



BMe
Research
Grant



Department
of
Mechatronics,
Optics and
Engineering
Informatics

H-1521 Budapest
Bertalan Lajos u.
4-6.
Building D, 407

[Home page](#)



Faculty of Mechanical Engineering
Department of Mechatronics, Optics and Engineering Informatics

Color Engineering Research Laboratory

Introducing the research area

The human sensory system perceives information of the surrounding world through its five main sensing organs. Among our sensors human eye is responsible for the perception of more than 90% of the incoming information. Our visual system is able to process color signals comprising one of the most important data for human perception.

The aim of color engineering research laboratory of the [Department of Mechatronics, Optics and Engineering Informatics](#) is to research and understand the processing of this color information from the engineering point of view. Three specific areas of this wide science are in focus at the laboratory:

- diagnosis and correction of human color deficiency
- research of color displays
- research and development of light sources

Brief introduction of the research place

The Color Engineering Research Laboratory is part of the Department of Mechatronics, Optics and Engineering Informatics which is one of the three largest departments of the [Faculty of Mechanical Engineering](#) at the Budapest University of Technology and Economics. Besides the scientific fields comprising the name of the department, several interdisciplinary areas are being researched here.

The Department is responsible for the discipline of Mechatronic Engineering at both BSc and MSc levels having the highest entrance level for engineering courses in Hungary. The Department also manages its own PhD subprogram.

The colleagues at the Color Engineering Research Laboratory have MSc degrees in mechanical, electrical and informatics engineering and most of them have concluded the PhD. Our colleagues manage several national and international R&D projects annually in the related areas.

History and context of the research

The first steps in color engineering were the establishment of the research project on color vision deficiency correction by Dr. György Ábrahám and Dr. Klára Wenzel, professors of the [Department of Precision Mechanics and Optics](#) (predecessor for the Department). Initially, scientific work had been carried out involving students, in the frames of diploma and scientific competition work and soon the research resulted in new findings on the concept of color vision deficiency and its correction became the next target. (The so-called red-green color deficiency inherited genetically is a still incurable problem, however, it can be corrected by means of specific color filters.)

To understand the optical and psychological principles and methods of color deficiency correction, some basic research has been carried out at the laboratory. Modern mathematical methods have been applied in the modeling of human color vision that resulted in the development of several new tools and instruments for color vision measurement and diagnosis. These were then tested on more than 600 color deficient university students. In 1993 the method of the first generation

color correction filters were patented, followed by a patent on new color vision measurement instrument in 1995. The patent costs were covered by the Hungarian Patent Bureau [1, 2, 3, 4].

Recently adopted directions in color vision research target the more accurate understanding and diagnosis of the different color deficiency types. This includes research on computer color displays used in the qualitative and quantitative testing and diagnoses of color deficiency.

The research on computer displays has been involved in color vision research when searching for new test methods and especially when developing new test equipment. The design and construction of a new instrument always requires significant financial support. However, if the development work was confined to software using available computer displays the distribution and application of color vision testing could be made more affordable. Therefore the first step in researching monitor-based color vision applications was the implementation of standard color vision tests for the computer. Obviously, this required the analysis and measurement (calibration) of various types of color display technologies and products.

Research and development of light sources is based on the cooperation between the Department and GE Hungary Ltd., a leading manufacturer of lighting applications worldwide. Several joint projects target the development of light sources based on our knowledge of the human color vision. In parallel with this, the Department is conducting human visual tests on several new light source types.

Aim of the research

Inherited color deficiency is a genetical problem of human color vision. In Europe approximately 8% of the male and 0.5% of the female population is color deficient to some extent. Color deficiency also can be acquired as side effect of diseases, poisoning or alcoholism, however, this type of the problem is generally curable.

Inherited color deficiency on the other hand cannot be cured medically. Correction filters, however, are available for treatment and significant improvement.

One of the primary goals for our research laboratory is to provide convenient and applicable color vision correction glasses (and contact lenses) that can be successful in both scientifically and both on the market.

Besides the correction glasses we also have the task to develop and construct easily applicable tests and diagnostic systems for the use by medical professionals.

The scientific activities in researching and developing of novel light sources targeted the improvement of the compact and linear fluorescent lamps replacing the classical and outdated incandescent lighting solutions with special focus on the following parameters:

- color rendering
- perceived brightness
- luminous efficiency

The analysis and evaluation of the newly developed light sources also require the development of novel methods and applications for human visual testing.

Methods

The photoreceptors of human vision are located at the back of the eye. Color vision is realized with the three different pigments of the cone photoreceptors (l - protos, m - deuterops, s - tritos). Their spectral sensitivity curves are displayed in the following figure:

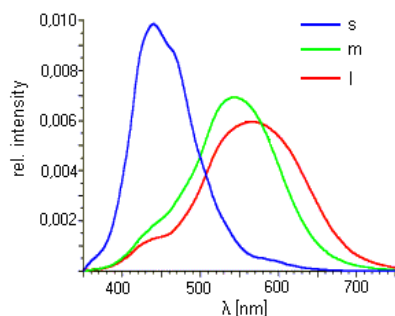


Fig.1. – Spectral sensitivity of the human cone photoreceptors

The main cause of color deficiency is the shift of one of these sensitivity curves with wavelength. Based on this, several different types are known (Fig.2.).

