

különbségeinek tanulmányozásában. Ezzel a módszerrel vizsgálhatóvá válhat, hogy az egyes betegcsoportoknál megőződik-e a szavak összetettségére vonatkozó tudás: ennek tesztelése további céljaink között szerepel.

Hivatkozások

- Berko Gleason, J. & Ratner, N. B. (eds.) (1998). *Psycholinguistics*. Orlando: Harcourt Brace College Publishers.
- Butterworth, B. (1983). Lexical representation. In B. Butterworth (Ed.), *Language production* (pp. 257-294). New York: Academic Press.
- Bybee, J. (1995). Regular morphology and the lexicon. *Language and Cognitive Processes*, 10, 425-455.
- Chialant, D. & Caramazza, A. (1995). Where is morphology and how is it processed? The case of written word recognition. In: Feldman, L. B. (ed.): *Morphological Aspects of Language Processing*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Press.
- Chiarelli, V., Menichelli, A., Semenza, C. (2007). Naming compounds in Alzheimer's disease. *The Mental Lexicon*, 2, 261-272.
- El Yagoubi, R., Chiarelli, V., Mondini, S., Perrone, G., Danieli, M., Semenza, C. (2008). Neural correlates of Italian nominal compounds and potential impact of headedness effect: An ERP study. *Cognitive Neuropsychology*, 25 (4), 559-581.
- Giraud, H., Grainger, J. (2001). Priming complex words: Evidence for supralexical representation of morphology. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8 (1), 127-131.
- Hauk, O., Davis, M.H., Ford, M., Pulvermüller, F., Marslen-Wilson, W.D. (2006). The time course of visual word recognition as revealed by linear regression analysis of ERP data. *Neuroimage*, 30 (4), 1383-400.
- Koester, D., Gunter, T. C., Wagner, S. (2007). The morphosyntactic decomposition and semantic composition of German compound words investigated by ERPs. *Brain and Language*, 102 (1), 64-79.
- Libben, G. (2006). Why study compound processing? An overview of the issues. In G. Libben & G. Jarema (Eds), *Compound Processing* (pp. 1-22). New York: Oxford University Press.
- Libben, G., Derwing, B.L., & de Almeida, R.G. (1999). Ambiguous novel compounds and models of morphological parsing. *Brain and Language*, 68, 378-386.
- Lukatela, G., Gligorijević, B., Kostić, A., & Turvey, M. T. (1980). Representation of inflected nouns in the internal lexicon. *Memory & Cognition*, 8, 415-423.
- Mandel, L., & Tharp, D. A. (1977). The processing of affixed words. *Memory & Cognition*, 5, 690-695.
- McKinnon, R., Allen, M., & Osterhout, L. (2003). Morphological decomposition involving non productive morphemes: ERP evidence. *NeuroReport*, 14, 883-886.
- Taft, M. (2004). Morphological decomposition and the reverse base frequency effect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology*, 57, 745-765.
- Taft, M., & Forster, K.I. (1976). Lexical storage and retrieval of polymorphemic and polysyllabic words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 15, 607-620.
- Taft, M. (1994). Interactive-activation as a framework for understanding morphological processing. *Language & Cognitive Processes*, 9, 271-294.
- Taft, M., & Forster, K. I. (1975). Lexical storage and retrieval of prefixed words. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 14, 638-647.
- Várad Tamás: The Hungarian National Corpus. In: Proceedings of the 3rd LREC Conference, Las Palmas, Spanyolország, 2002, 385-389. <http://corpus.nytud.hu/mnsz>

