

Color management a gyakorlatban

TIPPEK ÉS TRÜKKÖK

Békésy Pál
mondAt Kft.

A Magyar Grafika 2016. decemberi számában megismerhettük, hogyan lehet színinger-összetevőkből kitöltésarány-növekedést számolni egy Excel-táblázat segítségével. Most is olyan gyakorlati módszereket próbálunk ismertetni, melyek a hétköznapi munka során segítségünkre lehetnek. Betekinthetünk abba is, hogy egy szkennel és a color management használatával hogyan működnek a leképezési módok.

Egy konkrét feladaton keresztül közelebb akartuk hozni az elméletet a gyakorlathoz. Vizsgálatunkban egy HP Photosmart B109a-m multifunkciós nyomtatót használtunk, ami egy teljesen átlagos, alacsony költségű, elsősorban otthoni vagy irodáknak szánt készülék, melynek szkennere CIS-technológiát használ. A feladatunk az volt, hogy egy proof Media Wedge színellenőrző ábráját spektrofotométerrel lemérjük, majd az adatokat táblázatban rögzítjük, ugyanezt a tesztábrát beszkennezzük, és egy képfeldolgozó programban a szkennel ICC színprofilját használva mintát veszünk a színmezőkből, s ezeket az értékeket is táblázatba foglaljuk. A mérési eredményeket összehasonlítjuk az ISO 12647-2:2004 szabvány értékeivel mindkét esetben. Végül megvizsgáljuk, hogy mennyire kapunk hasonló vagy eltérő eredményeket a mérőműszerrel mért értékekhez képest.

1. LÉPÉS.

A REFERENCIAÉRTÉKEK MEGHATÁROZÁSA

Első lépésként elkészítettünk egy Excel-táblázatot a mérések összevetéséhez. Tekintettel arra, hogy az Ugra Fogra MediaWedge V3.0a színellenőrző ábra színinger-összetevőit, valamint CIELAB értékeit nem ismertük, ezeket kellett először meghatározni. A tesztelendő, kinyomtatott Media Wedge ábra SC papír szimulációjával készült.

Bár a MediaWedge forrásértékei a Fogra intézet honlapjáról letölthetők SC színprofilhoz, szándékosan nem ezt a lehetőséget választottuk. Segítségül a megfelelő színprofilot vettük, azért,

mert így egy olyan általános módszert mutathatunk meg, amivel saját színprofil esetén is meghatározhatók a MediaWedge tesztábra $L^*a^*b^*$ értékei.

Készítettünk egy szövegfájlt, amibe a Media Wedge tesztábra mérőmezőinek CMYK értékeit rögzítettük olyan formában, amit az X-Rite cég ingyenes ColorLab szoftvere elfogad. Erre az Adobe Acrobat megfelelő segítség volt, ahol a PDF-ből a CMYK-értékek könnyen kiolvashatók. Ezt a szövegfájlt importáltuk a ColorLab programba, majd az Sc_paper_Eci.icc színprofillal az értékeket átkonvertáltuk a CIELAB szintérbe. Nagyon fontos megérteni, hogy milyen leképezési módot használ ilyenkor az ember. Gondoljunk csak végig, hogy a CIELAB szintér minden színezetet tartalmaz, tehát azokat is, melyeket a nyomógép az SC papírtípuson meg tud jeleníteni. Ebben az esetben könnyen belátható, hogy az abszolút kolorimetrikus leképezést kell ilyen transzformációhoz használni. A konverzió eredményét egy fájlba el lehet menteni. A szövegfájlból az $L^*a^*b^*$ értékeket átmásoltuk egy Excel-táblázatba referenciaértékeként.

2. LÉPÉS.

A PROOFELLENŐRZŐ SZÁMOLÓTÁBLA LÉTREHOZÁSA

Spektrofotométerrel lemértük az egyes színnevezők X , Y , Z színinger-összetevőit és a CIELAB-értékeket, ehhez az X-Rite cég eXact spektrofotométerét használtuk M0 mérési módot választva, az adatokat az X-Rite DataCatcher programmal vittük át az Excel-fájlba.

