

Rántsuk le a leplet a szíkonverzióról!

Békésy Pál

Oláh Nyomda

A cikk megírásához az ötletet a Nyomda- és Papíripari Szövetség felhívása adta, melyben nyílt pályázatot hirdetnek korszerű, a jelen és a jövő technológiai kihívásaira felkészítő szakmai tankönyv és hozzá szorosan kapcsolódó Power Point prezentációk megírására és szerkesztésére. A cikk nem akarja a tankönyvet helyettesíteni, viszont a tananyagban, a Color Management tárgyalásakor gyakran előforduló szíkonverzió fogalmához, annak mélyebb megértéséhez próbál segédanyagként a tanárok és a diákok rendelkezésére állni, remélve, hogy a szakmában régebb óta dolgozóknak is tud új információval szolgálni. Egy gyakorlati példán keresztül megvizsgáljuk, hogyan lehet egy sRGB számadattal megadott színt CIELAB értékekre, majd az ISO Coated v2 színprofil használatával CMYK értékekké átalakítani, illetve azt, hogy hogyan dolgozik a konverziókor a CMS.

SRGB SZÍN ÁTALAKÍTÁSA XYZ SZÍNTÉRBE

Lássunk is hozzá! Legyen a színünk C1 (200, 50, 50) RGB értékű, hogy kerek számokkal kezdhesük. Erre az átalakításra jól meghatározott matematikai összefüggések vannak. Csak egy a probléma: az emberi szem sajnos nem lineáris. A szemünk sokkal érzékenyebb a sötét árnyalatok közötti apró különbségekre, mint a nagyon világosakra. Vegyünk példaként egy gyertyát, aminek tényleg elég gyenge fénye van. Egy megvilágított teremben meggyújtva fel sem tűnik, de egy esti koncerten a nézőtérrel azonnal látszik a különbség. Két gyertyát meggyújtva pontosan kétszer annyi fényt fog kibocsátani. Sajnos a szemünk nem így érzékeli a fényt, hanem logaritmikus skálán. A szemünk imádja a sötét részleteket, ezért a monitorok trükköznek a színekkel (ez a gamma). De ha a számítógép ebben a trükkös formában számolná ki a nyomdai színeket, teljesen

elcsúszna a végeredmény. Ezért az első lépésben a gép „kivasalja” a színeket egyenesre (linearizálás), hogy tiszta lapról induljon a matek.

Köztudott, hogy az RGB képek csatornánként 8 biten 256 árnyalatot tudnak megjeleníteni. Ezen a skálán tárolhatnánk a színeket lineárisan is, de akkor a nagyon világos részekre túlságosan sok fokozat jutna, és a sötét részekre kevés fokozat maradna. A kép sávossá válna, ami nem megfelelő. Erre találták ki azt, hogy a képre gamma-korrekciót alkalmaznak, azaz egy matematikai görbével több fokozat jut a sötétebb és középárnyalatokra, pont azokra, melyekre érzékenyebb a szemünk.

Ezt úgy kell elképzelni, hogy mondjuk az 50%-os szürke a 256 felével, azaz 128-as értékkel lenne megjelenítve egy lineáris rendszerben. Mivel a képernyőnk gammával „terhelt” ($\approx 2,2$ -es hatvány), így a tényleges fényerőnek körülbelül csak a 23%-a fog megjelenni, a fájlban ez sRGB 186-os értéként jelenik meg.

Ez jó a monitoron, de a számolásnál lineáris értékekre van szükség, különben a színek megjelenítésében káosz lenne, és egészen más eredményt kapnánk. Erre való az inverz gamma képlet, ami lineárisá teszi, mondjuk úgy, hogy a göndör hullámokat kivasalja, és eltünteti a gamma korrekciót. Ezt normalizálásnak hívják, és 0,0, 1,0 értékek közé kerülnek a színszámok. Ehhez az adott értéket el kell osztanunk 255-tel, ahogy az 1. képletben látható.

$$R_s = \frac{200}{255} = 0,78431$$

$$G_s = \frac{50}{255} = 0,19608$$

$$B_s = \frac{50}{255} = 0,19608$$

(1)

