

Tanulmányok

HORVÁTH GYÖRGY

Veszprémi Egyetem

VIZUÁLIS SÉMÁK VIZSGÁLATA ABLAKOS PÁSZTÁZÁSSAL

Amikor tanulmányunk a vizuális sémák sajátos vizsgálatát tűzi ki céljául, divatjamúlt szakkifejezést elevenít fel. Jellemző, hogy az „észlelési sémák”, „vizuális sémák” fogalmával nem találkozhatunk a korszerűnek számító, vaskos általános pszichológiai tankönyvekben (pl. Atkinson, Atkinson stb. 1994), vagy éppenséggel az észlelésről szóló, igencsak részletes tankönyvben (Sekuler, Blake 2000) sem.

A „vizuális sémák” fogalmának látszólagos elavulása összefügg a látáskutatás alakulásával. A látáskutatás utóbbi évtizedeit az „alsó szintű” vagy „korai” látás tanulmányozása uralta, ami részben a neurofiziológia rendkívül sikeres kutatási paradigmáinak, (az egysejtméretől az agyi képalkotásig) kibővült kutatási lehetőségeinek, másrészt a műszaki intelligencia-kutatások „alulról felfelé” haladó (bottom up) logikájának következménye volt. A tágabb értelemben vett látáskutatásnak ez a tendenciája a pszichológiai kutatásokat is befolyásolta.

Pedig éppen a műszaki látáskutatás fiatalon elhunyt klasszikusa, David Marr figyelmeztetett arra, hogy minden tudomány számára döntő jelentőségű a tárgyának megfelelő „magyarázati szint” helyes megválasztása. „A színgondolat döntő, és az észlelés nem érthető meg e nélkül – sosem lesz megérthető, ha csak szinaptikus végbunkókról vagy neuronokról és axonokról gondolkodunk, mint ahogy a repülést sem érthetjük meg csupán a madártollak tanulmányozásából. Az aerodinamika adja azt a kontextust, amelyben a tollakat helyesen megérthetjük.” Ezért „...kulcskérdés, hogy egy adott jelenség magyarázatát a megfelelő szinten keressük...” (Marr, 1982, 377. o.)

A pszichológiai látáskutatás sem érheti be csak az alsó szintű látás és a „bottom up” folyamatok tanulmányozásával. A vizuális észlelési sémák fogalmának fontosságát és valóságos aktualitását az biztosítja, hogy fogalmi összekötő kapcsolatot kínál a látás „top down” és a „bottom up” folyamatai közt.

A vizuális észlelési sémák fogalma

Az észlelési sémák fogalmát Neisser mintegy négy évtizede, a sokszor emlegetett „kognitív fordulatnak” (vagyis az amerikai pszichológia kognitív felzárkózásának) egyik alpművében vezette be. A séma fogalmának meghatározásakor Neisser maga is Bartlett immár több mint hatvan esztendő, de máig elevenen ható könyvére hivatkozott.

Bartlett a séma fogalmával pontosította a *háttérismeretek* észlelésben játszott szerepéről Helmholtz óta vallott nézeteket. Helmholtz [1924 (1909), 26. §, 26–27. o.] régi megfogalmazása szerint „nem tudatos következtetések” is alakítják az észlelést. (Ezt a hagyományt idézte fel az Új Szemlélet, amikor a következtetéseknek az észlelésben játszott szerepét, az „észlelési következtetés” vizsgálta, bár ezt a gondolati következtetéstől szigorúan megkülönböztette.) Az „észlelési következtetés” terminusban kifejeződik a „háttérismeretek” fontossága, de érvényesülésük hatásmechanizmusait, szerkezetét a „következtetés” fogalma nem csupán homályban hagyja, hanem a logikai következtetések analógiájával – minden elhatárolódás ellenére – leegyszerűsítő és hamis képet kínál.