A tesztábra értékeléséhez az alap színezetek ΔH^*_{ab} színingerkülönbségeit, a ΔH^*_{ab} színezetkülönbségeket, a kitöltésarány-növekedéseket a 40%-os és 70%-os mezőkben (fekete esetében 80%, mert csak ez szerepel a tesztábrában), a Mid Tone Spread, valamint a papír megfelelőségét vizsgáltuk. A ΔH^*_{ab} számítását érdemes egy kicsit körüljárni. Ez nem azonos a h értékével, ami színezeti szögét jelent. Bár fontos információ két

dE Conformity / Tolerance = 5			dH Conformity / Tolerance = 2,5		
Cyan	3,37	PASS	Cyan	3,33	FAIL
Magenta	2,32	PASS	Magenta	1,43	PASS
Yellow	1,29	PASS	Yellow	1,25	PASS
Black	2,66	PASS	Black	0,51	PASS
MID_TONES TVI /			SUBSTRATE / Tolerance Lab 5-3-3		
Tolerance=16 ±3%, Black 19 ±3%			dE Paper	0,75	PASS
Cyan 40%	11,27	FAIL	MAXIMUM dE / Tolerance=6		
Magenta 40%	13,01	PASS	dE Max	3,86	PASS
Yellow 40%	14,74	PASS	AVERAGE dE / Tolerance=3		
Black 40%	18,65	PASS	dE Average	1,96	PASS
SHADOW TONES TVI /			MID-TONE SPREAD Max: 4%		
Tolerance = 14,9 ±2%, Black 16,3 ±2%			MTS	3,47	PASS
Cyan 70%	10,63	FAIL	dE Secondaries / Tolerance= 6		
Magenta 70%	15,32	PASS	Red	2,07	PASS
Yellow 70%	13,09	PASS	Green	3,27	PASS
Black 70%	12,43	FAIL	Blue	3,86	PASS

1. táblázat. Spektrofotométerrel mért nyomat megfelelőségi vizsgálata

színezetnél a színezeti szög eltérése, de könnyen belátható, hogy két, vizuálisan különbözőnek látszó színezet azonos színezeti szög is tarthat. A ΔH^*_{ab} az 1-es képlettel számítható ki, értéke mindig pozitív:

$$\Delta H^*_{ab} = \sqrt{\Delta E^*_{ab}{}^2 - \Delta L^*{}^2 - \Delta C^*_{ab}{}^2} \quad (1)$$

ahol ΔE^*_{ab} a színíngerkülönbség, ΔL^*_{ab} a világosságkülönbség, ΔC^*_{ab} a krómakülönbség.

A ΔE^*_{ab} színíngerkülönbség a 2. képlettel számítható.

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(L^*_2 - L^*_1)^2 + (a^*_2 - a^*_1)^2 + (b^*_2 - b^*_1)^2} \quad (2)$$

A ΔL^* világosságkülönbség számítása a 3. képletnek megfelelően történik.

$$\Delta L^* = L^*_1 - L^*_2 \quad (3)$$

A ΔL^*_{ab} krómakülönbség számítását a 4–6. képletek mutatják.