A szabvány egy szakaszos nemlineáris transzformációt ír elő, ahol a választóvonal $C_s = 0,04045$, ahogy a 2. képletben feltüntettük.

$$\begin{aligned} \text{Ha } C_s \leq 0,04045 &\Rightarrow C_{\text{lin}} = \frac{C_s}{12,92} \\ \text{Ha } C_s > 0,04045 &\Rightarrow C_{\text{lin}} = \left(\frac{C_s + 0,055}{1,055} \right)^{2,4} \end{aligned} \quad (2)$$

Mivel mindegyik normalizált értékünk ennél nagyobb, így a hatványfüggvényes képletet alkalmazzuk. Behelyettesítve és a számításokat elvégezve a 3. képlet eredményeit kapjuk.

$$\begin{aligned} R_{\text{lin}} &= \left(\frac{0,78431+0,055}{1,055} \right)^{2,4} = (0,79555)^{2,4} \approx 0,57758 \\ G_{\text{lin}} &= \left(\frac{0,19608+0,055}{1,055} \right)^{2,4} = (0,23799)^{2,4} \approx 0,03190 \\ B_{\text{lin}} &= \left(\frac{0,19608+0,055}{1,055} \right)^{2,4} = (0,23799)^{2,4} \approx 0,03190 \end{aligned} \quad (3)$$

LINEÁRIS RGB CIE XYZ TRANSZFORMÁCIÓ

Az sRGB képeknél és a monitoroknál D65 megvilágítást alkalmaznak, amit figyelembe kell venni. A következő lépés, hogy az sRGB szintér linearizált színeinek értékével és a standard D65 transzformációs mátrixszal elvégezzük a szorzást, a 4. képlet szerint:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,4124564 & 0,3575761 & 0,1804375 \\ 0,2126729 & 0,7151522 & 0,0721750 \\ 0,0193339 & 0,1191920 & 0,9503041 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{\text{lin}} \\ G_{\text{lin}} \\ B_{\text{lin}} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Egyenletrendszerként kifejtve az 5. képletet kapjuk:

$$\begin{aligned} X &= 0,412456 \cdot R_{\text{lin}} + 0,357576 \cdot G_{\text{lin}} + 0,180437 \cdot B_{\text{lin}} \\ Y &= 0,212672 \cdot R_{\text{lin}} + 0,715152 \cdot G_{\text{lin}} + 0,072175 \cdot B_{\text{lin}} \\ Z &= 0,019334 \cdot R_{\text{lin}} + 0,119192 \cdot G_{\text{lin}} + 0,950304 \cdot B_{\text{lin}} \end{aligned} \quad (5)$$

A számításokat elvégezve a 6. képlet adja a végső eredményt:

$$\begin{aligned} X &= 0,412456 \times 0,57758044 + 0,357576 \times 0,03189603 + 0,180437 \times 0,03189603 = \\ &= 0,23822652 + 0,01140525 + 0,00575522 = \\ &= 0,25538700 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y &= 0,212672 \times 0,57758044 + 0,715152 \times 0,03189603 + 0,072175 \times 0,03189603 = \\ &= 0,12283519 + 0,02281051 + 0,00230210 = \\ &= 0,14794779 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= 0,019334 \times 0,57758044 + 0,119192 \times 0,03189603 + 0,950304 \times 0,03189603 = \\ &= 0,01116694 + 0,00380175 + 0,03031092 = \\ &= 0,04527962 \end{aligned} \quad (6)$$

CIE XYZ CIELAB (L*A*B*) TRANSZFORMÁCIÓ

A CIELAB egy észlelésileg egyenletes szintér. A számításhoz szükség van egy referenciaszínre (fehér pont). Mivel az sRGB szintér a D65 standard megvilágítást használja, a D65 fehér pont 2°-os megfigyelő melletti koordinátáit vesszük alapul (X_n, Y_n, Z_n). Szükséges azonban megjegyezni, hogy a CIELAB szintér D50 megvilágításra van optimalizálva. Amihez többnyire Bradford-féle kromatikus adaptációt használnak a számításokban. Mi most ettől eltekintünk. $X_n = 0,95047, Y_n = 1,00000, Z_n = 1,08883$