A tanulás hatása az autóvezetés vizuális kontrolljára

Pásztor Attila¹

SZTE BTK Pszichológia Intézet

Email: attila.pasztor@gmail.com

Absztrakt

Megelőző tanulmányok eredményei szoros összefüggést mutatnak a szemmozgás és az autóvezetési tapasztalat között. Ezek a kutatások egyenes úton, fékezés vagy kanyarodás közbeni vezetésen alapulnak, bonyolultabb vezetési helyzetekben ilyen jellegű kutatásokat még nem folytattak. A jelen tanulmány célja a szemmozgás és a sebesség kapcsolatának és a tanulás hatásának vizsgálata szimulált autóvezetési helyzetben. A vizsgálatban részt vevő 8 kísérleti személynek egy három kanyart tartalmazó pályán kellett vezetniük egy távirányításos játékautót az autóra szerelt kamera által közvetített kép segítségével. A szemmozgást egy szemmozgás-regisztráló berendezéssel rögzítettük. A kísérletet két szakaszra osztottuk a sebesség és a szemmozgásban bekövetkező tanulási hatások vizsgálata érdekében. A résztvevők sebessége magasabb volt a kísérlet második szakaszában. Emellett a szemmozgás horizontálisan behatároltabb lett, továbbá a résztvevők előbbre néztek az autó elejétől a kísérlet második szakaszában, bár az adatok egyéni különbségeket is mutatnak. Eredményeink megerősítik a korábbi eredményeket, és úgy tűnik, jobban magyarázhatók az optikai áramlás elméleti kereteiben.

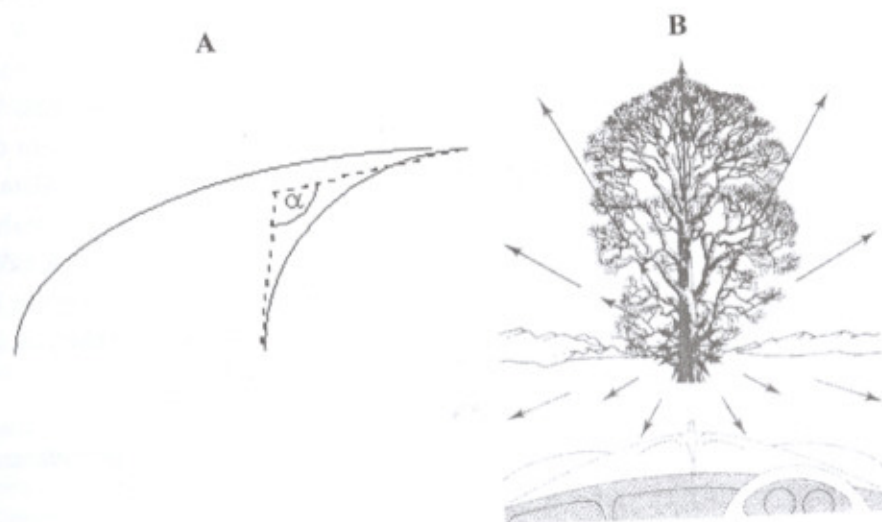
Kulcsszavak: statikus kép alapú elmélet, optikai áramlás, szemmozgás elemzés, autóvezetés

A mozgás közbeni vizuális észlelés a pszichológia kialakulásának kezdetétől foglalkoztatja a kutatókat, azonban a mai napig számos kérdés megválaszolatlan maradt. Ezen terület egyik kísérleti paradigmája az autóvezetés közbeni szemmozgás eloszlások vizsgálata. Az autóvezetés vizuális kontrolljának magyarázatában két, alapfeltevéseiben eltérő elmélet uralkodik: a statikus képalapú elmélet és az optikai áramlás elmélet.

¹ Témavezetők: Kádár Endre és Dr. Szokolosky Ágnes

Statikus kép alapú elmélet

A statikus kép alapú elmélet szerint a folyamatosan változó vizuális inger statikus képek sorozatára bontható, s az információ ezekből a statikus képekből származik. Autóvezetés közben a sofőr észleli a retináján megjelenő információkat (pl.: látási jelzőmozzanatok, 1A. ábra), s az ezeken végrehajtott neurális feldolgozás eredményeként egy megfelelő „kanyarodási program” aktiválódik a hosszú távú memóriájában. Ebben az elméleti keretben a szemmozgás funkciója a vezetés közben megjelenő informatív látási jelzőmozzanatok detektálásaként értelmezhető. Mivel az egyenes úton való vezetés könnyen tanulható feladatnak tűnt, ezért az informatív látási jelzőmozzanatok keresése leginkább a kanyarodás közbeni szemmozgás vizsgálatára irányult. Azonban a megbízható látási jelzőmozzanatok azonosítása nem járt meggyőző sikerrel (Riemersma, 1991; Shinar, 1978; Shinar, McDowell és Rockwell, 1977; Shinar Rockwell, és Malecki, 1980).