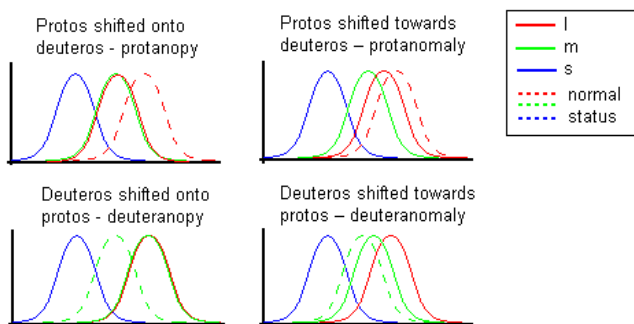


Fig. 2. - Spectral sensitivity curves of protan and deutan color deficient

To compensate the sensitivity shift specially designed color filters are applied. The color filter layers are designed so that they modify the incoming light's spectral distribution in a way that stimulates the color deficient eye like one of a color-normal. For this the spectral transmission characteristics of the color filters have to achieve the correct spectral positioning of the sensitivity curves such as in Fig.1. The reduction in light input caused by the application of filters is compensated by the adaptation ability of the human visual system [4, 5].

The large variety of color deficiency types require the specification and design of several correction filters. Therefore, we have designed and created a set of color deficiency correction glasses which can be conveniently and rapidly applied in the practice of color vision correction.

Our research group has also developed novel color vision test instruments such as the **PDT 2000** and **Anomalchecker**, which are currently being further improved [6, 7].

Additionally to these non-instrumental test methods, several others are constantly being developed mainly using computer color displays such as the CRT and the LCD. For the adequate application of color vision tests the monitors have to be calibrated and here we can apply our newly developed monitor calibration system. Significantly more cost effective, although, less accurate visual calibration methods are also being developed using the human eye as a calibration tool.

Several of the classical color vision test methods have been implemented for the computer display. Besides the Farnsworth and Ishihara tests, new methods have also been worked out such as the **MMAM** (Modified Minimal Apparent Motion Test) and the **CCSF** (Color Contrast Sensitivity Function) [10, 11, 12].

Our new light sources development project is based on the methods of phosphor coating design and testing worked out at the laboratory. According to the latest directives of the European Union, classical incandescent light sources are continuously being replaced by fluorescent types which, unfortunately lack significantly in color rendering. The main

aspect of their design; therefore, is the spectral power distribution of their emission creating the most adequate and ergonomic lighting for human vision. To create the spectral emission characteristic necessary for the specific purposes we have to modify and specifically design the phosphor coating of fluorescent lamps. Output parameters for the optimization are color rendering (gamut area), correlated color temperature and luminous efficiency. The optimization of the color gamut is supported by the Organic Color System (OCS) created by Dr. György Ábrahám [13].

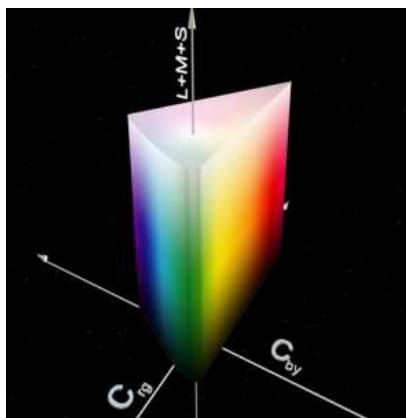


Fig. 3. - The Organic Color System (OCS)

The research work is constantly producing new phosphor coating receipts that improve color rendering and/or color gamut area while maintaining correlated color temperature and luminous efficiency.

The light sources developed are tested with photometric measurement equipment along with different human visual tests. Our laboratory has developed new human test instruments and methods such as perceived brightness testing system and color contrast test that can evaluate human vision through objective parameters. The results of the human tests provide feedback for the phosphor coating design facilitating further light source development work [14].

Results

The projects on color deficiency diagnoses and correction have already provided several scientific results during the long research period:

- color vision correction glasses – as product
- color vision test instruments: Anomalchecker, PDT 20000
- 15 patents (including international patents)
- 3 spin-off companies applying the results of the research group: Colorlite Plc., Daltonon Ltd., Colorlite Ltd.
- 8 international exhibitions: Hannover, Strasbourg etc.
- 1 Doctor of Science degree of the Hungarian Academy of Sciences
- 2 habilitations
- 5 PhD degrees

Results in the field of computer displays research:

- new calibration methods
- color vision tests applied to computer monitors

Results of light sources research and development:

- development of a novel test series for the human visual evaluation of light sources
- development of novel light sources

Expected impact and further research

The color deficiency correction glasses are currently available on the international market through spin-off companies. The international ophthalmology community has welcomed the possibility of correcting color deficiency. In Hungary several

hundreds of color deficient people could choose professions where good color vision was a requirement with the aid of these glasses.



Fig.4. - The set of color deficiency correction glasses

The manufacturing of the color vision correction glasses still faces multiple challenges. Further researches will be required to decide whether thermodiffusion or vacuum evaporation technology should be applied in the future.

