



Kovács Sándor

Színrendszerek



A követelménymodul megnevezése:

Képfeldolgozás

A követelménymodul száma: 0972-06 A tartalomazonosító száma és célcsoportja: SzT-005-50

A SZÍNMEÉRÉS

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Ma a nyomdaipar termékeinek túlnyomó része színes. A megrendelőnek mindig minőségi nyomtatványokat kell szállítani. Ennek feltétele a minél magasabb minőségi normák elérése. A színek megítéléséhez nemcsak „látnunk”, hanem pontosan mérnünk és a mérés alapján azonosítanunk is kell azokat.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A színmérés tudománya kialakulásának elengedhetetlen feltétele Grassmann három törvénye.

GRASSMANN TÖRVÉNYEI

A színekkel kapcsolatban Grassmann három törvényt fogalmazott meg:

Első törvény: *Egy szín jellemzéséhez (megadásához) három egymástól független adat szükséges és elégséges.*

Második törvény: *Metamer színek additív módon kevert színei metamerek.* (Metamerek azok a fénysugarak, amelyek spektrális összetétele különböző, de azonos színélményt keltenek.)

Harmadik törvény: *Ha a színingerek additív színinger keverésében egy vagy több összetevőt folyamatosan változtatunk, az eredményül kapott színinger jellemzők is folyamatosan változnak.*

Grassmann törvényeinek értelmezése

1. törvény

A három adat azért szükséges, mert a színlátás háromféle csapocskához kapcsolódik. Az adatoknak egymástól való függetlensége azt jelenti, hogy két adatból semmiféle matematikai összefüggéssel ne lehessen meghatározni a harmadikat, vagy pl.: olyan három alapszín használjunk, amelyek egymásból nem keverhetők ki.

Különböző színmegadási módok egymástól nagyon különböző színhármassokkal jellemezhetik ugyanazt a színt.

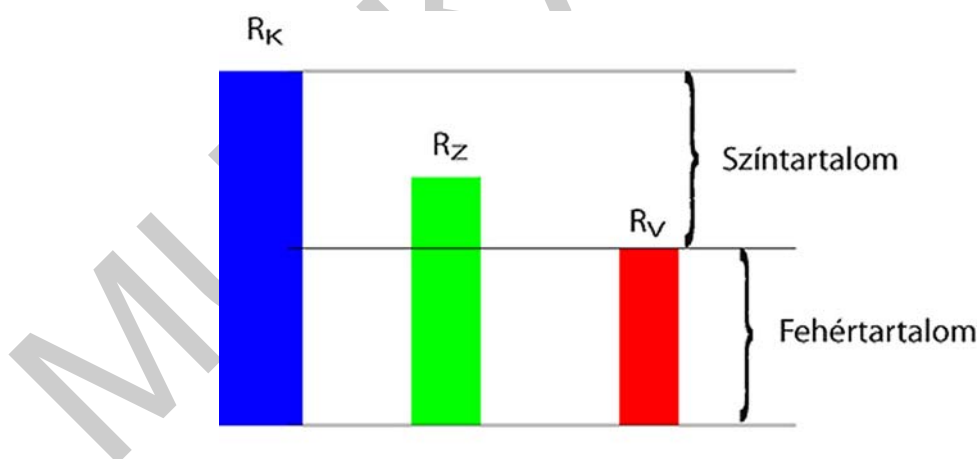
A legszemléletesebb a következő három mennyiség alkalmazása:

- a) *színárnyalat* (színezet)
- b) *telítettség*
- c) *világosság*

a) A színárnyalat legtöbbször jellemezhető azzal a szóval ahogy a színt hívjuk, pl.: piros, lila stb. Szám szerinti jellemzésre azt a hullámhosszat szokták alkalmazni, amelyik monokromatikus fénysugárnak ugyanolyan a színárnyalata (**színazonos hullámhossz**). Bíbor színárnyalatok megadásához (mivel ilyen spektrumszín nincs) a kiegészítő szín hullámhosszát szokták megadni. (Olyan színpárt nevezünk kiegészítő színeknek, amelyek összeadó módon keverve fehér színt adnak.) Megkülönböztetésükre ilyenkor negatív előjelet kapnak a hullámhosszértékek.

b) A telítettség azt jelenti, hogy mennyire tiszta szín. Ha egy szín telített, akkor fehértartalom nincsen. Minél nagyobb a fehértartalom, a szín annál telítetlenebb. A természetben előforduló színek közül a spektrumszínek a legtelítettebbek.

Egy szín a csapocskákat pl. az 1. ábrán feltüntetett mértékekben ingerli. A három érték közül kikeressük a legkisebbet, ekkora mértékben mindhárom csapocskára ingerlődik. Korábbi tanulmányunkból tudjuk, hogy ha a csapocskák egyformán ingerlődnek, az fehér érzetet kelt. Ezért ez az érték adja a fehértartalmat. Minél nagyobb a fehértartalom aránya, annál kevésbé telített a szín.



1. ábra. A csapocskák ingereltségének felbontása fehértartalomra és színtartalomra

A fenti ábrán látható értékek képletekben kifejezve:

$$R_k = 1,0 = 0,5 + 0,5$$

$$R_z = 0,7 = 0,5 + 0,2$$

$$R_v = 0,5 = 0,5 + 0$$

Az azonos értékű összeadandók (a 3 db. 0,5 érték) a fehértartalmat képviselik, az eltérő értékű összeadandók (a 0,5, a 0,2 és a 0) a színtartalmat.

c) A világosság a három csapocska ingereltség fokainak összegével jellemezhető. A fényenergia és a világosságérzet közötti összefüggés nem lineáris, hanem logaritmikus.

2. törvény

Ez a törvény adott lehetőséget a színek reprodukálására. Ilyen reprodukálás előfordulhat a nyomdai úton történő sokszorosításnál és a különböző színmérő berendezésekben (ugyanolyan színt állítunk elő, mint a mérendő szín, annak ellenére, hogy a spektrális összetételek szinte biztosan különbözőek).

3. törvény

A színkör folytonossága azt jelenti, hogy a színkörben két szín között mindig található egy szín, amely az előző kettőnek a keveréke; pl.: összeadó színkeverésnél a kékből el tudunk jutni a zöldbe különböző színárnyalatokon keresztül, a zöldből a vörösbe és a vörösből ismét a kékbe.

SZÍNEK MÉRÉSE

A mérés mindig összehasonlítás, összehasonlítjuk a mérendő mennyiséget, az egységgel. A mérés eredményeként kapjuk a mérőszámot, amely megmutatja, hogy a mennyiség hányszorosa, ill. hányadrésze az egységnek.

A mérőszám nagysága két tényezőtől függ:

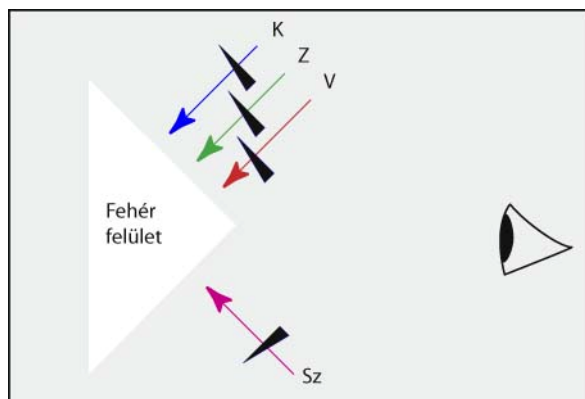
- a) a mért mennyiség nagyságtól (egyenes arányban); Pl.: Budapest–Hatvan távolsága 60 km, de Budapest–Nyíregyháza távolsága 240 km.
- b) a mértékegység nagyságtól (fordított arányban). Pl.: Budapest–Hatvan távolsága 60 km, vagy 60 000 m.

A fizikai mennyiségek mérésére egy mérőszámot és egy mértékegységet alkalmazunk. A színmérés sajátossága, hogy egy színérzet mérésére 3 mérőszámot és 3 mértékegységet kell alkalmazni.

Színérzet mérésére, számszerű leírására az additív színkeverés adott jó lehetőséget. Három, alkalmasan megválasztott alapszín különféle arányú keverésével a természetben található minden színárnyalatot elő tudunk állítani a Grassmann-törvények alapján.