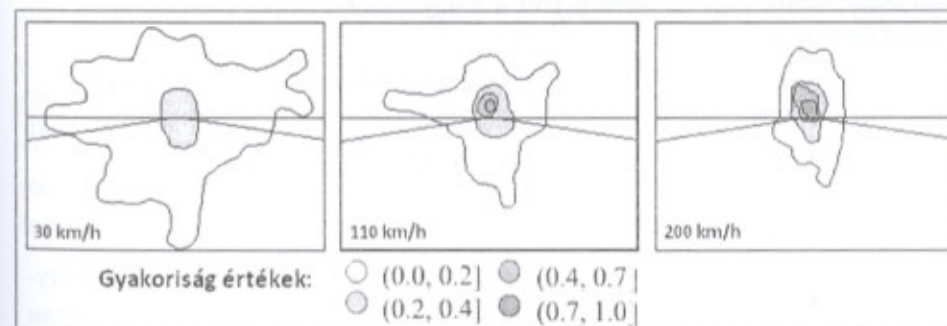
1. ábra: A) A kanyarulat szöge (α), mint látási jelzőmozzanat. B) Optikai áramlás autóvezetés közben.

Dinamikus optikai áramlás elmélet

Felismerve a statikus képalapú elmélet nehézségeit, J. J. Gibson egy alternatív szemléletet dolgozott ki a mozgás közbeni észlelés magyarázatára. Gibson szerint mozgás közben a felületek mintázottsága dinamikusan változik, s ez egyfajta optikai áramlást hoz létre (1B. ábra). Az optikai áramlás változásai pedig olyan

állandóságok, invarianciák emelkednek ki (pl.: az optikai áramlás centruma vagy kiterjedésének a mértéke), amik közvetlenül észlelhetőek és egyértelmű információt hordoznak mozgásunk sebességéről és irányáról (Gibson, 1979). A szemmozgásnak azonban Gibson nem tulajdonított központi szerepet, s azt állította, hogy a mozgás irányításához szükséges információ a szemmozgástól függetlenül kinyerhető az optikai áramlás folyamatosan változó mintázatából.

Azonban az autóvezetők szemmozgás-mintázatában megfigyelt szabályszerűségek a kutatókat arra a következtetésre juttatták, hogy a szemmozgás mégis lényeges szerepet tölthet be a mozgás vizuális irányításában. Megelőző kutatások kimutatták (Lee, 1977), hogy egyenes vonalú mozgás esetén az aktuális irány detektálását és a sebesség kontrollálását a globális optikai áramlás tulajdonságainak az észlelése szolgálja (azaz az optikai áramlás centruma és kiterjedésének mértéke). Rogers és munkatársai (2005a) kutatásaikban azt mutatták ki, hogy egyenes úton vezetés és fékezés közben növekvő sebesség mellett a szemmozgás behatároltabbá² (2. ábra) válik, és amellet érveltek, hogy ez a vizuális stratégia segíti a globális optikai áramlás detektálását.



2. ábra: Szemmozgások koordinátáinak kétdimenziós térbeli eloszlása egyenes úton való vezetés közben különböző sebességek mellett. A különböző árnyalatok a koordináták különböző mértékű gyakoriságát mutatják. A gyakoriság a következőképpen van meghatározva: egy adott koordináta gyakorisága / összes koordináta gyakorisága. Jól látható a szemmozgás behatároltabbá válása növekvő sebesség esetén.

Forrás: Rogers & Kadar, 2005a.

² A korlátozott² kifejezéssel az angol „constrained” terminusra utalunk, ami lényegében azt jelenti, hogy a tekintet egyre kisebb területre koncentrálódik a vizuális mezőn (2. ábra).

Viszont kanyarodáskor és olyan mozgás során, ahol a környezet tereptárgyakkal zsúfolt, a tereptárgyak detektálása és az azokkal való ütközés elkerülése miatt a szemmozgás szerepének azonosítása problematikusvá válik. Mindemellett több tanulmány is kimutatta, hogy a szemmozgást a sebesség, a tapasztalat és a kontextus is nagyban befolyásolja (Mourant és Rockwell, 1972; Shinar, 1978; Rogers & Kadar, 1999, 2005a, b; Hyde 2005).