Hiszen az észlelésben a háttérismeretek nem szillogizmusok premisszái. Bartlett szerint a háttérismeretek, vagyis a múlt, a szerzett tapasztalatok az észlelésben és a felismerésben „szervezett tömegként” fejtik ki hatásukat, „és nem elemek olyan soraként, melyek mindegyike megőrizné specifikumát” (Bartlett, 1985, 289. o.). A múltbeli tapasztalatok *szerveződési formájaként* jelöli meg Bartlett a sémát; a „szervezett tömeg” aktivitási sémák által hat: „A »séma« múltbeli reakciók, múltbeli tapasztalatok aktív szerveződését jelöli” (uo. 293. o.). Bartlett is keresi persze a szavakat: az észlelést (és emlékeztést) befolyásoló szervezett tapasztalatokat „szervezett keretként”, „elrendezési formákként”, „aktívan alakuló mintákként”, majd végül is aktivitási „sémákként” jellemzi. De ebben az értelemben – vagyis a „szervezett tömegként”, séma formájában ható múlt értelmében – beszél ő is észlelési következtetésről: „Rendkívül érdekes, hogy még a látszólag legelemibb észlelési folyamatoknak is kimutathatóan következtetési-konstruktív jellegük van” (uo. 75. o.).

Neisser tehát Bartlettire hivatkozva vezette be az *észlelési sémák* fogalmát: „Az észlelés központi kognitív struktúrájának jelölésére nincs jobb szó, mint Bartlett sémája...” (Neisser, 1984, 60. o.). Az észlelés emlékezeti kapcsolódása ily módon beleértendő Neisser sémafogalmába is, de Neisser inkább a séma jövőre irányulását hangsúlyozta. Szerinte az észlelési sémák olyan anticipációs struktúrák, amelyek előkészítik az észlelőt arra, hogy az információk áramlásából mely részletek lehetnek fontosak számára. Ezáltal az anticipációk befolyásolják az észlelés folyamatát. Az észlelés „új információval látja el a szervezetet”, de „valamiféle előzetes struktúra nélkül semmilyen információhoz nem lehetne hozzájutni. E két követelmény között dialektikus elmentmondás van: nem tudnánk észlelni anélkül, hogy anticipálnánk, de nem szabad kizárólag azt néznünk, amit anticipálunk” (uo. 51. o.).

Az észlelési séma tehát főként *anticipációs séma*. Biológiai szempontból az anticipációs séma Neisser felfogásában az idegrendszer része, sajátossága, nem pedig egy körülhatárolt hely az agyban. Az anticipációs séma működése a cselekvés vezérlésének TOTE-struktúrájával rokonítható, maga is cselekvési „terv”, hiszen „az észlelés a cselekvés egyik formája” (uo. 59. o.). [Neisser állítását kiegészíthetnénk a funkcionális rendszerek Anohin–Szokolov–Lurija-féle elméletére való hivatkozással is. Eszerint a szervezet funkcionális rendszereiben az elemeket összeszervező és vezérlő tényező: a rendszer működésének anticipált célja. (Anohin, 1976; ld. még Horváth, 1978; de idevágóak Kardos Lajos fejtegetései is a „megelőző cselekvés” jelentőségéről (Kardos, 1976) és „az emlékkép célfunkciójáról” (Kardos, 1988)].

Mivel az észlelés aktív cselekvés, a TOTE-struktúrák tervmozzanatainak „a látásban az egyik fontos funkciójuk a fej és a szemek felderítőmozgásainak irányítása” (Neisser, 1984, 62. o.). A cselekvőnek „gyakran aktívan, szemmozgással, fejmozgással vagy testmozgással kell felderítenie az optikai mezőt, hogy az információ hozzáférhetővé váljék. Ezt a felderítést az anticipációs sémák irányítják, amelyek tervek az észleléshez, és egyszersmind felkészülést jelentenek az optikai struktúra meghatározott fajtáira” (uo. 31. o.). A sémák az információ-felvétel folyamatában maguk is változnak, módosulnak – ezt már Bartlett is így gondolta –, és ez a változás része az észlelés folyamatának. A séma irányította információ-felvétel és az információ-felvétel által okozott sémamódosulás egységes ciklust alkot: „az észlelés általában a séma és az információ-felvétel ciklikus folyamata” (uo. 54. o.).

