

2.2. A kép

A látáskor szerzett információ rendkívül összetett (alak, szín, térbeliség, mozgás).

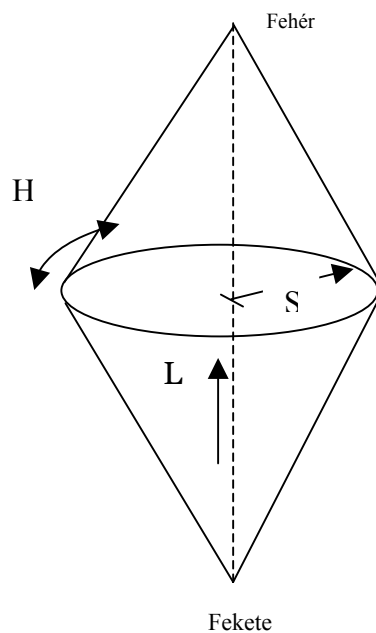
Mindezek ismeretében érdemes röviden foglalkoznunk az emberi látás biológiájával és ezen belül a színlátással, hiszen ezek alapját képezik a számítógépes képfeldolgozásnak, továbbá meg kell ismerkednünk a kép néhány jellemzőjével.

2.2.1. A színek jellemző tulajdonságai

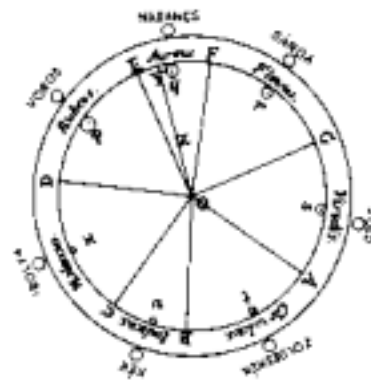
Grassmann három színjellemzőt különít el.

- Színezet (színárnyalat)-**Hue**: a fény hullámhosszától függő színérzet (pl. kék, sárgászöld, ibolyaszín, narancssárga, stb. {kb. 350 féle színérzet}),
- Telítettség –**Saturation**: az adott szín fehér tartalma. A monokromikus színek (RGB) egyáltalán nem tartalmaznak fehéret, így 100 %-ban telítettek, ugyanakkor a rózsaszín néhány százalékban telített vörös szín (kb. 20 telítettségi fokozat létezik).
- Világosság –**Luminancia**: a szín helye a fehér és a fekete tartományban. A legvilágosabb szín a fehér, míg a legsötétebb a fekete (kb. 500 féle világosságfokozat).

A színezetet (színárnyalat) és a színtelítettséget együtt krominanciának nevezzük. A krominancia a kép színességét jellemzi. A luminancia és krominancia szín jellemzők jelentőségéről még a későbbiekben szó lesz. Ezen színtulajdonságok egyesítve a 2.34. ábrán is megfigyelhetők. [11]



2.34. ábra



2.35. ábra

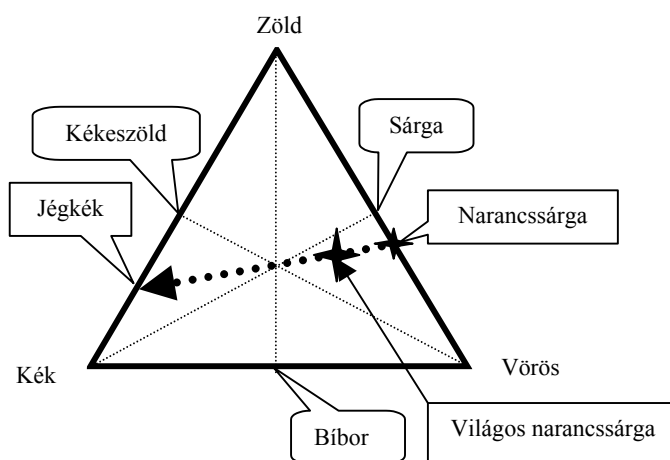
2.2.2. Színrendszerek

A színtan egyik legfontosabb feladata, hogy a különböző színárnyalatokat a színérzetek szerint rendszerezze. Arisztotelész az öselemekkel hozta kapcsolatba a színeket (tűz = vörös, víz = zöld, levegő = kék, föld = sárga). Leonardo da Vinci hatféle színt különböztet meg (fehér, sárga, zöld, vörös, fekete) és megállapítja, hogy ezen színsor két szélső értéke a fehér

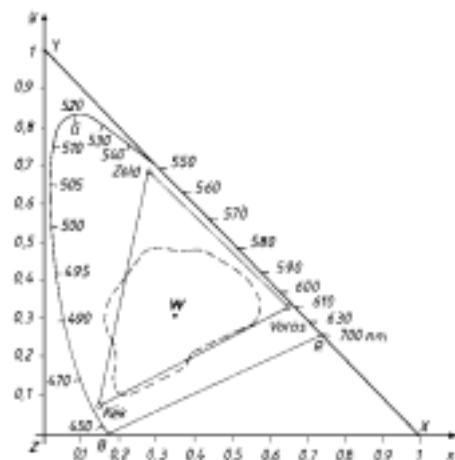
és a fekete. Newton színekörét a 2.35. ábra mutatja, azonban ebből meg hiányzik a fehér és a fekete. [9]

Az első színháromszöget T. Mayer készítette 1745-ben (2.36. ábra). A szabályos háromszög csúcsainál a monokromatikus színek (vörös, zöld, kék; {RGB}) vannak. A színháromszög jellemzői a következők:

- a háromszög oldalai mentén vannak a telített színek,
- a kék-zöld és a vörös-zöld oldalon a tiszta spektrumszínek helyezkednek el,
- a vörös-kék oldalon a spektrumban nem szereplő bíbor színek foglalnak helyet,
- a súlyvonalak a háromszög területét az egymást kiegészítő ún. komplementer színpárok mentén osztják fel,
- a háromszög súlypontjában a fehér szín van,
- a súlypont és a telített színek között a telítetlen színek vannak.



2.36. ábra



2.37. ábra

A Mayer féle színháromszög nagy problémája, hogy nem állítható elő vele a természetes spektrum minden színe, ui. bizonyos színek előállításához két alapszín összegéből le kellene vonni a harmadik alapszínt. A probléma kiküszöbölésére dolgozták ki a CIE (Comission Internationale de L'Eclairage = Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság) színháromszöget. A színeket háromdimenziós térvektor határozza meg, amelynek koordinátái a spektrális színösszetevők. A színek térbeli ábrázolása igen problematikus lenne, ezért a térbeli színgörbéből kétszeres transzformációval állították elő a 2.37. ábrán látható CIE diagramot. [9]

Az ábrát elemezve a következő megállapításokat tehetjük:

- az egyenlőszárú derékszögű színháromszög (XYZ) csúcspontjaiban a szupertelített (a gyakorlatban nem realizálható) színek helyezkednek el,
- a patkó alakú görbe (RGB) a 100 % telítettségű spektrális színeket köti össze,
- az RB vonalat bíborvonalnak nevezzük, hiszen a keverék színeket tartalmazza,
- a W pont a referenciafehérnek,
- az RGB pontoktól a W pont felé haladva a szín telítettsége csökken, míg a színárnyalat nem változik,
- a W pont után az adott szín komplementer színe található.

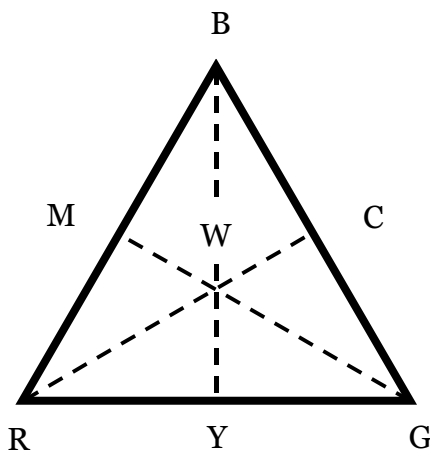
A patkóba rajzolt háromszög (Vörös, Zöld, Kék) a színes tv-rendszerek által reprodukált színek halmazát adja. Ez kisebb terület mint a patkó, de jól követi a természetben előforduló színeket. A szaggatott vonalú görbe a fényképezés, videotechnika, színes nyomtatás, szkennelés, stb. által reprodukált színeket jelzi.