A tapasztalat szerepe az autóvezetés vizuális kontrolljában

Kutatásaikban Mourant és Rockwell (1972) azt figyelték meg, hogy a nagyobb autóvezetési tapasztalattal rendelkező személyek kevesebb kereső szemmozgást végeztek, és előre néztek az autó elejétől, mint a kevesebb tapasztalattal rendelkezők. Továbbá azt is megfigyelték, hogy ahogy a vizsgálati alanyok egyre több tapasztalathoz jutottak, tekintetük úgy koncentrálódott egyre kisebb területre a vizuális mezőn (Mourant és Rockwell, 1972).

Hyde (2005) S kanyarban vizsgálta különböző szintű tapasztalattal rendelkező autóvezetők szemmozgását. Kísérletében Formula 1 számítógépes szimulációt használt, és azt találta, hogy a professzionális pilóta szemmozgása horizontálisan erősen behatároltá vált, továbbá ő volt a leggyorsabb és ő választotta a legjobb kanyarodási ívet is.

Ezek az eredmények az autóvezetés, a szemmozgás és a tapasztalat szoros összefüggését mutatják. Bonyolultabb vezetési feladathelyzetek talán segítségünkre lehetnek abban, hogy jobban megértsük ezt az összefüggést.

Jelen tanulmány célja

Kutatásunk célja a tanulás hatásainak vizsgálata volt szimulált autóvezetési helyzetben, ahol a vizsgálati személyeknek egy három kanyart tartalmazó pályán kellett vezetniük. A fent említett tanulmányokra támaszkodva azt vártuk, hogy a tanulás hatására a vizsgálati személyek szemmozgása behatároltabbá válik, miközben egyre gyorsabban fognak vezetni. Kutatásukban Mourant és Rockwell (1972) azt is megfigyelte, hogy a tapasztalt vezetők előre néznek az autó elejétől. Ezért azt is feltételeztük, hogy növekvő tapasztalat hatására a vizsgálati személyek előre fognak nézni az autó elejétől.

Módszerek

Résztevők

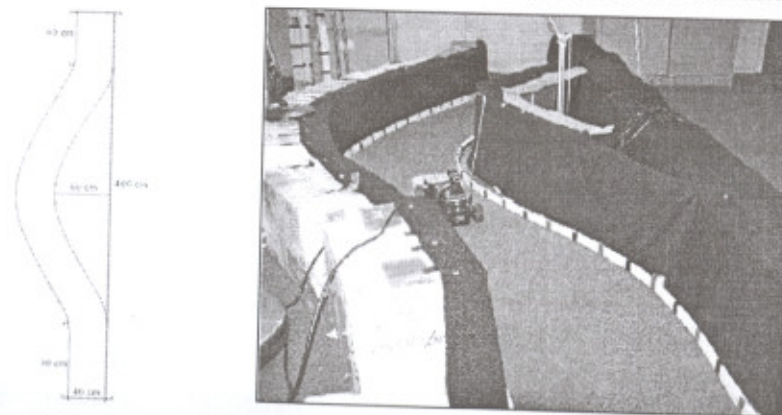
A kísérletben nyolc vizsgálati személy vett részt (21-24 év, átlag: 22,25 év; szórás: 1,03; nemek megoszlása: 6 férfi és 2 nő).

Kísérleti terv

Minden vizsgálati személynek 30 futamot kellett teljesítenie a kísérlet során, azaz 30 alkalommal kellett végigvezetnie a három kanyart tartalmazó pályán. A tanulás hatásainak vizsgálata érdekében a 30 futamot négy részre osztottuk föl: (1) futamok 1-6-ig (gyakorlás), (2) futamok 7-15-ig (1. tanulási szakasz), (3) futamok 16-21-ig és (4) futamok 22-30-ig (2. tanulási szakasz).

Kísérleti eszközök

A kísérlet a portsmouth-i Egyetem Pszichológia Tanszékének Mozgás Laboratóriumában zajlott. Kísérleti eszközeink három fő részre oszthatóak: pálya (3. ábra), távirányítós autó, és a szemmozgás-regisztráló berendezés. A vizsgálati személyek szemmozgásának regisztrálásához egy fejre erősíthető szemmozgás követő berendezést (ASL 501) használtunk (Applied Science Laboratories, Bedford, Massachusetts). Egy Samsung videó felvevő a kamera által közvetített képet és a vizsgálati személyek szemmozgását is rögzítette. A szemmozgás pozíciójának meghatározásához Adobe Premier Pro 2.0 szoftvert és egy átlátszó fóliát használtunk, amire egy kétdimenziós karteziánus koordináarendszert szerkesztettünk.