Mint még látni fogjuk, a vizuális észlelési sémák *ciklikus jellegét* azok a tapasztalati adatok is megerősítik, amelyeket a szemmozgásvizsgálatok szolgáltatnak. Sok hasonlóság van a Neisser által feltételezett „észlelési ciklus”, a Jarbusz által rögzített szemmozgás-ciklusok, és a Stark által megfigyelt pásztázópálya-ciklusok (scanpath-ciklusok) közt.

A szemmozgás mint indikátor

Emile Javal párizsi fiziológiaprofesszor 1879-ben számolt be arról a felfedezéséről, hogy olvasás közben szemünk nem egyenletesen mozog, hanem – Javal megfigyelései szerint – átlagosan minden tizedik betűnél megállapodik. Landolt 1891-ben már azt vizsgálta, hogy a szövegsajátosságok miként befolyásolják olvasáskor a szemmozgást. A XX. század elején Huey készítette az első regisztrációt az olvasó szem mozgásáról. Ezzel kezdetét vette az a kiterjedt kísérletező munka, mely a szemmozgás révén előszörban az olvasás tanulmányozására irányult (ld. részletesebben Woodworth–Schlossberg 1961, 17. fejezetet; továbbá Marton, 1990 problémátörténeti áttekintését).

Már Dodge, a szemmozgások fiziológiájának első alapos kutatója is úgy fogta fel a szemmozgást, mint bonyolult belső folyamatok eredményét: introspekciókkal elmentéiben – írta – „a látszólagos egyszerűség mögött a folyamatok meglehetősen

komplexitása húzódik meg” (idézi Huey, 1908, 26. o.). Dodge kimutatta, hogy miközben szemünk mozog, gyakorlatilag nem látunk, s a tényleges információfelvétel a szakkádok közti fixációk közben megy végbe. Buswell, aki az első olyan monográfia szerzője volt, amely az olvasás közbeni fixációkat és szemmozgást egy komplex tanulási folyamat, az idegennyelv-tanulás sajátosságainak mutatóiként vizsgálta, korának behaviorista felfogásával szembehelezkedve már 1927-ben azt hangoztatta, hogy az olvasás „központi gondolkodási folyamat”, „a jelentés megértésének folyamata”, és a „szemmozgás-felvételek értéke főleg abban van, hogy ezek az olvasó mentális folyamatainak a szimptomái” (Buswell, 1927, 7. o.).

Alighanem Buswell volt abban is az első, hogy *a szemmozgást mint belső folyamatok mutatóját* nemcsak az olvasás közegében vizsgálta, hanem 1935-ben a tájképek szemlélésekor fellépő *fixációk* sajátosságait is elemezte. Főként azt kutatta, hogy a tájkép mely részeit („érdeklődési területeit”) fixálják a nézők legtovább, mert feltételezte, hogy a számukra fontos mozzanatokra külön figyelmet fordítanak. A részletek fontossága pedig függ attól a feladattól, amelyet a képpel kapcsolatban meg kell oldani.

A kognitív pszichológia olyan úttörői, mint Piaget és Bruner szintén felismerték, hogy *a fixációk tanulmányozása* bepillantást engedhet magasabb pszichikus működések természetébe. Piaget még az ötvenes években azt vizsgálta, hogy miként befolyásolja a szemmértéket a „centráció”, amit a megfigyelt terület fixáció okozta értéknövekedéseként értelmezett (Piaget, 1961; O'Bryan, 1978). Bruner és Mackworth fiatal felnőttek és hatéves gyerekek szemmozgását hasonlította össze olyan szituációkban, amikor éles, tisztán kivehető ábrázolású képeket, vagy amikor homályos, nehezen kivehető témájú képeket nézegettek. A felnőttek és a gyerekek szemmozgáspályái közt jellegzetes különbségek voltak, amelyek arra vallottak, hogy a gyerekek kevésbé ismerik fel a fontos részeket, kevésbé tudják azokat összekapcsolni, szemmozgásuk kevésbé átfogó, a felnőttekénél elaprózottabb, inkább részletekhez tapadó (Mackworth, Bruner, 1970). Fantz és Berlyne egyaránt a fixációs időtartamokat használták fel kísérleti személyeik nézési preferenciáinak, a perzeptuális komplexitás és az érdeklődés összefüggésének vizsgálatára; Berlyne kísérleti személyei egyetemi hallgatók voltak (Berlyne 1958), Fantzé viszont néhány hetes csecsemők (Fantz 1961).