A mérés elve: alapszínekből megpróbálunk ugyanolyan színárnyalatot kikeverni, mint a mérendő színünk. Az alapszínek mennyisége lesz a mérőszám. Ennek a módszernek sok változata van, attól függően, hogy milyen színkeverést alkalmazunk. Léteznek összeadó színkeverésen, kivonó színkeverésen és autotípiái színkeverésen alapuló színrendszerek.

Ezek közül a legelterjedtebb az összeadó színkeverésen alapuló (2. ábra), ennek is több változata van. A változatok az alapszínekben különböznek.



2. ábra. Az összeadó színkeverésen alapuló színmérés elve

A diffúzan visszaverő fehér prizma egyik felét a vizsgált fénnel világítjuk meg, másik felét pedig a három alapszín megfelelő arányú és intenzitású keverékével. A három spektrumszín útjába elhelyezett szürke skálákat addig mozgatjuk, amíg a hasáb két oldalát azonosnak nem látjuk. Az azonosság matematikailag egyenletben fogalmazható meg:

$$Sz = k \cdot K + z \cdot Z + v \cdot V$$

A színegyenlet jobb oldalán 3 kéttényezős szorzat áll. A nagybetűvel jelzett értékek mértékegység jellegűek. A kisbetűvel jelzett mennyiségek mérőszám jellegűek:

K, Z, V – a kék, zöld, vörös színösszetevők;

k, z, v – színegyütthatók.

A CIE SZÍNRENDSZEREK ALAPJAI

1. Az RGB színmérő rendszer

Az alapszínek mértékegységjellegéből adódóan nem mindegy, hogy melyik kék, melyik zöld, melyik vörös az alapszín.

A színösszetevők csak akkor jellemzik egyértelműen a mért színt, ha az alapszínek jól definiáltak. Ilyen alapszíneket választottak ki az RGB színrendszerbe. Ezek a következők:

- Vörös (R) 700 nm hullámhosszú monokromatikus fény, teljesítménye 0,176 97 lumen;
- Zöld (G) 546,1 nm hullámhosszú monokromatikus fény, teljesítménye 0,812 40 lumen;
- Kék (B) 435,8 nm hullámhosszú monokromatikus fény, teljesítménye 0,010 63 lumen

Ha egységnyi alapszíneket összekeverünk, akkor egy lumen teljesítményű fehér fényt kapunk.

$$1 \text{ lumen teljesítményű fehér fény} = 1 \cdot R + 1 \cdot G + 1 \cdot B$$

Ebben a színrendszerben a színegyenlet:

$$Sz = r \cdot R + g \cdot G + b \cdot B$$

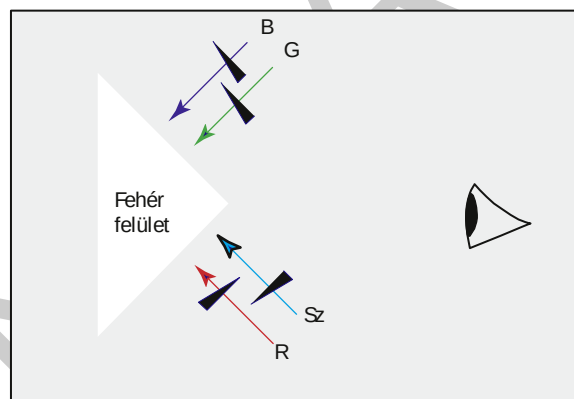
Ez a színmérő rendszer lehetővé teszi, hogy ismerve két szín adatait, meg tudjuk határozni a keverék színek adatait.

Például:

$$\text{ha } Sz_1 = 0,5R + 2G \quad \text{és} \quad Sz_2 = 2G + B,$$

$$\text{akkor } Sz_1 + Sz_2 = 0,5R + 4G + B$$

Végeztek olyan kísérleteket, hogy megállapítsák az egységnyi teljesítményű monokromatikus fénysugarak színösszetevőit. Ekkor azt tapasztalták, hogy a három alapszínből nem lehet kikeverni az összes spektrumszínt (a színárnyalat azonosságát el tudták érni, de a spektrumszín telítettségét nem). A problémára a következő megoldást találták: A prizma két oldalának színazonosságát úgy érték el, hogy az alapszínek egyikét nem a prizma felső oldalára, hanem az alsó oldalára vetítették. (3. ábra)



3. ábra. A színmérés elve telített szín esetén

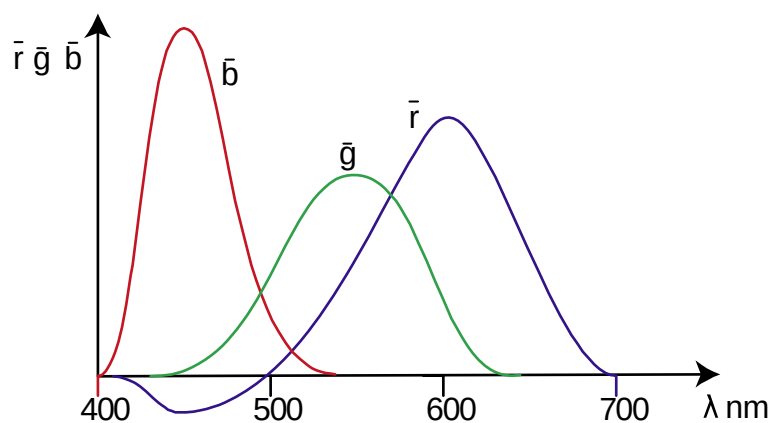
$$Sz + r \cdot R = g \cdot G + B \cdot b$$

Rendezve:

$$Sz = -r \cdot R + g \cdot G + b \cdot B$$

A színegyenletben szereplő negatív érték(ek) azt jelenti(k), hogy a mért szín nagyon telített.

Az előbb említett kísérletsorozat eredményeként meghatározták a **színinger-megfeleltető függvényeket**. Ezek a függvények *megmutatják, hogy az egységnyi teljesítményű monokromatikus fénysugaraknak milyen nagyságú színegyütthetők felelnek meg.* (4. ábra)



4. ábra. Színínger-megfeleltető függvények

2. Színkoordináták az RGB rendszerben

A színek ábrázolása egy képsíkon azért nehéz, mert a színmegadás három adattal történik. Így ha koordináta-rendszert alkalmaznánk, akkor a színpontot a térben kellene elhelyezni. A síkban történő ábrázoláshoz segédeszközként vezették be a színkoordinátákat. A színkoordinátákat a színösszetevőkből lehet meghatározni, az alábbi képletek segítségével:

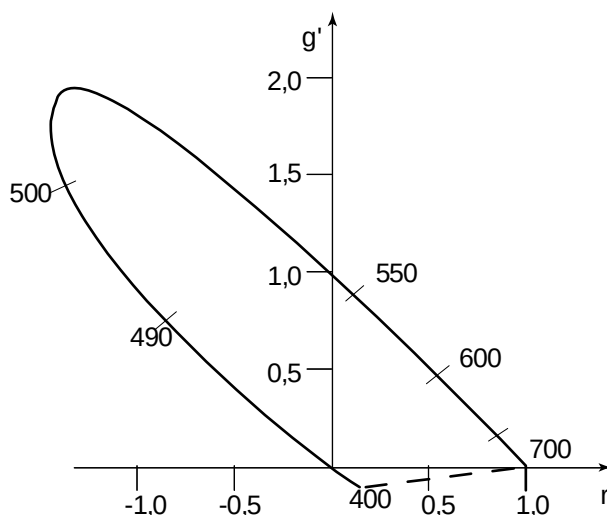
$$r' = \frac{r}{r+g+b}; g' = \frac{g}{r+g+b}; b' = \frac{b}{r+g+b}$$

Könnyen belátható, hogy

$$r' + g' + b' = 1,$$

tehát két színkoordináta ismeretében a harmadik meghatározható.

A színínger-megfeleltető függvények értékeiből a meghatározott színkoordináták adják az RGB színdiagramot (színpatkót). (5. ábra)



5. ábra. Az RGB színrendszer színdiagramja

A görbe vonalain helyezkednek el a legtelítettebb színek, a spektrumszínek. A görbén és a görbén belüli területen található a természetben előforduló színek.

Az ilyen ábrázolásnál a világosságérték nem olvasható le.