A számolás az alábbi képletek segítségével történik:

$$\begin{aligned} L^* &= 116f_y - 16 \\ a^* &= 500(f_x - f_y) \\ b^* &= 200(f_y - f_z) \end{aligned} \quad (7)$$

ahol

$$\begin{aligned} f_x &= \begin{cases} \sqrt[3]{\frac{X}{X_n}} & \text{ha } X_r > 0,00885645 \\ \frac{903,3 \cdot X_r + 16}{116} & \text{egyébként} \end{cases} \\ f_y &= \begin{cases} \sqrt[3]{\frac{Y}{Y_n}} & \text{ha } Y_r > 0,00885645 \\ \frac{903,3 \cdot Y_r + 16}{116} & \text{egyébként} \end{cases} \\ f_z &= \begin{cases} \sqrt[3]{\frac{Z}{Z_n}} & \text{ha } Z_r > 0,00885645 \\ \frac{903,3 \cdot Z_r + 16}{116} & \text{egyébként} \end{cases} \end{aligned}$$

Elsőként kiszámítjuk a relatív arányokat (t) a 8. képletnek megfelelően:

$$\begin{aligned} x_r &= \frac{X}{X_n} = \frac{0,25539}{0,95047} \approx 0,26870 \\ y_r &= \frac{Y}{Y_n} = \frac{0,14795}{1,00000} \approx 0,14795 \\ z_r &= \frac{Z}{Z_n} = \frac{0,04528}{1,08883} \approx 0,04159 \end{aligned} \quad (8)$$

Ezt követően alkalmazzuk a CIE nemlineáris transzformációs függvényét, az $f(t)$ -t:

A CIE nemlineáris $f(t)$ függvényének küszöbértéke $\approx 0,00885645$. Mivel mindhárom relatív értékünk szigorúan nagyobb ennél a határértéknél, a köbgyökös transzformációt hajtjuk végre a 9. képlet szerint:

$$\begin{aligned}f(Xr) &= (0,26869548)^{1/3} \approx 0,64528780 \\f(Yr) &= (0,14794779)^{1/3} \approx 0,52889504 \\f(Zr) &= (0,04158592)^{1/3} \approx 0,34645658\end{aligned}\quad (9)$$

Végül az L^* (világosság), a^* (vörös-zöld tengely) és b^* (sárga-kék tengely) értékeket a 10. képletek adják meg:

$$\begin{aligned}L^* &= 116 \cdot f(t_y) - 16 = (116 \times 0,52889) - 16 \approx 45,35 \\a^* &= 500 \cdot (f(t_x) - f(t_y)) = 500 \times (0,64530 - 0,52889) \approx 58,20 \\b^* &= 200 \cdot (f(t_z) - f(t_y)) = 200 \times (0,52889 - 0,34647) \approx 36,49\end{aligned}\quad (10)$$

Közbenső végeredmény: Az sRGB (200, 50, 50) szín megfelelője a CIELAB térben:

$$L^* = 45,35, a^* = +58,20, b^* = +36,49$$

Szeretnénk felhívni a figyelmet, hogy a felhasznált képleteket, összefüggéseket nem kell kívülről tudni, ezek számos helyen le vannak írva, amikor szükség van rá, csak meg kell keresni őket. Alkalmazásuk a CMS működésének megértését célozza, megtanulásuk nem szükséges.

CIELAB » ISO COATED V2 NYOMDAI KONVERZIÓ ÉS A TRILINEÁRIS INTERPOLÁCIÓ

Bármennyire is bonyolultnak tűntek az eddig leírtak, matematikai képletek léteznek a számításokhoz, így azok viszonylag könnyen elvégezhetők. Na jó, nem könnyen, de a megadott képletek alapján kiszámíthatók. Sajnos a CIELAB értékek bármilyen színprofil felhasználásával CMYK értékkelé átváltásához nincsenek ilyen képletek. Ezek hiányában az átváltetés háromdimenziós rács táblázaton (3D LUT) alapul. Képezjétek el az ICC profilt úgy, mint egy szótárat, ami lefordítja a monitor nyelvét (RGB) a nyomda nyelvére (CMYK). De a szótárban nincs benne a világ összes szava, csak a legfontosabbak (ezek a rácpontok). Ha a mi színünk két szó közé esik, a gép elkezd tippelni a környező szavak alapján (ez az interpoláció). A bemeneti pontunk a rács diszkrét csomópontjai közé esik, így a környező 8 rácpont ismeretében trilineáris interpolációt végzünk. De nevezhetjük ezt a trilineárist (elég csúnya szó) háromlépcsős szűrőnek is.