A hatvanas évekig a szemmozgás-vizsgálatok inkább a szemmozgások szüneteit, vagyis a fixációkat tanulmányozták, mint magukat a szemmozgásokat. Ennek technikai okai voltak: a kétdimenziós szemmozgás-regisztrálás sokáig megoldatlan volt, és később is nehézkes maradt. (Az olvasásvizsgálatok gyakorlatilag egydimenziós vizsgálatok voltak, a szemmozgásnak csak a horizontális összetevőjét – „amplitúdóját” – rögzítették, a vertikális összetevőt nem. Az olvasásvizsgálatokhoz azonban ez elég is volt. A preferenciavizsgálatokban pedig eleve úgy alakították ki a kísérleti elrendezést, hogy a szemmozgás pályájának nem volt jelentősége.)

A kétdimenziós szemmozgás-regisztrálás bevezetésével a szemmozgás-vizsgálatok új szakasza [Rayner (1983) szerint „harmadik generációja”] kezdődött el, amelyben az olvasáskutatás mellé felzárkózott a színtérészlelés (scene perception) és a vizuális keresés vizsgálata. A megújult kísérleti technika sok érdekes vizsgálatot tett lehetővé

vé, például számos kutatás képeken végzett keresési folyamatok kognitív szerkezetét próbálta feltárni (pl. Antes, 1974; Kundel, Nodine, 1978; Nodine, Carmody, Kundel, 1978; ld. még Llewellyn Thomas áttekintő tanulmányát, 1968). Rayner az új szakasz legfőbb jellegzetességét éppen abban látja (Rayner, 1992), hogy a szemmozgást egyre inkább a mögöttes kognitív folyamatok feltárására szolgáló eszköznek („window to the mind”) tekintik a kutatók, olyan eszköznek, amely ha nem is tökéletesen, de mégis tükrözi a vizuális kogníciós feladatokat kísérő feldolgozói folyamatokat, méghozzá menet közben (moment to moment on-line processing), a belső történésekkel egyidejűleg.

Az olvasáskutatás is megújult a modern technikai lehetőségek megjelenésével. Az egyik legeredetibb új paradigma a szemmozgás-vezérelte (eye-contingent display change) mozgóablakos (moving window) olvasás (McConckie, Rayner, 1975; ld. még Marton, 1990). A kísérletben a szövegsorok megmaradnak, de a betűk torzításával (vagy az eredeti betűk *x*-re cserélésével) a szöveget olvashatatlanná tették, kivéve néhány betűnyi „ablakot”, amely az olvasó szemmozgás ütemében végighalad a szövegsoron. A szemmozgáspálya olvasáskor adva van, ami tehát itt a kísérletezőket érdekelte, az az ablak hasznos terjedelme volt, vagyis a figyelem terjedelme egy-egy fixálás közben. A hasznos figyelmi terjedelmet nagyjából 14 betűnyinek találták (olyan betűnagyság mellett, ahol kb. három betű tett ki egy fokot), de az ablak aszimmetrikusan helyezkedett el a fixáláshoz képest! A fixált ponttól balra átlagosan csak négy betűre, jobbra kilenc betűre terjed ki az olvasók figyelme (Pollatsek, Rayner, 1992). A figyelem aszimmetriája az olvasási iránnyal függhet össze: héberül olvasóknál ellenkező irányú aszimmetriát találtak (Pollatsek, Boložky, 1983). Japán kutatók mozgó ablakos módszerrel vizsgálták a képnézés közbeni „hasznos látómező” terjedelmét is, és azt találták, hogy – bár e terjedelem a képnagyságtól és a mintázat információtartalmától is függ – a hasznos látómező a parafoveális területet is magában foglalja, egészen kb. 6°-ig terjed (Saida, Ikeda, 1979). [Korábban Andrejeva és társai tapadókorongos technikával 3°-ra korlátozták kísérleti személyeik látómezejét, akik így szinte egyáltalán nem ismerték fel a bemutatott ábrát (Andrejeva, Vergyilesz, Lomov, 1972), amit Saida és Ikeda azzal magyarázott, hogy a kép volt túl nagy a korlátozott látómezőhöz képest.] Érdekes, hogy bár Saida és Ikeda bonyolult kísérleti apparátusa (mintegy melléktermékként) a szemmozgáspályákat is megadta, azok érdemi elemzésébe a kísérletezők nem bocsátkoztak. Egyébként is megfigyelhető, hogy még a közelmúlt szemmozgás-kutatásainak zöme is (Rayner, 1992a) anélkül foglalkozik a fixációs képek tulajdonságaival, egymásután következésük problémáival és sajátosságaival, a mozgáspályák részleteivel, hogy a mozgáspályák egészének jellegzetességeire odafigyelne.