3. XYZ színrendszer

Az XYZ színmérő rendszert szintén a CIE (*Commission Internationale de l'Éclairage* = Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság) hozta létre, az RGB színmérő rendszer hátrányai miatt.

Ezek a hátrányok a következők:

- Az RGB színrendszerben szerepelnek negatív színösszetevők is.
- A szín világosságának meghatározásához 3 színösszetevő értéke szükséges.

Az új színmérő rendszer elnevezése arra utal, hogy az alapszínek nem valós színek. Az alapszínek színárnyalata megegyezik az RGB alapszínek árnyalataival, viszont ennél telítettebbek.

Mivel az alapszínek nem valós (virtuális) színek, a mérést elvégezni a szokásos módon nem lehet. Ezért csak számítással lehet meghatározni a színegyütthetőket.

Az XYZ rendszer előnyei:

- Csak pozitív színösszetevők szerepelnek.
- A világosság meghatározásához elegendő csak az y színösszetevő ismerete.

A színegyenlet:

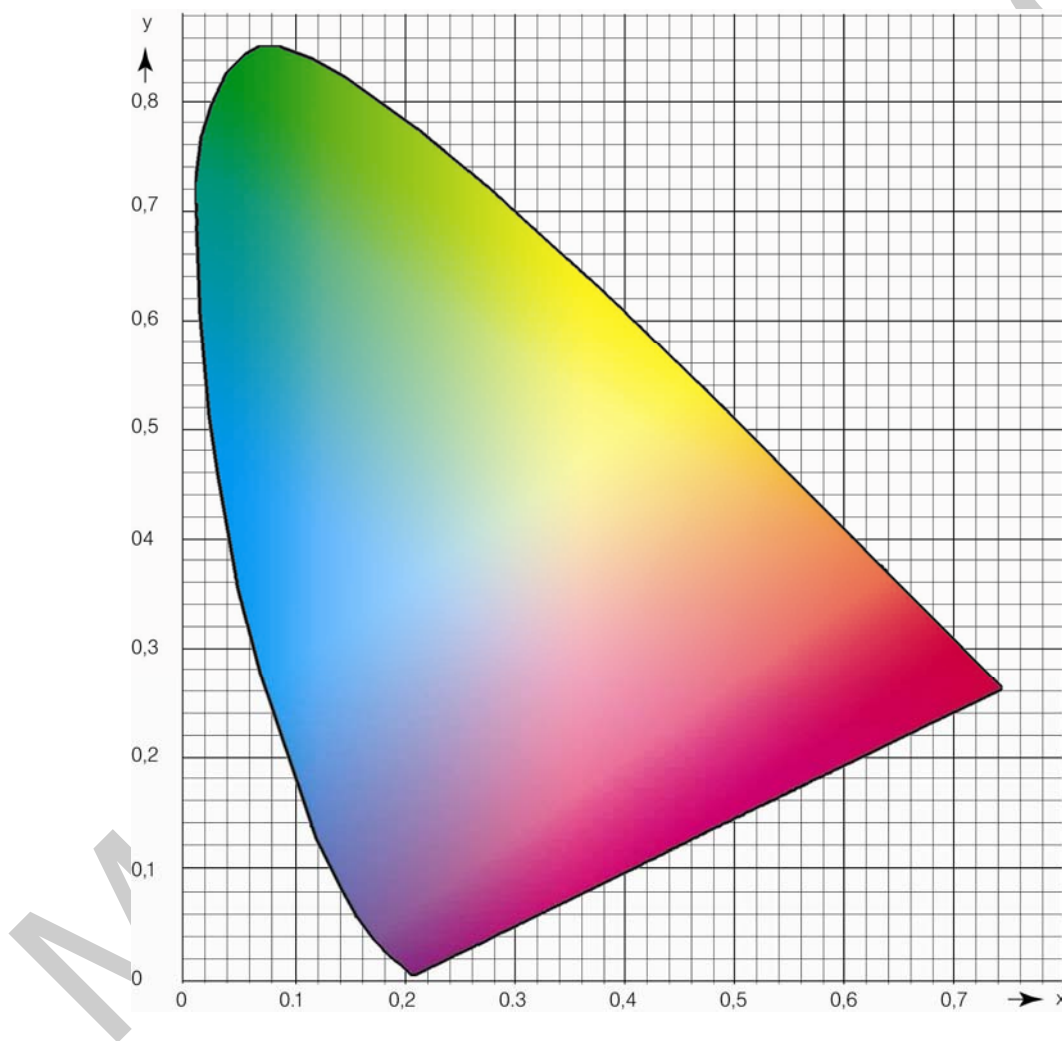
$$Sz = xX + yY + zZ,$$

ahol a kisbetűs értékek a színegyütthatók, a nagybetűs értékek a színösszetevők.

A színkoordináták:

Grassmann törvényének megfelelően a szín jellemzéséhez három adat szükséges. Ez lehet az x , y , z hármas, de gyakrabban alkalmazzák a színkoordinátákat: x' , y' és a világosságot jellemző értékeket: y .

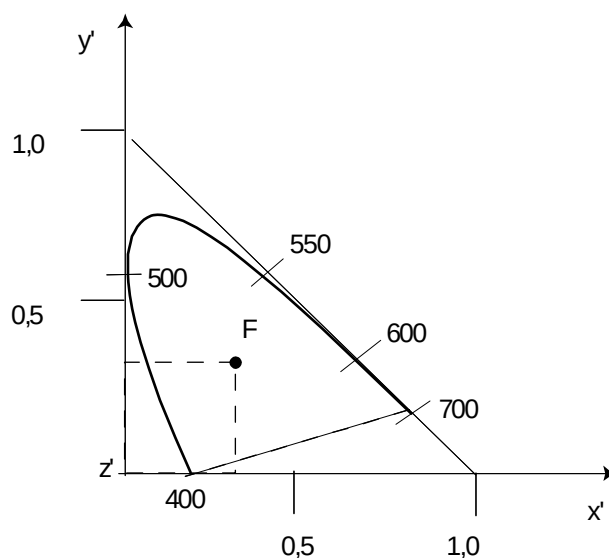
Hasonlóan az RGB rendszerhez, színkoordináták segítségével a színeket itt is koordináta-rendszerben, színkoordináta-rendszerben lehet ábrázolni. (6. ábra) Itt is minden színt egy színpont jellemez.



6. ábra. Az XYZ színrendszer színdiagramja

A színdiagramon a spektrumszínek görbéje (színpatkó) egy egyenlő szárú háromszög belsejében helyezkedik el. A görbén a spektrumszínek nem egyenlő sűrűségűek.

Az XYZ rendszer örökölte az RGB színrendszer jellemzőjét, mely szerint egységnyi alapszíneket összekeverve fehéret kapunk. (7. ábra)

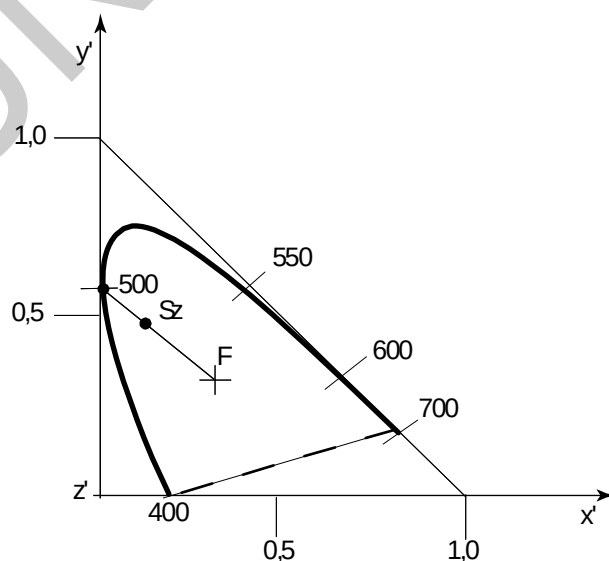


7. ábra. A fehér pont helyzete a színdiagramon

$$\text{Fehér} = 1 \cdot X + 1 \cdot Y + 1 \cdot Z$$

4. Színpontok a színdiagramon

Bármely tetszőleges színnek a megfelelő számításokat elvégezve meg lehet határozni a színekoordinátáit (y' ; x'). E koordináták segítségével a színdiagramban a szín színpontját jelölhetjük ki. A pont elhelyezkedéséből a szín több jellemzőjét meg lehet határozni (8. ábra). A színpontot összekötve a fehér ponttal és meghosszabbítva a spektrumvonal felett (7. ábra), meghatározható, hogy a szín színárnyalata melyik spektrumszín árnyalatával egyezik meg (színazonos hullámhossz). A színpont távolsága a fehér ponttól illetve a spektrum vonaltól a szín telítettségét jellemzi (minél közelebb van a fehér ponthoz annál kevésbé telített).



