás mellett is képesek minimum 75 Hz-es frissítésre. Az LCD-k esetén ilyen jellemző nincsen, mivel a képet egy lépésben rajzoljuk ki és az a következő képig úgy is marad.
- **Sugárzás:** Napjainkban, amikor az emberek egyre több időt töltenek el a monitorok előtt, egyre fontosabb szempont lett a felhasználó szemének minél nagyobb kímélése. A monitoroknál az elektron becsapódás során felszabaduló energia kiszabadul és a képernyő előtt előre irányul. Ez természetesen káros, még akkor is ha a sugárzás mértéke csekély. Az LCD képernyőknél ilyen problémák nincsenek, mivel nincs sugárzása.
- **Fényerő, kontraszt:** A kép láthatóságát befolyásolja a láthatósági viszonyoknak megfelelően. A monitor fényereje kb. kétszerese, a kontraszt értéke pedig 2-8 szoros az LCD kijelzőnek.
- **Megjeleníthető színek száma:** A képek élethű visszaadását határozza meg. A mai technológia már lehetővé teszi, hogy mindkét képmegjelenítő eszköz pontonként 16 millió színt különböztessen meg.

6.fejezet

6.1 Nyomtatók

Mióta az ember számítógéppel dolgozik, megvan rá az igény, hogy a munkánk eredményét szeretnénk papíron is látni. Ennek az oka a bizalmatlanság a technika iránt (Ahogy Murphy mondaná: Ami elromolhat az el is romlik...). A másik ok, hogy a bürokrácia még papírokkal működik, az elektronikus társadalom még egy kicsit várta magára. A hivatalos iratokat minden esetben papíron kell benyújtani, melyeket ezután számítógépre visznek fel. Mindezek figyelembevételével biztosan állíthatjuk, hogy az adatokat át kell vinni papírra. Ennek módja a nyomtatás, vagy idegen szóval a printelés.

Az egy lapra eső nyomtatási költségek azonban fontosak, ezért nem mindegy, hogy milyen nyomtatót használunk.

6.1.1 Karakternyomtató

Fő alkatrésze a nagy méretű, papír szélességű henger. A henger dombormintaként tartalmazza az összes nyomtatható karaktert. Egy sorban azonos karakterek helyezkednek el, nyomtatási szélességben. A papír és a henger között helyezkedik el a festékkel átítatott, speciális műanyagból készült nyomtatószalag. A papír mögött található egy kalapács, mely ott, ahol nyomtatni szeretnénk a karaktert rácsap a papírra, és ennek során nekinyomja a karakter domborképének, és a kívánt jel ottmarad a papíron. Mivel teljes szélességben szeretnénk nyomtatni, ezért a kalapácsot mozgatni kell oldalirányban. Az elektronika feladata a kalapács kilökése akkor, mikor az aktuális pozícióban nyomtatni kell. Egy menetben az egy sorban található azonos karakterek nyomtatása történik meg. Ezt követően a henger fordul annyit, hogy a papír felé a második karakter fordul. A folyamat addig ismétlődik, míg az adott sor teljes egészében kinyomtatásra nem kerül. Ekkor az úgynevezett sordobás történik, melynek során a lap egy sorral feljebb mozdul. Ezután a folyamat megegyezik az előzőekben vázoltakkal.

Mindezekből látható, hogy ez a nyomtatási forma amellet, hogy nagyon hangos még rendkívül lassú is. A sebességen ugyan lehet javítani a kalapácsok számának növelésével, de ez már annyira megdrágítja az eszközt, hogy használatuk nem terjedt el bár kétségkívül szép nyomtatási képet tudtak produkálni.

6.1.2 Sornyomtató

Ez a típus tulajdonképpen a karakternyomtató továbbfejlesztett változata. Ennél a nagy karakterhengert feldarabolták tárcsákra. Minden tárcsa egy karakter széles és a területén megtalálható az összes nyomtatható jel. A tárcsák pozicionálása egyenként történik, ami szükségszerűen a mechanika bonyolult felépítését vonja maga után. Nyomtatás során a tárcsákat úgy állítják be, hogy a hengeren megjelenik a szöveg tükörképe. Ezután a kalapács teljes lapszélességben rácsap a lapra. Így egy sor nyomtatása egy lépésben történik.