Valódi *szemmozgáspályák* regisztrálására – és elemzésére – Jarbusz könyve adta a mindmáig legtöbbet emlegetett első példákat (Jarbusz, 1965), a „pásztázó pálya” (scanpath) fogalmát pedig Stark nevéhez köti a tudományos közvélemény (Noton, Stark, 1971). Hogy miként használhatók a szemmozgás-pályák *magasabb pszichikus funkciók indikátoraiként*, azt pedig leginkább a tavaly elhunyt Tyihomirov klasszikus gondolkodás-lélektani vizsgálataiban csodálhattuk meg (Tyihomirov, 1969).

Foglaljuk össze röviden, milyen tényszerű eredményeket adott a szemmozgáspályák elemzése, és milyen elméleti elgondolások kapcsolódtak hozzájuk.

Az első tanulság, hogy nemcsak olvasáskor (amit Gibson kényszerített szemmozgásként jellemezett), hanem *kötetlen szemlélődéskor* is *szabályszerűség* található a szemmozgásokban. Gibson szerint kötetlen szemléléskor „a legtöbb szituációban (ide értve a képeket is) sosem lesz kétszer ugyanaz a sorrend, amellyel a képeket nézzük... A kötetlen pásztázás (free scanning) nagyrészt »cikkcakkos«” (Gibson, 1969). Ezzel szemben Jarbusz szemmozgás-regisztrátumainak legszembetűnőbb sajátossága, hogy a tekintet újból és újból visszatér bizonyos képrészletekhez: a szemmozgás mintegy *ciklusokba* szerveződik. A sűrűsödési mezők különösen jól látszanak az arcképek regisztrátumain, pl. „a volgai kislány” vagy a „fiatal nő” portéján, s a profilból nézett Nofertiti-szobor regisztrátumán. A tekintet nagyjából ismétlődő pályái, a jellegzetes sűrűsödési zónák (a szem, a száj tájéka) szinte kirajzolják az arc fő körvonalait. Noton és Stark is azt állítják, hogy a fixációk sorrendje semmiképp nem véletlen, és a tekintet mozgásában a sorrend állandóságát hangsúlyozzák: „Kitűnik, hogy valamely jellegnek, mint mondjuk Nofertiti szemének fixációját általában ugyanazon másik jellegnek, mint például a szájnak a fixációja követi. A teljes regisztrátum ciklusok sorozatát mutatja; a szem minden egyes ciklusban felkeresi a kép fő jellegeit, meglehetősen szabályszerű ösvényeken haladva jellegtől jellegig” (Noton, Stark, 1971, 38. o.). Más kutatások (Nodine, Carmody, Kundel, 1978; Kundel, Nodine, 1978) is arról számolnak be, hogy legalább a fixációk sűrűsödési helyeiben valamiféle rendszert lehet felfedezni.