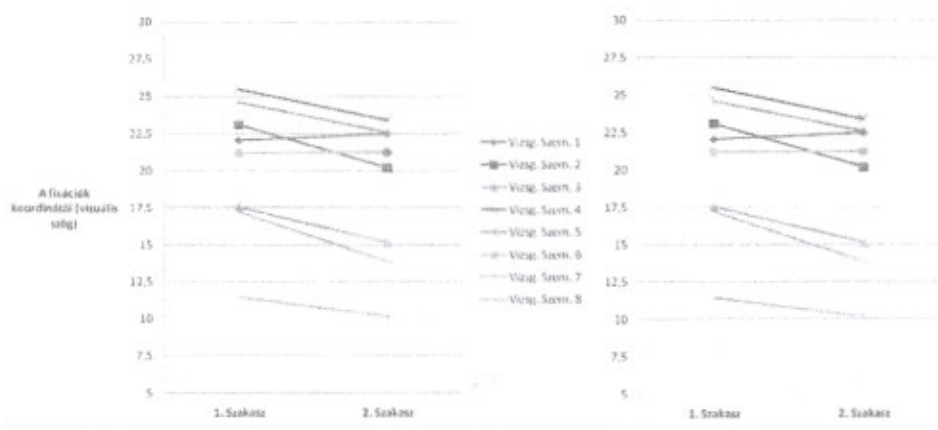
3. ábra: A kísérletben használt pálya sematikus rajza (hosszúság: 4m, az út szélessége 40 cm) és a pálya előnézete az autóval.

Eredmények

A tanulás hatása a futamidők változására

A 4A. ábra a vizsgálati személyek futamidőinek átlagát mutatja a két tanulási szakaszban. Megfigyelhető, hogy a résztvevőknek átlagosan kevesebb időre volt szüksége a futamok teljesítéséhez a tanulás második szakaszában (így a sebességük is növekedett). Az egyéni különbségek miatt, valamint a tanulási szakaszok közötti különbségek összehasonlítása érdekében az adatokon normalizálást végeztünk. A normalizált adatok egyező homogenitását Leven teszttel ellenőriztük.

A futamidők normalizált adatain végzett független mintás t-próba szignifikáns különbséget mutatott a két tanulási szakasz között ($t(106)=3,807$, $p<0,01$). A vizsgálati személyek futamidőinek átlagai rövidebbek voltak a tanulás második szakaszában, azaz a tanulásnak köszönhetően gyorsabban vezettek ebben a tanulási szakaszban, mint az elsőben.



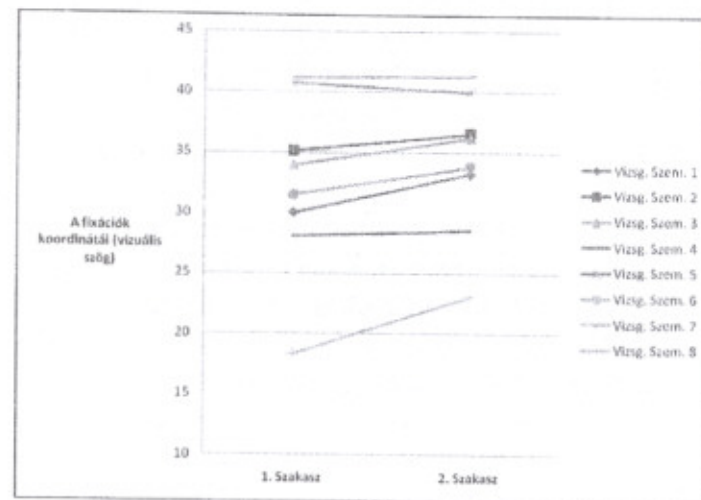
4. ábra: A) A vizsgálati személyek (vsz) sikeres futamainak időátlagai a két tanulási szakaszban. Jelentős egyéni különbségeket mutatkoznak (pl.: 1, 5, és 4-es vsz).