Előnye, hogy a képe ugyanolyan szép, mint a karakternyomtatóé. Hátránya lassúsága, a rendkívül bonyolult felépítés és a zajos működés.

6.1.3 Margarétafejes nyomtató

Ezt a típust Németországban fejlesztették ki és az írógépeknél nagyon elterjedt. A nyomtatás elve ugyanaz, mint az előző két típusnál. A különbség csupán annyi, hogy itt nem kalapácsok, hanem maga a fej csap rá a papírra. Ezért a fej kialakítása olyan, mint a margaréta. Tulajdonképpen egy kissé összelapított nem egészen teljes gömbről van szó, melynek a palástján helyezkednek el a karakterek. A fej mozgatása két összetevőből áll, az egyik a forgatás, a másik a döntés. Ezzel a módszerrel a fej mérete rendkívül nagymértékben csökkenthető, valamint a mechanika is jóval egyszerűbb. Viszont az elektronika jóval bonyolultabb az elődökénél.

A technológia annyira jól bevált, hogy egyes írógépek még mindig ezzel a módszerrel működnek, viszont a nyomtatóipar már nem használja.

6.1.4 Matrixyomtató

Ez a típus az, amely nagyon sokáig képes volt helytállni a számítástechnikában és még ma is nagyon sok helyen használják ahol olcsó és gyors nyomtatásra van szükség (bankok, benzinkút, gyógyszertár, pénztárgép stb). Könnyen felismerhetőek jellegzetes 'síró' hangjukról. Ez az egyetlen típus, ami a régiek közül megmaradt, sőt az árak napjainkban még emelkedik is, mert már kevesen gyártják.

Az elv az, hogy a festékszalagot nekinyomjuk a papírnak, így azon látható lesz a lenyomat. Azonban itt nem egész karaktereket nyomtatunk egyben, hanem pontokból rakjuk össze azokat. Ezeknek a pontoknak az előállítását kis tűkkel történik. Ezek egy közös fejben találhatók és számuk szerint alapvetően két típusról beszélhetünk, mivel ezek terjedtek el igazán, a 9 és a 24 tűs változat. Ezek árban és minőségben is külön kategóriába tartoznak. A tűket kis kalapácsok lökik ki. Egy speciális ötvözetből készült huzal végzi el a kilökést. Ha ezen a huzalon elektromos áram folyik, az alakja megváltozik, melynek eredményeképp a kalapács kilöki a tűt. Ha a nyomtatás elkészült, akkor a tűt vissza kell vinni a helyére, ami ellentétes irányú árammal lehetséges. Nagyon fontos a visszarántás pillanata. Ha túl korán tesszük ezt meg, akkor a nyomtatás nem lesz elég erős, vagy esetleg nem is látszik. Ha pedig túl későn, akkor nagyon benyomódik a hengerbe, ami a tűt feleslegesen nagy igénybevételnek teszi ki. Ez a fej idő előtti tönkremenetelét okozza. Ennek állítására általában van lehetőség, így az adott feladatnak megfelelően el lehet ezt végezni.

A festékszalag végtelenített, nyomtatás során folyamatosan tekercesli egy automatika. Ennek célja, hogy ne egy helyen legyen igénybevéve a szalag, melynek élettartama így jelentősen növekszik.

A mátrix nyomtató előnye a viszonylagos gyorsasága és a tinta ill. lézersugaras nyomtatókhoz képest kedvező ára, és az alacsony nyomtatási költség. Hátránya a zajosság, és az, hogy képek, ábrák nyomtatására nem alkalmas.