A színrendszerek egy igen érdekes megközelítését adta 1915-ben Ostwald, aki olyan színkúpot definiált, amelyből az egyes színek tulajdonságaik alapján definiálhatók. Ezt a 2.37. ábra kapcsán már érintettük.

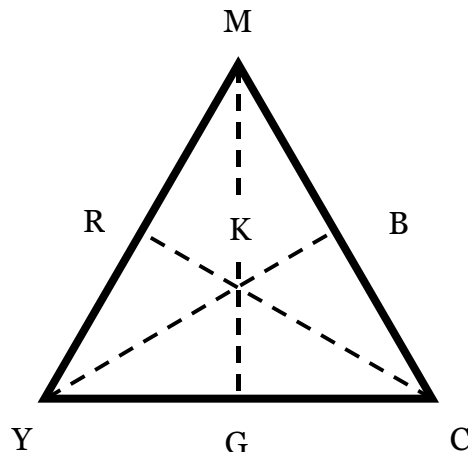
2.2.3. Színkeverés

Már Newton is felfedezte, hogy a fehér fény vörös, zöld és kék komponensekből áll. Maxwell skót fizikus volt az első, aki megállapította, hogy ezen három alapszínből a természetben előforduló valamennyi szín kikeverhető.

A színkeverésnek alapvetően két módszere lehetséges, az additív és a szubtraktív színkeverés. Ez a két kifejezés mindig csak a színkeverés módszerére utal, hiszen az így előállított új szín szemünkben úgyis mindig additív módon válik színérzetté.



2.38. ábra



2.39. ábra

Nézzük ezek előrebocsátása után a két színkeverési módot:

- Additív (összegező) színkeverés (2.38. ábra)

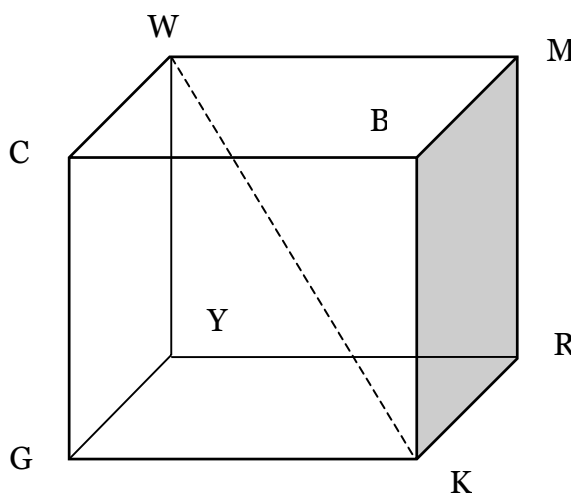
Az egyes színárnyalatokat színes fények egymásra vetítésével, összeadásával állítjuk elő. Ez a három alapszín a vörös (R), zöld (G), kék (B), tehát ilyen színű fényforrásokra van szükség. Ezek különböző erősségű keverésével állítjuk elő a különbség színeket. Az egyenlő erősségű vörös, zöld, kék fénysugarakat egymásra vetítve fehér (W) fényt kapunk. A háromszög oldalfelezőinél az alapszínek komplementer színei – kékeszöld (C), bíbor (M), sárga (Y) – találhatóak, amelyek az adott oldal végpontjainál lévő alapszínekből állíthatók elő. A kék szín komplementere a sárga és fordítva, a többit a 2.38. ábráról lehet leolvasni. Ez a hat szín képezi a fotografiai szintan főszíneit. Az RGB színkeverést használják a televízióknál, monitoroknál, video kameráknál, szkennereknél. Egy katódsugárcső által által megjeleníthető színtér kockával jellemezhető (2.40. ábra). A testátlót, amely a fehértől a feketéig halad semleges tengelynek nevezzük. A semleges tengely mentén helyezkednek el a szürke árnyalatok.

- Szubtraktív (kivonó) színkeverés (2.39. ábra)

A színkeveréshez egyetlen fehér fényre van szükség, amelyet három szűrőn vezetnek át. Ez a három szűrő a kívánt arányban csökkenti a fehér fény vörös, zöld, kék tartalmát. A kék összetevő erősségét sárga szűrővel, a zöldet bíbor szűrővel, a vöröset cián szűrővel lehet szabályozni, csökkenteni. A sárga szűrő ideális esetben a vörös és zöld színű sugarakat maradéktalanul átengedi, de erősségüknek megfelelő mértékben nyeli el a kék színű sugarakat. A bíbor szűrő ideális esetben a vörös és kék színű sugarakat maradéktalanul átengedi, de erősségüknek megfelelő mértékben nyeli el a zöld színű sugarakat. A cián (zöldeskék) szűrő ideális esetben a kék és zöld színű sugarakat maradéktalanul átengedi, de erősségüknek megfelelő mértékben nyeli el a vörös színű sugarakat. Amennyiben három azonos erősségű szűrőt alkalmaznak úgy a kapott fény fekete (K). A szubtraktív színkeverés előbb említett módját a fényképezés-technikában alkalmazzák (színszűrők). Ugyanezt a módszert alkalmazzák a színes filmeknél és papíroknál is, ezért ezek három rétegűek (sárga, bíbor vagy más néven magenta, zöldeskék). Így működnek a színes nyomtatók is, csak ott három ill. négy színű festéket (sárga, bíbor, ciánkék ill. fekete) alkalmaznak. Ezt a színkeverést CMYK módszernek is nevezik.

Az előbb ismertetett módszerek a szkennelésben és színes nyomdatechnikában csak nagy szakértelemmel és gyakorlattal vezetnek igényes munkához. Mindezek vezettek oda, hogy bevezették a szintulajdonságokon alapuló LHS (Luminancia, Hue, Saturation) színrendszert (2.34. ábra).

Az eddig ismertetett színkeverési módszerekkel előállított színeket ún. berendezésfüggő színeknek nevezünk.



2.40. ábra

A kép formátuma	D	N
Eredeti kép	4.0	10000
↓		
Diapozitív	3.2-3.5	1600-3200
↓		
képfájl (TIFF, 24 bit/pixel)	2.4	256
↓		
nyomatott kép	1.5-2	32-190

2.41. ábra

2.2.4. Berendezésfüggetlen színek

Az RGB és a CMYK berendezésfüggő színterek nem tudják tökéletes biztonsággal leírni az adott színeket a saját rendszerükön kívül. Ez akkor jelent problémát ha a színinformációkat át akarjuk vinni a különböző berendezések között. Ennek a problémának a kiküszöbölésére hozták létre a szabványosított színtereket (CIE, CIELAB). Ezek a színrendszerek az emberi látás matematikai modelljén alapulnak, és az egész spektrumot képesek leírni. Fölépítésük az

LHS-szintérhez hasonló és lehetővé teszi egy pixel (elemi képpont) leírását objektív színjellemzőkkel, berendezéstől függetlenül.

A képek többszörös feldolgozása rontja annak minőségét. Álljon itt ennek igazolására egy példa (2.41. ábra). Az összehasonlítás mérőszámai a színárnyalatok száma (N) és az árnyalati terjedelem. Ez utóbbi segítségével azon tónusok számát lehet leírni, amelyek egy kép legvilágosabb és legsötétebb pontja között lehet érzékelni ($D = D_{\min.} - D_{\max.}$). [11]

Ez a folyamat is mutatja, milyen nagy jelentősége van annak, hogy a feldolgozás során minél kevesebbszer kelljen transzformálni egy képet. Itt nyer létjogosultságot a digitális fényképezőgép és a digitális kamera.