$$C^*_{1} = \sqrt{a^*{}^2_1 + b^*{}^2_1} \quad (4)$$

$$C^*_{2} = \sqrt{a^*{}^2_2 + b^*{}^2_2} \quad (5)$$

$$\Delta C^*_{ab} = C^*_1 - C^*_2 \quad (6)$$

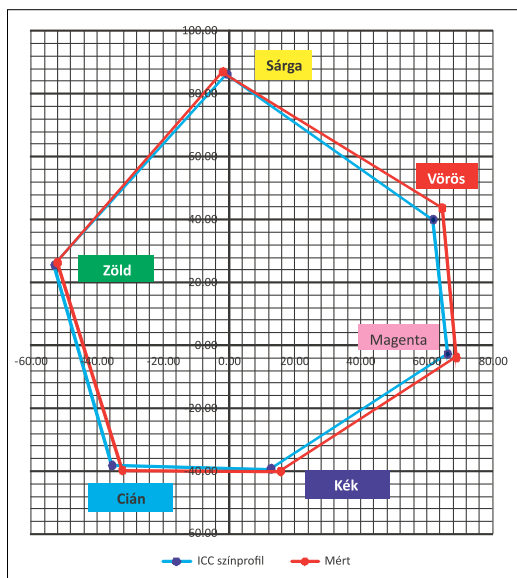
A kitöltési arány-növekedések méréséhez az X, Y, Z színíngerek-összetevőket használtuk. Feltételvizsgálattal néztük meg, hogy a mért értékek benne vannak-e az ISO 12647-2:2004 szabványban rögzített tűrésekben. Ezzel készen állt egy olyan táblázat, mely a proof objektív minősítésére alkalmasra vált. A mérések és számítások eredményeit az 1. táblázat mutatja.

Jelen esetben tehát ez a proof nem felelt meg az ISO 1267-2 szabványnak, hiszen több szempont szerint is nem megfelelőséget kapott. A táblázat tartalmaz egy Mid-tone spread vizsgálatot. Ez a három kromatikus alapszín (magenta, cián és sárga) kitöltési arányainak szórása a középárnyalatoknál. Lényeges a nyomtatminőségnek, hogy a kitöltési arányok egymáshoz viszonyítva milyenek a kromatikus alapszíneknél, mert a szín-egyensúly eltolódhat. Ha mondjuk a bíbor festéknél pozitív irányban 3%, míg a sárga festéknél negatív irányban 3% a 40%-os tónusértéknél a kitöltési arány eltérése a szabványban rögzített értéktől, ez még a megállapított tolerancián belül van, de a nyomtat bíboros elszíneződést fog mutatni a középárnyalatokban. Ezért rendelkezik a szabvány a középárnyalatoknál a kitöltési arányok szórásának maximumáról.

Az alap- és másodlagos színezeteket grafikusán is ábrázolhatjuk az Excel segítségével, s így vizuálisan könnyebben összehasonlítható a színprofilból nyert értékekből, valamint a mért értékekből a színíngerek, ahogy azt az 1. ábrán láthatjuk.

3. LÉPÉS. A TESZTÁBRA SZKENNELÉSE

Ahhoz, hogy a kinyomtatott MediaWedge tesztábrát beszkenelve lemérhessük, először színprofil kellett a multifunkciós nyomtató szkenneléséhez készíteni. Szerencsére volt egy nagyon régi, Kodak 2004-es IT8.7/2 (Q60) tesztábra, amihez a Kodak FTP-oldalán még mindig megtalálható a referenciaértéket tartalmazó fájl, köszönet a Kodak cégnek a hosszú támogatásért. Az ábra beolvasása előtt fontos meggyőződnünk arról, hogy a szkenneléshez nincs színprofil rendelkezve, különben hamis értékeket kapunk. Ezt az



1. ábra. Színterek grafikus összehasonlítása

Eszközök és nyomtatók párbeszédablakban az eszközre jobb egérgombbal kattintva a Nyomtató tulajdonságai elemet választva tehetjük meg Windows operációs rendszert használva.

A színprofil az X-Rite cég ProfileMaker 5 programjával készítettük el. Sajnos ezt a vizsgálatot a szkennelhez készített ICC színprofil használata nélkül nem lehet megvalósítani, így aki szeretné kipróbálni ezt a módszert, mindenképpen színprofilot kell készítenie a szkennelhez. Az interneten ingyenesen elérhető színprofilkészítő alkalmazások is találhatók.

A profilkészítés után beszkeneltük a Media Wedge tesztábrát, majd az Adobe Photoshop programban hozzárendeltük a szkennel színprofilját, s átalakítottuk a képet CIELAB színtérbe. Ilyen esetben is fontos az, hogy milyen leképezési módot választunk. Az ICC színprofilok többfélék lehetnek, így például bemeneti profilok. A bemeneti, azaz Input profilok konverziós iránya mindig az Eszköz->PCS (Profile Connection Space) irány, ami itt RGB->CIELAB, vagyis az eszköztől a profilsatlakozási tér felé. Ez azt is jelenti, hogy nincs is benne más irány. Könnyen belátható, hogy ez azért van, mert a szkennel felé nincs szükség konverzióra, az csak beviteli eszköz. A beszkenelt MediaWedge színellenőrző tesztábrára a 2. ábrán látható.

4. LÉPÉS. SZÍNINGER-ÖSSZETEVŐK MEGHATÁROZÁSA

A kép színmintáiból a PhotoShop Színmintavételező eszközével $L^*a^*b^*$ értékeket kaphatunk, melyeket a korábban elkészített Excel-táblázatba beírtunk. Azonban nem az $L^*a^*b^*$ értékekből, hanem az X, Y, Z színinger-összetevőkből szeretnénk kitöltésiarány-növekedést számolni. Bár erre az interneten számos átszámító program található, mi most minden eshetőségre készen magunk szeretnénk az $L^*a^*b^*$ értékekből kiszámolni az X, Y, Z színinger-összetevőket. Ezt a következő 7–15. képletek felhasználásával tehetjük meg:

$$\begin{aligned} X &= x_r X_r \\ Y &= y_r Y_r \\ Z &= z_r Z_r \end{aligned} \quad (7)$$

ahol X_r, Y_r, Z_r a referencia fehér színinger-összetevői és

$$x_r = \begin{cases} f_x^3 & f_x^3 > \varepsilon \\ (116 f_x - 16) / \kappa & f_x^3 \leq \varepsilon \end{cases} \quad (8)$$

$$y_r = \begin{cases} ((L + 16) / 116)^3 & L > \kappa \varepsilon \\ L / \kappa & L \leq \kappa \varepsilon \end{cases} \quad (9)$$

$$z_r = \begin{cases} f_z^3 & f_z^3 > \varepsilon \\ (116 f_z - 16) / \kappa & f_z^3 \leq \varepsilon \end{cases} \quad (10)$$

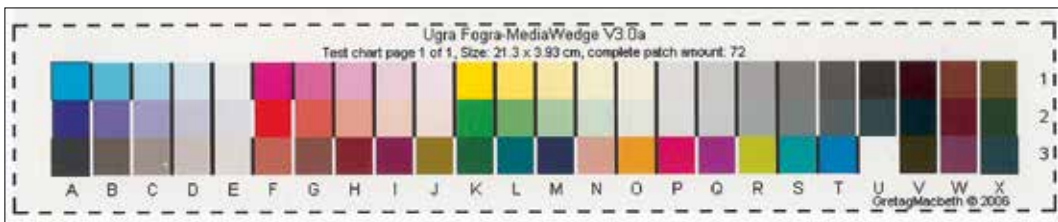
$$f_x = \frac{a}{500} + f_y \quad (11)$$

$$f_z = f_y - \frac{b}{200} \quad (12)$$

$$f_y = (L + 16) / 116 \quad (13)$$

$$\varepsilon = 216 / 24389 \quad (14)$$

$$\kappa = 24389 / 27 \quad (15)$$



2. ábra. A beszkennt MediaWedge teszttábra

amit az Excel számára az alábbi összefüggésekkel vehetünk fel¹:

```

var_Y = (CIE-L* + 16) / 116
var_X = CIE-a* / 500 + var_Y
var_Z = var_Y - CIE-b* / 200
if (var_Y^3 > 0,008856) var_Y = var_Y^3
else var_Y = (var_Y - 16 / 116) / 7,787
if (var_X^3 > 0,008856) var_X = var_X^3
else var_X = (var_X - 16 / 116) / 7,787
if (var_Z^3 > 0,008856) var_Z = var_Z^3
else var_Z = (var_Z - 16 / 116) / 7,787

X = ref_X * var_X //ref_X = 96,42
Y = ref_Y * var_Y //ref_Y = 100,000
Z = ref_Z * var_Z //ref_Z = 82,51
    
```

2°-os észlelőre és D50 megvilágításra vonatkozta.

