

# Számítógépes LCD monitorok új típusú kalibrálása

## Study of new method to calibrate LCD monitor

*Dr. SAMU Krisztián, HONOS Bálint*

BME - Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika tanszék, H-1111 Budapest, Bertalan Lajos u. 4-6.,  
tel.: +36 1 463-2602, fax.: +36 1 463-3787, samuk@mogi.bme.hu,  
www.mogi.bme.hu

### ABSTRACT

*The color reproduction fidelity of computer displays in the PC environment is ensured through with monitor calibration helped color management systems. In our study, with ICC standard calibration procedure, and with a software version of one mathematical method, as we have been developed, we also performed the calibration of an LCD monitor. Thereafter we classified these color management method with the analysis of the color difference which is observed between these two methods.*

Keywords: ICC color management, LCD display calibration

### ÖSSZEFOGLALÓ

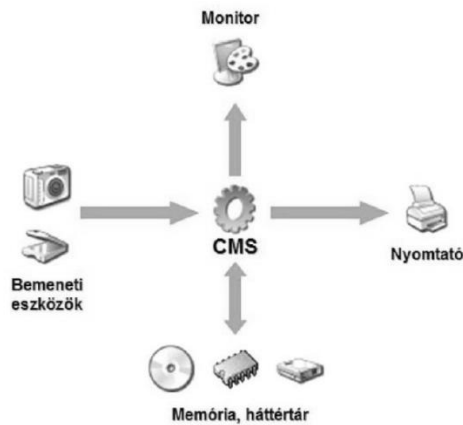
*A számítógépes megjelenítők színvisszaadás hűségét PC környezetben monitor kalibráció segítségével működő színmenedzsment rendszerek biztosítják. Vizsgálatunkban ICC szabványos kalibrációs eljárással és egy általunk kifejlesztett matematikai eljárás számítógépre alkalmazott szoftveres változatával is elvégeztük egy adott LCD monitor kalibrálását, és a módszerek között tapasztalható színhűség (színínger különbség) elemzésével minősítettük a két színmenedzsment eljárást.*

Kulcsszavak: ICC színkezelés, LCD monitor kalibráció

## 1. ELMÉLETI ALAPOK

Korunk képfeldolgozó eszközei – monitorok, nyomtatók, nyomdagépek, digitális fényképezőgépek, szkennerek és ezek kiegészítői – különböző szintani tulajdonságokkal rendelkeznek. Minden eszköz más szintérral bír, ezért együttműködésüket további eljárásokkal kell biztosítani. Az International Color Consortium (ICC) 1993-ban alakult, és szabványosította ezeket az eljárásokat. Fontos része ezeknek a színprofil, mely az adott eszköz szintani képességeit írja le, és számítástechnikailag platform-független kommunikációt biztosít a munkafolyamat eszközei és szoftveres környezete között. Az ICC színprofil létrehozása színínger-méréssel történik. Az ICC profilban a különböző eszközök szintani jellemzői egy eszköz-független koordináta-rendszerben kerülnek megadásra. A CIE kétféle koordináta-rendszert is szabványosított ehhez, a CIE XYZ-t és a CIE Lab-t. [1, 2]

A színkezelő/színmenedzsment rendszer (Color Management System, CMS) végezi el az átalakítást az egyes eszközök szinterei között és lehetővé teszi, hogy egy adott képfájl egyes színíngerei azonos módon jelenjenek meg a különböző kimeneti eszközökön. Az 1. ábra mutatja be a színkezelési folyamatban résztvevő eszközök kapcsolatát. [2]

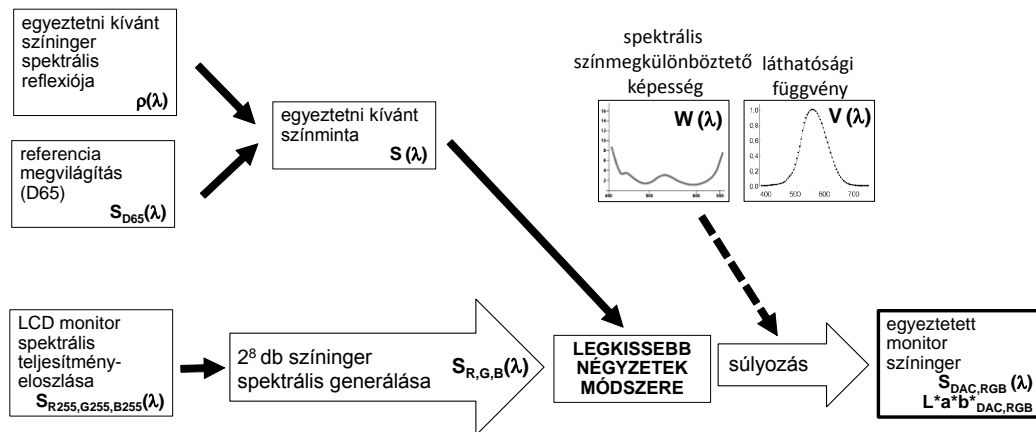


1. ábra: A színkezelési folyamatban résztvevő eszközök, melyeket a CMS kapcsol össze