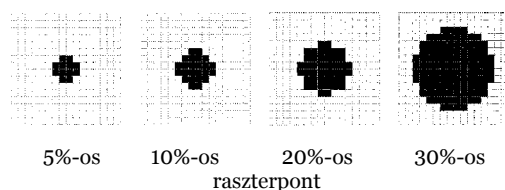
2.2.5. Rácsozási eljárások

Multimédia rendszerekben a képek két formátumban állhatnak rendelkezésünkre. Egyrészt már digitálisan, másrészt analóg formátumban. Ez utóbbi esetben a képet szkennel segítségével digitalizálni kell. A szkennelés folyamatával és a szkennerek működésével a későbbi fejezetekben lesz szó. A szkennelt digitális kép szerkesztő programok (pl. Adobe Photoshop) segítségével korrigálható, majd valamilyen képfájl formájában tárolható.

Visszatérve az előbb említett árnyalatokra, a nyomtatás- és szkennelés-technikában ezek értékét az ún. rászterpontok számával lehet szabályozni. Tehát akár egyetlen szín felhasználásával is több árnyalatot lehet előállítani. A nyomtatóknál a soronkénti rászterpontok száma a rácssűrűséget (D) adja (lpi = line per inch). A digitális rendszerekben is ismert fogalom a rászterpont, de ott az annál kisebb egységet elemi képpontnak, pixelnek (picture element) nevezzük. Digitális rendszerekben a felbontás mérőszámát (R) dpi-ben (dot per inch) szokás megadni, amely az 1 inch hosszra eső képpontok számát jelöli. A digitális rászterpontok felépítését a 2.42. ábra mutatja.

Az alkalmazott rácssűrűség a kivitelezendő munka minőségi követelményeinek függvénye. A megkívánt rácssűrűséghez legjobban megfelelő kimeneti felbontás meghatározásához meg kell ismernünk a digitális rácsozás árnyalatmegjelenítő hatásának matematikai hátterét. A szkennerek által a rászterpontok felépítéséhez használt elemi képpontok (pixelek) száma fordítottan arányos a rácssűrűséggel. Minél több pixelt használ egy rászterpont felépítéséhez, annál kisebb rácssűrűség elérésére képes. Példaként nézzünk egy 2400 dpi-s felbontást és 150 lpi-s rácssűrűséget. Ezekből a rászterpontot alkotó elemi pixelek darabszáma (n) az $n=(R:D)^2$ összefüggéssel határozható meg. Ez jelen példánkban 256. Ez azt is jelenti, hogy 256 féle színárnyalat megjelenítésére van mód. A 2.6. táblázat a lehetséges szürkeárnyalatok számát mutatja a különböző rácssűrűségek (D) és felbontások (R) esetén. Amennyiben a printernek ill. a szkennereknek nincs elég finom felbontása, úgy kompromisszumot kell kötni a részletgazdagság és az árnyalatok finomsága között. Ennek oka a következő: a rácssűrűség növelésével egyre finomabb részleteket tudunk megjeleníteni, de a rászterpontok felépítéséhez használt pixelek darabszáma csökken, így az árnyalatok száma is kevesebb lesz. Mindezek csak egy színrácsra voltak érvényesek. Színes nyomtatás esetén négy különböző egymásra helyezett, egymáshoz képest elfordított színrácsot alkalmaznak. [11]

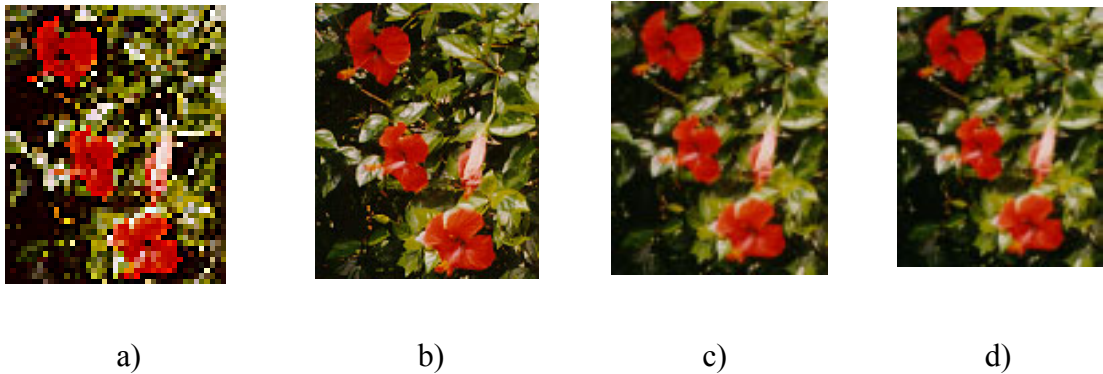
A képek fájlba mentése esetén ezeknek a rásztereknek a tulajdonságait tároljuk.



2.42. ábra

Felbontás (dpi) R	Rácscsűrűség (lpi) D				
	60	85	100	133	150
300	26	13			
600	101	51	37	21	
1200	256	224	162	92	72
2400		256	256	256	256

2.6. táblázat



2.43. ábra

A 2.43. ábra 4 olyan képet mutat, amelyet különböző felbontással szkenneltünk (a: 25 dpi, b: 75 dpi, c: 150 dpi, d: 300 dpi). Jól látható közöttük az eltérés.

2.2.6. Bitmapgrafika

Az emberi látás mechanizmusához hasonlóan a számítógépes grafika is a minél több képpontból (információegységből) felépített, a természetes képi világot színeiben, formájában egyre jobban megközelítő képek előállítására, tárolására törekszik.

Mint az előző fejezetben láttuk, a számítógép a képi információt is digitális adatként kezeli. Ezek szerint a kép minden jellemzőjéhez (színek, képméret, kontrasztosság, stb.) olyan digitális számkombinációt rendel, amelyet kezelni tud a számítógép. A gyakorlatban a digitális képalkotásnak két, elvében különböző módját különböztetjük meg a képpontokból építkező bitmapgrafikát és a matematikai függvényekből építkező vektorgrafikát. A bitmap(pixel)grafika a képet elemeire (pixel) bontja, és az ezekhez rendelt bináris számkombinációkat tároljuk. Előnye ennek rendszernek, hogy elvileg korlátlan színhasználattal rendelkezik, hátránya viszont, hogy a kép méretarányának megváltoztatásakor romlik a minőség, ill. az ilyen típusú képfájlok mérete elég nagy. A pixelgrafikának alapvetően négy fajtáját ismerjük.

- Bittérképes kép (bitmapped image)
Egy képponthoz tartozó információt 1 bit hordoz, így az csak fehér vagy fekete színű lehet (2.44.a. ábra).
- Szürkeárnyalatú kép (grayscale image)
Egy képponthoz tartozó információt 8 bit hordoz, így az a szürkeárnyalatok 256 féle változatát képes rögzíteni (2.44.d. ábra).
- Palettás kép (indexed color image)
Az egy képponthoz tartozó információt az előzőekhez hasonlóan 8 biten tárolják, de itt ehhez 256 féle színt rendelnek hozzá. Ezt a 256 féle színt minden egyes képhez a palettán tárolják.
- Valódi színezetű kép (true color image)
Az egy képponthoz tartozó információt 24 biten tárolják. Mint tudjuk, 24 biten 16.7 millió féle színt lehet tárolni, amely elégséges ahhoz, hogy az emberi szem tökéletes színátmenetet érzékeljen.

A 2.44.b. ábrán 2 bit/pixel (4 szín) és a 2.44.c. ábrán 4 bit/pixel (16 szín) színelbontású ábrát látunk.