Táblázatunk segítségével a szkennert felhasználásával is minősíthettük a proofot. Az eredményt a 2. táblázatban összesítettük.

Mint látható, a beszkennt és PhotoShop szoftverrel konvertált képből nyert értékek alapján sem volt a proof minősége megfelelő.

Az alap- és másodlagos színezeteket itt is grafikusán ábrázoltuk az Excel segítségével, hogy vizuálisan könnyebben összehasonlíthatók legyenek a színprofilból nyert értékekből, valamint a szkennelt és a PhotoShop segítségével lement értékekből a színterjedelmek, ahogy azt a 3. ábra szemlélteti. Az ábrából látható, hogy a zöld színezetnél eléggé lecsökken a PhotoShop segítségével mért értékekből összeálló színtér nagysága.

5. LÉPÉS. A MÉRÉSI EREDMÉNYEK ÖSSZEVEZÉSE

A kitöltésarány-növekedések számítása nagyon hasonló eredményt hozott a spektrofotométerrel mérthez képest. A szkennelt nyomtatvány néhány mérőmódnál nagy ΔE^*_{ab} értéket adott, de összességében az átlagos színíngert-különbséget 3,39 értéknek átlagolta, ami jóval nagyobb, mint a spektrofotométerrel mért 1,96 érték. Az alapszínezetknél az Adobe PhotoShop a sárgánál, míg a spektrofotométer a ciánál mérte a legmagasabb színíngert-különbséget. A papír színénél sem volt megfelelő a nyomtatvány a szkennelt kép mérése szerint. A b^* érték esetén kevésbé sárgának értékelte. Kíváncsiságból összevetettük a kétféle mérési mód eredményeit.

A beszkennt és a color management alkalmazásával konvertált nyomtatvány és a spektrofotométerrel visszamért nyomtatvány színeltéréseit a 3. táblázatban tüntettük fel. Az alapszínezeteket és másodlagos színezeteket mérési eredményei a sárga esetén mutatnak nagyobb eltérést, illetve a zöldnél, valamint az S3 zöldeskék színmezőnél. A mezők számítása az 1. ábrán is ellenőrizhető.

Mint az a számadatakból is látható, az alapszínezetknél a sárga az egyetlen, ahol vörös el-

dE Conformity / Tolerance = 5			dH Conformity / Tolerance = 2,5		
Cyan	1,73	PASS	Cyan	0,97	PASS
Magenta	2,22	PASS	Magenta	1,25	PASS
Yellow	4,10	PASS	Yellow	3,55	FAIL
Black	2,02	PASS	Black	1,59	PASS
MID_TONES TVI /			SUBSTRATE / Tolerance = Lab 5-3-3		
Tolerance = 16 ±3%, Black 19 ±3%			dE Paper	3,61	FAIL
Cyan 40%	11,41	FAIL	MAXIMUM dE / Tolerance 6		
Magenta 40%	15,14	PASS	dE Max	11,26	FAIL
Yellow 40%	12,74	FAIL	AVERAGE dE / Tolerance = 3		
Black 40%	21,03	PASS	dE Average	3,39	FAIL
SHADOW TONES TVI /			MID-TONE SPREAD Max: 4%		
Tolerance = 14,9 ±2%, Black 16,3 ±2%			MTS	3,73	PASS
Cyan 70%	7,40	FAIL	dE Secondaries / Tolerance= 6		
Magenta 70%	16,51	PASS	Red	3,75	PASS
Yellow 70%	13,98	PASS	Green	9,98	NOTPASS
Black 80%	13,12	FAIL	Blue	3,76	PASS