B) A vsz-ek $|x|$ koordinátáinak szemmozgásátlagai a két tanulási szakaszban. Az egyéni különbségek itt is jól láthatóak (pl.: 7, 6, 2, 8, és 1-es vsz).

Változások a horizontális szemmozgásban

A 4B. ábra a vizsgálati személyek horizontális szemmozgás-eloszlását mutatja a két tanulási szakaszban. Az alacsonyabb értékek az egyre behatároltabb szemmozgást jelentik. Jól látható a szemmozgások behatároltabbá válásának tendenciája, de az ábra egyéni különbségeket is mutat. A normalizálást a horizontális $|x|$

koordinátákon is elvégeztük. A független mintás t-próba szignifikáns különbséget mutatott az $|x|$ koordináták átlagai között a két tanulási szakaszban ($t(106)=4,142$, $p<0,01$). A tanulás hatására a horizontális szemmozgás tehát behatároltabb lett a tanulás második szakaszában.



5. ábra: A vizsgálati személyek y koordinátáinak szemmozgásátlagai a két tanulási szakaszban. Az egyéni különbségek itt is megfigyelhetők (pl.: 7, 5, 8-as vizsgálati személy).

Változások a vertikális szemmozgásban

A 5. ábra az y koordináták átlagait mutatja a két tanulási szakaszban. Minél nagyobbak az értékek, a vizsgálati személyek annál előbbre néztek az autó elejétől. A normalizálást ezeken az adatokon is elvégeztük, és a független mintás t-próba szignifikáns különbséget mutatott az y koordináták átlagaiban a két tanulási szakasz között ($t(106)=6,073$, $p<0,01$). A vizsgálati személyek a tanulás második szakaszában előbbre néztek az autó elejétől.

Megvitatás

Kutatásunk célja a tanulási hatások vizsgálata volt komplex autóvezetési feladatban. A tanulást három változó, a futamidők, a horizontális és a vertikális szemmozgás mentén vizsgáltuk. A futamidők analízise a sebességben bekövetkezett szignifikáns változásokat mutatott. Az átlagsebesség növekedése a tanulás má-

sodik szakaszában a tanulás hatására történt szignifikáns fejlődést jelezte a vezetési teljesítményben. A horizontális és a vertikális szemmozgás eloszlásai a vizuális kontrollban jelentkező szignifikáns változásokat mutatják. A vezetési tapasztalat növekedésével a vizsgálati személyek szemmozgása behatároltabbá vált, valamint előre néztek az autó elejétől. A vezetési teljesítményben mutatókozó hasonlóságok ellenére számos egyéni különbséget is megfigyeltünk.

A szemmozgást komplex vezetési feladatokban eddig nem vizsgálták, így tanulmányunk eredményei hozzájárulhatnak a jelenlegi elméleti vitához. A statikus képalapú elméletben a szemmozgást olyan funkciónak tekintették, ami a figyelmet vezetés közben az informatív látási jelzőmozzanatokra irányítja. Ha az autóvezetők megbízható perceptuális jelzőmozzanatokat keresnének, akkor a növekvő vezetési tapasztalattal a szemmozgásuknak egyre inkább az út valamely kitüntetett pontjára vagy pontjaira kellene irányulnia. Azonban eredményeink azt mutatják, hogy amint az autóvezetők egyre több tapasztalathoz jutnak, úgy válik szemmozgásuk egyre behatároltabbá, és nem ragad le az út valamely specifikus pontján vagy pontjain. Eredményeink – úgy tűnik – azt az elképzelést támogatják, amely szerint a vizsgálati személyek a növekvő vezetési tapasztalattal egyre inkább az optikai áramlás tulajdonságaira támaszkodnak, azaz sebességük növekedésével a vizuális kontrolljuk egyre inkább az optikai áramláson alapul. Ez az eredmény nagyban hasonló Rogers és munkatársai (2005) eredményeihez. Kutatásaikban ők is azt találták, hogy növekvő sebesség mellett az optikai áramlás használata is növekszik. Számos kutatás eredményei alapján azt állíthatjuk, hogy a behatárolt szemmozgás és az előre nézés hatékony vizuális stratégiának tűnik az optikai áramlás tulajdonságainak detektálásában, azaz az optikai áramlás centrumának és kiterjedésének észlelésében. Azonban az eddigi eredmények alapján nem lehet egyértelműen állást foglalni a statikus kép alapú, vagy az optikai áramlás elmélet mellett. Nem világos ugyanis, hogy a két vizuális stratégia milyen viszonyban áll egymással, kizárják vagy kölcsönösen támogatják egymást, de az is elképzelhető, hogy létezhet egy trade-off a két stratégia között, amint azt már mások is felvetették (Warren, 2001).