6.1.5 Tintasugaras nyomtató

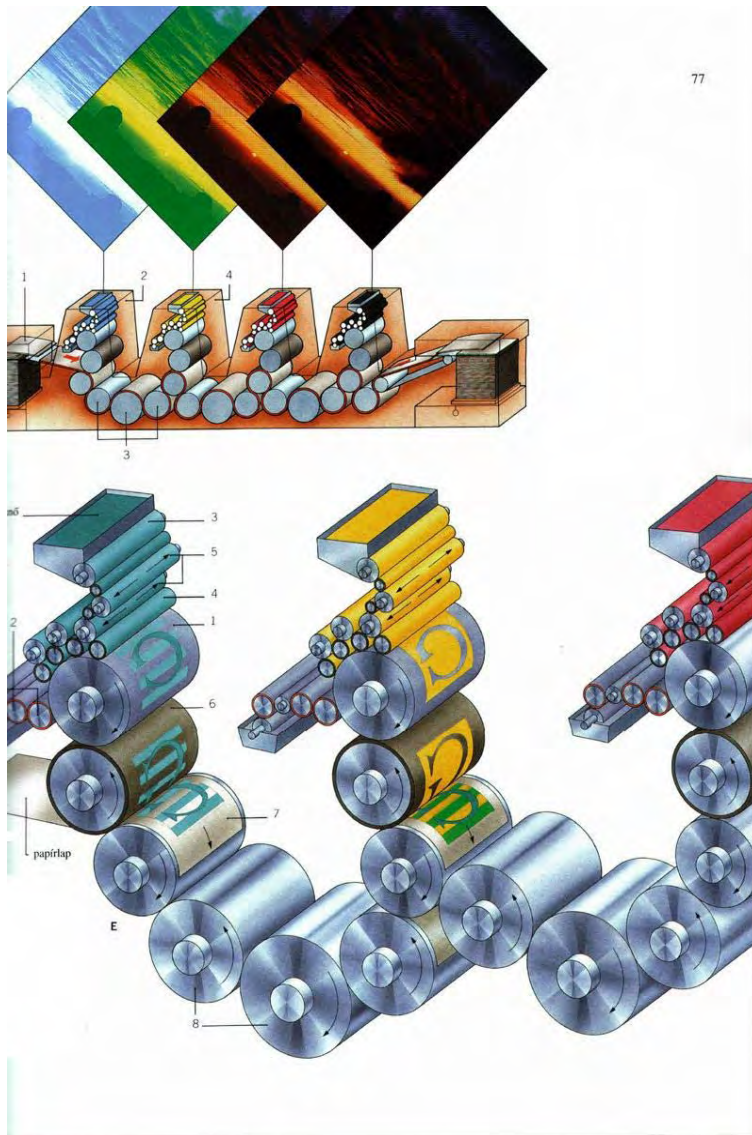
A tintasugaras nyomtatók egyik része cirkulációs rendszerű, azaz folyamatosan kering bennük a tinta. Ha az ilyen printer megkapja a nyomtatásra felszólító jelet, akkor a tinta - adott frekvenciával - átréselődik a nyomtatón, majd kis cseppecskék alakjában elhagyja a nyomtatófejet. Ám mielőtt ezt tenné, a cseppek elektródák előtt repülnek el, ahol elektromosan feltöltődnek. A feltöltött cseppek pályáját eltérítő elektródák határozzák meg, s vagy a papírra irányítják a tintacseppeket, vagy visszavezetik a keringésbe. A modelltől függően pozitív vagy negatív töltésű cseppek kerülnek a papírra.

Sajnos a tinta keringetéséhez szükséges mechanikus munka, a csekély nyomtatási sebesség és a színes nyomtatás esetében áthidalhatatlan nehézségek miatt ennek a technikának csak különleges esetekben van jelentősége.

Az igazsághoz hozzátartozik, hogy a tintapontok pontos pozicionálásának köszönhetően igen jó nyomtatási minőség érhető el.

A tintasugaras nyomtatók másik típusának az a jellemzője, hogy csak akkor lövi ki a tintacseppeket, ha ezekre szükség van. Ebben a gazdaságos rendszerben különbséget tehetünk a bubblejet és a piezoelektromos elv alapján működő printerek között.