Természetesen a bitmapgrafikához igen jellegzetes fájl formátumok is tartoznak, úm. a .bmp, .pcx, .tif, stb., ezek jellegzetességeiről a későbbiekben még lesz szó. A bitmapgrafika leírása az SRGP (Simple Raster Graphics Package) szabványban található.



a) b) c) d)

2.44. ábra

2.2.7. Vektorgrafika

A vektorgrafika jellegzetessége, hogy a kép egyes elemeit a számítógép matematikailag leírható vonalakra és görbékre bontja, majd ezek függvényeit tárolja. Természetesen ezen görbék, egyenesek által határolt területeket színekkel is ki lehet tölteni. Előnye, hogy a kép kicsinyítése ill. nagyítása nem rontja a felbontás minőségét, hiszen csak a függvények együtthatói változnak meg. Az ilyen képek nyomtatási minőségének csak a nyomtató felbontása szab határt. A leggyakrabban használt nyomtató felbontások 300 ill. 600 dpi. Hátránya a vektoros képeknek, hogy a különböző árnyalatokat csak matematikailag leírható síkidomok által alkotott területekként tudja kezelni. A 2.45. ábrán összehasonlítható a bitmap- (a) és a vektorgrafika (b) közötti különbség. Látható, hogy a vektoros kép kontúrja mennyire éles. [8]



a) b)

2.45. ábra

A vektorgrafikához is igen jellegzetes fájl formátumok tartoznak, úm. a .dxf, .cdr, .cgm, stb. Ezek jellegzetességeiről a későbbiekben még lesz szó. A vektorgrafikus környezetet a PHIGS grafikus szabvány írja le, amelynek jellemzői a következők:

- 3D-s lebegőpontos koordinátarendszer használata,
- 3D-s világi koordinátarendszer alkalmazása,
- az objektumok paramétereinek adatbázisban történő tárolása.

2.2.8. Képszerkesztés

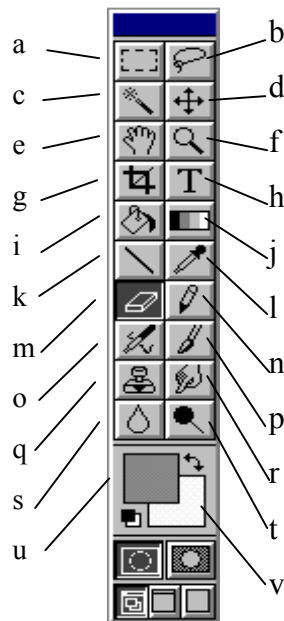
A szkennelt képünket, ábránkat a multimédiás alkalmazásban történő beillesztés előtt természetesen célszerű szerkeszteni. Mindez lehetővé teszi az esetleges hibák eltüntetését,

kijavítását, sőt a kép átszínezését, hatások (effektek) készítését. Mindezen feladatok végrehajtásához megfelelő programokra van szükségünk mint például az Adobe Photoshop, Corel Paint, Aldus Photostyler, stb. A továbbiakban az Adobe Photoshop program segítségével mutatunk be a teljesség igénye nélkül néhány fontosabb műveletet. [11]

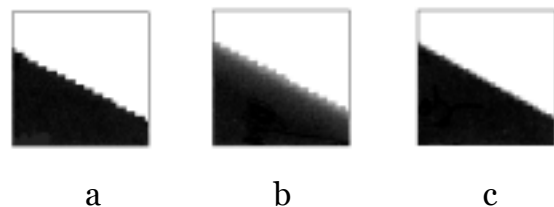
2.2.8.1. Képszerkesztési eszközök és műveletek

Nézzük először a szerkesztő eszközöket (2.46. ábra).

- a) A kiválasztó eszköz lehetővé teszi a kép bizonyos részeinek kijelölését oly módon, hogy az egér folyamatos mozgatásával a téglalap átlójának ill. ellipszis befoglaló téglalapja átlójának két átellenső sarokpontját definiáljuk. Általános sajátossága az is, hogyha a kiválasztás alatt a SHIFT billentyűt nyomva tartjuk úgy szabályos alakzatok (négyzet, kör) kijelölésére nyílik lehetőség.
- b) A lasszóval úgy lehet alakzatot kijelölni, hogy az egér gombot folyamatosan nyomva tartva és mozgatva egy tetszőleges alakzatot kijelölhetünk.



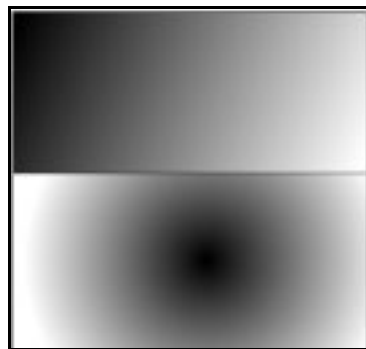
2.46. ábra



2.47. ábra

- c) A varázspálca segítségével olyan alakzatokat jelölhetünk ki, amelyek színe megegyezik. Itt érdemes két dologról említést tenni, amelyek az összes kijelölő opcióra érvényesek. Az egyik a kijelölt terület határának minősége, amely vagy éles vagy pedig lágy. Ez az érték 1 és 64 pixel között beállítható. Ha pl. 5 pixelt adunk meg, az azt jelenti, hogy a program a lágy peremet a kép szélétől befelé és kifelé is 5-5 pixel szélességben értelmezi. Ha például az így kiválasztott területet valamilyen színnel utólag ki akarjuk tölteni úgy a lágy perem fokozatosan olvad bele a környezetébe (2.47. a.,b. ábra). A másik dolog az ún. anti-aliasing (finomítás) opció, amely a durva (kis felbontású) képek esetén a szabdalt, recés határokat szünteti meg, csökkenti a kontrasztot és ezáltal finomítja az átmenetet (2.47. c. ábra). Ennél a varázspálca opciónál van még egy fontos beállítani való dolog az ui., hogy mit is érzékeljen azonos színnek, mert pl. a zöldnek is igen sokféle árnyalata ismert. Természetesen egy tűréshatárral megadható az az intervallum, amelybe beleeső színeket még azonosnak vesz.

- d) A kettős nyíl a kijelölt képrész mozgására szolgál. Egérgombbal rákattintva majd nyomva tartott egérgombbal a kép egy tetszőleges helyre mozgatható. Az eredeti hely a háttérszínnel töltődik ki. A SHIFT billentyű nyomva tartása mellett a képet vízszintesen, függőlegesen, 45°-os szögben lehet mozgatni.
- e) A kézzel történő mozgatás akkor használható, ha az alakzatot az aktív ablakon kívülre akarjuk mozgatni.
- f) A nagyító segítségével a képet nagyíthatjuk ill. kicsinyíthetjük akár 16-szoros mértékéig is. Ez persze a kép valódi méretét nem befolyásolja. Megjegyzendő, hogy az 1:1 méretarány nem feltétlenül a kép valódi mérete, hiszen az függ a képernyő és a szkennelt kép felbontásától is. Egy 72 dpi-s monitor felbontás és 144 dpi-s szkennelés esetén a képet 2:1-ben fogjuk látni.
- g) A kettős sarok olyan kivágásra szolgál, amelynél a kijelölt területen kívüli rész elvész.
- h) A T betű természetesen szövegek képre illesztésére szolgál. Célszerű a szöveg médiumot inkább a multimédia szerkesztő programban vagy pedig szövegszerkesztővel, esetleg valamilyen vektorgrafikus segédprogramban (Adobe Illustrator) előállítani.
- i) A festékes vödör segítségével előre kijelölt területeket lehet kitölteni a kiválasztott előtérzínnel vagy valamilyen mintázattal. A határátmenet és az ún. anti-aliased opció itt is beállítható.
- j) A színlétra az előre kijelölt terület színátmenetét határozza meg a festékes vödörhöz hasonlóan. Itt azonban folyamatos színátmenet képződik az előtér- és a háttérszín között. Az átmenet lehet lineáris (párhuzamos színsávok) ill. radiális (koncentrikus színsávok) (2.48. ábra).



2.48. ábra

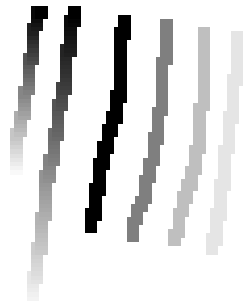


2.49. ábra

- k) A vonat eszközzel egyeneseket lehet rajzolni, amelyek vastagsága ill. az anti-aliased beállítható. A vonalak végére a legkülönbözőbb végzódések varázsolhatók.
- l) A pipetta alkalmas előtér- ill. háttérszín kiválasztására, amellyel pl. egy tetszőleges terület kitölthető.
- m) A radír segítségével a kép egy tetszőleges része kitörölhető, pontosabban a háttérszínre változtatható.
- n) A ceruzával éles határvonalú szabadkézi vonal rajzolható (2.49. ábra-a).
- o) A szórópisztollyal lágy átmenetű szabadkézi vonal rajzolható (2.49. ábra-b).
- p) Az ecsettel elmosódott szélű szabadkézi vonal rajzolható (2.49. ábra-c). Ezen utóbbi három eszköznel érdemes két érdekes beállításra felhívni a figyelmet. Elsőként a halványulás mértékének beállítását említhetjük. Ez azt a hatást kelti mintha a ceruza, a szórópisztoly vagy az ecset kezdene kifogyni (lásd 2.50. ábra bal oldali elsőnél Fade=40, bal oldali második Fade=80). Másodikként a festő eszköz

áttetszségének (opacitásának) megadását emeljük ki. A 2.50. ábrán a bal oldali harmadiktól jobbra haladva az Opacity értéke 100, 50, 25, 10%.