A jelen kutatás eredményeiben megfigyelhető jelentős egyéni különbségek miatt felvetődik az a kérdés is, hogy a növekvő tapasztalat vajon egy általánosan hatékony stratégiához vezet, vagy több hatékony stratégia is létezik. A jelen tanulmány alacsony résztvevőszáma miatt nem lehetséges, hogy erről érdemben nyilatkozzunk, de az elkövetkező tanulmányoknak izgalmas kérdése lehetne,

hogy vajon a tapasztalat egy meghatározott módon hat a szemmozgásra, vagy egy bizonyos szint után – amint azt Rogers és munkatársai (2005) eredményeiben is megmutatkozott – a szemmozgás kevésbé lesz behatárolt. További résztvevők bevonásával és a tanulási szakasz kiterjesztésével lehetőségünk adódna, hogy megfigyeljük ezt a folyamatot. Például lehetséges, hogy vannak olyan nem megfelelő vizuális stratégiák, amik rutinná (rossz szokássá) válhatnak, és ezek növelhetik a balesetek valószínűségét. Az autóvezetés leghatékonyabb vizuális kontroll stratégiájának azonosítása rendkívül fontos lenne, szerepet kaphatna a tanulóvezetők oktatásában is.

Reméljük, hogy a jövőbeni kutatások nemcsak ahhoz fognak hozzájárulni, hogy minél jobban megértsük az autóvezetés vizuális kontrollját, hanem egy tudományos megegyezés is születik majd a fennálló elméleti vitában, és ez a tudás alapul szolgálhat olyan új tréningek kidolgozásához, amik hozzásegíthetik a tanulóvezetőket egy hatékony vizuális stratégia elsajátításához, mielőtt megszerzik jogosítványukat.

Hivatkozások

- Gibson, J. J. (1979). *The ecological Approach to visual Perception*. Hillsdale, N. J: Lawrence Erlbaum.
- Hyde, C. (2005). *The role of expertise in visual control of driving through a chicane*. Unpublished final year project, University Of Portsmouth, Portsmouth.
- Lee, D. N. (1976). A theory of visual control of breaking based of information about time-to-collision. *Perception*, 5, 437-459.
- Mourant, R. R., & Rockwell, T. H. (1972). Strategies of visual search by novice and experienced drivers. *Human Factors*, 14 (4), 325-335.
- Riemersma, J. B. J. (1991). Perception of curve characteristics. In A. G. Gale (Ed.), *Vision in vehicles III* (pp. 163-170). Amsterdam: North-Holland.
- Rogers, S. D., & Kadar, E. E. (1999). The role of experience in high speed curve negotiation. In M. Greal & J. Thompson (Eds.), *Studies in perception and action V*. (pp. 113-116). London: LEA.
- Rogers, S., Kadar, E. E. & Costall, A. (2005a). Gaze patterns in visual control of straight-road driving and breaking as a function of speed and expertise. *Ecological Psychology*, 17, 19-38.
- Rogers, S., Kadar, E. E. & Costall, A. (2005b). Drivers' gaze patterns in braking from three different approaches to crash barrier. *Ecological Psychology*, 17, 39-53.
- Shinar, D. (1978). *Psychology on the road*. New York: Wiley.
- Shinar, D., McDowell, E. D., & Rockwell, T. H. (1977). Eye movements in curve negotiation. *Human Factors*, 19, 63-71.
- Shinar, D., Rockwell, T. H., & Malecki, J. A. (1980). The efforts of changes in driver perception on rural curve negotiation. *Ergonomics*, 23, 263-275.
- Warren, W. H., Kay, B. A., Zosh, W. D., Duchon, A. P., & Sahuc, S. (2001). Optic flow is used to control human walking. *Nature Neuroscience*, 4 (2), 213-21.