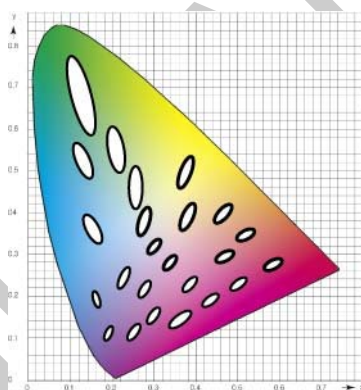
8. ábra. A színpont színazonos hullámhosszának megállapítása

A színdiagram jellegzetessége, hogy ha két szín színpontja adott, akkor a két színt összekeverve tetszőleges arányban, a keletkező keverék színek színpontjai az összekötő egyenesen vannak. Ennek a következménye, hogy a fehér ponton átmenő bármely egyenes a színpatkót elmetszve kiegészítő színpárokat ad.

5. A színkülönbség-meghatározás

Ha adott két szín, akkor a két szín egyezőségét arról lehet megállapítani, hogy a színek pontjai hol helyezkednek el. Ha a két szín pontja egymást fedi, akkor ezek teljesen azonos színek. Ha a pontok nem fedik egymást, akkor a két szín még mindig lehet azonos is, de lehet különböző is.

A színpontból valamilyen irányba kiindulva, az x' és y' koordinátákat változtatva, egy ideig nem látunk különbséget az eredeti szín és az új szín között. Egy bizonyos távolságot elérve azonban különbség tapasztalható. Ezt a különbséget nevezzük *ingerküszöbnek*. Ha ezeket a változtatásokat különböző irányba végezzük, és az így meghatározott határpontokat összekötjük, ellipszist kapunk (MacAdam, 9. ábra). Mivel e pontok összessége nem kör, hanem ellipszis, és a színdiagram különböző részein a tengelyek iránya és nagysága eltérő, a CIE XYZ színdiagram nem érzethelyes.



9. ábra. A színdiagram a MacAdam-ellipszisekkel

Transzformációval hozták létre az UCS színdiagramot, amely *érzethelyes*. Ez azt jelenti, hogy egy színpont körül az ingerküszöbhatárok kör mentén helyezkednek el.

A CIE UCS rendszere mellett a CIE egy másik olyan színtranszformációs rendszert is javasolt – és nagyon elterjedt alkalmazású –, amely Hunter-rendszer (CIELAB) néven ismert. (10. ábra)



10. ábra. A CIELAB színteret modellező makett

A Hunter-rendszer (CIELAB) szerinti színtranszformációs rendszert a következő képlet alapján lehet kiszámítani:

$$L = 10\sqrt{y}; a = \frac{17,5(Ax - y)}{\sqrt{y}}; b = \frac{7(y - Bz)}{\sqrt{y}}$$

ahol A és B értékek a szabvány fényforrás adta fehér pont koordinátaértékei.

Az L értéke – mint a képletből is kiderül – a szín világosságát jellemzi. Az a és b értékek a szín jellegére adnak közvetlen információt.

A Hunter (CIELAB)- rendszerben a szín jellege és koordinái (10. ábra) között a következő összefüggés van:

Ha a:	és b:	akkor a minta az alábbi színeket tartalmazza
pozitív	pozitív	sárgát és vöröset
negatív	pozitív	zöldet és sárgát
pozitív	negatív	vöröset és kéket
negatív	negatív	zöldet és kéket

Ha a Hunter (CIELAB)-rendszerben két színt vizsgálunk, akkor a megfelelő koordinátákat egymásból kivonva, annak jellegéből következtethetünk a szín vizuális különbségeire, amelyek a következők lehetnek:

Ha a különbség	pozitív,	negatív
	akkor a minta	
L	világosabb	sötétebb
a	vörösebb	zöldebb
b	sárgább	kékebb

Ha pedig együttesen szeretnénk kiértékelni a két szín mindhárom jellemzőjét, akkor a térbeli Pitagorasz-tételt alkalmazva meghatározhatjuk a két színpont távolságát, azaz a színkülönbséget:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}, \text{ ahol}$$

$$\Delta L = L_2 - L_1; \quad \Delta a = a_2 - a_1; \quad \Delta b = b_2 - b_1.$$

A Hunter (CIELAB)–rendszerben számított ΔE színkülönbség számértékéből a vizuális különbségekre a következők állapíthatók meg:

- $\Delta E < 0,20$ – észrevehetetlen,
- $0,20 > \Delta E > 0,50$ – igen csekély,
- $0,50 > \Delta E > 1,50$ – csekély,
- $1,50 > \Delta E > 3,00$ – észrevehető,
- $3,00 > \Delta E > 6,00$ – feltűnő,
- $6,00 > \Delta E > 12,00$ – erősen észlelhető,
- $\Delta E > 12,00$ – igen nagy a különbség.

A két mérés lehetőséget ad számunkra arra, hogy a vizuális különbségeket az érzettel közel arányosan, számokkal fejezzük ki.

AZ OBJEKTÍV SZÍNMÉRÉS GYAKORLATA

A színek objektív meghatározására jelenleg három gyakorlati módszer ismert:

- a) szín-összehasonlítás vizuálisan valamely színtábla–rendszerrel, amelynek ismertek a színmérő számai;
- b) meghatározzuk a minta spektrális fénysűrűségi vagy áteresztési tényezőit, majd kiszámítjuk az x, y, z értékeket. Mérőműszere a spektrofotométer, amelyhez integrátor tartozik;

c) tristimulusos színmérővel (színszűrőkön keresztül), ahol a fényforrást és az érzékelőt úgy alakítják ki, hogy közvetlenül meg lehet kapni az X, Y, Z színösszetevőket.

1. Vizuális szín-összehasonlítás

Az összehasonlításos színmérő rendszerben a vizsgálandó színmintát vizuálisan összehasonlítjuk egy olyan színes etalonsorozattal, amelyeknek ismertek a színmérő számai. Ebben az esetben a következőkre kell ügyelni:

- a megvilágítás és az észlelés a színmintánál és az etalonnál legyen azonos (CIE-ajánlás a megvilágítás és észlelés geometriájára);
- a színmintának és az etalonnak azonos és megfelelő nagyságúnak kell lenni (a színtévesztés a látószög függvénye is);
- az összehasonlítás környezetének semleges színűnek és zavaró hatástól (pl. csillogás) mentesnek kell lenni;
- megfelelő erősségű és kiterjedésű, szabványosított energiaszórású fényforrás szükséges.

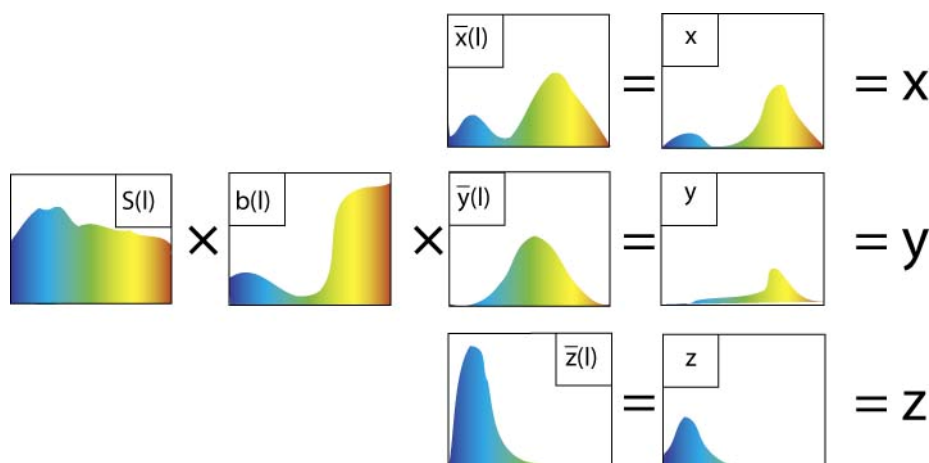
Az ilyen szabványosított körülmények esetében is az összehasonlítás függ a vizsgálatokat végző ember szemének színérzékenységétől, a szem pillanatnyi állapotától és egyéb pszichikai tényezőitől. Ezért ez a módszer a gyakorlatban nem terjedt el. Tulajdonképpen ilyen esettel állunk szemben, amikor a képeredetit hasonlítjuk össze a nyomattal, bár ennek nem célja az egyes színfoltok színeinek színmérő számokkal való meghatározása, hanem csak a szubjektív szín-összehasonlítás. Az ilyen jellegű szín-összehasonlítás jósága és eredményessége számos tényező függvénye.