Aha, de mi az a 3D LUT rács, és hogyan találjuk meg a kockát? Azt hiszem, ez a kérdés rögtön mindenki felmerül. Az ICC színprofilok, melyek adatokkal szolgálnak a színek konverzióhoz, a Konverzió irányára szerint megegyezéssel címkéket tartalmaznak. A PCS, azaz a profilcsatlakozási szintér, vagyis az eszközfüggetlen jele a B betű, míg az eszközfüggő az A betűvel van jelölve. A leképezési módok számokat kaptak a színprofilban. A 0 a perceptuális, az 1 a relatív kolorimetrikus, a 2 a telítettségi. Az Abszolút kolorimetrikus csak a papír fehérségének kezelésében különbözik. A leggyakrabban használt és a mi példánkban is figyelembe vett irány a B2A1, ami az eszközfüggetlen CIELAB és a relatív kolorimetrikus eszközfüggő irányba történő konverziót jelöli. A profil készítésekor minden irányhoz a profilkészítő szoftver 3D LUT, azaz keresőtáblázatokat generál. Itt a bemenet a CIELAB, tehát 3 érték, míg a kimenet a CMYK, azaz 4 érték.

Az ICC profil nem olvasható úgy, mint egy szövegfájl, de vannak szoftverek, melyek képesek megjeleníteni szöveges fájlként. Ilyen például Graeme W. Gill ausztrál színtudományi szakember Argyll nevű CMS-e, melynek egyik része az alábbi paranccsal szöveges állománnyá alakítja az ICC profilt:

```
iccdump -v 3 ISOcoated_v2_eci.icc > pelda.txt
```

Ügyelve arra, hogy a színprofil elérhetőségét jól adjuk meg. Sajnálatos módon azonban így is érthetetlen számhalmazt kapunk csak, viszont ezek a színmotorok számára nagyon is érthetőek. A konkrét adatok kiolvasási mechanizmusától most eltekintünk.

Az ICC profil táblája magában foglal egy sűrű rács hálót, amely diszkrét LAB pontokhoz rögzíti a pontos CMYK értékeket. Mivel a kiszámolt pontunk ($L^* = 45,35$), ($a^* = 58,20$), ($b^* = 36,49$) nem esik pontosan egy rácsvonalra, a szoftver megkeresi azt a lokális rács kockát, amely körbeöleli ezt a pontot.

Tegyük fel, hogy a rács legközelebbi határai: (L^*) 40 és 50, (a^*) 50 és 60, valamint (b^*) 30 és 40 között vannak.

Ennek a miniatűr kockának nyolc sarka (csomópontja) van. A színmotor a profil mind a nyolc sarokpontjához pontosan ismeri a hozzá tartozó CMYK értékeket, azokat ki tudja olvasni a keresőtáblából.

LOKÁLIS KOORDINÁTÁK (U, V, W) MEGHATÁROZÁSA

Mielőtt interpolálnánk, meg kell határozni, hogy a szín milyen arányban helyezkedik el a kockán belül az adott tengelyeken. Ezt másként normalizált rácsávolságnak mondják. Számítása a 11. képlet segítségével történik. A nevezőben lévő értékek az ICC rács felbontásából adódnak. Behelyettesítés után a 12. képletből olvashatjuk le az eredményt:

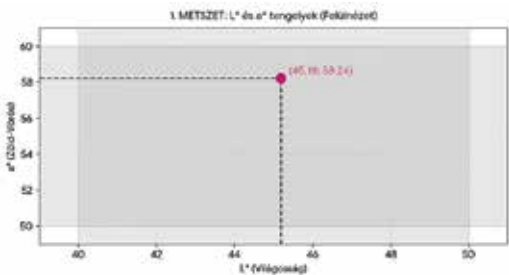
$$u = \frac{L^* - L^*_{\text{alsó}}}{L^*_{\text{felső}} - L^*_{\text{alsó}}}$$
$$v = \frac{a^* - a^*_{\text{alsó}}}{a^*_{\text{felső}} - a^*_{\text{alsó}}}$$
$$w = \frac{b^* - b^*_{\text{alsó}}}{b^*_{\text{felső}} - b^*_{\text{alsó}}}$$