From the side of the customers, there is a demand for color vision correction via contact lenses – a further challenge for the research group.

The diagnosis of color vision is a priority in our future developments. Accurate and inevitable diagnosis is necessary for the determination of the appropriate color correction glasses. The research laboratory is working on several new test methods and measurement instruments for this purpose.

The novel phosphor coatings modeled and calculated by the research group are in the process of realization and introduction to the market. Human visual tests are continuously supporting the model calculations. Considering the latest changes in lighting market and applications, we expect a large proportion of research and development to be launched on special light sources and spectral improvement in cooperation with GE Hungary Ltd.

Publications, references, links

5 significant publications from the last 5 years:

Ábrahám Gy, Katona P, Kovács R, Nagy B, Tóth Katalin
A megvilágítás hatása a színlátásra (Effect of Illumination on Color Vision - in Hungarian)
MŰSZAKI SZEMLE: 30-35 (2009)

Wenzel K, Samu K, Langer I.
Színtani gyakorlókönyv színtévesztőknek - alapfokú gyakorlókönyv (Colorimetric training book for people with color deficiency - in Hungarian)
ISBN 978-963-06-6698-5 (2009)

Wenzel K, Samu K, Mihalik G
Colorimetric training book
CIE Light and Lighting Conference, CIE Proceedings PwDaS-46, Budapest (2009)

Gy Ábrahám, B V Nagy
Organic Color System
AIC Symposium, Budapest (2007)

Ábrahám Gy
Filter technology applying to the improvement of the human vision
8th Int. Conf. on Mechatronics and Precision Engineering, pp. 157–160, Cluj-Napoca, Romania (2006)

5 significant publications from the previous time period:

Abraham G, Korosi H, Schanda J, Shapiro A G, Wenzel K
Anomalies in additive color matches
COLOR RESEARCH AND APPLICATION 20:(4) pp. 235–244. (1995)

Kovacs G, Kucsera I, Abraham G, Wenzel K
Enhancing color representation for anomalous trichromats on CRT monitors
COLOR RESEARCH AND APPLICATION 26: pp. S273–S276. (2001)

Gy Ábrahám, B V Nagy
Colour deficiency: the dysfunction of the photoreceptors and its correctional possibility with optical filters
ACTA PHYSIOL HUNG 89: (1–3.) (2002)

Ábrahám Gy
Principles of correction of colour deficiency by filter glasses
PERIODICA POLYTECHNICA-MECHANICAL ENGINEERING 45:(1) pp. 3–10. (2001)

B V Nagy, Gy Ábrahám
Spectral Test Instrument for Color Vision Measurement
JOURNAL OF BIONICS ENGINEERING 2:(2) pp. 075–079. (2005)

Related links:

<http://canopus.mogi.bme.hu/szinlatas/index.html>
<http://www.daltonon.hu/>
<http://www.colourvision.info/>

Media appearances:

[Kossuth Rádió – Napközben \(04.05.2010.\)](#) - (in Hungarian)
[MTV – Válaszd a tudást \(28.06.2007\)](#) - (in Hungarian)
[MTV – Válaszd a tudást \(26.10.2006\)](#) - (in Hungarian)
[MTV – Non Plus Ultra \(18.04.2005\)](#) - (in Hungarian)
[DUNA TV – Heuréka \(30.03.2003\)](#) - (in Hungarian)
[MTV – Tudósítás a strassburgi EU innovációs kiállításról \(15.11.2002\)](#) - (in Hungarian)
[RTL Klub – Fókusz \(03.05.2000\)](#) - (in Hungarian)
[MTV – Amőba \(1998\)](#) - (in Hungarian)
[ARD \(Germany\) – Tudósítás a hannoveri kiállításról \(1994\)](#) - (in German)

References:

[1] Ábrahám Gy, Szappanos J, Wenzel G
Method and optical means for improving or modifying color vision and method for making said optical means
USA Patent No. 5,774,202 (1998)

[2] Ábrahám Gy, Wenzel K
Method and Apparatus for Determining Spectral Sensitivity Parameters of Colour-Sensitive Receptors in the Eye
US Patent No. 2,801,808 (1998)

[3] Ábrahám Gy, Wenzel K
Method and Apparatus for Determining Spectral Sensitivity Parameters of Colour-Sensitive Receptors in the Eye
European Patent (United Kingdom, Austria, Belgium, France, Netherland, Germany, Italy, Spain, Switzerland-Lichtenstein, Sweden) No. 0755218 (1998)

[4] Ábrahám Gy
Principles of correction of colour deficiency by filter glasses
PERIODICA POLYTECHNICA-MECHANICAL ENGINEERING 45:(1) pp. 3–10. (2001)

[5] Ábrahám Gy, Nagy B V
The dysfunction of the photoreceptors and its correctional possibility with optical filters
ACTA PHYSIOLOGICA HUNGARICA 89:(1–3) pp. 188–189. (2002)