2. Színmérés spektrális energiaszórású függvény alapján

A műszeres színmérés egyik módszere az, amikor a minta spektrális fénysűrűségi vagy áteresztési tényezőit a látható spektrum teljes hosszában hullámhosszanként műszeresen meghatározzuk. A minta reflexiós vagy transzmissziós értékeinek meghatározásához spektrofotométer szükséges.

A fényforrás fényét egy prizma vagy optikai rács spektrálisan felbontja, majd azt hullámhosszanként egy fehér etalonra, ill. a mintára vetíti. Az etalonról és a mintáról visszaverődő fénysugarakat (hullámhosszanként) a fényérzékelő összehasonlítja, majd ennek alapján megadja a transzmissziós, ill. reflexiós értékeket.

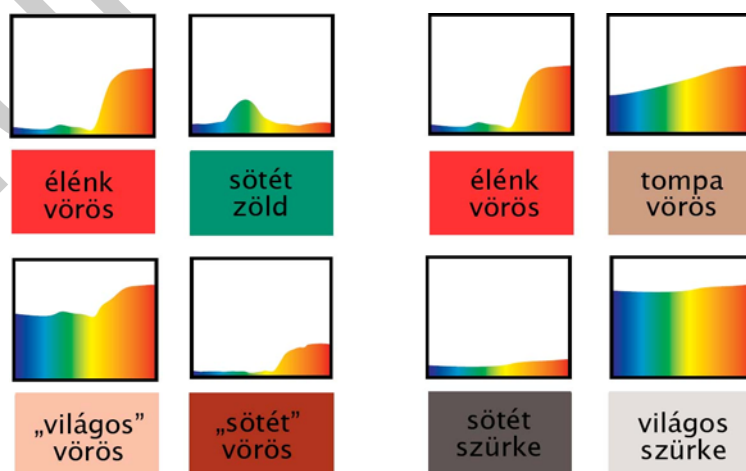
A spektrofotométer által kapott remissziós vagy transzmissziós értékeket matematikailag fel kell dolgozni ahhoz, hogy a CIE koordinátákat megkapjuk. Ennek menete a következő (11. ábra):



11. ábra. A spektrális remissziós görbe alapján végzendő színmérés folyamatának elvi vázlata

- a remissziós, ill. transzmissziós értékeket hullámhosszonként meg kell szorozni a szabványosított fényforrás (A, C vagy D_{65}) spektrális energiakisugárzás-értékeivel;
- az így kapott értékeket hullámhosszonként meg kell szorozni a spektrumszínek CIE színinger-megfeleltető függvényértékeivel;
- a minta teljes színének teljes színegyütthatóját úgy kapjuk meg, hogy a részszínegyütthatókat az egész spektrumra 400–700 nm-ig összegezzük. Így megkaptuk az x, y, z színegyütthatók értékeit;
- a minta színének CIE színdiagramban való ábrázolásához kiszámítjuk az x' és y' színekoordinátákat.

A színmérés pontossága attól függ, hogy a remissziós értékeket milyen távolságon belül mérik. Pontos mérés esetében a remissziós értékeket 10 nm távolságokon mérik. Kisebb pontosság esetében (ha nincsenek ugrásszerűen kiemelkedő értékek) elegendő 20 nanométerenkénti távolságokkal számolni.



12. ábra. A szembe érkező fény spektrális összetétele és a színérzet közötti összefüggés

3. Tristimulusos színmérés

A tristimulusos színmérőnél a fényforrást, az érzékelőt és színszűrőt úgy alakították ki, hogy közvetlenül leolvashatók az x, y, z színegyütthetők. Ezen az elven működik a hazai MOMCOLOR színmérő. A készülékbe a mérendő színmintát egy meghatározott, szabványfényforrás egy meghatározott színszűrőn keresztül merőlegesen világítja meg. A felületről 45° -ban visszaverődő fény gyűrű alakú fényelemre esik, amelynek ismert a spektrális érzékenység-eloszlása. A mintát egymás után három színszűrőn keresztül (a gyakorlatban négyen) világítják meg. A fényelemen a feszültség rendre U_x, U_y, U_z . A készülék fényelemén jelentkező feszültség arányos a felület színének színegyütthetőivel. Az arányossági tényező ismert visszaverési tényezőjű etalonnal állítható be úgy, hogy az y a felület teljes visszaverődési tényezőjét adja.

Mint ismert, a virtuális X színnek két-két maximumhelye van. Ezt egyetlen színszűrővel nehéz lenne megvalósítani. Ezért két részre bontották az x színegyütthető mérését.

A tristimulusos színmérést napjainkban kiszorította a spektrofotométeres színmérés.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Írja le, mit jelentenek a gyakorlatban Grassmann törvényei!

2. Mérje meg egy egyszínű papír tömegét, színét! A mérőszámok száma miben különbözik a fizikai mennyiségek és a szín mérésekor? Válaszát írja le a kijelölt helyre!

3. Gyűjtse össze, milyen állomásokon keresztül alakult ki az Lab színmérési módszer! Milyen hátrányok indokolták az újabb és újabb színmérő rendszerek megjelenését! Válaszát írja le a kijelölt helyre!

4. Látogasson el a <http://www.xrite.com> webhelyre, és keresse meg, milyen színmérő műszereket és színmérő megoldásokat kínál a világ vezető színmérő készülékeket gyártó cége! Sorolja fel a megtalált típusokat, mindegyikhez írja le a fő alkalmazási területét!

5. Végezzen színméréseket! Állapítsa meg két szín azonosságát-eltérőségét jellemző ΔE -értéket! Válaszát írja le a kijelölt helyre!

6. Gyűjtsön pipacs szirmokat, és állapítsa meg, mennyire gondoskodik a természet a szirmok színazonosságáról! Mit tapasztalt, mennyire azonosak a mérési eredmények?? Válaszát írja le a kijelölt helyre!

MUNKANYAG

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK**1. feladat**

Írja le Grassmann három törvényét!

2. feladat

a) Írja le, milyen színt jellemez a következő színegyenlet?

$$Sz = 1 \cdot R + 1 \cdot G + 1 \cdot B$$

b) Írja le, milyen színt jellemez a következő színegyenlet?

$$Sz = 1 \cdot X + 1 \cdot Y + 1 \cdot Z$$

3. feladat

Határozza meg a színinger-megfeleltető függvények fogalmát! Válaszát írja le a kijelölt helyre!

4. feladat

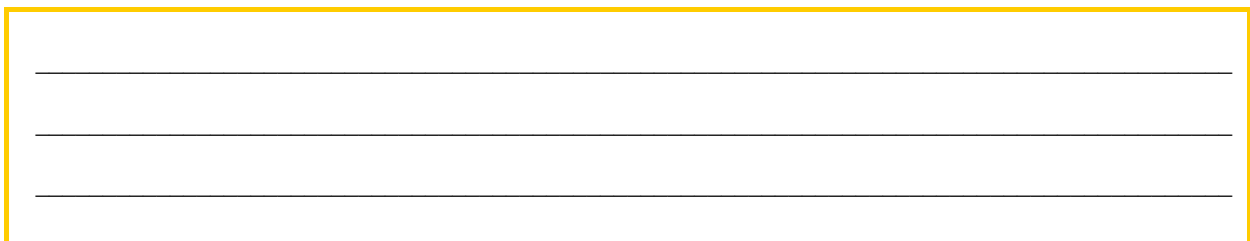
Milyen színjellemzők és hogyan határozhatók meg egy színpont helyzetéből az $x'y'$ színdiagramon? Válaszát írja le a kijelölt helyre!