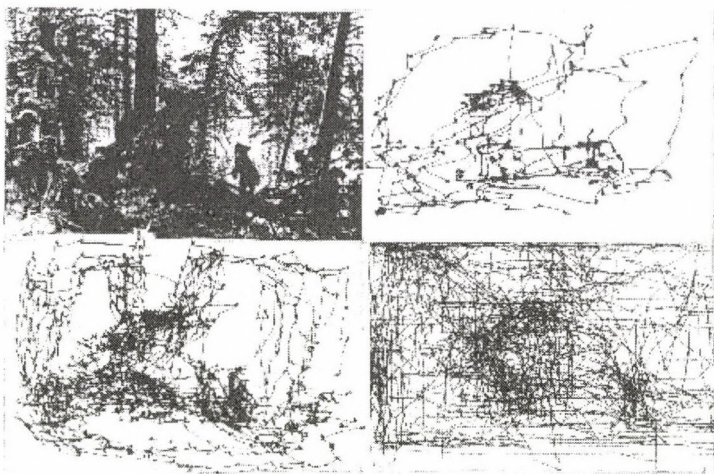
A ciklusok létezéséből és a viszonylag állandó nézési sorrendekből adódik a következő kérdés: *mitől függ, hogy mit nézünk meg egy képen*, mit fixálunk a tekintetünkkel, és mi alakítja ki a fixációk sorrendjét, ha mindez nem teljesen véletlen.

Noton és Stark úgy vélték, hogy a fixációk a vonalas rajzok esetében a vonalak szögleteinél csoportosulnak, „a szögleteket és más hasonló informatív jellegeket választja ki az agy egy tárgy megjegyzésére és felismerésére” (Noton, Stark, 1971, 37. o.). E jellegek egymásután következése alkotja a nézési ciklust, amit ők jelleggyűrűnek (feature ring) neveztek, és amelyben a „jellegeket annak a szemmozgásnak az emléke fűzi össze, amelyre az egyik jellegtől a következőhöz való haladáskor szükség van” (uo. 38. o.). Egész felfogásukon még erősen érződik a behaviorista hagyomány: a jelleggyűrű szerintük váltakozva egymást követő és összetartozó szenzoros és oculomotoros emléknymok egybeszerveződése, amely – a Guthrie-féle kontiguitásra emlékeztető módon – a legelső megtekintéskor rögződik.

Jarbusz kísérletei azonban bizonyították, hogy lényegibb összefüggések vannak szemmozgás és látvány között. A szemmozgás-pályák alakításában szerepe van *a kép tartalmi szerkezetének*: az ábrázolt alakok és tárgyak méretének, arányaiknak, a képen való elhelyezkedésüknek, „szóval mindannak, amit a kép kompozíciójának neveznek” (Jarbusz 1965, 144. o.). A művész egy kép megkomponálásakor ösztönösen vagy tudatosan úgy rendez el a képelemeket, hogy a kép szabad szemlélésekor rávezesse a néző tekintetét arra, mi a művészi szempontból „hasznos és lényeges információ” a képben. Klasszikus festmények megtekintésekor rögzített szemmozgáspályák tanú-

sítják, hogy a kép kompozíciója „olyan eszköz, amelynek segítségével a művész bizonyos mértékig rákényszeríti a nézőre a saját látásmódját” (uo. 144. o.). A kompozíció által ránk kényszerített látásmódot nemcsak a fixációs pontok sűrűsödései, hanem a tekintet által elhanyagolt, majdnem üresen maradt területek is jellemzik. (Hasonló megállapításokat tett Kundel és Nodine, akik mellkasi röntgenfelvételeket vizsgáló orvosok szemmozgását rögzítették. (Kundel, Nodine, 1978).

