

VÁLASZ A

Modern fényforrások színminőségének jellemzése új fejlesztésű színilleszkedési modellek segítségével

CÍMŰ DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

Dr. Horváth András által készített bírálatára

Ezúton szeretném megköszönni Dr. Horváth Andrásnak értekezésemre adott bírálatát, az értékes kritikákat, melyek rávilágítanak a vizuális kísérleteket folytató kutatók állandó problémáira, szembe állítva egymással az időt és a pontosságot.

A dolgozat egyik célkitűzésének teljesítéséhez – vagyis a színilleszkedési modellek megalkotásához – szükséges vizuális megfigyelések minden résztvevő kísérleti személy részéről 27616 stimulus értékelését jelentették. Ilyen mennyiségű kísérleti munkát egy megfigyelő 250 óra alatt végez el. Egyetlen megfigyelő esetén heti 5 napon, naponta egy-egy alkalom beosztással haladva mintegy 9 hónap alatt állt össze a teljes megfigyelési eredményvektor. Fontos volt számomra, hogy minden egyes megfigyelő a teljes sorozatot végezze el, így a megfigyelőket motiválni volt szükséges.

Ezen megkötöttségek szükségessé tették, hogy kompromisszumot kösssek a regresszióhoz használt mintavételezési gyakoriság – jelen esetben az észlelési tényezők szintjei, ebből következően a stimulusok száma – és a megfigyelők száma között. Mivel saját kezdeményezésű alapkutatás keretein belül a kellett a projektet lebonyolítani, a megfigyelők számát kellett korlátoznom.

1. kérdés: A CRT monitoros kísérleteknél biztosítva volt-e, hogy az elemi fénypontok struktúrája a megfigyelők felbontási határa alatt legyen? Ha nem, akkor okozhatott-e ez hibát? (A dolgozat és a publikációk csak a 17 színes képtáblát és a 60 cm-es távolságot említik, a képcső felbontóképességét nem.)

A kísérleti körülmények leírásakor valóban elmaradt a kísérletekhez használt képernyő felbontásának leírása. A megjelenítő kiválasztásakor arra törekedtem, hogy a kísérlet elkezdésének idején elérhető megjelenítők közül a felbontásban, frissítési frekvenciában vizuális megfigyelések követelményeinek eleget tevő terméket válasszam. A megjelenítő kiválasztása előtt érdeklődtem az Ou, Luo szerzőpárosnál is, akik előző évben hasonló felépítésű kísérleteket végeztek CRT monitoron. A kísérletek során 1280 x 1024 pixeles felbontást alkalmaztam. 0,25 mm pixelméretet és 600 mm megfigyelési távolságot feltételezve egy pixel 1,43' látószög alatt látszik. Az emberi szem látásélességének térbeli felbontási korlátja több irodalmi forrás szerint^{i,ii} is 1' körüli érték. A chromatikus kontraszt érzékenységi függvény aluláteresztő jellegű, és határértéke 60-80 periódus per fok körüli értékⁱ, vagyis egyetlen pixel megfigyelésekor a számított látószöggel azonos nagyságrendű. Ehhez járul még, hogy a megjelenítő optikája elmossa az alpixelet, s így az átlagos munkavégzési távolságból (40-60 cm) szabad szemmel nem láthatjuk a megjelenítő képpontjainak alpixeleit, csak nagyítóval. Ezen kívül az 1988-ban felfedezett ún. „subpixel rendering” algoritmusok megnövelik a megjelenítő látszólagos felbontását. Ilyen algoritmus a kísérleti számítógépen használt MS Windows XP megjelenése óta része az operációs

rendszereknek. A munkahelyi ergonómiával foglalkozó ISO 9241-es szabványsorozat számítógépes munkahelyek esetén optimális vizuális távolságként 600 mm-t jelöl meg, 150 mm rugalmassági határral.

2. kérdés: Mekkora a több helyen „legjobban illeszkedő függvények” (pl. (6)-(10) egyenletek) együtthatóinak statisztikus bizonytalansága, szórása?

A dolgozatban „legjobban illeszkedő függvények” együtthatóinak statisztikus bizonytalansága, szórása a regressziós illesztéskor a regressziós együtthatókhoz számított konfidencia intervallumokkal adható meg. A bíráló kérésére az SPSS szoftverrel korábban készített lineáris és nem lineáris regresszió eredménytáblázatait az együtthatókhoz tartozó 95%-os konfidencia intervallumokkal kiegészítettem, ezeket a védésen bemutatom.

3. kérdés: A 16. ábrán feltüntetett mérési adatokra váratlanul jól illeszkedik a feltüntetett görbe, hisz a feltüntetett konfidencia intervallumok legközelebbi tartományán halad át minden esetben. Mivel magyarázható ez?

(Nem lehet, hogy a konfidencia intervallumok túl nagyok? Vagy csak véletlenről van szó?)

A 16. ábrán látható illesztés a *sin* függvény megfelelő paraméterezésével valósult meg. Az önmagában megfigyelt színingerek preferenciájának hatása a színilleszkedésre ez idáig ritkán kutatott terület. A saját eredmények megerősítik az irodalmi hivatkozásként megjelölt Sueeprasan által közölt eredményeket.

4. kérdés: Az 5. tételben és a 8.4. fejezetben ismertetett optimalizációs algoritmus kimenete lett-e valahol verifikálva? Megtörtént-e az optimalizált színekkel működő eszköz elkészítése és tesztelése?

Az 5. tételben és a 8.4. fejezetben ismertetett optimalizációs algoritmus eredményét a disszertációs kutatáskor laboratóriumunkban elérhető ún. RGB világító dióda fényforrás segítségével teszteltem. A disszertáció elkészítése után adódott lehetőségem egy 12 féle különböző csúcshullámhosszú, keskenysávú világító dióda panel elkészítésére, amelyhez többféle színminőségi metrika – köztük a színilleszkedési index – szerinti célspektrumokat optimalizáló programot készítettem.

Ezzel a nemrégiben összeállított kísérleti elrendezéssel a vizuális kísérletek folyamatban vannak.

Tisztelettel:



Szabó Ferenc

Veszprém, 2011. december 9.

ⁱ Eugeno Martinez-Uriegas: Spatial and Temporal Problems of Colorimetry Chapter 13 in Colorimetry: Understanding the CIE system, Ed.: J Schanda,, 2007, Wiley Interscience

ⁱⁱ http://en.wikipedia.org/wiki/Visual_acuity