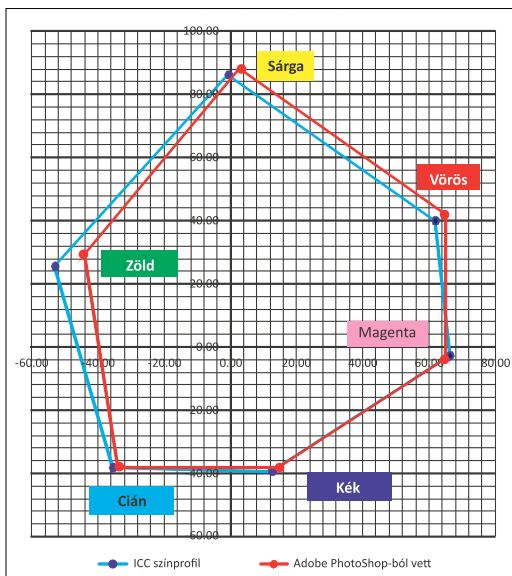
2. táblázat. Színprofillal konvertált, szkennelt nyomtatvány mérési eredménye az Adobe PhotoShop programmal

színeződést mért a PhotoShop, a többi színezet esetében a spektrofotométerrel mért értékekhez közeli eredményeket kaptunk. A ΔC^*_{ab} értékek csak a zöld és zöldeskék mintáknál voltak nagyok. Sajnos a másodlagos színezeteknél a zöld esetén a PhotoShopban mért színingerkülönbség nagyon nagy, a különbségek láthatók.

6. LÉPÉS.

A VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

Bár összességében elmondhatjuk, hogy az otthoni célra és irodákba szánt HP Photosmart B109a-m multifunkciós nyomtató jól vizsgázott, s ez az eredmény a kiváló X-Rite és Adobe szoftvereknek és mérőműszernek is köszönhető, szeretnénk hangsúlyozni, hogy ezt a hosszadalmas vizsgálatot csak a Magyar Grafika olvasóinak kedvéért végeztük el. Bármilyen jó eredményeket is kap bárki egy szkennert esetében ezzel a módszerrel, a spektrofotométeres színmérés nem helyettesíthető vele. Sem otthoni körülmények között, sem az üzemi gyakorlatban ne használja senki sem proofok minősítésére. A vizsgálatot kizárólag azért végeztük el, hogy a color management gyakorlati felhasználására konkrét példákat mutathassunk. A megtanult képletek csak akkor érthetőek meg igazán, ha számolunk velük, ha látjuk azok eredményét. Az alkalmi



3. ábra. Színterek összehasonlítása az Adobe PhotoShop program felhasználásával

vizsgálatban említett módszerek némelyike nagyon hasznos lehet az üzemi gyakorlatban is akár együtt, akár külön-külön alkalmazva őket.

FORRÁS

- 1 EasyRGB-Colorconversionmathandformulas. <https://goo.gl/ZOsMTY>

Mintasz.	Spektrofotométerrel mért			Szkennelt			Színelérések				Színezet
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	dE*ab	dL*ab	dC*ab	dH*ab	
A1	54,28	-32,97	-40,38	54,00	-34,00	-38,00	2,61	0,28	1,14	2,33	C
F1	48,17	67,81	-4,33	46,00	65,00	-4,00	3,57	2,17	2,83	0,15	M
K1	82,73	-1,83	86,11	83,00	3,00	88,00	5,19	0,27	1,93	4,81	Y
U1	24,90	1,74	2,34	23,00	3,00	2,00	2,31	1,90	0,69	1,11	K
A2	27,61	16,46	-40,09	25,00	15,00	-38,00	3,65	2,61	2,48	0,57	B
F2	46,61	63,99	39,93	46,00	65,00	42,00	2,38	0,61	1,96	1,21	R
K2	50,71	-51,36	23,41	51,00	-44,00	29,00	9,25	0,29	3,75	8,45	G
S3	53,07	-43,83	-14,17	53,00	-35,00	-11,00	9,38	0,07	9,38	0,34	Zöldeskék
U3	89,44	-0,07	4,73	88,00	0,00	1,00	4,00	1,44	3,73	0,03	Papír

3. táblázat. Spektrofotometriás és szkennelt/színkezelt mérésű nyomtatás összehasonlítása