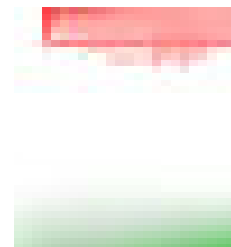
- q) A pecsét olyan ecset, amelynél nem az aktuális előtérszínnel rajzolunk hanem valamilyen máshonnan vett mintával.
- r) A maszatoló ujj segítségével éles színátmeneteket tehetünk folyamatossá, a festőhöz hasonlóan új színeket keverhetünk ki (2.51. ábra).



2.50. ábra



2.51. ábra



2.52. ábra

- s) A kétféle esőcseppel (az ALT billentyűvel lehet közöttük váltani) lehet csökkenteni (Blur) ill. növelni (Sharpen) a kontrasztosságot és ezzel lágy vagy éles átmenetet képezni (2.52. ábra).



2.53. ábra

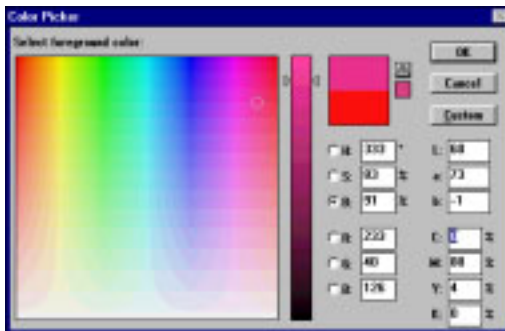
- t) A tárcsa, a kéz és a szivacs a fényerősség ill. a telítettség megváltoztatására szolgál (váltás az ALT-tal lehetséges). A Dodge (tárcsa) növeli a fényerősséget és ezzel helyileg kivilágosítja a képet (a 2.53. ábra bal oldala), a Burn (kéz) ennek az ellentétét eredményezi (a 2.53. ábra középső része). A Sponge a kép színeinek telítettségét változtatja meg (a 2.53. ábra jobb oldala). Lehetőség van arra is, hogy ezen műveleteket csak az árnyékokra, csak a középtónusokra vagy csak a fényekre vonatkoztassuk.
- u) Az előtérszín beállítására szolgáló felső téglalap.
- v) A háttérszín beállítására szolgáló alsó téglalap.

Itt érdemes visszatérni egy pillanatra a 2.2.1. fejezetben említett színtulajdonságokra és a 2.2.3. fejezetben tárgyalt színkeverési rendszerekre, mert ezek itt jól megfigyelhetők (2.54. ábra). Mint az ábrán látható, négyféle színrendszer közül választhatunk: RGB, CMYK, HSB, Lab. Ez utóbbi kettő egy kis magyarázatra szorul. A HSB tulajdonképpen a HSL színrendszerrel azonos: **H**ue-színárnyalat, **S**aturation-telítettség, **L**uminosity-fényesség vagy **B**rightness-fényesség, világosság. A Lab színrendszerről még nem esett szó. Ennél a Luminosity-fényesség mellett meg kell adni a szín helyét az „a” (zöld-bíbor) ill. „b” (kék-sárga) skálán.

2.2.8.2. A kép átméretezése, átszínezése, tulajdonságainak megváltoztatása

A műveletek bemutatásához használjuk a 2.55. ábrán látható képet. Természetesen nem lehetséges itt a teljes eszköztár bemutatása, csak a fontosabb és érdekesebb opciók között válogathatunk. [11]

- a) A kép negatívjának előállítása.
Az egyes pixelek fényerő, színárnyalat és telítettség értékeit egyenként invertálja, azaz kivonja 256-ból (2.56. ábra).
- b) A fényerő értékének arányos beállítása.
Az egyes pixelek fényerő értékét úgy változtatja meg, hogy a teljes tartomány ki legyen használva. Ez az opció megkeresi a kép legvilágosabb és legsötétebb képpontját és a többi arányosan ezen a skálán helyezi el (2.57. ábra).
- c) A fényerő értékek korlátozása.
Megadhatjuk, hogy a pixelek maximálisan hány fényerő értéket vehetnek fel, ezzel nagyobb egyszínű területeket hozhatunk létre.



2.54. ábra



2.55. ábra

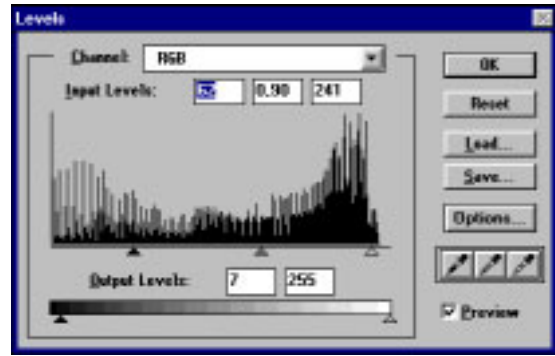
- d) Szürkeárnyalatú vagy színes kép kontrasztos fekete-fehér (bittérképes) képpé történő átalakítása.
- e) Igen tág lehetőségeink vannak a kép fényerejének, kontrasztosságának, gammájának (hasonló a fényerősséghez, de csak középtónusra van hatással), árnyalatainak és színtelítettségének egyedi és összetett megváltoztatására. Mindezeket a műveleteket színrendszerbeli alapszínekként is elvégezhetjük (2.58-2.60. ábra).
- f) Tudjuk képünket bármelyik sarokpontja körül elforgatni (2.61. ábra).
- g) A Blur nevű szűrővel (filterrel) lágyítani lehet a képet, elmosni annak határait, csökkenteni a kontrasztosságot (2.63. ábra). Az eredeti képünk most legyen a 2.62. ábrán látható.
- h) A Distort nevű szűrővel különböző felületek és vonalak mentén tudjuk torzítani képünket (2.63-2.66. ábra).
- i) A Noise nevű szűrővel módosíthatjuk a képek szemcsézettségét oly módon, hogy pixeleket ad hozzá ill. von ki véletlenszerűen ill. előre definiált módon.
- j) A Pixelate szűrővel elemeire bontja a képet és ezek szintulajdonságait változtatja meg.
- k) A Render nevű szűrővel a kép bizonyos részeit világíthatjuk meg ill. mintával tölthetjük ki.
- l) A Sharpen szűrővel növelhetjük a képek kontrasztosságát, azaz élességét.
- m) A Stylize szűrővel különleges hatásokat lehet elérni.



2.56. ábra



2.57. ábra



2.58. ábra



2.59. ábra



2.60. ábra



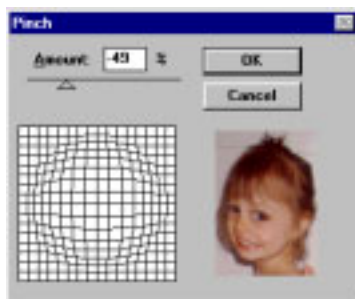
2.61. ábra



2.62. ábra



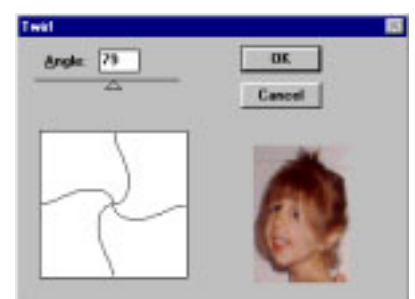
2.63. ábra



2.64. ábra



2.65. ábra



2.66. ábra

Fontos megjegyezni, hogy a multimédiás alkalmazásokhoz elégséges a képet 72-96 dpi-s felbontásban előállítani.