A grafikai tervezők állandó problémája a valóságban látható- és a monitoron megjelenített színek között gyakran tapasztalható, jelentős színbeli eltérés. Ennek kiküszöbölését a színmenedzsment csak korrekt monitor színprofil használatával tudja biztosítani. A színprofilokat kalibráció útján hozhatjuk létre. A kalibrálás kimenete egy fájlformátumba ágyazott paraméterlista, amely tartalmazza a számítógépes megjelenítő (pl. LCD monitor) minden lényeges kolorimetriai, és fotometriai paramétereit. A kalibrálás és az ICC fájlok létrehozása ma már rengeteg, a piacon kapható műszerrel és szoftverrel is lehetséges. Azonban megállapítható és közismert, hogy a műszerek minőségével összefüggésben változó az alkalmazásukkal biztosított színhűség. Emellett azonban nem triviális, hogy a kalibrálás műszeres vonzatán túl, az alkalmazott számítási módszerek is eltérhetnek. A számított kolorimetriai- és fotometriai paraméterek közvetlenül az ICC fájl bemeneti adatait képezik, így hibákkal terhelt torzult színprofil eredményezhetnek. A hibák minimalizálása céljából kidolgoztunk egy olyan elméleti kalibrációs modellt, amely szélesebb körben (spektrálisan) használja a kalibrációs mérési eredményeket. [1, 2, 3]

## 2. MÓDSZEREK

A vizsgálatunk során egy ismert színminta sorozat színingereinek monitoros megfeleltetését végeztük el egy általunk kifejlesztett matematikai eljárással, mely spektrálisan használta fel a kalibrációs mérési eredményeket. A kifejlesztett kalibrációs eljárásunk a monitor RGB csatornánkénti spektrális teljesítmény-eloszlást és a gamma-karakteristikákat [4] használja bemenő adatként. Ezekből képes előállítani a tetszőleges színinger-minta spektrális reflexiós-eloszlásához legközelebb álló olyan  $R, G, B_{DAC}$  értéket, amely a monitor-szintérből származó  $\sim 16$  millió ( $2^8$ ) színingerből származik. A megfeleltetés több paraméteres. Egyrészt a legkisebb négyzetek módszerével [5] elvégzünk egy spektrális egyeztetést, majd ennek eredményét súlyozzuk a  $V(\lambda)$  nappali láthatósági függvényvel [6] és a spektrális színezetbeli megkülönböztető képességgel [7]. Ezzel a két súlyozó függvényvel olyan humán vizuális optimalizálást viszünk a spektrális egyeztetésbe, amelytől az ICC színmenedzsment pusztán szintani eljárásaihoz képest jobb eredményeket várunk.



2. ábra: A kifejlesztett színingeregyeztető eljárás algoritmusja

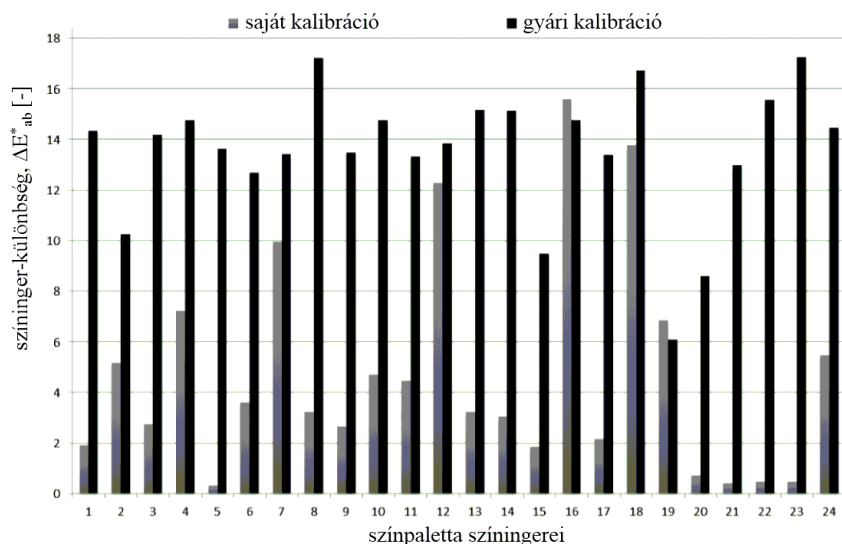
Az eljárásunk (2. ábra) tesztelésére színinger-mintának egy speciálisan elkészített színpalettát választottunk, amely spektrálisan megfelelően neutrális, egyenletes, és optimalizált szürkeskálát tartalmazott (24 színes GretagMacbeth Color-Checker SG). A színmegfeleltetéshez egy programot készítettünk, mely kiválasztotta a monitor által megjeleníthető színingerek közül azt a színingert, amelynek a spektrális távolsága minimális volt a mintaszínhez képest. Az így kapott eredmények hatékonyságát a gyári monitor-kalibrációhoz hasonlítottuk. A gyári kalibráció színhűségét az alábbi módon vizsgáltuk: a monitoron megjelenítettük az ismert színinger-minta sorozatot, majd egy X-rite Eye-One Pro spektrofotométer segítségével meghatároztuk  $L^*a^*b^*$  értékeket (emissziós mérés) összehasonlítottuk a színpalettán mért  $L^*a^*b^*$  értékekkel (reflexiós mérés), és ezek között számoltunk színinger-különbséget. Ugyanezt elvégeztük a saját módszer szerint kalibrált monitoron is az ismert színminta sorozatra. A két kalibráció színhűségének jellemzéséhez a színmérésben elfogadott, a színmegkülönböztetési képesség és a színinger-különbség kapcsolatát leíró táblázatot (1. táblázat) használtuk. [8]