(11)

$$u = (45,35124 - 40) / (50 - 40) = 0,535124$$
$$v = (58,19638 - 50) / (60 - 50) = 0,819638$$
$$w = (36,48769 - 30) / (40 - 30) = 0,6488$$

(12)

Ezek az értékek azt mutatják, hogy az L^* világosság tengelyen a 40-es és az 50-es határ között kb. 53,5%-nál járunk. A zöld-vörös a^* tengelyen a kocka 81,9%-áig mentünk be, valamint a kék-sárga b^* tengelyen 64,9%-nál áll a pontunk. Grafikusan az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. A P pont a rácskockában

A kocka sarkainak ismert értékei

M_{000} (40,50,30)	M_{100} (50,50,30)	M_{010} (40,60,30)	M_{110} (50,60,30)	M_{001} (40,50,40)	M_{101} (50,50,40)	M_{011} (40,60,40)	M_{111} (50,60,40)
72,0%	68,0%	84,0%	80,0%	75,0%	71,0%	88,0%	83,0%

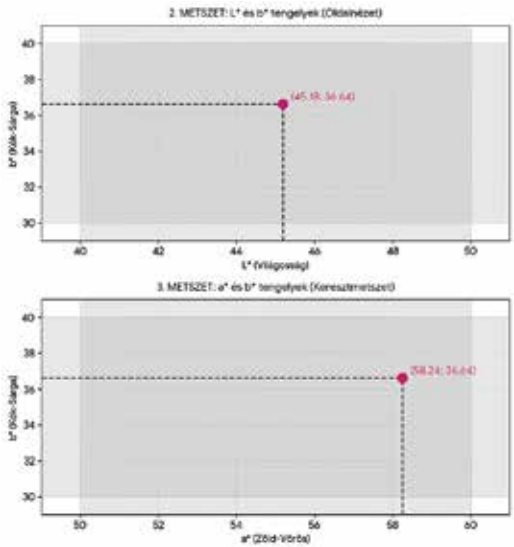
TRILINEÁRIS INTERPOLÁCIÓ

A trilineáris konverzió tulajdonképpen hét darab egymás utáni egyszerű lineáris interpolációból áll, ahol lépésről lépésre csökkentjük a dimenziókat. Példaként megnézzük az interpoláció menetét a magenta csatornánál.

A kocka nyolc sarkában található ismert táblázati értékeket az alábbi mátrixszerkezet (az indexek sorrendje: L, a, b , ahol a 0 az alsó, az 1 felső határ) jelöli. Lásd lentebb a táblázatot.

AZ INTERPOLÁCIÓ FÁZISAI

1. fázis: Az L^* -tengely mentén (4 lépés): A kocka nyolc sarkát párba rendezzük (alsó-felső sarkok azonos a^* és b^* koordináták mellett). Eből a négy párból a lineáris interpolációval kapunk négy darab köztes pontot egy síkon. (Ezzel a 3. dimenzióból léptünk át a 2. dimenzióba). Vagyis összekötjük a pontokat balról jobbra. A nyolc pontból marad négy.



2. **fázis:** Az a^* -tengely mentén (2 lépés): A kapott négy köztes pontot ismét párba rendezzük. Eből a két párból az interpolációval kapunk két darab köztes pontot egyetlen egyenesen. (Ezzel a 2. dimenzióból léptünk át az 1. dimenzióba). Összekötjük őket előlről hátrafelé. A négy pontból marad kettő.

3. **fázis:** A b^* -tengely mentén (1 lépés): A megmaradt két utolsó pont között elvégezzük a végső, hetedik interpolációt, ami megadja a 0. dimenziós fix pontot, vagyis a végső százalékot. Összekötjük őket lentről felfelé. Megvan az egy darab pontos végeredmény.