**5. feladat**

Mi jelent az, hogy az CIE XYZ színdiagram nem érzethelyes? (MacAdam ellipszisek) Válaszát írja le a kijelölt helyre!

**6. feladat**

Sorolja fel, hogyan származnak egymásból az additív színkeverésen alapuló színrendszerek!



7. feladat

Hasonlítsa össze a két színt a 12. oldalon található táblázat segítségével! Válaszát írja le a kijelölt helyre!

Szín₁: $L_1 = 62$, $a_1 = 88$, $b_1 = -43$. Szín₂: $L_2 = 49$, $a_2 = 75$, $b_2 = 9$.

8. feladat

Írja le, milyen szempontok alapján kell összehasonlítani a színmintát az etalonnal!

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Első törvény: Egy szín jellemzéséhez (megadásához) három egymástól független adat szükséges és elégséges.

Második törvény: Metamer színek additív módon kevert színei metamerek.

Harmadik törvény: Ha a színingerek additív színinger keverésében egy vagy több összetevőt folyamatosan változtatunk, az eredményül kapott színinger jellemzők is folyamatosan változnak.

2. feladat

Mindkét színegyenlet az 1 lumen erősségű fehér fényt adja meg.

3. feladat

A színinger-megfeleltető függvények megmutatják, hogy az egységnyi teljesítményű monokromatikus fénysugaraknak milyen nagyságú színegyütthatók felelnek meg.

4. feladat

Két jellemző határozható meg: a színazonos hullámhossz és a telítettség mértéke.

A színpontot összekötve a fehér ponttal és meghosszabbítva a spektrumvonal felé meghatározható, hogy a szín színárnyalata melyik spektrumszín árnyalatával egyezik meg (színazonos hullámhossz). A színpont távolsága a fehér ponttól illetve a spektrum vonaltól a szín telítettségét jellemzi (minél közelebb van a fehér ponthoz annál kevésbé telített).

5. feladat

A CIE XYZ színdiagramon egy színpont körül az ingerküszöbök távolsága nem állandó, az ingerküszöbök pontjai nem kört írnak le, hanem ellipszist. Az ellipszisek tengelyei a színdiagram különböző részein eltérő irányú és nagyságú.

6. feladat

A színrendszerek származási sorrendje:

KékZöldVörös → RGB → XYZ → Lab

7. feladat

$L_2 - L_1 = 49 - 62 = -13 \rightarrow$ a második szín **sötétebb** az elsőnél

$a_2 - a_1 = 75 - 88 = 13 \rightarrow$ a második szín **zöldebb** az elsőnél

$L_2 - L_1 = 9 - (-43) = 52 \rightarrow$ a második szín **sárgább** az elsőnél

8. feladat

A színminta és az etalon összehasonlításakor a következő szempontokat kell betartani:

- a megvilágítás és az észlelés a színmintánál és az etalonnál legyen azonos (CIE-ajánlás a megvilágítás és észlelés geometriájára);
- a színmintának és az etalonnak azonos és megfelelő nagyságúnak kell lenni (a színtévesztés a látószög függvénye is);
- az összehasonlítás környezetének semleges színűnek és zavaró hatástól (pl. csillogás) mentesnek kell lenni;
- megfelelő erősségű és kiterjedésű, szabványosított energiaszintű fényforrás szükséges.

A SZOFTVEREK BEN ALKALMAZOTT SZÍNRENDSZEREK

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A képfeldolgozás során a képek színadatait tárolni kell. A számítógép – digitális eszköz lévén – minden adatot, így a színek adatait is számok formájában tudja tárolni.

A színadatok tárolására többféle módszert kidolgoztak, ezek ismerete nélkül nem lehet a képfeldolgozás során a helyes színvisszaadást biztosítani.

A színek pontos visszaadása rendkívül nehéz feladat. A nehézség oka az, hogy a különböző bemeneti és kimeneti eszközök más-más színtérrel rendelkeznek. Két eszköz közös színterén belül is a két eszköznek más-más a számérték és a szín megfeleltetése. A megfelelő színvisszaadásra a megoldás kulcsa az ICC profilok alkalmazása.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A számítógépek a színes képek szkennelésekor, képernyőn való megjelenítésekor és nyomtatásakor kerülnek kapcsolatba a színekkel. Ekkor nem nélkülözhetik a színmérések eredményeit, azaz a szín számokkal való megadásának módjait.

A számítógépes szoftverek a színek kezelésekor többféle színrendszert alkalmaznak. Ezek betűjelzéseikről ismertek: RGB, HSB, CIELAB, CMY, CMYK.

1. Az RGB rendszer

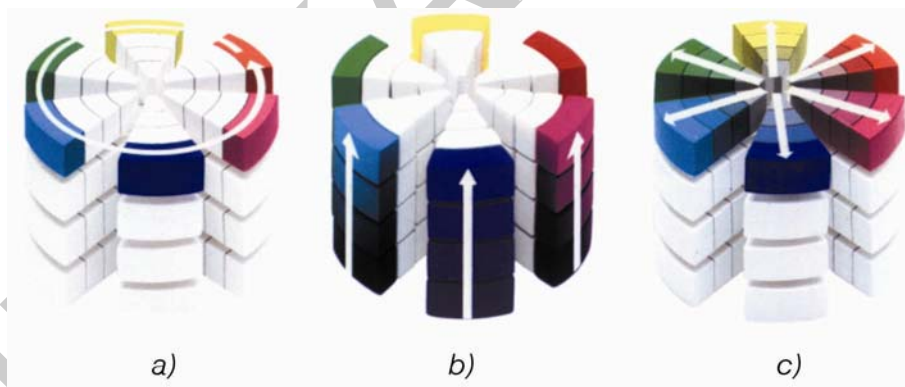
Az elnevezés hasonló eredetű, mint a CIE RGB színrendszer esetén, azaz a vörös, zöld, kék színekre utal. Először, mint a képernyőre írandó szín megadási módja jelent meg, majd a szkennerek is alkalmazták.

A színes képernyő foszforai vörössel, zölddel és kékkel világítanak. Az R, a G és a B értékei nullától 255-ig terjedő számok, amelyeket 1-1 bájtban lehet tárolni. Nulla esetén nem világít az adott foszfor, 255 esetén maximális intenzitással világít. Hasonlóan a CIE rendszerhez, itt is összeadó színkeverés érvényesül. Lényeges eltérés az, hogy a CIE színrendszerben az R, G, B színösszetevők monokromatikus fénysugarak, a képernyő alapszínei pedig összetettek. A másik lényeges eltérés az, hogy a CIE rendszerben lehetnek – és vannak – negatív értékű színegyütthetők, a képernyő vezérlőjele pedig csak pozitív szám lehet. A két különbség azt okozza, hogy a képernyő színtere kisebb, mint a CIE színrendszer színtere, azaz a CIE színrendszer ábrázolni képes a természetben előforduló szemmel érzékelhető összes színárnyalatot, a képernyőkön ennél kevesebb a megjeleníthető színek száma.

A szkennerek vörös, zöld és kék színszűrőkön keresztül tapogatták le a színes eredetiket, kézenfekvő tehát itt is az RGB rendszer használata. A képernyők RGB rendszerétől csak annyiban különbözik, hogy itt a színcsatornák nem csak 8 bit mélységűek lehetnek, hanem 12 vagy 16 bitesek is, azaz nem 256 fokozatot különböztetnek meg a minimum és maximum fényerő között, hanem 4096 vagy $64K = 65\,536$ fokozatot. A kapott RGB értékeket befolyásolja az alkalmazott színszűrők spektrális átengedési függvénye (bár szoftveres úton korrigálni lehet).

2. A HSB rendszer

Az emberi színérzékelésen alapuló rendszer, a HSB modell a színlátás három fő jellemzőjét írja le:



13. ábra. A HSB színrendszer szemléltetése: a) csak a H-érték változik; b) csak a S-érték változik; c) csak az S-érték változik

Hue – színárnyalat: a testről visszaverődött vagy áthaladt színt jellemzi. A H értéke 0 és 360 (fok) közötti értékű lehet, amely megmutatja, hogy a szabványos színhenger kerületirányában hány fokkal kell elfordulni az adott színárnyalattal. A mindennapi szóhasználatban a színárnyalat azonosítja a színeket, mint pl. vörös, narancs, lila stb. (13.a. ábra.)

