

Adatelemzés a színdiszkriminációs képesség vizsgálata kapcsán

DATA ANALYSIS WITHIN THE RESEARCH OF THE COLOUR DISCRIMINATION ABILITY

URBIN Ágnes egyetemi tanársegéd¹
ZSIROS Ádám MSc hallgató²
dr. SZILÁGYI Brigitta egyetemi docens³

¹BME-GPK MOGI, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,
Mechatronika Optika és Gépészeti Informatika Tanszék
1111 Budapest XI., Bertalan Lajos utca 4-6. D ép. IV. em. 429. Tel. +36 1 463 2149
urbinagnes@mogi.bme.hu, <https://mogi.bme.hu/>

²BME-GPK, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar
Tel. +36 30 453 6555, adam.zsiros@live.com

⁴BME-TTK GEOM, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Természettudományi Kar, Matematika Intézet, Geometria Tanszék
1111 Budapest XI., Egry József út 1. H ép. II. em. 22. Tel. +36 1 463 2670
szilagyi@math.bme.hu, <https://math.bme.hu/~szilagyi/>

ABSTRACT

Determining the lower limit of the colour discrimination ability, and additionally quantifying the colour and the direction dependence of it, has high priority nowadays. In course of the research, this property was questioned in the case of people with normal vision at several colour points of CIE 1976 colour space. In order to process the results and determine the repeatability and the accuracy of the measurements, as well; moreover, encouraging for further researches, a complex data processing software was created.

Keywords: Cambridge Colour Test, CIE 1976 colour space, colour discrimination ability, just noticeable stimuli values

KIVONAT

A színdiszkriminációs képesség alsó határának meghatározása, valamint ennek színpont- és irányfüggésének számszerűsítése napjainkban is kutatott terület. A kutatás során épszínlátó személyek ezen tulajdonsága került megvizsgálásra a CIE 1976 színrendszer számos színpontja esetén. A vizsgálatok eredményeinek feldolgozására, valamint a mérések ismételhetőségének és pontosságának meghatározására, valamint a későbbi kutatások elősegítésére komplex adatfeldolgozó szoftver készült.

Kulcsszavak: Cambridge Colour Test, CIE 1976 színrendszer, színdiszkriminációs képesség, legkisebb észlelhető küszöb

1. BEVEZETÉS

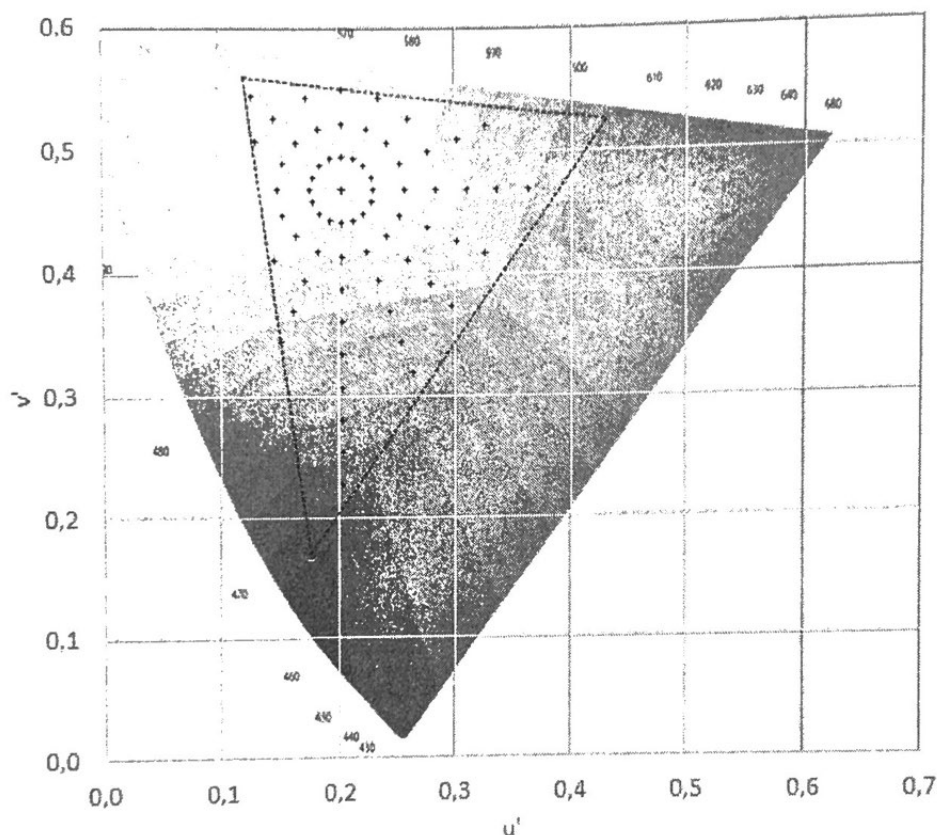
A nyomdatechnika mellett rohamosan teret hódító, majd napjainkban rendkívül dinamikus fejlődő digitális képmegjelenítő eszközök és kijelzők világában egyre inkább szükségessé válik a különböző képalkotó technológiák összehangolása. Emellett fontos megemlíteni, hogy az eddigi általános használat során a kijelzők (kiváltképp irodai) kontrollált környezetben kerültek felhasználásra, azonban az utóbbi időben (okostelefonok, táblagépek mindennapos használata miatt) már elvárt, hogy a felhasználó sötétben, napfényben vagy a kijelzőre többféle szögben rátekintve is ugyanazt a képet lássa a képernyőn, amit a gyártó láttatni kíván. Ennek következtében kiemelt fontosságú a felhasználók szempontjából optimalizálni ezen kijelzőket, vagyis érdemes alapul venni az emberi érzékelést, ezért lényeges olyan kutatásokat végezni, amelyek ezt segítenek feltérképezni.

1.1. Elméleti áttekintő

Az emberi színérzékelés vizsgálata során érdemes az emberi színdiszkriminációs képességgel kapcsolatos vizsgálatokat végezni, ehhez kézenfekvő az emberi színdiszkriminációs képesség alsó határát, vagyis a legkisebb (ember által) észlelhető küszöbértéket (LÉK) feltérképezni, ezen küszöbérték szemléltetésére pedig érdemes választani egy színrendszert.

A történelem során a technika fejlődésével egyre nagyobb igény mutatkozott a színek számszerűsítésére, ezért 1931-ben a Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság (Commission Internationale de L'Eclairage)

elfogadta a színek objektív és egyértelmű leírására az additív színkeverésen alapuló CIE 1931 színrendszert. MacAdam 1942-ben rátalált ezen színrendszer sajátosságára: azt tapasztalta, hogy a legkisebb észlelhető küszöbérték függ attól, hogy a referenciaszín, (amelyhez az összehasonlítást végzi a mérőszemély) hol helyezkedik el a CIE 1931 diagramon; továbbá azt is megfigyelte, hogy ezen érték attól is függ, hogy az említett színrendszerben milyen irány mentén történik a mérés: mely egyenes mentén keresik a legkisebb észlelhető küszöbértéket egy adott referenciaszínhez képest. [1] Ennek következtében kijelenthető, hogy a CIE 1931 színrendszer emberi színérzékelésre nem egyenletes, továbbá akkor mondható egyenletesnek egy színrendszer, amennyiben bármely két, azonos távolságra lévő pontja között azonos ingerkülönbség lép fel az emberi szervezetben. A színrendszerek egyenletessé tétele számos kutatás tárgya. Egy a mai napig elterjedt, lineáris transzformációk eredményeként adódó (de még nem egyenletes) színrendszer McLaren által került megalkotásra, ez az 1. ábrán látható CIE 1976 színrendszer, amely a mérések alaprendszere volt.



1. ábra

Mérési pontok a CIE 1976 színrendszerben [2]

Az említett küszöbérték vizsgálata során számos meghatározandó paraméter felmerül, amelyek egyrésztől komplexsége teszik a vizsgált minta jellemzőinek definiálását, másrésztől lehetőséget adnak mélyebb összefüggések megalkotására. A vizsgálandó jellemzők: a referencia színpontok száma és koordinátái; a konkrét vizsgált irányok; az irányok száma; a legkisebb észlelhető küszöb értéke adott irány mentén; egy ember esetében végzett mérések száma; az alanyok életkora; az alanyok fáradtsága; szintévesztő alanyok bevonása a kísérletbe; illetve a vizsgálat időtartama.

Jelen vizsgálat során a minta jellemzőire vonatkozó korlátozások az alábbiak:

- a referencia színek száma az 1. ábrán látható 75 színpontra került korlátozásra, a konkrét vizsgált irányok az emberi színlátás és színérzékelés mechanizmusa alapján a protan (P), deutan (D), illetve tritan (T) konfúziós irányok voltak [3]
- az alanyok életkora 19-25 év közötti
- a vizsgálatok pedig nappal kerültek elvégzésre a kizárólag épszínlátó személyek esetén elvégzett kísérlet során,

így a többi jellemző került vizsgálatra.

1.2. A kutatás célja

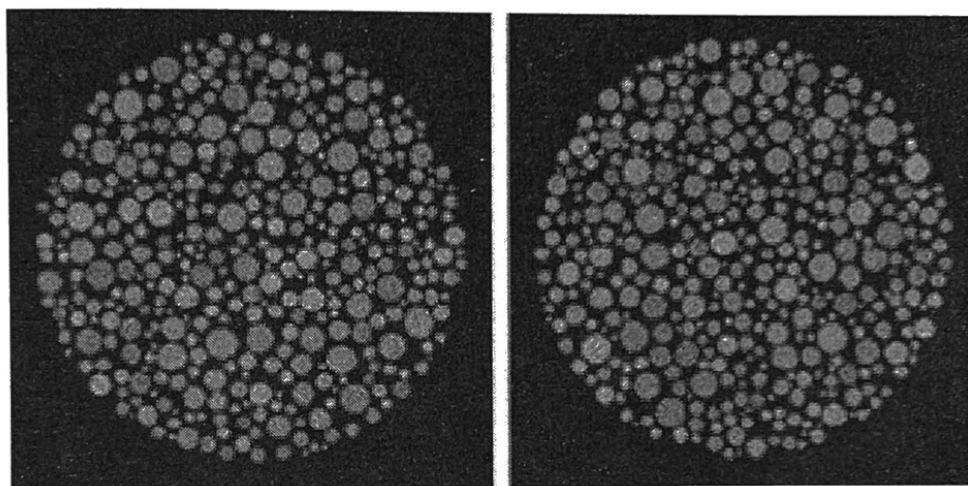
A bemutatott munka célja egy szoftver elkészítése, amely a mérési eredményeket (a mérőszoftver által generált egyedi kiterjesztésű állományokat) beolvassa, ezen kívül rendszerezi őket az említett tulajdonságok alapján, hogy hatékonyan, egy egységes keretrendszernek megfelelően lehessen tárolni őket, valamint a későbbi adatfelhasználás (statisztikai számítások) során könnyedén kezelhetők legyenek. A kutatás hosszú távú célja az emberi színdiszkriminációs képesség feltérképezése, modellezése és egyenletes színrendszer meghatározása.

2. A KUTATÁS

A kutatási cél teljesítéséhez elengedhetetlen méréseket végezni, majd a rendelkezésre álló mérési eredmények alapján az adatfeldolgozó statisztika segítségével vonhatók le következtetések.

2.1. A mérés

Az elvégzett mérések során a CIE 1976 színrendszerben az épszínlátó megfigyelők LÉK értéke került vizsgálatra egy adott referencia színponthoz (azaz háttérszínhez) képest, ismert (P, D és T) irányok mentén. A vizsgálatához használt szoftver a Cambridge Colour Test, amely esetén pszeudoizokromatikus Landolt C ábrák állását szükséges meghatározni a mérőalanynak [3][4]. A program a helyes válaszok alapján eredményként a LÉK értéket adja adott irány mentén, adott háttérszín esetén.



2. ábra

A Cambridge Colour Test Landolt C ábrái [4]

2.2. Az adatok feldolgozása

Az adatok gyors és pontos elemzéséhez szükséges egy elektronikus adatbázis, amely a legnagyobb mértékben automatizált, hogy az emberi hibák kiküszöbölésre kerüljenek, valamint bonyolultabb számítások is elvégezhetők legyenek. A fejlesztés fenntarthatóságát az adatbázis kiértékelő rendszer modularitása tudja biztosítani, cél tehát, hogy a lehető legrészletesebb strukturáltság jellemezze a programot. Ebben az esetben, ha valamilyen változtatásra van szükség, a megfelelő strukturáltság esetén könnyen elvégezhető, valamint újabb modulok is könnyen implementálhatók a programcsomagba. Erre a célra került létrehozásra egy 26 alprogramból álló Matlab szkript-család, amely az adatfeldolgozást a nyers, Cambridge Colour Test program által generált fájlok beolvasásával kezdi, ezt követően az 1.1. pontban említett paraméterek alapján rendszerezi a mérési eredményeket és egy vizuálisan is áttekinthető Excel táblázatba rendezi őket. Ezen kívül, hogy a mérések visszakövethetők legyenek, minden mérés számára a bemenő paraméterek (mérőalany és a fix paraméterek) alapján egy kölcsönösen egyértelmű egyedi azonosítót generál.

A mérési eredmények statisztikai kiértékelésével összehasonlíthatóvá válik különböző emberek azonos pontban, valamint ugyanazon emberek azonos és különböző pontokban elvégzett mérései, amelyből a mérés bizonytalansága állapítható meg.

Ahogy az 1.1. pontban is említésre került, a CIE 1976 színrendszer sem egyenletes, a mérési eredményekre referenciapontként ellipszis illeszthető. Ennek következtében további kiértékelési módszer az említett LÉK értékek statisztikai vizsgálatán kívül az azokra illesztett ellipszisek vizsgálata is, hiszen ezen ellipsziseken helyezkednek el az adott háttérszínponttól (középpont) azonos ingerkülönbséggel rendelkező pontok, így ezek segítségével jól számszerűsíthető egy színrendszer egyenletessége.

3. EREDMÉNYEK

A célkitűzésként felállított program elkészült, a megkövetelt tulajdonságokat teljesíti: beolvassa a „nyers”, program által egyedi fájlkiterjesztésbe exportált mérési eredményeket; rendszerezi őket a megadott tulajdonságok alapján; egy egységes keretrendszerben kerülnek tárolásra. Emellett a program moduláris felépítése is megvalósult a későbbi hatékonyabb fejlesztés érdekében, továbbá egyedi azonosítóval látja el a méréseket a gördülékenyebb hivatkozást és kommunikációt elősegítve.

A programcsomag statisztikai próbák alapján (átlag-, szórás- és hibaszámítás) alapján képes minősíteni a sokaság paramétereit, ezen kívül becslés készíthető a sokaság vizsgált paramétereinek várható értékére. Ezen kívül a legkisebb észlelhető küszöbérték irányonként történő összehasonlítása mellett az eredményekre referencia színpontként illesztett ellipszisek paraméterei is összehasonlíthatók:

- kis- és nagytengety hossza
- nagytengety állása az abszcissza tengetyhez viszonyítva
- ellipszis területe:
- területarányok: ellipszisek metszeteinek és unióinak területaránya

4. DISZKUSSZIÓ

A keretrendszer lehetővé teszi a kifejezetten időigényes mérések hatékony elemzését, ezzel a kísérleti tervek pontosítását és a színdiszkriminációs képesség további vizsgálatát különböző tulajdonságok (pl, életkor, színlátás helyessége, kromatikus adaptációs állapot) függvényében.

A programcsomag létrehozásával lehetőség nyílt két fő alkalmazási terület vizsgálatára:

- ismételhetőség kutatása: referencia színpont és a megfigyelő személye nem változik a mérések ismétlése során
- eredmények változásának kutatása a referencia színpontok függvényében.

HIVATKOZÁSOK

- [1] MacAdam, D. L., Visual sensitivities to color differences in daylight, Journal of the Optical Society of America, Optical Society of America, 1942, Vol. 32, Issue 5, pp. 247-274
- [2] efg's Computer Lab, Chromacity diagrams lab report, <http://www.efg2.com/Lab/Graphics/Colors/Chromaticity.htm> (2018.10.21.)
- [3] Wenzel, K., Színtan, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Kar Mechatronika Optika és Gépészeti Informatika Tanszék, 2013
- [4] Cambridge Research Systems, Investigate the limits of colour discrimination, <https://www.crsltd.com/tools-for-vision-science/measuring-visual-functions/cambridge-colour-test/>, 2000
- [5] Mollon, J. D. & Regan, B. C., Cambridge Colour Test [Computer software manual], <https://sites.oxy.edu/clint/physio/article/cambridgecolourtesthandbook.pdf>, 2000