Érdemes megfigyelni, hogy **mindhárom fázisban ugyanaz a matematikai művelet ismétlődik**. Mindig két ismert értékből számítunk egy közbülső értéket. Csupán az változik, hogy melyik tengely mentén dolgozunk, ezért az első fázisban az u , a másodikban a v , a harmadikban pedig a w súlyozási tényezőt használjuk.

1. FÁZIS SZÁMOLÁSA – L^* TENGELY MENTÉN

Most még csak a világosság (L^*) irányában mozgunk. Képzeljük el, hogy minden pár két végpontból áll: egy bal oldali és egy jobb oldali pontból.

A mi pontunk nem pontosan a két végpont egyikén van, hanem közöttük, ezért a két ismert értékből kell kiszámítani, hogy középen mennyi lehet.

Mivel korábban kiszámoltuk, hogy $u = 0,535124$.

Ez azt jelenti, hogy a pont 53,51%-ra van a jobb oldali sarok felé, illetve

$$1 - u = 0,464876$$

vagyis 46,9%-ra van a bal oldali saroktól.

Ezért:

a bal oldali értéket 46,9%-os súllyal vesszük figyelembe,
a jobb oldalit pedig 53,51%-os súllyal.

Pontosan ezért szorozzuk:

$$M_{000} \times (1-u)$$

és

$$M_{100} \times u.$$

Majd a két eredményt összeadjuk.

Az első tag azt mutatja meg, hogy mekkora részt ad hozzá a bal oldali sarok, a második pedig azt, hogy mekkora részt ad hozzá a jobb oldali sarok.

A két hozzájárulás összege adja azt az értéket, amely pontosan a kettő között, a mi helyünkön található.

Ez történik mind a négy él mentén:

$$M_{000} - M_{100} \quad M_{00}$$

$$M_{010} - M_{110} \quad M_{10}$$

$$M_{001} - M_{101} \quad M_{01}$$

$$M_{011} - M_{111} \quad M_{11}$$

Vagyis négy párból négy új köztes pont keletkezik.

$$M_{00} = M_{000} \cdot (1-u) + M_{100} \cdot u = 72,0 \cdot (0,464876) + 68,0 \cdot (0,535124) = 33.471072 + 36.388432 = 69,85950\%$$

$$M_{10} = M_{010} \cdot (1-u) + M_{110} \cdot u = 84,0 \cdot (0,464876) + 80,0 \cdot (0,535124) = 39.049584 + 42.80992 = 81,859504\%$$

$$M_{01} = M_{001} \cdot (1-u) + M_{101} \cdot u = 75,0 \cdot (0,464876) + 71,0 \cdot (0,535124) = 34.8657 + 37.993804 = 72,859504\%$$

$$M_{11} = M_{011} \cdot (1-u) + M_{111} \cdot u = 88,0 \cdot (0,464876) + 83,0 \cdot (0,535124) = 40.909088 + 44.415292 = 85,32438\%$$

2. FÁZIS SZÁMOLÁSA – a^* TENGELY MENTÉN

Most már nem az eredeti sarokpontokkal dolgozunk, hanem az előbb kiszámított négy köztes ponttal.

Ezek közül ismét két-két pont alkot egy párt.

Most azonban már nem az u , hanem a korábban kiszámított

$$v = 0,819638$$

érték mondja meg, hogy hol helyezkedünk el, hiszen már nem az L^* értékét, hanem az a^* értékét számítjuk.

Ez azt jelenti, hogy:

$$\text{az első pont súlya } 1-v = 0,180362, \\ \text{a második pont súlya } v = 0,819638.$$

Ezért ismét ugyanaz történik:

$$\text{első pont} \times (1-v) + \text{második pont} \times v.$$

Most azonban már nem a kocka élein, hanem egy-egy síkon számolunk.