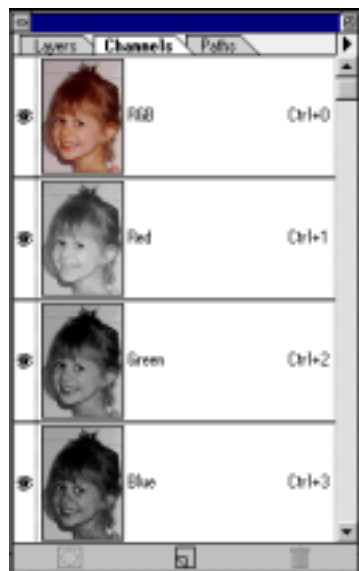
2.2.8.3. Maszkok, rétegek, csatornák

A professzionális képszerkesztő programokban a képrészek kiválasztásának többféle módja is lehetséges. Az első a szabályos alakzatokkal pl. téglalappal, négyzettel, ellipszissel, körrel történő kijelölés (lásd 2.2.8.1. fejezet). A második csoportba a varázspálcával (lásd 2.2.8.1. fejezet) ill. a pixelbeli azonos vagy hasonló színtulajdonságok alapján történő kijelöléseket sorolhatók, míg a harmadik csoportba a lasszóval ill. a maszkokkal történő kijelölés tartozik. Mik is valójában ezek a maszkok? [11]

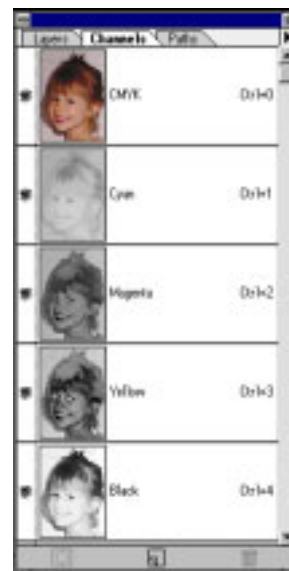
A Photoshop programban egy adott pixel nem csak egyszerűen ki van jelölve, hanem hozzárendelődik egy 0-255 közötti szám, amely azt mutatja, hogy az adott pont „mennyire van kijelölve”. A képre vonatkoztatott módosító hatások ennek az értéknek a függvényében érvényesülnek. Ez tulajdonképpen azt jelenti, hogy az eredeti képpel azonos méretű és felbontású szürkeárnyalatú (8 bites) képet is tárolunk. Pl. ha egy kiválasztásnál a korábban már megismert lágy peremességet akarjuk érvényesíteni, akkor ezen értékek figyelembe vételével a lágyító hatás a kijelölés határa mentén fokozatosan érvényesül.

A layer (réteg) olyan fólia, amely lehetővé teszi több kép egymásra helyezését és ezzel összetett kép létrehozását. Beállítható az egyes rétegek áttetszhetősége és az egyes pixelek keveredésének módja.

Még egy fogalmat szükséges bevezetni az pedig a csatorna. A csatornáknak kettős szerepük van a Photoshopban: egyrészt színrendszertől függően hordozzák a kép színinformációit (szürke árnyalatú képnek egy, RGB képnek három, CMYK képnek négy színcsatornája létezik) másrészt tárolja a kiválasztásokat, maszkokat.



2.67. ábra



2.68. ábra

A 2.67. ábrán a kép RGB színcsatornáit, míg a 2.68. ábrán CMYK csatornáit láthatóak.

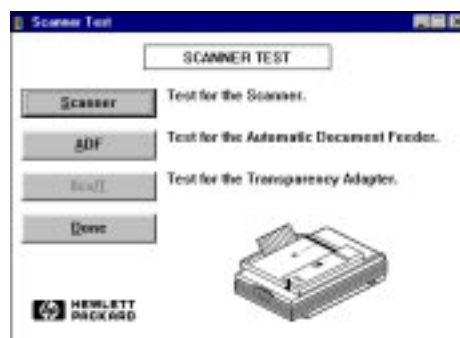
2.2.9. A multimédiában használatos képek előállítása

A legfontosabb kérdés, hogy hogyan és honnan lehet hozzáférni mindazokhoz a képekhez, amelyeket a multimédiás alkalmazásokba beilleszthetünk. [17, 18]

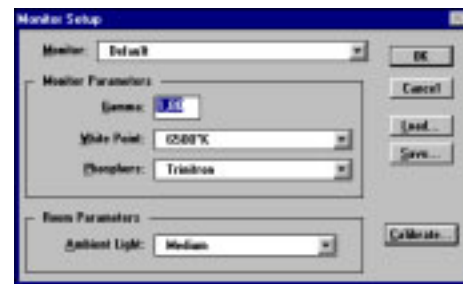
- a) Az egyik legkézenfekvőbb megoldás a valamilyen formában (fénykép; prospektusban, könyvben rendelkezésre álló kép; stb.) és minőségben (fekete-fehér, színes) rendelkezésre álló képek szkenneléssel történő digitalizálása, majd képszerkesztő programokkal történő editálása.

Mint láttuk és a későbbiekben is még többször utalni fogunk rá, a szkennelésnek óriási jelentősége van a multimédiás alkalmazások előállításában. Minőségi digitális képek előállítása nagyobb gyakorlatot igényel, éppen ezért érdemes foglalkozni a szkennelés főbb gyakorlati ismereteivel, mintegy tanácsot adva a kezdő felhasználóknak. Itt most elsősorban a síkgyas szkennerekkel foglalkozunk, annál is inkább mert minőségi képeket csak ezzel lehet előállítani.

- A szkennер telepítése után célszerű elvégezni annak tesztelését. Első lépésben lehajtott tetejű, üres állapotú tesztelés kezdődik annak megállapítására, hogy nincs-e valamilyen szennyeződés vagy karc az üveglapon. Erről egyébként minden szkennelés előtt célszerű meggyőződnünk. A következőkben egy fehér lapot teszünk az üveglapra és elvégezzük a szkennер végső beállítását (2.69. ábra).

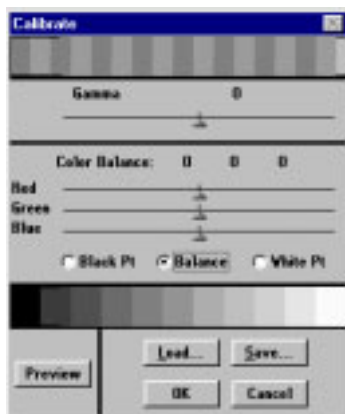


2.69. ábra

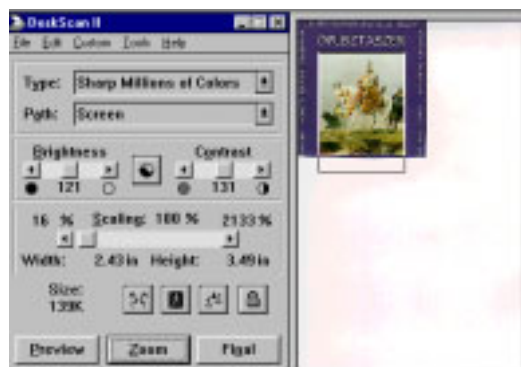


2.70. ábra

- A következő lépés monitorunk kalibrálása a képszerkesztő – jelen esetben Photoshop – programban. Ennek a műveletnek az a célja, hogy a képernyőn megjelenő szürke árnyalatok ne befolyásolják egyik alapszínünket se. Ezzel elérhetjük, hogy a képernyőn megjelenő színek megegyeznek az eredetiekkel. Jó tanács az is, hogy ezt a műveletet a monitor üzemi hőmérsékletén – bekapcsolás után fél óra múltán – célszerű elvégezni. Ilyenkor először monitorunk fényerő és kontraszt beállítását végezzük el a helyiség megvilágításának függvényében és csak azután történjen a szoftveres kalibrálás (2.70-2.71. ábra).
- Elsőként a fehér pontot (White Pt) állítjuk be (R=255, G=255, B=255) oly módon, hogy addig változtatjuk a csúszkák pozícióját, amíg a sávban látott fehér megegyezik a papírlap fehérségével.
- A következőkben a Gamma beállítása következik (fogalmáról a korábbiakban már esett szó), oly módon, hogy a felső sávot addig mozgatjuk, míg a szürke mezők azonos fényerőt vesznek fel.
- Ezután a Color Balance beállítása következik addig, amíg az alsó sávban színelhajlás nélküli szürkét látunk.