Saturation – telítettség: a szín élénkségének jellemzője, a színtartalom és fehértartalom aránya. Az **S** értéke 0% (semleges: fehér, fekete, vagy szürke) és 100% (teljesen telített szín) között változik. A szabványos színhengeren a telítettség a henger tengelyétől a palást felé haladva növekvő értékű. (13.c. ábra)

Brightness – világosság: a szín relatív világosságát és sötétségét jellemzi. (13.b. ábra.) A **B** értéke 0% (fekete) és 100% (fehér) közötti lehet.

A HSB színrendszert a felhasználói programok kínálják, azonban nem biztos, hogy a színárnyalat-, telítettség-, világosságértékeket ugyanezzel a három betűvel jelölik az egyes szoftverek.

3. A CIELAB rendszer

Teljes egészében megegyezik a CIE LAB színrendszerével, tehát a természetben előforduló összes színárnyalatot képes leírni. Ilyen módon egyik számítógépes eszközhöz sem kapcsolódik, ezért eszközfüggetlen. A szoftverek úgy használják, mint a más, eszközfüggő színrendszereket összekötő rendszert (lásd „A színkezelés egységesítése” alfejezetet).

4. A CMYK rendszer

Az autotípiai színkeverésen alapuló rendszer, a nyomtatók, a nyomdai levilágítás színrendszere.

Az elnevezés a nyomtatás alapszíneire utal: **C** – Cián (ciánkék); **M** – Magenta (bíbor); **Y** – Yellow (sárga) **K** – Kontur, Key (fekete).

A négy mérőszám mindegyike 0 és 1 közötti értékkel rendelkezik, vagy ami ugyanaz, 0% és 100% közötti értékű lehet. Ha pl. a **C** értéke 0, ez azt jelenti, hogy a cián festék autotípiai pontja ezen a területen minimális méretű, azaz nincs pont. Ha pl. az **M** értéke 1 (vagy 100%), akkor a bíbor festék autotípiai pontja ezen a területen maximális méretű, azaz teljesen kitölti az úgynevezett elemi területét.

A SZÍNKEZELÉS EGYSÉGESÍTÉSE

Történetileg számos módszer született arra, hogy megbízható színeket állítson elő a professzionális nyomtatás számára.

Több kísérlet volt arra, hogy ezeket az erőfeszítéseket közös ipari megoldásokká szervezzék. Néhány módszer általános szabvány lett az ofszetnyomás területén, mégpedig a BVD/FOGRA szabvány, amelynek részeiből később ISO szabvány lett. Ez a szabvány meghatározza,

- a színkivonati színeket (az Euroscale-ben definiáltak szerint);
- a papír (a fehér pont) színét;
- a mérési körülményeket (pl. fekete hátlap a papír mögött);
- a pontterület a nyomtatási folyamat során.

Szabványos ellenőrző csíkokkal ellenőrzik a nyomdai színminőséget. Rendszeres alkalmazásuk ki tudja mutatni az esetleges színeltolódásokat. A nyomdai gyártók ezután az adatokat vezérlő algoritmusokká alakítják, amelyek automatikusan beállítják a festékadagoló zónákat.

1. A nyílt színkezelés igénye

A hagyományos nyomdai és előkészítési munka során a színkalibrálás egyszerűen azt jelenti, hogy a lapolvasó, a számítógépes képfeldolgozó program, a monitor és a kimeneti eszközök színkonfigurációja állandó.

A színek „kezeléséhez” az összes eszköz színkarakterisztikáját koordinálják a rendszer beállításakor, vagy ha egy eszközt tesztelnek. A színkonverzió során általában egyik eszköz színteréből egy másikéba kerül át a színinformáció. Ennek eredményeképpen a színkonverzió gyakran ad hoc és empirikus jellegű.

Ez a megoldás egyre kevésbé járható a nyomdai előkészítés, a nyomás és a multimédia iparágában. A vevők ma számos gyártó berendezéseit és szoftvereit használják – azaz „nyitott környezetben” dolgoznak –, és gyakran kell rendszereiket átkonfigurálniuk, ezért a színkezeléshez „nyílt” megoldást igényelnek.

Ezenkívül terjednek az elosztott rendszerek, ahol a dokumentum létrehozása és reprodukciója sok kilométernyi távolságban lehet egymástól. Ehhez szükség van a színinformáció megbízható továbbítására a rendszerek között.

Ezeket a problémákat meg tudja oldani egy a színek jól definiált, semleges kódolásán, például a CIE színrendszereken alapuló színkezelő rendszer. Ha bármely periféria eszközspecifikus színei leképezhetők egy eszközfüggetlen színtérbe, és ha minden számítógép- és alkalmazásgyártó meg tud egyezni ennek a színtérnek az értelmezésében, akkor sokkal könnyebb konfigurálni egy különböző gyártók termékeiből álló környezetet, mert mindegyik eszköz ugyanazt a színnyelvet beszéli. Mivel pedig a színek a CIE modellben jól definiáltak és reprodukálhatók, ez a modell kiváló nyelv a színinformáció továbbítására elosztott rendszerekben.

1993-ban több cég úgy döntött, hogy közös módszert dolgoz ki a színkezelésre. Megalakították az International Colour Consortium (ICC) szervezetet azzal a céllal, hogy megbízható és reprodukálható színeket érjenek el a reprodukciós folyamat minden pontján.

Az ICC alapító tagjai az Adobe Systems Inc., az Agfa-Gevaert N.V., az APPLE Computers Inc., a FOGRA (tiszteletbeli), a Microsoft Corporation, az Eastman Kodak Company, a Sun Microsystems, a Silicon Graphics Inc. és a Taligent Inc. voltak.

2. Színkezelés az ICC módszerével

Az ICC egyik első döntése az volt, hogy a színterek transzformálásával az operációs rendszernek kell foglalkoznia. Így nem kell minden egyes alkalmazásban megismételni, és mégis mindenkinek rendelkezésére áll. Az eszközprofilok a különböző perifériák színviselkedéséről adnak információt, és biztosítják a színtranszformációk elvégzéséhez szükséges adatokat.

3. Az ICC szoftverarchitektúra

Az operációs rendszeren belül egy színkezelő keretrendszernek (Colour Management Framework) kell biztosítania a legfontosabb színkezelő funkciókat, amilyen például a profilok szervezése, a különböző színterek támogatása, a lekérdező funkciók stb. A keretrendszer csatolót biztosít a különféle színkezelő módszerekhez, és különböző – RGB, CMY, HSV, CMYK – csatornákat támogat, még a hat- vagy hétszínnyomást is.

4. Mit tartalmaz az ICC profilspecifikációja?

Az ICC profil először leírja az eszközprofilokat, a színtereket, a profilsatlakozási tereket, a profilelem szerkezetét és a beágyazott profilokat. Létrejön egy profildokumentum, amely definiálja mindegyik eszközt, és azonosítócímkeket rendel hozzájuk. A dokumentum egyéb információkat is tartalmaz, például utasításokat arra, hogyan kell profilokat beágyazni EPS, PICT és TIFF fájllokba.

5. ICC profil generálása

Ehhez meg kell mérni egy képhordozó anyag vagy képernyő egy színkészletének kolorimetriai adatait. Például egy lapolvasó profil felépítéséhez a gyártók beolvasnak egy referenciaképet, és összehasonlítják egy adatfájjal, amely azt tartalmazza, hogy milyeneknek kellene lenniük a beolvasott értékeknek.

Nyomtatóprofiloknál létrehoznak és kinyomtatnak egy a festék (CMY vagy CMYK) színterében egyenletesen elosztott folttesztet. Ezeket a foltokat megmérve kaphatók meg a kolorimetriás adatok.