Így a négy köztes pontból két új pont keletkezik:

M_{00} és M_{10} M_0

M_{01} és M_{11} M_1

$M_0 = M_{00} \cdot (1-v) + M_{10} \cdot v = 69,92616 \cdot (0,180362) + 81,92616 \cdot (0,819638) = 12,61202 + 67,14979 = 79,81620\%$

$M_1 = M_{01} \cdot (1-v) + M_{11} \cdot v = 72,92616 \cdot (0,180362) + 85,40770 \cdot (0,819638) = 13,15311 + 70,00339 = 83,15651\%$

3. FÁZIS SZÁMOLÁSA

– B* TENGELY MENTÉN

Most már csak két pont maradt:

M_0

M_1

A közöttük lévő helyzetet a

$w = 0,6488$

érték adja meg.

Ez azt jelenti, hogy

M_0 súlya $1-w = 0,3512$,

M_1 súlya $w = 0,6488$.

Ezért ismét ugyanazt a szabályt alkalmazzuk:

$M_0 \times (1-w) + M_1 \times w$.

Ez adja meg a végső interpolált értéket.

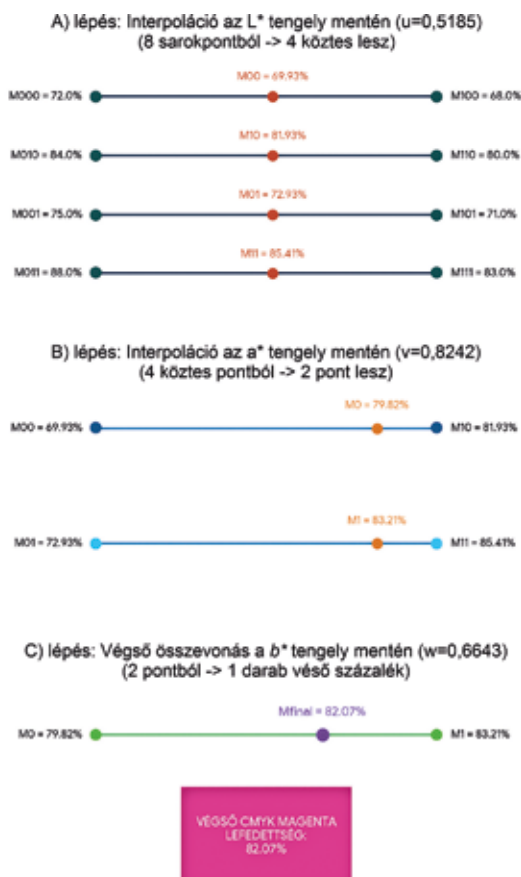
$M_{\text{final}} = M_0 \cdot (1-w) + M_1 \cdot w = 79,81620 \cdot (0,3512) + 83,21306 \cdot (0,6488) = 26,79510 + 55,27761 = 82,020\%$

Ezt a teljes trilineáris ciklust a színkezelő rendszer (CMS) mind a négy C, M, Y, K csatornára külön-külön, teljesen azonos logikával végrehajtja, így határozza meg a pontos végső ISO Coated v2 százalékos értékeket. Számításaink vizuálisan a 2. ábrán láthatók.

KÉTSÉGEK

Bizonyára sokan megnyitják a Photoshop programot, és átkonvertálják a példában szereplő sRGB (200, 50, 50) színt, és felháborodva állapítják meg, hogy nem is azt az értéket adja a magentának, amit mi itt kiszámoltunk verejtékkel. Igazuk van. Mi lehet az oka?

Nos, a konverzió bemutatásakor az egyszerűbb trilineáris interpolációt alkalmazzuk, de az Adobe Photoshop (és a mögötte álló Adobe Color Engine) a gyakorlatban nem trilineáris, hanem



2. ábra. Trilineáris interpoláció háromlépcsős folyamata

tetraéderes (tetrahedral) interpolációt használ. A tetraéderes módszer a 3D rácskockát felbontja hat darab háromoldalú piramisra (tetraéderre).

A szoftver megkeresi, hogy a szín pontosan melyik piramis belsejébe esik, és csak a kocka négy sarkát használja fel a számításhoz a nyolc helyett. Mivel kevesebb, de a színhez közelebbi pont súlyozásával számol, a végeredmény sokkal pontosabban követi a profil valós, nemlineáris íveit, ami elmozdíthatja a végső százalékot (a mi esetünkben felfelé, 89%-ra).