[6] Ábrahám Gy, Schanda J, Nagy B V
Szintésvizsgáló vizsgáló anomálcikkő mőszert (Anomalchecker for Color Deficiency Testing - in Hungarian)
Proc. XXIXth Kolorisztikai szimpőzium, pp. 1–15., Eger, Hungary, (2003)

[7] B V Nagy, Gy Ábrahám
Spectral Test Instrument for Color Vision Measurement
JOURNAL OF BIONICS ENGINEERING 2:(2) pp. 075–079. (2005)

[8] Samu K
Számítógépes monitorok automatizált gamma-gőrbe és színhőmérséklet-mőszertének fejlesztése (Development of Automatic Test Equipment for the Measurement of Gamma Curve and Color Temperature of Computer Monitors - in Hungarian)
MAGYAR ELEKTRONIKA 23: (12) 23–25 (2006)

[9] K Samu, A Molnar
The possibilities of the colorimetric measurement of the computer monitors' primers with photodetector
Gépészlet 2010: Proceedings of the 7th Conference on Mechanical Engineering, ISBN:978-963-313-007-0, pp. 790–795, Budapest, Hungary (2010)

[10] K Samu, K Wenzel
Presenting surface colors on computer controlled CRT display
FACTA UNIV, SER MECH ENG 16: 177–183 (2003)

[11] Ladunga K, Wenzel K, Ábrahám G
New Computer Controlled Color Vision Test

Proc. of Photonics Device and Systems, SPIE, pp. 501–505, Prague, (1999)

[12] K.Wenzel, K.Ladunga, K.Samu
Measurement of color defective and normal color vision subject's color and luminance contrast threshold functions on CRT,
Periodica Polytechnica, Vol. 45. No. 1., PP. 103–108, (2001)

[13] Dr. Ábrahám György
A színtévesztés korrigálása és méréstechnikája (Correction and Measurement Technique of Color Deficiency - in Hungarian)
MTA DSC dissertation (2004)

[14] Ábrahám Gy, Katona P, Kovács R, Nagy B, Tóth Katalin
A megvilágítás hatása a színlátásra (Effect of Illumination on Color Vision - in Hungarian)
MŰSZAKI SZEMLE: 30–35 (2009)

Colleagues of the Color Engineering Research Laboratory:



Dr. György Ábrahám



Dr. Klára Wenzel



Dr. Balázs Vince Nagy



Dr. Gábor Kovács



Dr. Krisztián Samu



Dr. Róbert Tamás
Fekete



BMe
Kutatói
pályázat



**Mechatronika,
Optika és
Gépészeti
Informatika
Tanszék**

1521 Budapest
Bertalan Lajos u.
4-6.
D épület, 407.

[Honlap](#)



Gépészmérnöki Kar

Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék

Színmérnöki kutatóműhely

A kutatási terület néhány soros bemutatása

A körülöttünk zajló világról öt érzékszervünk által szerzünk tudomást. Az információk legnagyobb részét, 90%-át azonban szemünktől kapjuk. Az emberi szem színesen lát, ezért a színes információ talán a legfontosabb adat számunkra.

A Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék (MOGI) színmérnöki kutatóműhelye ennek a színes információnak mérnöki aspektusait kutatja. A tág szakterület három ágán folyik jelentős kutatómunka:

- a színtévesztés diagnózisa és korrekciója
- színes megjelenítő-eszközök kutatása
- fényforrások kutatása és fejlesztése

A kutatóhely rövid bemutatása

A színmérnöki kutatóhely a Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszéken található amely a Gépészmérnöki Kar három legnagyobb tanszéke közé tartozik. A tanszék szakterületei közé tartozik a nevében található mechatronika, optika, műszaki és gépészeti informatika tudományterületek mellett a gépészmérnöki tudományok határterületein található több interdiszciplináris terület is.

A MOGI tanszék az MSc és BSc szintű mechatronikai mérnök képzés gesztora, mely országosan a legnagyobb felvételi ponthatárral büszkélkedhet. A tanszék önálló doktorképző alprogramot vezet.

A színmérnöki kutatóhely munkatársai gépész-, villamos- és informatikai mérnöki szakdiplomával, illetve PhD fokozattal rendelkeznek, és a három fő kutatási irány mellett évente több hazai és nemzetközi KK-megbízást teljesítenek, illetve több pályázat munkájában is részt vesznek.

A kutatás történetének, tágabb kontextusának bemutatása

A BME Finommechanikai Optikai Tanszékén (ma MOGI Tsz.) a kutatóhely két professzora (Dr. Ábrahám György és Dr. Wenzel Klára) 20 évvel ezelőtt kezdett el a színtévesztéssel foglalkozni. Kezdetben egyetemi hallgatók bevonásával, diplomatervezési és tudományos diákköri munkák keretében folyt a kutatási munka.

Hamarosan rájöttek, hogy a színtévesztés szemészeti okáról ismert addigi nézetek tévesek, és valószínűleg ez okozza, hogy az orvosok úgy tudják, hogy a színtévesztés korrigálása lehetetlen. (A legelterjedtebb vörös-zöld színtévesztés genetikai eredetű, öröklött rendellenesség, és mint ilyen, ma még valóban nem gyógyítható, de színszűrős szemüveggel korrigálható.)