2.71. ábra



2.72. ábra

- A fekete pont (Black Pt) beállítása következik (R=0, G=0, B=0) a fehér pont beállításának megfelelően.
 - A 2.70. ábrán látható beállításokat vessük egybe a monitorunk kézikönyvében szereplő értékekkel.
 - A következő lépés az RGB rendszer kiválasztása. A többi számunkra kevésbé fontos, hiszen multimédiás alkalmazásokban elsősorban képernyőre dolgozunk.
 - Célszerű megvizsgálni a szkennelendő képünket, az ujjlenyomatokat ill. a szennyeződések alkoholos folyadékkal és szálfmentes törölkendővel kell eltávolítani.
 - Fontos kérdés a kép megfelelő erővel történő üveglapra szorítása. Főleg vastagabb könyveknél okoz ez problémát. Könyvből történő szkenneléskor a túloldali lap tartalma „átüthet”, ennek megelőzésére mindig fekete karton lapot kell alkalmazni.
 - Most a szkennelendő kép üveglapra helyezése történik, tájolásban segítségünkre van a szkennelők két oldalán elhelyezett vonalzó és a piros színű nyílhegyek.
 - A szkennelő programunk indítása történhet önállóan vagy valamelyik editáló programból is.
 - A bejelentkező ablakban először egy áttekintő szkennelést (Preview) hajtunk végre (2.72. ábra).
 - A hasznos képterület kijelölése után sor kerülhet a zoom-molásra.
 - Figyelembe kell vennünk, hogy a kép oldalárányai (Width, Height) és a felbontás minősége (R {dpi}) szoros összefüggésben vannak egymással (lásd korábban). Képernyőn történő megjelenítéshez elégséges 72-144dpi-s felbontás (Screen).
 - A kép típusának (Sharp Millions of Color, Millions of Color, Sharp Black and White Photo, stb.) megadása. Természetesen a kép mérete, típusa és felbontása jelentősen befolyásolja a képfájlunk méretét (néhány kB – néhány MB).
 - A kép fényességének és kontrasztosságának beállítására is van mód.
 - Végző lépésként következhet a kép fájlba szkennelése (2.73. ábra), majd esetleges korigálása.
- b) A forgalomban lévő CD-ken ill. Photo-CD-ken kapható digitális képadatbázisok felhasználásával. Természetesen ezeket a képeket is tudjuk utólag szerkeszteni.
- c) A diapozitívok szkenneléstől történő digitalizálása is lehetséges.
Ezen képek minősége és mérete még hagy némi kívánnivalót maga után.
- d) A digitális fényképezőgépekkel közvetlenül digitális képeket állítunk elő. A digitális fényképezőgép legfontosabb része a töltéscsatolt egység (CCD = charge coupled

device), amely a beérkező fényjeleket érzékeli és digitális jelekké alakítja át. A CCD első csoportjába tartoznak azok az érzékelők, amelyeknél egy sorban több érzékelőt helyeznek el, s ez határozza meg a függőleges felbontást, míg a pásztázó lépések száma a vízszintes felbontást adja. Ennél a technológiánál több másodperc szükséges egy felvétel elkészítéséhez, vaku nem használható, helyette stabil, folyamatos fényforrás biztosítja a mozdulatlan tárgyfényképezést. Az érzékelők egy másik csoportjába a csoportérzékelők tartoznak, amelyekkel egy egész felület pillanatfelvétel készíthető. A CCD elemek alapvetően mind a két típusnál három félek az RGB rendszernek megfelelően. A 2.74. ábra egy KODAK DCS 460-as készüléket mutat.

2.2.10. Képfájlok típusai

A képfeldolgozás legutolsó lépése a képi adatok tárolása, amelyet a későbbi hasznosítás jelentősen meghatároz. Nem lehet mindegy, hogy a multimédiás alkalmazásunk milyen fájlformátumot képes fogadni. Megjegyzendő, hogy a professzionális multimédia szerkesztő programok már igen széles körben képesek képfájlokat fogadni.

Mint azt a 2.2.6-2.2.7. fejezetben láttuk, alapvetően kétféle – bitmap- és vektor- grafikát különböztetünk meg. Nem volt azonban arról még szó, hogy mindezek lehetnek tömörített vagy tömörítetlen formátumúak. Ebben a fejezetben a tömörítetlen bitmap képfájlokat tekintem át. Az adattömörítéssel külön fejezet foglalkozik, itt csak érintem a problémát.



2.73. ábra



2.74. ábra

A pixel alapú képtárolásnak alapvetően két fajtáját: a hardverfüggő és a hardvertől független képtárolást ismerjük.

A hardverfüggő képtárolásnál a monitoron közvetlenül megjelenő kép a videokártya memóriájából közvetlenül kiolvasható és tárolható. A Turbo Pascal program például tárolja a kép dimenzióit és az egyes képpontokhoz rendelt palettaindexeket, de a palettát nem, azt a fejlesztői programhoz rendelték hozzá.

Jobb lesz a képtárolás minősége, amennyiben függetlenné tesszük az aktuális hardvertől és a fejlesztői környezettől.

2.2.10.1. A bitmap fájlformátum

A bitmap formátum az egyik legfontosabb - főleg a Windows rendszer által is támogatott - képtárolási formátum. Kifejezetten a raszteres képek kezelésére alakult ki. Továbbfejlesztése során nem tartották be a legegyszerűbb kompatibilitási igényeket sem, így létezik a régi (DDB: device dependent – eszközfüggő -bitmap) és az új (DIB: device independent – eszközfüggetlen -bitmap) formátum, amelyek lényegesen különböznek egymástól, de mindkettőnek a kiterjesztése: BMP. Nézzük ezek után mind a két formátum legfontosabb jellemzőit.

A DDB a bitmap struktúra szélességét és magasságát (bit/pixel), illetve a színformátumot definiálja. A szélesség "szóra határolt", a színinformáció eszközfüggő módon van megadva. A képek eleje a bal felső sarok.

A DIB file elején a fejléc (Bitmapfile header), belül a fájlban képi adatok és a palettamező található. A képi sorok hossza "dupla szóra határolt". A kép eleje a bal alsó sarok. Míg a képpontbitek száma a korábbi változatban csak 1, 4, 8 vagy 24 lehetett, addig a legújabb változat már tetszőleges (>8) bitszámot megenged. A palettában a színek "fontossági sorrendben" vannak felsorolva, számuk a struktúrában megadható, legfeljebb 256 lehet. A gyakorlatban azonban ez csak 236 lehet, mivel a Windowsban az első és utolsó tíz elem a rendszerszíneknek van fenntartva. Ha a bitek száma 24, akkor minden képponthez egymás után tartozik az R, G, B érték, amelynek sorrendje kötött, értékei egyenként 8 bitesek.

2.2.10.2. A PCX fájlformátum

A PCX képi fájlformátumot eredetileg DOS alatt futó festőprogramok számára fejlesztette ki a ZSoft Corporation és csak később adaptálták a Windows-ra. A régebbi verziók csak 8 bit színinformáció befogadására voltak képesek. A legutóbbi kiadás már 24 bites RGB képek értelmezésére is alkalmas, viszont a CMYK színrendszerbeli adatok kezelésére nem képes. Minden PCX fájl egy 128 bájt hosszúságú bevezető résszel (header) kezdődik, majd azután következnek a pixeladatok. Az előbbi tartalmazza a PCX verziószámát, a kódolás típusát, a pixelenkénti bitek számát, a használt hardver vízszintes és függőleges felbontását, a színskálát, a kép típusát (színes, fekete-fehér, szürke árnyalatos), stb. Az utóbbi pedig a képpontok hely- és színadatait tartalmazza sorról-sorra.

A PCX tömörítési algoritmust használ, amelynek az a lényege, hogy a nagyon gyakran ismétlődő pixeleket csak egyszer tárolja és az ismétlődési számot rögzíti.

Nagyon ritkán van szükség a képadatok PCX formában történő mentésére, esetleg a TIFF ill. az EPS fájlformátumok helyett alkalmazzuk.

2.2.10.3. A TIFF fájlformátum

A TIFF (Tag Image File Format) fájlformátumot a digitális képek hatékony adatcseréjének támogatására fejlesztették ki. A TIFF adatstruktúra megtervezésénél szempont volt az is, hogy az új és a régi adatok kompatibilisek legyenek egymással, az operációs rendszerektől, hardver platformoktól való függetlenség és a fájlstruktúra felülvizsgálhatósága az egész adathalmaz beolvasása nélkül lehetséges legyen. A TIFF adatforma elég hatékony adattárolásra képes, amelynek segítségével a köztudottan terjedelmes képadatokat aránylag kis tárkapacitás felhasználásával tudja rögzíteni. Amennyiben még így is szűknek bizonyulna a rendelkezésre álló tárkapacitás, úgy alkalmazható az LZW (Lemple-Ziv and Welch) adattömörítés is. Az eredeti TIFF verzió nem volt túl szigorúan megszerkesztve, ezért a különböző programok eltérő módon értelmezték azt, és ezért bizonyos kompatibilitási problémák álltak elő. Az újabb szoftverek már a TIFF szabvány javított verziójával (6.0) dolgoznak, amelynél az előbb

említett problémák már nem jelentkeznek. A 6.0-ás verzió egyaránt támogatja az RGB, a CMYK színrendszerbeli képeket, valamint számos tömörítési eljárást. A TIFF fájlok alapja a címblokkos adatszerzés. Ennek az a lényege, hogy a rövid adatblokkok tartalmaznak egy-egy adatot vagy címet, ahol a tényleges adat található. Minden adatnak egyértelmű azonosítója van, így a programok könnyen azonosíthatják a számukra szükséges adatokat. A különböző címblokkok száma félszáz körül van; ugyanakkor a TIFF fájlok kitöltöttsége többnyire hiányos, azaz csak a létrehozó program által fontosnak tartott adatok kerülnek bele.

A kétszínű, azaz fekete-fehér képekhez használt TIFF – B nyolc képpont adatait tartalmazza egy bájtkban. A szürkeskálás TIFF – G 16 vagy 256 különféle szürke tónust definiál, az első esetben két, a második esetben egy képpontot rendel egy bájthoz. A palettás képekhez a TIFF-P-t, míg a valódi színes képekhez a TIFF-R-t fejlesztették ki.

A képet sávokra, mezőkre osztva tárolja a TIFF struktúra. Egy képhez egy vagy több mezőt (sávot) rendelnek hozzá. A sávok helyzetét relatíve a fájl kezdetéhez viszonyítva határozzák meg. A TIFF fájl három részből áll: bevezető rész (header), Image File Directory (a kép fájl könyvtárszerkezete) – általában az IFD egy bejegyzést tartalmaz, de tartalmazhat többet is, hiszen egy fájlban több képet is tárolhatunk -, pixel képi adatok.

2.2.10.4. A GIF fájlformátum

A GIF (Graphics Interchange Format) a Compuserve által kifejlesztett szabványos képfájl formátum. Hasonlóan a PCX-hez ez a fájl típus is két részből áll: egyrészt a fejrészből, amely megadja a GIF verziószámát, definiálja a képernyőt - logikai képernyőméret, háttér színe, színbitek száma -, megadja a globális színpalettát; másrészt a képleíró részt, amely megadja a kép méretét, a lokális színskálát ill. a képi adatokat.

A GIF állományoknál tömörítő algoritmusok is használhatók, elsősorban az LZW veszteségmentes tömörítési algoritmust alkalmazzák. A GIF képgrafikus állomány kedvenc alkalmazási területe a multimédia ill. Web-lap alkalmazásoknak.

2.2.10.5. A WMF fájlformátum

A Windows Meta File (WMF) egy olyan vektorgrafikus fájlformátum, amelyben szereplő utasításokat funkcióhívásoknak nevezzük. Ezeket a funkcióhívásokat a GDI (Graphic Device Interface) értelmezi az adott hardver elem számára. A GDI a Windows grafikus csatolója. Minden a monitorra küldött grafikus adat átkerül a GDI-be, amely az elemkészletében (egyenes, kör, stb.) szereplő elemek felhasználásával „megépíti” a képet. A GDI a grafikus adatokat a memória egy előre lefoglalt tártületén tárolja, amelynek a neve Display Context. A WMF fájl felépítése nagyon hasonló az ugyancsak vektorgrafikus PIC fájléhoz (bevezető rész, grafikus utasítássorozat – record).

Mindezek szemléltetésére nézzünk egy példát (2.7. táblázat). Az itt jelölt feladat a beállított ceruza színével (CreatePen) egy 0,0 és 150,70 koordinátájú téglalapot (Rectangle) rajzol. Az rdSize definiálja az adott record méretét szóban beleértve önmagát is, az rdFunction megadja az adott rekordban végrehajtandó műveletet (funkcióhívást), míg az rdParm megadja a hozzávaló paramétereket.

0000 0008	rdSize
02FA	rdFunction (CreatePen)
0000 0000 0000 0000 FF00	rdParm
0000 0007	rdSize
041B	rdFunction (Rectangle)
0046 0096 0000 0000	rdParm

2.7. táblázat

2.2.10.6. A DXF fájlformátum

Általánosan használt vektorgrafikus rajzcserefájl az Autodesk által kifejlesztett DXF (Drawing Interchange File). A DXF olyan ASCII formátum, amely konvertálható kapcsolatot jelent a legkülönbözőbb szoftverekkel (Word, Corel Draw, 3D Studio, stb.). A DXF fájl alapvetően négy részből áll: bevezető rész (HEADER), TABLES, BLOCKS, ENTITIES. A DXF fájl egysége a csoport, amely két sorból áll: csoportkód, csoport érték. Az un. rajzcsere állomány szerkezetét a 2.8. táblázat mutatja, majd a 2.9. táblázatban olyan DXF állományból látunk példát, amely egy szakaszt rajzol. [19]

Rajzelem	Csoportkód	A csoportkód jelentése
LINE	10,20,30	A kezdőpont x,y,z koordinátái.
	11,21,31	A végpont x,y,z koordinátái.
CIRCLE	10,20,30	A kör középpontjának x,y,z koordinátái.
	40	A sugár értéke.
TEXT	10,20,30	A beillesztési pont x,y,z koordinátái.
	40	A szöveg magassága.
	1	Az aktuális szöveg.
	50	A szöveg irányszöge.
	41	x-irányú relatív méretarány tényező.
	51	A szöveg dőlésszöge.
	7	A szövegstílus neve.
	71	A szövegenerálási jelzőkód.
	72	A vízszintes szövegigazítás típusa.
	73	A függőleges szövegigazítás típusa.
	11,21,31	Az irányszöveget meghatározó irányvektor végpontja.

2.8. táblázat

Részlet a DXF fájlból	Magyarázat
...	...
0	azonosító
SECTION	a szakasz kezdete
2	a szakasz neve
ENTITIES	a rajzelemek szakasz kezdete
0	a rajzelem neve
LINE	a VONAL rajzelem
8	réteg
vastag	a réteg neve
10	csoport érték kezdő x koordináta
175	a kezdőpont x koordinátája
20	csoport érték kezdő y koordináta
265.25	a kezdőpont y koordinátája
30	csoport érték kezdő z koordináta
0.0	a kezdőpont z koordinátája
11	csoport érték vég x koordináta
290	a végpont x koordinátája
21	csoport érték vég y koordináta
110	a végpont y koordinátája
31	csoport érték vég z koordináta
0.0	a végpont z koordinátája
...	...

2.9. táblázat