A bubblejet elv alapján a nyomtatás legfontosabb eleme a tintatároló (tintacartridge). Ennek a burkolatában olyan szivacs található amely kb. 20 mg tintát képes felszívni. Ugyancsak itt található a nyomtatófej, az egymás alatt elhelyezett



tintacsatornákkal. A tintacsatornák közötti távolság - a legnagyobb nyomtatási felbontástól függően - 1/300 vagy 1/360 inch. Valamennyi tintacsatornában van egy-egy fűtőelem, s ezek - egy érintkezőn keresztül - közvetlenül a nyomtató központi egységével állnak összeköttetésben. A fűtőelemet megfelelő elektromos impulzus kapcsolja be, így az elem közvetlen környezetében nagyon magas (kb. 300 fok) a hőmérséklet. Ettől a tinta elpárolog, és apró gőzbuborékok formájában egyesül.

10.ábra A tintasugaras nyomtató szerkezete

Ez nyomáshullámot kelt és a szűk nyíláson keresztül kilövi a tintát. Amint az impulzus megszűnik, a tintabuborék is összeesik. Az ekkor keletkező vákuum beszívja a következő nyomtatási lépéshez szükséges tintát.

A tintacsatornák közös ellátó vezetéken keresztül csatlakoznak a tintatartalékhoz. Nem árt tudni, hogy kizárólag tisztított tinta kerülhet a fúvókába, mivel az ellátó vezeték egy szűrőt is tartalmaz.

A tintasugaras nyomtatás minőségének megőrzése érdekében, ha a nyomtató több másodpercig nem kap nyomtatási utasítást, automatikusan egy sapka kerül a nyomtatófej elé. Ez védi meg a finom kapilláris rendszert a portól és az egyéb szennyeződésektől, valamint óvja a tintát is a beszáradástól.

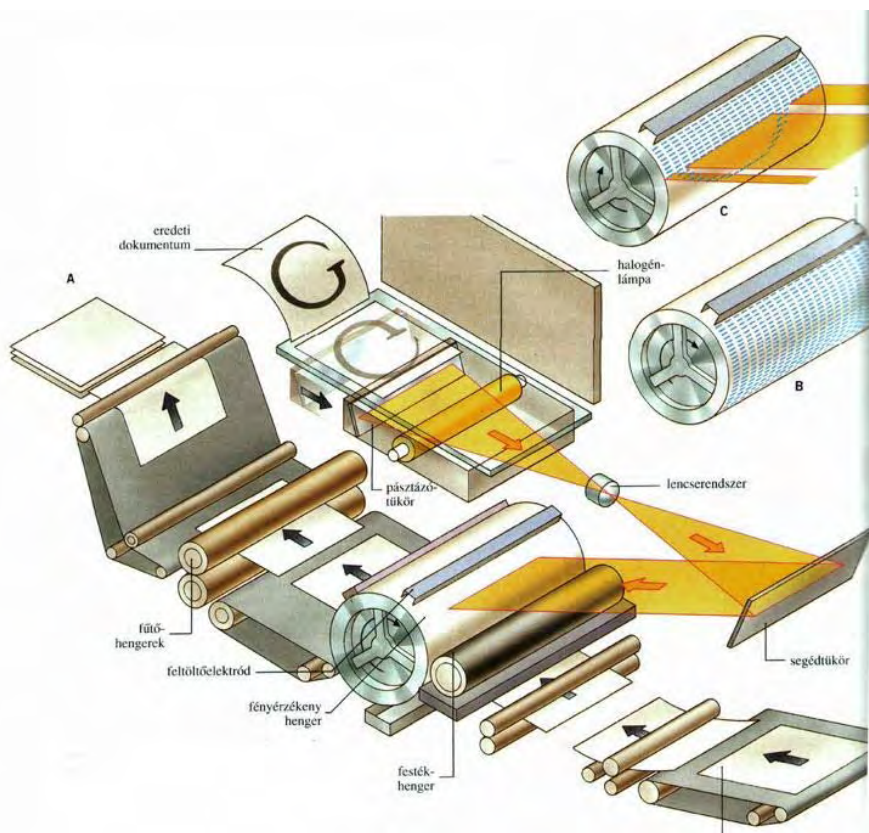
A nyomtatás során két tisztítási lépésre is sor kerül. A nyomtató felületét szabályosan lemossák, amellyel eltávolítják az apró papírszövet darabokat vagy a maradék tintaszemcséket. Ezenkívül egy szivattyúzási művelet is végrehajtódik, amikor is kiszív mintegy $0,1\text{cm}^3$ -nyi tintát, és végül friss tintával töltődnek fel a porlasztók.

A piezoelektronikus nyomtatók legfontosabb elemei a piezolemezek. Ezek apró kerámia darabkák, amelyeket a tintacsatornába integráltak. Elektromos impulzus hatására a kerámia elemek meggörbülnek, és az alakváltozás miatti túlnyomás kilöki a tintát a csőből. A piezotechnika permanens nyomtatófejekkel működik, és a gyártók 500 millió karakteres élettartamot garantálnak. E garanciának és a hosszú élettartamnak a legfőbb oka, hogy a piezolemezek nincsenek kitéve a termikus kopásnak.

E típusú nyomtatók előnye, hogy lényegesen halkabbak mint a mártixprinterek, ráadásul elég gyorsan is dolgoznak, hála a fúvókák jó elhelyezésének, az új anyagoknak, valamint a korszerű tintáknak. Napjainkban a tintasugaras technológia már a színes nyomtatás területén is elterjedt, elsősorban az árak radikális csökkenése miatt. E nyomtatók hátrány viszont a papírtípusra való érzékenység, ami különösen a színes nyomtatásnál fontos mivel ott a nyomtató egy helyre akár kétszer-háromszor is ráfújja a szabványos színeket. Az optimális minőségű színes nyomatokhoz tehát jó minőségű - következésképpen drága - papírokat kell használnunk

6.1.6 Lézernyomtató

A lézernyomtató a xerox fénymásolókhöz hasonló működési elvű eszköz. Szerkezete a 9.ábrán látható. Teljes oldal egyidejű nyomtatására alkalmas. A másoló és a lézernyomtató közötti egyedüli különbség, hogy a másológép fény és lencsék felhasználásával hozza létre a képet, míg a lézernyomtató a számítógéptől közvetlenül kapja azt meg. Gyenge lézersugárral a számítógép irányításával elektromosan feltöltött szelén félvezetőréteggel bevont henger felületére rajzolja a pontokból a jeleket és a grafikákat. A koncentrált fény hatására a megfelelő helyeken megszűnik a henger



11.ábra A lézernyomtató felépítése

felszínének töltése. A műanyag alapú festék a töltéssel rendelkező helyeken a forgódobra tapad, majd onnan a hozzásimuló papírra átragad, amelyre pedig mintegy 200 Celsius fokos hőmérsékleten ráégeti egy mángorlószerű hengerpár. A lézernyomtató felbontása általában 300-900 dpi körüli.

Az átlagos nyomtatási sebessége 4-6 lap/perc. Elterjedésének akadálya az eszköz meglehetősen magas ára, de az energia és a festékpórt tekintetében takarékos, tehát hosszútávra jobb vétel, mint egy hasonló képességű tintasugaras. A színes nyomtatásra

képes változatok (melyek egyelőre csúcstechnológia árban vannak) gyönyörű, fénykép minőségű fotónyomtatásra és rajzolásra egyaránt alkalmasak.

6.1.7 Hőnyomtatók

Érdekes módon a hőnyomtatók a nyomtatópalettának vagy a nagyon olcsó, vagy az igen drága tartományába tartoznak, közepes árfekvésűvel csak ritkán találkozni.