1. táblázat: Szín-megkülönböztetési képesség és a színinger-különbség kapcsolata [8]

$\Delta E^*_{ab}$	szín-megkülönböztetési képesség
< 0,5	nincs
0,5 ... 1,5	alig tapasztalható
1,5 ... 3	észrevehető
3 ... 6	jó
6 ... 12	nagy

### 3. EREDMÉNYEK

A fent említett, kétféle kalibrációval kapott eredményeket az 1. diagram szemlélteti. Az adatokat megvizsgálva a gyári kalibráció esetén megjelenített színingerek kivétel nélkül nagy színinger-különbséget mutattak a színpaletta színeihez képest. A saját kalibráció ehhez képest mindössze 6 szín esetén eredményezett nagy színinger-eltérést (2. táblázat).



1. diagram

A saját- és a gyári kalibráció összehasonlítása

2. táblázat: A saját- és a gyári kalibráció összehasonlítása

szín-megkülönböztetési képesség	saját módszer	gyári kalibráció
nincs	4	0
alig tapasztalható	1	0
észrevehető	5	0
jó	8	0
nagy	6	24

Ezen 6 esetből 4 szín esetén is kisebb színíngert-különbséget kaptunk a gyári kalibrációnál. A maradék 2 esetben pedig az alaposabb vizsgálat feltárta, hogy a megjeleníteni kívánt szín kívül esett a monitor által megjeleníthető szintéren. A színpaletta többi színénél viszont lényegesen kisebb színíngert-különbséget kaptunk a saját kalibrációs módszer javára.

#### 4. KONKLÚZIÓ

Munkánk során, méréseink alapján jelentős különbséget tapasztaltunk a saját- és a gyári kalibráció között. Elemzésünk feltárta, hogy a saját kalibrációs módszerünk – mely szélesebb körben (spektrálisan) használja a kalibrációs mérési eredményeket – alkalmas lehet színmegfeleltetésre és színhelyes megjelenítésre. Konkrétan az általunk vizsgált monitor esetén azt kaptuk eredményül, hogy a saját módszer jobb színhűséget adott, mint a gyári kalibráció.

A témában további kutatásokat folytatunk kalibrációs modellünk finomítására és törekszünk a mérések megismétlésére különféle paneltípusokat és háttérvilágításokat használó monitorokon.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Pusztai László: Színkezelés a gyakorlatban (1-4. rész), Fotóművészet 2011/2 LIV. Évf. 2. Szám - 2011/3 LIV. Évf. 3. Szám - 2011/4 LIV. Évf. 4. Szám - 2012/1 LV. Évf. 1. Szám
- [2] Tátrai Sándor: Színkezelés – color management (1-4. rész), Fotóművészet 2005/5-6. XLVIII. Évf. 5-6. Szám - 2006/1-2. XLIX. Évf. 1-2. Szám - 2006/3-4. XLIX. Évf. 3-4. Szám - 2006/5-6. XLIX. Évf. 5-6. Szám
- [3] Tátrai Sándor: Color Management – színkezelés, Magyar Grafika 2004/5, 27-30
- [4] Gaurav Sharma: Digital Color Imaging, CRC Press LLC, 2003
- [5] Robert Sedgewick: Algorithms, Addison-wesley, 1983.
- [6] János Schanda: Colorimetry - Understanding the CIE System, Wiley, 2007
- [7] R. E. Bedford, G. W. Wyszecki: Wavelength Discrimination for Point Sources. JOSA, Vol. 48, Issue 2, pp. 129-130, 1958.
- [8] Lukács Gyula: Színmérés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982, 87.