Van azonban más oka is. Az egyik, hogy a konverziónál majdnem biztos, hogy be volt kapcsolva a Black Point Compensation, azaz a Feketepont kompenzáció, amely a konverzió pilanatában a forrás szintér (sRGB) legmélyebb feketéjét hozzáilleszti a cél szintér (ISO Coated v2) legmélyebb nyomdai feketéjéhez.

És lehet még egy ok, talán sokszor a legjelentősebb: amikor a szín színtartományon kívül esik, első lépésben a szoftver a színterjedelem határára helyezi, ahhoz, hogy a szín ne legyen tompa, megnövelheti a magenta és a sárga százalékát.

ÖSSZEGZÉS

A színterek közötti konverziók ehhez hasonló módon történnek. Nem egyszerű megérteni, és persze ahhoz, hogy biztosak lehessünk abban, hogy tényleg ismerjük, vagy már kapizsgáljuk a működését, nem árt egy példán gyakorolni. Amúgy is, milyen tananyag az, amihez nincs gyakorlási lehetőség. Íme, a feladat!

Egy lágy, pasztell mályvaszín

- ♦ **Kiinduló adat:** sRGB(190, 140, 160)
- ♦ **A megadott LUT kocka (magenta %-ok az adott LAB rácpontokon):** Mivel az ISO Coated v2-ben 33 rácpont van, a határok most a valós ráctávolságokhoz igazodnak:
- ♦ **L^* tengely határai:** 59,375 (alsó határ) és 62,500 (felső határ) › itt a kocka mérete: 3,125
- ♦ **a^* tengely határai:** 18,750 (alsó határ) és 25,000 (felső határ) › itt a kocka mérete: 6,250
- ♦ **b^* tengely határai:** -6,250 (alsó határ) és 0,000 (felső határ) › itt a kocka mérete: 6,250

A kocka nyolc sarkának ismert magenta értéke:

Sarki pont Koordináta-index (L^* , a^* , b^*)

M000 (59,375; 18,750; -6,250) 42,0%

M100 (62,500; 18,750; -6,250) 35,0%

M010 (59,375; 25,000; -6,250) 48,0%

M110 (62,500; 25,000; -6,250) 41,0%

M001 (59,375; 18,750; 0,000) 40,0%

M101 (62,500; 18,750; 0,000) 33,0%

M011 (59,375; 25,000; 0,000) 46,0%

M111 (62,500; 25,000; 0,000) 39,0%

Megválaszolandó kérdések:

1. Mennyi a „kivasalt”, linearizált érték?

$R_{lin} =$ _____

$G_{lin} =$ _____

$B_{lin} =$ _____

2. Melyek a kiszámolt XYZ értékek?

$X =$ _____

$Y =$ _____

$Z =$ _____

Megjegyzés: Mivel a középiskolai tananyagban a legtöbb oktatási intézményben nem része a mátrixszámítás, a részfeladat elvégzéséhez készítettem egy Excel táblázatot, mely a <https://www.facebook.com/groups/colormanagement> csoportból letölthető (Lin2XYZ.xls). Ez egy zárt csoport, ahhoz, hogy a fájlt megtalálhassuk, felvételt kell kérni. Igény esetén levélben is kérhető.

3. Melyek az átalakítás utáni CIELAB értékek?

$L^* =$ _____

$a^* =$ _____

$b^* =$ _____

4. Az ISO Coated v2 színtérkonverzió után a magenta festék kitöltési arányának kiszámolása. Elsőként a trilineáris interpoláció u , v , w lokális koordinátáinak kiszámolása:

$u =$ _____

$v =$ _____

$w =$ _____

5. A trilineáris interpoláció három fázisa után a magenta festék kitöltési arányának meghatározása:

$M\% =$ _____

Megjegyzés: A feladat során az sRGB színtérből közvetlen analitikus képletekkel számolunk CIELAB értékeket az eredeti D65-ös monitor-referenciafehér megtartásával. A tiszta matematikai levezetés érdekében nem alkalmazunk Bradford-féle kromatikus adaptációt. A számítások során fokozottan figyelni kell a számok előjelére.

A megoldásokat a Magyar Grafika következő számában, illetve az említett Facebook/color csoportban tesszük közzé. Igény esetén további feladatokat adhatunk.