A színtévesztés korrekciójához alapkutatásokat kellett folytatni a színtévesztés optikai, fiziológiai okainak mélyebb megismerésére. A kutatásban a legmodernebb módszereket alkalmazták, pl. matematikailag modellezték az emberi szem színlátását, új mérési módszerek egész sorát fejlesztették ki, új

mérőműszereket építettek és a szintévesztő egyetemi hallgatók bevonásával mintegy 600 személyen végeztek méréseket. 1993-ban a kutatók szabadalmaztatták a szintévesztést korrigáló színszűrős szemüvegeiket, 1995-ben pedig egy a szintévesztés mérésére szolgáló új műszert is. A szabadalmazás költségeit pályázat alapján a Magyar Szabadalmi Hivatal támogatta [1, 2, 3].

A szintévesztés kutatása az elmúlt években a szintévesztés pontos diagnosztizására irányul. Ennek keretében folyik a számítógépes monitorok kutatása. Ugyanis a színes monitor mint diagnosztikai eszköz nagy mértékben egyszerűsíthető és széles körben elterjeszhető a szintévesztés kvalitatív és kvantitatív mérését.

A színes megjelenítő-eszközök (számítógépes monitorok) kutatása a színlátáskutatás folytán került a kutatóműhely érdeklődési körébe. A színlátáskutatás egyik ma is dinamikus fejlődő területe a szintévesztés diagnosztizálása. A szintévesztés-diagnosztikai műszerek és módszerek nagy része költséges és csak komoly szaktudás birtokában alkalmazható. Célszerű ezért a hagyományos és új színlátásvizsgáló módszereket átültetni számítógépes monitorokra. Ezáltal a színlátásvizsgálat leegyszerűsíthető, meggyorsítható és költséghatékonyra tehető. Ehhez azonban elengedhetetlen a különböző típusú számítógépes megjelenítő eszközök technológiájának és mérésének (kalibrálásának) a kutatása.

A fényforrások kutatása és fejlesztése a GE Hungary Kft.-vel közösen történik. A kutatóműhely színlátáskutatásból eredő tapasztalata kapcsán kezdett együttműködést a fényforrás K+F és gyártás területén világszinten piacvezető céggel. Az együttműködés keretében a kutatóműhely a fényforrásfejlesztés terén végez kutatómunkát. Ezzel párhuzamosan a kifejlesztett új fényforrások humán vizsgálatokkal történő tesztelése is itt folyik.

A kutatás célja, a megválaszolendő kérdések

A színes látás örökletes genetikai zavara a szintévesztés. Európában a felmérések szerint a férfiak 8%-a, a nők 0,5%-a öröklötten szintévesztő. Vannak szerzett színlátási zavarok is, de ezek általában valamely ártalom (alkoholizmus, mérgezések, betegségek) következményei, és ennek megszűnésekor el szoktak múlni.

A szintévesztés nem gyógyítható sem gyógyszeresen, sem műtéttel. Az optikai színszűrőkkel történő szemüveges korrekció azonban eredményesen javítja a szintévesztők színlátását.

A kutatóműhely célja olyan, a piac számára is könnyen felvehető színszűrős szemüveg (és kontaktlencse) kifejlesztése, amely sikerrel korrigálja a szintévesztést. A szemüveghez egy olyan diagnosztikai rendszert is ki kell fejleszteni, amely segíti a szemészeket és az optikusokat a minél egyszerűbb színlátás-diagnózis felállításában.

A kutatóműhely fényforrás-fejlesztési tevékenységének célja az, hogy az EU-ban leváltandó hagyományos izzólámpák helyébe lépő újonnan kifejlesztett fluoreszcens fényforrások (fénycsövek és kompakt fénycsövek) minél jobb paramétereket érjenek el a következő jellemzőkben:

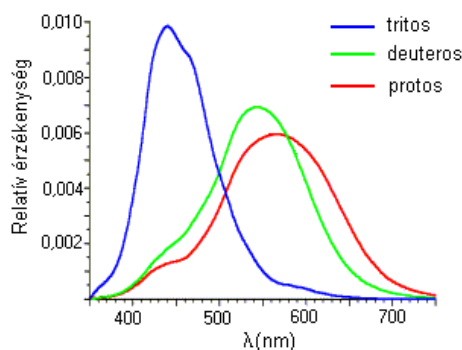
- színvisszaadás
- észlelt világosság

- fényhasznosítás

Emellett célként szerepel olyan új humán tesztek kifejlesztése, amelyek sikerrel definiálják az új típusú fényforrások vizuális minőségét.

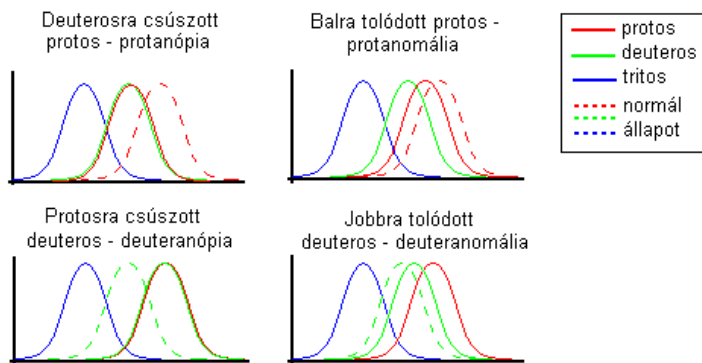
Módszerek

A látás receptorai az emberi szemben található csapok. A színlátás működését a csapok 3 különböző típusú pigmentje biztosítja. Ezáltal három különböző hullámhossztartományra érzékeny csapot különböztethetünk meg (l - protos, m - deuterós, s - tritos). Ezek spektrális érzékenysége az alábbi ábrán látható:



1. ábra: Az emberi szem spektrális érzékenysége

A szintévesztés abból adódik, hogy ezek az érzékenységi görbék a hullámhossz mentén egymáshoz képest különböző mértékben eltolódhatnak. Ebből több típusú és eltérő súlyosságú szintévesztés is kialakulhat (2. ábra).



2. ábra: A protán és deután szintévesztéstípusok spektrális érzékenysége

A rendellenesség kiküszöbölésére felhasználható egy speciálisan erre a célra tervezett színszűrő. Olyan réteget kell tervezni, amely a rajta áthaladó fény spektrumának változtatása révén a szintévesztőben is az épszínlátókhoz hasonló ingerületet vált ki. Ehhez a színszűrőnek egy olyan spektrális transzmissziós alakkal kell rendelkeznie, hogy a receptor görbék maximumát a normál szem érzékenységi görbéinek helyére (1. ábra) tegye. A szintévesztés korrekciójának fontos eleme még az ilyen módon „eltolt” receptor görbék világosság-adaptációja, amely biztosítja a szintévesztők színlátásának tökéletes javulását [4, 5].

A szintévesztés sokszínűségéből adódik, hogy a korrekció csak több típusú (eltérő spektrális transzmissziós karakterisztikájú) színszűrővel valósítható meg. Ebből a célból egy olyan színszűrő szett készült, amelyben megtalálhatók a fő

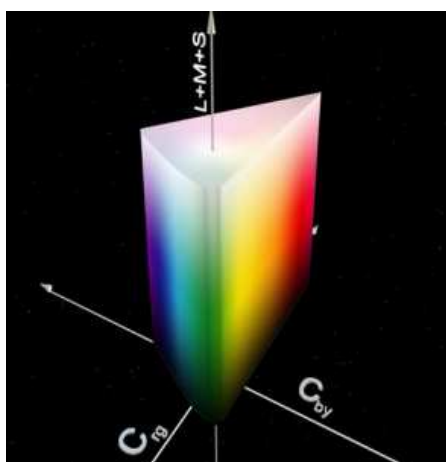
színtévesztőtípusok korrekciós lencsái. Az orvosi gyakorlatban a megfelelő lencse kiválasztása a szettből színtévesztés-diagnózissal történik.

A kutatócsoport színtévesztés-diagnosztikai műszereket is kifejlesztett. Ilyenek a **PDT 2000** és **Anomalchecker** műszerek. Ezek továbbfejlesztése folyamatos kutatómunkát igényel [6, 7].

A nem műszeres diagnosztikai eljárások közül a CRT monitoros és legújabbban az LCD monitoros tesztek képezik a fő kutatási irányt. A monitoros tesztek mint mérési eljárások kalibrált megjelenítő-eszközt kívánnak. Erre a célra kidolgoztunk egy fénymérő műszerrel működő szoftveres eljárást. Mivel a műszeres megvalósítások elterjedését gátolja a magas beszerzési költség, ezért fejlesztés alatt áll egy mérőműszer nélküli vizuális kalibrálószoftver is, amely az emberi szemet használja „mérőműszerként” [8,9].

Létrehoztuk a számítógépre átültetett színlátásvizsgálatok egész sorát, például a Farnsworth és Ishihara teszteket, de olyan új vizsgáló módszerek is fejlesztés alatt állnak, mint az **MMAM** (Modified Minimal Apparent Motion Test) és **CCSF** (Color Contrast Sensitivity Function) [10, 11, 12].

A kutatóműhely fényforrás-fejlesztési projektje hatékony fényforrásfejlesztési és fényforrás-tesztelési módszereket dolgozott ki. Az új EU-direktívák következtében lecserélendő hagyományos wolframszálas izzók kiváltására alkalmas fluoreszcens fényforrások sajnos rosszabb színvisszaadással rendelkeznek, mint elődeik. A fluoreszcens fényforrások (kompakt és hagyományos fénycsövek) fejlesztésének ezért kulcskérdése az, hogy milyen spektrális karakterisztikával tudjuk létrehozni az emberi megfigyelő számára ergonomikus megvilágítást. A célnak megfelelő spektrális karakterisztikához a fénycsövek fényforbevonatának változtatásával juthatunk el. A fényporkeverék optimalizálásának bemenő paraméterei: a színvisszaadás (színtérméret), a színhőmérséklet és a fényhasznosítás. A színtér-optimalizálást nagy mértékben segíti a Dr. Ábrahám György által kifejlesztett organikus színrendszer (**OCS** – Organic Color System) [13].



3. ábra: Az OCS színrendszer

A kutatás folyamán már sikerült olyan "fényporrecepteket, összeállítani, amelyek a színhőmérséklet és a fényhasznosítás megtartása mellett lényegesen jobb színvisszaadásra képesek.

A kifejlesztett új fluoreszcens fényforrásokat a műszeres vizsgálatok mellett humán vizsgálatokkal is tesztelni kell. A kutatóműhelyben olyan új fényforrásvizsgáló műszereket (pl. észlelt világosságot mérő műszer) és eljárásokat (színes kontrasztvizsgálat) fejlesztettünk ki, amelyek objektíven képesek értékelni az ember vizuális érzékelését. A humán

vizsgálatok eredményei jó visszacsatolásként szolgálnak a fényportervezés és ezáltal a tökéletesebb fényforrásgyártás számára [14].

Eddigi eredmények

A színtévesztés korrekciója és diagnózisa témakörben eddig a következő eredmények születtek:

- a színtévesztést korrigáló szemüveg – mint termék.
- a színtévesztés diagnosztizálására szolgáló műszerek: Anomalchecker, PDT 2000
- 15 szabadalom (közte nemzetközi is)
- 3 spinoff vállalkozás, amelyek felhasználják a kutatócsoport K+F eredményeit: Colorlite Rt., Daltonon Kft., Colorlite Kft.
- 8 nemzetközi kiállítás: Hannover, Strassbourg stb.
- 1 db MTA doktora fokozat
- 2 db habilitáció
- 5 db PhD-fokozatszerzés

Számítógépes monitorok kutatása terén született eredmények:

- új kalibrációs eljárások kidolgozása
- számítógépes látásvizsgálati tesztek létrehozása

A fényforrásfejlesztés területén született eredmények:

- fényforrások minősítésére szolgáló tesztsorozat kifejlesztése
- új fényforrások kifejlesztése

Várható impakt, további kutatás

Jelenleg a spinoff cégeken keresztül a világ több országában is forgalmazzuk a színtévesztést korrigáló szemüveget. A színtévesztőknek szánt szemüveg nagy és pozitív visszhangot váltott ki a világ szemésztársadalmában. A korrekciós szemüveget használók százai tudtak elhelyezkedni olyan szakmai területeken, ahol a tökéletes színlátás követelmény.



4. ábra: Színtévesztést korrigáló szemüvegek

A színszűrők gyártása területén érdekes kihívásokat tartogat, hogy az eddigi kutatások két technológiát is alkalmaztak. A jövő kutatásai döntik el, hogy a termodiffúziós vagy a vákuumgőzöléses szűrőgyártás lesz-e az eredményesebb.

Felhasználói részről merült fel a színtévesztést korrigáló kontaktlencsék fejlesztése. A kutatócsoport hosszú távú tervei között ennek a kifejlesztése is szerepel.

A színlátás-diagnosztika folyamatos fejlesztése prioritás a további kutatásokban. Pontos diagnózis szükséges ahhoz, hogy a szemész a megfelelő színszűrőt tudja felírni a színtévesztőnek. A kutatóműhely további új műszeres és monitoros teszteken dolgozik, amellyel még pontosabb és egyszerűbb diagnosztika végezhető.

A kutatócsoport által javasolt fényforráskarakteristikák segítségével kifejlesztett új fényforrások jelenleg a piaci bevezetés szakaszában vannak. A kidolgozott vizuális tesztekkel sikeres humán vizsgálatokat végeztünk, amelyek igazolták a kifejlesztett fényforrások hatékonyságát. Mivel a fluoreszcens fényforrások terén az elmúlt évek nagy változásai miatt folyamatos és dinamikus a fejlődés, a továbbiakban is folyik a fényforráskarakteristikák javítása, különös tekintettel a kompakt fénycsővekre, melyek magyarországi gyártóbázisa egyre jelentősebb lesz a GE Hungary Kft. vállalatnál.

Saját publikációk, hivatkozások, linkgyűjtemény

5 kiemelt publikáció az elmúlt 5 évből:

Ábrahám Gy, Katona P, Kovács R, Nagy B, Tóth Katalin
A megvilágítás hatása a színlátásra
MŰSZAKI SZEMLE: 30–35 (2009)

Wenzel K, Samu K, Langer I.
Színtani gyakorlókönyv színtévesztőknek – alapfokú gyakorlókönyv
ISBN 978-963-06-6698-5 (2009)

Wenzel K, Samu K, Mihálik G
Colorimetric training book
CIE Light and Lighting Conference, CIE Proceedings PwDaS-46, Budapest (2009)

Gy Ábrahám, B V Nagy
Organic Color System
AIC Symposium, Budapest (2007)

Ábrahám Gy
Filter technology applying to the improvement of the human vision.
8th Int. Conf. on Mechatronics and Precision Engineering, 157–160. oldal, Kolozsvár, Románia (2006)

Megelőző időszak 5 kiemelt publikációja:

Abraham G, Korosi H, Schanda J, Shapiro A G, Wenzel K
Anomalies in additive color matches
COLOR RESEARCH AND APPLICATION 20:(4) 235–244. oldal (1995)

Kovacs G, Kucsera I, Abraham G, Wenzel K
Enhancing color representation for anomalous trichromats on CRT monitors.
COLOR RESEARCH AND APPLICATION 26: S273–S276. oldal (2001)

Gy Ábrahám, B V Nagy
Colour deficiency: the dysfunction of the photoreceptors and its correctional possibility with optical filters
ACTA PHYSIOL HUNG 89: (1–3.) (2002)

Ábrahám Gy
Principles of correction of colour deficiency by filter glasses.
PERIODICA POLYTECHNICA-MECHANICAL ENGINEERING 45:(1) 3–10. oldal (2001)

B V Nagy, Gy Ábrahám
Spectral Test Instrument for Color Vision Measurement.
JOURNAL OF BIONICS ENGINEERING 2:(2) 075–079. oldal (2005)

Linkgyűjtemény:

<http://canopus.mogi.bme.hu/szinlatas/index.html>
<http://www.daltonon.hu/>
<http://www.szintevesztes.com/>

Médiaszereplések:

[Kossuth Rádió – Napközben \(2010.05.04.\)](#)
[MTV – Válaszd a tudást \(2007.06.28.\)](#)
[MTV – Válaszd a tudást \(2006.10.26.\)](#)
[MTV – Non Plus Ultra \(2005.04.18.\)](#)
[DUNA TV – Heuréka \(2003.03.30.\)](#)
[MTV – Tudósítás a strassburgi EU innovációs kiállításról \(2002.11.15.\)](#)
[RTL Klub – Fókusz \(2000.05.03.\)](#)
[MTV – Amőba \(1998.\)](#)
[ARD \(Németország\) – Tudósítás a hannoveri kiállításról \(1994.\)](#)

Hivatkozások listája:

- [1] Ábrahám Gy, Szappanos J, Wenzel G
 Method and optical means for improving or modifying color vision and method for making said optical means
 USA Patent No. 5,774,202 (1998)
- [2] Ábrahám Gy, Wenzel K
 Method and Apparatus for Determining Spectral Sensitivity Parameters of Colour-Sensitive Receptors in the Eye
 US Patent No. 2,801,808 (1998)
- [3] Ábrahám Gy, Wenzel K
 Method and Apparatus for Determining Spectral Sensitivity Parameters of Colour-Sensitive Receptors in the Eye
 European Patent (United Kingdom, Austria, Belgium, France, Netherland, Germany, Italy, Spain, Switzerland-Lichtenstein, Sweden) No. 0755218 (1998)
- [4] Ábrahám Gy
 Principles of correction of colour deficiency by filter glasses
 PERIODICA POLYTECHNICA-MECHANICAL ENGINEERING 45:(1) 3–10. oldal (2001)
- [5] Ábrahám Gy, Nagy B V
 The dysfunction of the photoreceptors and its correctional possibility with optical filters
 ACTA PHYSIOLOGICA HUNGARICA 89:(1–3) 188–189. oldal (2002)
- [6] Ábrahám Gy, Schanda J, Nagy B V
 Színtévesztést vizsgáló anomalchecker műszer
 Proc. XXIXth Kolorisztikai szimpózium, 1–15. oldal, Eger (2003)
- [7] B V Nagy, Gy Ábrahám
 Spectral Test Instrument for Color Vision Measurement
 JOURNAL OF BIONICS ENGINEERING 2:(2) 075–079. oldal (2005)
- [8] Samu K
 Számítógépes monitorok automatizált gamma-görbe és színhőmérséklet-mérő műszerének fejlesztése
 MAGYAR ELEKTRONIKA 23: (12) 23–25 (2006)
- [9] K Samu, A Molnar
 The possibilities of the colorimetric measurement of the computer monitors' primers with photodetector
 Gépészet 2010: Proceedings of the 7th Conference on Mechanical Engineering, ISBN:978-963-313-007-0, 790–795. oldal, Budapest (2010)
- [10] K Samu, K Wenzel
 Presenting surface colors on computer controlled CRT display
 FACTA UNIV, SER MECH ENG 16: 177–183 (2003)
- [11] Ladunga K, Wenzel K, Ábrahám G
 New Computer Controlled Color Vision Test,
 Proc. of Photonics Device and Systems, SPIE, 501–505. oldal, Prága, Csehország (1999)
- [12] K.Wenzel, K.Ladunga, K.Samu
 Measurement of color defective and normal color vision subject's color and luminance contrast threshold functions on CRT,
 Periodica Polytechnica, Vol. 45. No. 1., 103–108, oldal (2001)
- [13] Dr. Ábrahám György
 A színtévesztés korigálása és mérés technikája
 MTA DSC értekezés (2004)
- [14] Ábrahám Gy, Katona P, Kovács R, Nagy B, Tóth Katalin
 A megvilágítás hatása a színlátásra
 MŰSZAKI SZEMLE: 30–35 (2009)

Résztevők bemutatása:



Dr. Ábrahám György



Dr. Wenzel Klára



Dr. Nagy Balázs Vince



Dr. Kovács Gábor



Dr. Samu Krisztián



Dr. Fekete Róbert
Tamás