A legegyszerűbb, s egyben a legrégebbi hőnyomtatási eljárás nem alkalmaz sem festéket, sem szalagot, csupán a nyomtatófejbe épített fűtőellenállásokkal operál. A fej és a hőre érzékeny speciális papír közti fizikai érintkezés során alakulnak ki a karakterek. A nyomtatási minőség közepes szintű, mert a hőérzékeny papír nem eléggé stabil, fény hatására lassan tönkremegy. Ezért nem is igen használják ezt az eljárást, kivéve a pénztárgépeket vagy automatikus benzinkutakat. Minőségi nyomatok előállítására jóval alkalmasabb a hőátvitelen alapuló eljárás. Itt is megtaláljuk a nyomtatófejbe épített fűtőellenállásokat, ezek azonban nem a papír megpörkölésével, hanem egy festék-viasz keverékből készült szalag felfűtésével rajzolják ki a kívánt karaktereket. A szelektíven alkalmazott fűtés a megfelelő helyeken olvasztja meg a viaszt, így a festék szabaddá vált és rátapad a papírra.

Az olcsóbb típusok mozgó fej, míg a drágább kategóriájú berendezések több ezer ellenállásból álló, rögzített fejjel rendelkeznek. A hőátviteli technológiával működő nyomtatókat elsősorban három vagy négyszínnyomáskor alkalmazták. A három-négy alapszínnek (cián, bíbor, sárga és esetleg fekete) megfelelő rétegeket egymás után készíti a nyomtatófej. A legjobb eredmény a négyszínnyomással érhető el, mivel csak a cián, bíbor, sárga színekből tökéletes fekete nem állítható elő.

6.1.8 Szublimációs nyomtatók

A csúcstól árban és minőségben egyaránt a szublimációs hőnyomtatók tartják. A szublimációs jelzővel utalunk arra, hogy e nyomtatókban valamilyen szilárd test az átmeneti folyékony állapot kihagyásával alakul át légneművé. Az eljárásnál tehát csak speciális festék használható, ami alaposan megdrágítja a nyomtatást. A nyomtatópapírt egy polimerizált bevonat fedi, amikor pedig a fej felmelegíti a filmet, a két réteg közti kontaktusban a festék átrendeződik a papír irányába. Az így készült nyomatok fényképminőségűek. A hőnyomtatók további hátrányai a lassúság (egy 16,7 millió szint

tartalmazó A4-es oldal kinyomása kb. 10 percig tart), valamint a hatalmas méret és tömeg.

Befejezés

A számítógépes grafika, és megjelenítő eszközeinek jövőbeli fejlődése

Az elmúlt évtizedben az otthoni PC-k világméretű elterjedésével egyre többen jutottak hozzá a kevésbé fejlett országokban is számítógéphez. Magyarországon is a 90-es évek kezdete óta a legtöbb hivatalban, irodákban, áruházakban, gyógyszertárakban és még sok más helyen nélkülözhetlenné váltak a számítógépek. A gyártók - érzelve a növekvő számítógép felhasználók számát - egyre nagyobb összegeket ruháztak be a hardver és szoftver részek fejlesztésébe. Ennek köszönhetően a gépek egyre gyorsabbak és jobbak lesznek, ez a fejlődés továbbra sem fog leállni, sőt még inkább felgyorsul.

Az új és még újabb technológiák a legjobban a számítógépes programok - különösen a játékok - grafikájában mutatkoznak meg. A 2D megjelenítésről áttértünk a 3D-re és valószínűleg már a virtuális világ otthoni felhasználása sincs messze. A jövőben akár egy háziasszony is megtervezheti és be is járhatja az új lakását a VR sisak segítségével. Nem tűnik messzinek a 3D kivetítés otthoni felhasználása sem, amellyel nagyban megkönnyíthetjük életünket.

A monitorok fejlődése szintén nagy lendületet kapott az utóbbi 5 évben. A képernyők felbontása, javul a kép érezhetően tisztább, és élesebb lett a régi monitorokhoz képest, sőt az árak is nagymértékben csökkentek. A közeljövőben várható, hogy az LCD monitorok kiszorítják a hagyományos katódsugárcsőes típusokat, elsősorban mivel jobban kímélik a szemet, és gyártásuk is jóval egyszerűbb. A virtuális könyvek gyors terjedését jóslták néhány éve, de ez a terület nem váltotta be a hozzáfűzött reményeket elsősorban a készülék drágasága és nagy energiafogyasztása miatt, ami az akkuk gyors kimerülését okozta.

Folynak a kísérletek olyan néhány milliméter vastagságú kijelzők gyártására is, amelyeket akár összehajtva is lehetne hordozni akár csak a mai újságokat.

A szakdolgozatomban megpróbáltam áttekinteni a létező grafikai és képformátumokat, mivel ezekről eléggé kevés a megjelent forrásmunka, mert a szerzők elsősorban a leggyakrabban használtakkal foglalkoznak. A téma egyébként több irányban is bővíthető lenne, de sajnos a terjedelmi korlátok miatt nem tudtam kitérni például a Raytracing, Anti-aliasing, Morphing, animáció és több más elterjedten alkalmazott eljárásra.

A szakdolgozathoz felhasznált források

Budai Attila: Számítógépes Grafika, LSI Kiadó 2001

Berkes József-Virág Miklós: Számítógépes Grafika és prezentáció, Talentum Kft,
Keszthelyi Akadémia Alapítvány 1998

Markó Imre: PC Hardver konfigurálás és installálás LSI Oktatóközpont 2000

R. Michael Hord: Digital Image Processing of Remotely Sensed Data, Academic Press
1992

Berke József- Hegedűs Gy. Csaba-Kelemen Dezső-Szabó József: Digitális
képfeldolgozás és alkalmazásai, Keszthelyi Akadémia Alapítvány, Keszthely 1998

Dr.Szirmay-Kalos László: Számítógépes Grafika, Computer Books, Budapest 1999

Csánky Lajos: Multimédia PC-s környezetben, LSI Oktatóközpont, Budapest 2000

PC WORD 2001 November

2001 December

2002 Február

Spektrum televízió: A fotográfia kalandjai 2001.dec.12

A szilícium völgy 2001.dec.27.

[Http:\\www.hsw.hu](http://www.hsw.hu)

[Http:\\www.belinea.com/include/zeigemonitor](http://www.belinea.com/include/zeigemonitor)

[Http:\\www.iiyama.com/product2/AX381GU.htm](http://www.iiyama.com/product2/AX381GU.htm)

[Http:\\www.pioneer.co.jp/index-e.html](http://www.pioneer.co.jp/index-e.html)

[Http:\\www.acercm.com](http://www.acercm.com)

[Http:\\www.geniusnet.com](http://www.geniusnet.com)

[Http:\\www.hp.hu](http://www.hp.hu)

[Http:\\www.mikropo.hu](http://www.mikropo.hu)

[Http:\\www.umax.de/eu/scanner](http://www.umax.de/eu/scanner)

[Http:\\www.terratec.net](http://www.terratec.net)

<http://www.compaq.hu/termekeink/monitorok/>

[Http:\\www.fsz.bme.hu/szirmay/szamgraf.htm](http://www.fsz.bme.hu/szirmay/szamgraf.htm)

[Http:\\www.mek.iif.hu/porta/szint/muszaki/szamtech/hardver](http://www.mek.iif.hu/porta/szint/muszaki/szamtech/hardver)

Ábrajegyzék:

1.ÁBRA AZ EMBERI SZEM FELÉPÍTÉSE	6
2.ÁBRA A SZIVÁRVÁNY SZÍNBONTÁSA	7
3.ÁBRA A JPEG TÖMÖRÍTÉSI FOLYAMAT.....	7
4.ÁBRA JULIET-FATOQUE HALMAZ.....	34
5.ÁBRA KLASSZIKUS FRAKTÁL	35
6.ÁBRA AZ EGÉR BELSŐ FELÉPÍTÉSE.....	37
7.ÁBRA A LAPOLVASÓ FELÉPÍTÉSE.....	41
8.ÁBRA A TRINITRON KÉPCSŐ SZERKEZETE	50
9.ÁBRA AZ LCD KIJELEZŐ FELÉPÍTÉSE	54
10.ÁBRA A TINTASUGARAS NYOMTATÓ SZERKEZETE.....	63
11.ÁBRA A LÉZERNYOMTATÓ FELÉPÍTÉSE	65