6. Színterek összehangolása

A képolvasó berendezések és a kiviteli eszközök eltérő tulajdonságúak. Jelentősen eltér a **színterük** mérete (a megjeleníthető színek száma) és alakja (a megjeleníthető színek). Általában a lapolvasók szélesebb színskálát és nagyobb dinamikus tartományt nyújtanak, mint a kiviteli eszközök. A nagyobb színtér egyszerű csökkentése nem mindig eredményez optimális reprodukciót. Ha a nagyobb színtért addig csökkentjük, amíg egyenlő nem lesz a kisebbel, akkor ez annak színterét jelentősen torzíthatja.

Az optimális **színtérillesztésre** két módszer létezik. Az egyik a „*megjelenésillesztés*” (appearance matching), amely azt veszi figyelembe, hogyan látja az ember szabad szemmel a színt és a szomszédos környezet színét. A másik módszer a *kolorimetriás illesztés* (koloriméterrel), ahol az a cél, hogy a bemeneti eszközről a lehető legtöbb színt lehessen a lehető legpontosabban kinyomtatni. Mivel egyes színek nem reprodukálhatók pontosan, olyan kompromisszumok születhetnek, amelyek nem vonzóak az emberi szem számára.

Mindkét módszernek vannak előnyei. A megjelenésillesztés segít előállítani nyomtatásban ugyanazt a benyomást, amelyet az eredeti kelt. A kolorimetriás illesztés mérhető adatokat ad, amelyek megbízhatóan átadhatók. Lehetővé teszi a távoli nyomtatást, mert eszközt nyújt az eredmény pontosságának ellenőrzésére.

Az ICC profilok használatával történő színkezelés csak minimális változtatásokat igényel a munkamódszerben. Alapvető fontosságú azonban a profilkapcsolás, azaz a színkezelő matematika azon képessége, hogy a különböző eszközök színtereit össze tudja hasonlítani a végleges kimenettel. Különösen fontos ez akkor, ha a kiviteli eszköz előre nem ismert.

A színkezelésre azért van szükség, hogy változtatható rendszerkonfigurációkat lehessen létrehozni több gyártó termékeiből álló rendszerben. A nyílt rendszerek miatt új módszereket kell találni a számítógépen történő színkezelésre. Az ICC profilszabványa megoldja ezt a problémát, és csak csekély változtatást kíván meg az eddigi munkamódszerben.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A szkennerek, a digitális fényképezőgépek a színinformációkat RGB rendszerben rögzítik a fájlokban. A monitorok szintén az RGB rendszerben jelenítik meg a színeket. A nyomtatók, a nyomdai nyomógépek CMYK adatok alapján hozzák létre a színárnyalatokat. A nyomdaipari képfeldolgozás során ezért mindenképpen szükség van egy RGB → CMYK konverzióra. Mivel a képfeldolgozás során a monitoron jelenítjük meg a színeket, célszerű, hogy a folyamat legvégén végezzük el az RGB → CMYK konverziót. Ha ugyanis hamarabb átalakítjuk a képet, és az átalakítás után megjelenítjük a képernyőn, akkor a megjelenítés lelassul, mert a háttérben a számítógépnek el kell végeznie egy CMYK → RGB konverziót.

Az egyik színmódból a másikba konvertálást a képfeldolgozó program Kép → Mód menüpontjában végezhetjük el. Törekedni kell arra, hogy minél kevesebb számú konverziót végezzünk, mert az átalakítás folyamata nem csak számítógépes erőforrásokat köt le, hanem az elkerülhetetlen kerekítések miatt torzulnak a számértékek is.

1. A színhelyesség biztosítására készítsen ICC profilt a monitorához, színes nyomtatójához a színmérő eszköz szoftvere segítségével. A profil készítése közben kalibrálja is a monitort – azaz ne az egyszerű (easy), hanem a fejlett (advanced) profilkészítési módszert alkalmazza! A kalibrálást a monitor kezelőszerveivel, a szoftver utasításai alapján végezze!

2. Aktivizálja a létrehozott profilokat!

MUNKANYAG

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK**1. feladat**

Milyen eltérések figyelhetők meg a CIE RGB színrendszere, és a számítógépes RGB adatábrázolás között? Válaszát írja le a kijelölt helyre!

2. feladat

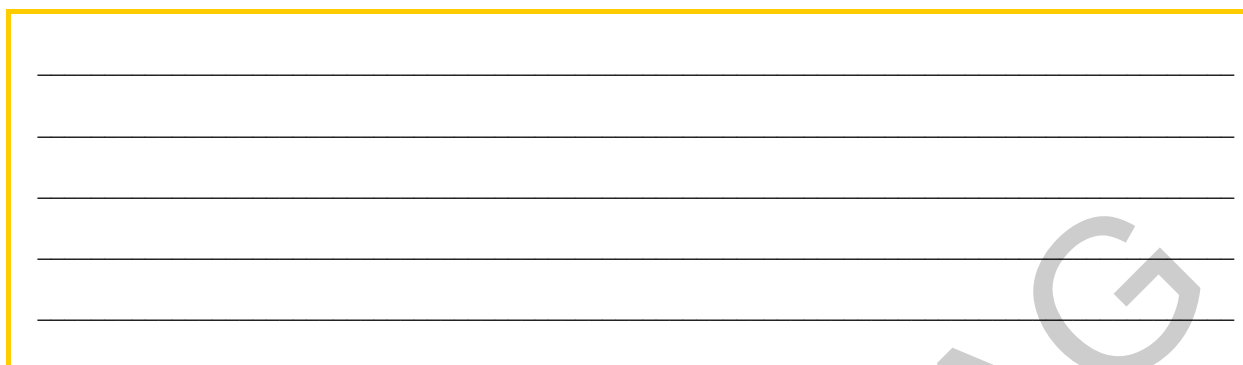
Írja le, milyen előnnyel rendelkezik a 16 bites RGB rendszer a 8 bitessel szemben?

3. feladat

Mit jelentenek a következő CMYK értékek: $C = 40$, $M = 5$, $Y = 40$, $K = 50$? Milyen színárnyalat az eredmény? Válaszát írja le a kijelölt helyre!

4. feladat

Milyen optimális színtérillesztésre alkalmazott módszereket ismer? Írja le jellemzőiket!



A yellow rectangular box containing five horizontal lines for writing.

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Lényeges eltérés az, hogy a CIE színrendszerben az R, G, B színösszetevők monokromatikus fénysugarak, a képernyő alapszínei pedig összetettek. A másik lényeges eltérés az, hogy a CIE rendszerben lehetnek – és vannak – negatív értékű színegyütthatók, a képernyő vezérlőjele pedig csak pozitív szám lehet.

2. feladat

A 16 bites színábrázolás sokkal gazdagabb színvisszaadást tesz lehetővé, mivel a legvilágosabb és a legsötétebb értékek között nem 256, hanem 65 536 fokozatot különböztet meg.

3. feladat

A számok azt jelentik, hogy az adott színárnyalatot 40% ciánnal, 5% bíborral, 40% sárgával és 50% feketével lehet kinyomtatni. A kapott színárnyalat feketével tompított zöld.

4. feladat

Az optimális színtérillesztésre két módszer létezik:

A „*megjelenésillesztés*” (appearance matching), amely azt veszi figyelembe, hogyan látja az ember szabad szemmel a színt és a szomszédos környezet színét. A másik módszer a *kolorimetriás illesztés* (koloriméterrel), ahol az a cél, hogy a bemeneti eszközről a lehető legtöbb színt lehessen a lehető legpontosabban kinyomtatni.

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Kovács Sándor: Szakmai alapismeret. B+V Kiadó, Budapest, 2000.

AJÁNLOTT IRODALOM

Buzás Ferenc: Reprodukciós fényképezés a nyomdaiparban. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1982.

Kovács Sándor: Szakmai alapismeret. B+V Kiadó, Budapest, 2000.

Az Adobe Photoshop CS4 verziójának magyar nyelvű súgója:

http://help.adobe.com/hu_HU/Photoshop/11.0/photoshop_cs4_help.pdf

The Color Guide and Glossary, *Communication, measurement, and control for Digital Imaging and Graphic Arts*, a következő Web-címről:

http://www.xrite.com/documents/literature/en/L11-029_color_guide_en.pdf

A(z) 0972–06 modul 005–ös szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
52 213 01 0000 00 00	Kiadványszerkesztő
31 213 01 0000 00 00	Szita-, tampon- és filmnyomó
54 213 05 0000 00 00	Nyomdaipari technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
22 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató