

# Egy legkisebb látszólagos elmozdulás elven működő, vörös-zöld színtévesztést felismerő szoftver hatékonyságának vizsgálata

## Efficiency of an apparent movement based, red-green colour vision deficiency recognizing software

*SAMU Krisztián PhD, SZABÓ Máté*

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Mechatronika, Optika és Gépészeti Informatika Tanszék, H-1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3., +36 1 463 2602, www.mogi.bme.hu, samuk@mogi.bme.hu

### Abstract

*This article aims to present a red-green colour vision deficiency (CVD) recognizing software, that uses the minimal motion method. This test was used to try and determine whether 76 people have CVD, and if they do, what kind. To validate the results of the test, they were compared to the widely used and accepted Nagel (Type 2 Heidelberg Multi Color) anomaloscope diagnoses. People were separated into three categories based on their faulty cones (normal colour vision, protan, and deutan). The results matched in 67% of the cases, showing that the minimal motion method is capable of recognizing and categorizing CVD.*

**Keywords:** colour vision, colour vision deficiency, CVD, apparent motion, minimal motion

### Kivonat

*A cikk célja egy legkisebb látszólagos elmozdulás elven működő, vörös-zöld színtévesztést felismerő szoftver bemutatása. A teszttel 76 pácienszt vizsgáltunk, mely során a teszt meghatározta, hogy a páciens színtévesztő-e, és ha igen, akkor milyen típusú. Validációképp, az eredményeket összevetettük egy – a szakmában széles körben elterjedt – (Heidelbergi kettes típusú multi color) Nagel anomaloszkópos vizsgálat során kapott eredményekkel. A színtévesztőket a hibás receptoraik alapján három csoportba soroltuk (normál színlátók, protán, deután). Az eredmények az esetek 67%-ában egyeztek, jelezve, hogy a legkisebb látszólagos elmozdulás elve képes a színtévesztés típusainak felismerésére.*

**Kulcsszavak:** színlátás, színtévesztés, színvaktság, színtévesztés diagnosztika, legkisebb látszólagos elmozdulás

## 1. BEVEZETÉS

Felmérések szerint a világ egyes részein a lakosság több mint 4%-a szenved valamilyen színlátásbeli fogyatékoságban. [1] Ez elsősorban a férfi lakosságot érinti, ami azt jelenti, hogy ezeken a helyeken több mint 8%-uknak van színlátásbeli problémája. Sajnos a színtévesztések nem egységesek, és nagyon eltérőek lehetnek egymástól, egyes esetek lényegesen sokkal súlyosabbak, mint mások. Éppen ezért a színtévesztés pontos diagnosztikája sokszor nehézkes. Az évek során orvosok, kognitív kutatók és mérnökök is próbáltak megoldást találni erre a problémára, néhányan a legkisebb látszólagos elmozdulás módszerével is próbálkoztak. [2] [3]

## 2. A LEGKISEBB LÁTSZÓLAGOS ELMOZDULÁS MÓDSZERE

A látszólagos elmozdulás (vagy mozgás) az a jelenség, amikor egy diszkrét ingerekből álló halmazt folyamatos mozgásként érzékelünk. Ezt a hatást béta mozgásnak vagy minimális mozgásnak is nevezik. Ehhez nagyon hasonlít a mozgásfelismerési képességünk, az emberi szem retinája ugyanis nagyjából úgy működik, mint egy digitális fotodetektor - rögzíti, hogy mennyi és milyen fény éri az érzékelők területét. Szemünk ezt

úgy tudja megtenni, hogy mintavételezi a fotoreceptorait: a csapreceptorokat (háromféle) és a pálcikareceptorokat. Ez azt jelenti, hogy minden egyes minta lényegében úgy viselkedik, mint egy fotó. Ha egy tárgy a környezetéhez képest kissé megváltoztatja a helyét egyik mintáról a másikra, agyunk a tárgyat mozognak észleli. Ez azt jelenti, hogy ha elmozdulást vagy mozgást akarunk bemutatni egy embernek, akkor elég néhány gyorsan egymás után készült képet mutatnunk neki, ahol az elmozduló elem pozíciója a környezetéhez képest folytonosan változik. Bizonyos kutatások azt tűzték ki célul, hogy megállapítsák azt a legkisebb időkülönbséget két inger között, amelyből még ki tudunk nyerni információt. Egy 2014-es MIT-n végzett kutatás szerint ez a határ akár 13 milliszekundum alatt is lehet.[4] Ezeket a jelenségeket használja fel többek között a filmipar is, amely általában másodpercenként 24 képet (diszkrét ingert) vetít, ami két inger között 41,67 ms időkülönbséget eredményez, biztosítva a folytonos mozgás látásának élményét.

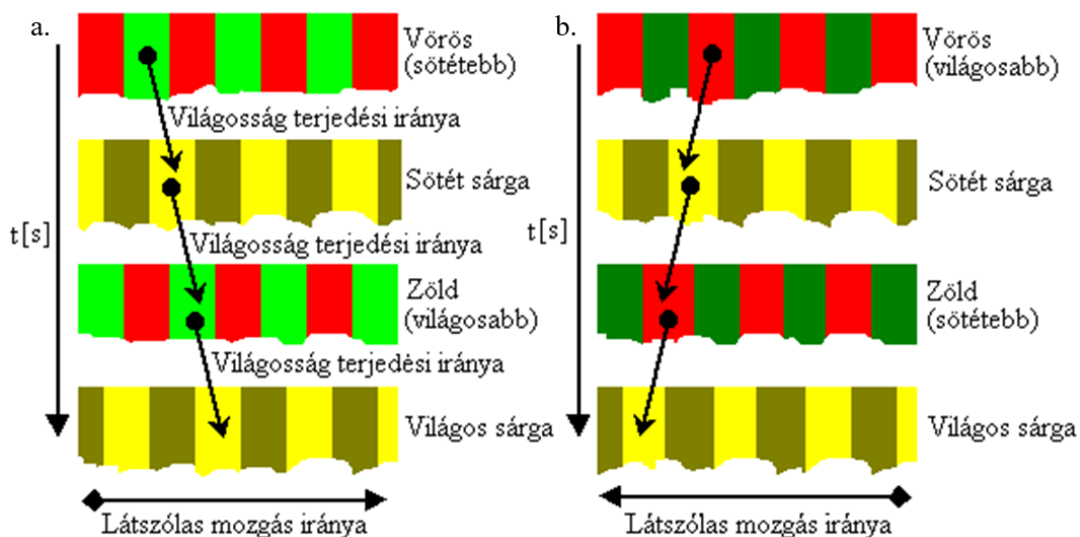
Többen felismerték, hogy a legkisebb elmozdulás elvét sok területen fel lehet használni: optikai illúziók elérésére és a szintévesztés diagnosztizálására is alkalmas. Egy élő ember színlátásának megismerése sokszor nehézkes, hiszen nem szeretnénk minden orvosi beavatkozást végezni, hogy diagnosztizáljuk a szintévesztést, amikor ez elkerülhető lenne, és mivel a színlátáshoz társulhatnak hibás színdefiníciók is, a tesztalanytól azt kérni, hogy nevezze meg a színeket sokszor félrevezető (és nagyon szubjektív) lehet. Éppen ezért minden új elv és eszköz, amely a szintévesztőket pontosan el tudja különíteni a normál színlátóktól, örömmel van fogadva.

### 3. AZ MAM TESZT

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen évekkel korábban megvalósult egy legkisebb látszólagos elmozdulás elvén működő teszt, amely az alapelv angol neve után (Minimal Apparent Motion) az MAM nevet kapta. Ez egy olyan szintévesztést felismerő szoftver, amely a világosság-észlelet különbözőségét látszólagos mozgássá alakítja. [5]

A tesztalany a kijelzőn megjelenő animált ábrát úgy kell beállítsa, hogy az számára ne mozogjon, csak villogjon. Amint az 1. ábrán látható, ez az animáció négy lépésből áll, amelyek ciklikusan követik egymást. Az ábra ellentétes fázisú rácsozatokból áll. Az első és a harmadik, illetve a második és a negyedik lépésekben szereplő színek megegyeznek, ám egy fázissal el vannak tolva (fel vannak cserélve), illetve a páros és páratlan lépések egymáshoz képest fél fázissal is el vannak tolva. A páros lépések a páratlan lépések színeiből (zöld és piros) lettek keverve (különböző világosságú sárgára). A páratlan lépések két színéből az egyik fázis változtatható. [5]

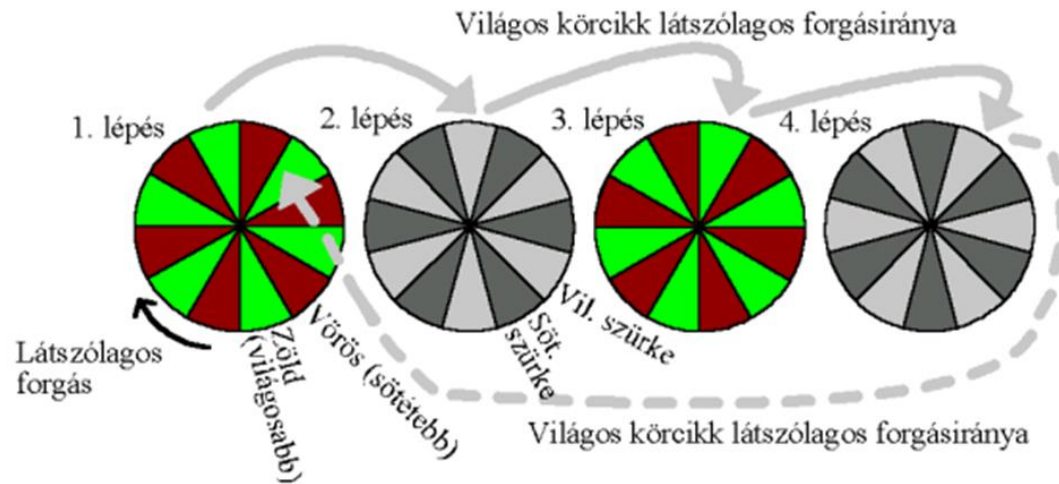
A négy lépés azért szükséges, hogy a fáziseltolásokon keresztül látható legyen a (béta) mozgás. Az 1. ábrán az is jól látszik, hogy a rács akkor tűnik jobbra mozognak, ha a zöldet világosabbnak észleljük, mint a pirosat, és akkor fog jobbra mozogni, ha a pirosat észleljük világosabbnak. Ha nem érzékelhető mozgás, akkor a világosságkülönbség megszűnt, és ekkor áll be az ún. világosság-észlelet azonosság. [5]



1. ábra. Az MAM teszt működése [5]

#### 4. AZ MMAM TESZT

Az MAM egy BME-n továbbfejlesztett változata az MMAM (Modified Minimal Apparent Motion) teszt, amelynek az alapelve nem változott, csak formája: a téglalap alakú rácsok körcikkre lettek cserélve, a lineáris mozgást forgómozgás váltotta, a különböző világosságú sárga színek pedig hasonlóképp különböző világosságú szürkékévé változtak.



2. ábra. Az MMAM teszt működése [5,6]

Annak érdekében, hogy a környezeti körülmények befolyása minimális legyen, a tesztet a páciensek vizsgálata előtt kalibrálni kell. Ez alatt a kalibrációs fázis alatt öt normál színlátónak kell meghatározni (öt-öt alkalommal), hogy milyen vörös-zöld arány mellett látja a kör forgását megszűnni.

A kalibráció alapján a program 7 különböző vörös-zöld arányú ábrát generál, amelyből az egyik a kalibráció alapján megállapított normál színlátó világosság-észlelet azonosságához szükséges vörös-zöld aránnyal rendelkezik. A maradék hat ábrán pedig ettől eltérő zöldekkel érjük el, hogy a vörös-zöld arány változzon. Három esetben nagyobb a zöld arány, három esetben kisebb. A hipotézisünk szerint ezek segítségével azonosíthatók a protán és a deután szintévesztők, A szintévesztők előtt ezután egyesével véletlenszerűen 48 ábra jelenik meg (a 7 előre generált ábra közül).

A fent leírt változtatásokkal és a kalibrációs eljárással a teszten könnyebb észrevenni a mozgásokat és a vizsgálatok eredményei is javultak.

#### 5. MÉRÉSI KÖRÜLMÉNYEK

Az MMAM tesztet egy nagyméretű szintévesztés diagnosztikai program keretében teszteltük 76 potenciális szintévesztőn. A mérések a BME MOGI tanszék laboratóriumában zajlottak (2019. január 8. és 2019. március 28. között) és az MMAM teszten felül több színlátást vizsgáló és szintévesztést diagnosztizáló teszt elvégzésére is sor került. A méréshez egy ismert karakterisztikával rendelkező LG 24MP58VQ-P IPS monitort használtunk.

#### 6. EREDMÉNYEK

A mérések során arra voltunk kíváncsiak, hogy a legkisebb látszólagos elmozdulás elve alkalmazható-e a szintévesztés típusának megállapítására (háromfokú diagnosztika). Mivel a szintévesztés háromfokú diagnosztikája nem elérhető minden teszttel és az eredmények sokszor tesztről-tesztre eltérnek, úgy döntöttünk, hogy a szakmában elterjedten használt anomaloszkópos mérési eredményekhez viszonyítjuk a mérési eredményeket.

Teszt	Protán	Normál	Deután
MMAM	37	22	17
Anomaloszkóp	37	3	36

1. táblázat: A színtévesztést diagnosztizáló tesztekkel kapott eredmények kategóriánként

Ahogy az a táblázatban is látható az MMAM legnagyobb problémája a nagy mennyiségű normál diagnózisban rejlik. Ez abból adódhat, hogy a teszt túl megengedően számol a normál színlátók által adott eredmények szórásával. Emellett tudjuk, hogy a legtöbb diagnosztikai teszttel (pl. Farnsworth Hue100, ill. D15) nehezebb szűrni a deután színtévesztőket. Esetünkben is látható, hogy a deutánok egy igen nagy része olyan enyhe színtévesztő volt, hogy a teszt normál színlátók közé sorolta őket.

## 7. ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK

Kutatásunk során egy ismert elmélet (legkisebb látszólagos elmozdulás) alapján elkészített színtévesztést diagnosztizáló és kategorizáló (három fokú diagnózis) szoftver és mérési eljárás hatékonyságát vizsgáltuk. A diagnózisokat anomaloszkóppal kapott diagnózisokhoz hasonlítottuk, amelyek 67%-ban egyeztek. Problémát jelentett az, hogy számos deután színtévesztése igen enyhe, és a teszt úgy ítélte meg, hogy nem is színtévesztő számos tesztalany. A teszt jelentős mértékben továbbfejleszhető, még hozzá a tesztábrák nehezítésével és a színtévesztést adó határok szigorításával. Ehhez normál színlátókon és színtévesztőkön egyaránt nagy mennyiségű mérést kell végezni.

## IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Birch, J. *Worldwide prevalence of red-green color deficiency*. Journal of the Optical Society of America A., 2012, 29 (3): 313-320.
- [2] Anstis, S. M. *The Perception of Apparent Movement*. Phil. Trans. Roy. Soc., 1980, London B209, 153/168.
- [3] Samu, K. *Minimal Motion Examinations on Computer Controlled CRT Monitor*. Proceedings of 3rd International Conference of Phd Students. Miskolc, Hungary, 2001.08.13-2001.08.19., Miskolc: Miskolci Egyetem, pp. 393-399.
- [4] Potter, M. C., Wyble, B., Haggmann, C. E. et al. *Detecting meaning in RSVP at 13 ms per picture*. Atten Percept Psychophys 76, 270–279., 2014
- [5] Samu K.: Világosság-észlelet kompenzált színlátás-vizsgáló tesztek megvalósítása számítógéppel vezérelt CRT képernyőn. PhD értekezés, 100 p. 2005.
- [6] Ábrahám, Gy., Samu, K. *A színtévesztést diagnosztizáló MMAM teszt kalibrálása*. OGÉT 2015: XXII. Nemzetközi Gépészeti Találkozó (2015.04.23-2015.04.26.). Csíksomlyó, Románia, pp. 28-30., 2015.