Jarbusz kísérleti személyeinek számos ismert, klasszikus műalkotást (Repin-, Siskin-, Levitan- stb. reprodukciókat) mutatott speciális feladat megjelölése nélkül (illetve: előtt). Regisztrátumait Hubel (1988, 79. o.) így jellemzi: „Ha rápillantunk ezekre az érdekesítő képekre, világnyi információ tárul fel számunkra látásunkról, sőt azon túl is mindazokról az objektumokról és részletekről, amelyek környezetünkben érdekelnek minket.” Hubel megállapítását Siskin „Reggel a fenyvesben” című képének Jarbusz-féle szemmozgás-regisztrátumával szemlélteti. A harminc perces regisztrátum (az 1. ábrán a bal alsó kocka) ugyanazokat a sűrűsödési és üres zónákat mutatja, mint a kétperces párja (az 1. ábrán a jobb felső kocka). Vagyis a meghosszabbított nézési időt nem arra használja a megfigyelő, hogy a másodlagos fontosságú részleteket is szemügyre vegye, hanem újból és újból (ciklikusan!) visszatér az első ciklusokban kiválasztott, fontosnak ítélt képelemekhez. A regisztrátumokról leolvasható a kép szerkezete: a négy macsó a fő téma, és még a fák is úgy dőlnek, hogy tekintetünket feléjük vezessék. A harminc perces regisztrátumon az eredeti kép ismerete nélkül is meg tudnánk mutatni, hogy hol keresendő a macsik. Ennél meglepőbb, hogy még a hosszabb, harminc perces felvételen is fellelhető két nagy fehér folt, aminek helyén az eredetiben egyáltalán nem üres tér, hanem gazdag lombzat található. Az is leolvasható a regisztrátumból, hogy bár a Siskin-kép erősen tagolt, különböző „súlyú” részekre bontódik, a kép egésze mégis zárt egység, részei egyensúlyban vannak.



1. ábra. Egy Siskin-kép Jarbusz-regisztrátumai és a jobb alsó sarokban egy ablakozó pásztázással készült regisztrátum

Jarbusz apparátusa nem igazán volt alkalmas statisztikai elemzésekre (nem is közül a szemmozgás-pályákról statisztikai adatokat). A hetvenes évek elején az elektro-okulográfiával dolgozó Francois Molnar kifejezetten művészetpszichológiai vizsgálatokra, festmények művészi szerkezetének egzakt vizsgálatára próbálta meg felhasználni a szemmozgásokat, pontosabban a fixációs pontok statisztikai eloszlását. Például Monet Olympia című festményén a fixációs pontok eloszlása alapján „3+1” zónát mutatott ki: a három főalakon kívül a negyedik zóna a háttér, amely fixációs pontoktól lényegében mentes marad. Molnar szerint a néző szeme zónáról zónára halad, a zónák (tehát a szerkezet) határozza meg a tekintet pályáját, a zónán belül a fixációs pontok megválasztása véletlen tényezőkön múlik. Érdekes észrevétele, hogy a kép megtekintésének menete tükrözi az alkotás folyamatát: a képzőművész is művének megszerkesztésekor a nagy szerkezeti egységek helyét tervezi meg, jelöli ki először, a szerkezet fő egységeit („zónáit”) vázolja fel előbb, és csak ezután mélyed el a részletekben (Molnar, 1977).

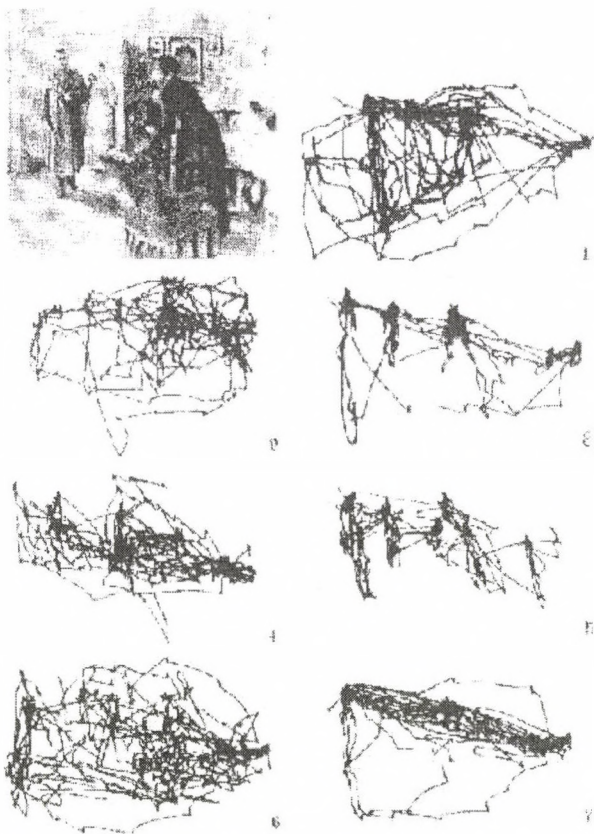
A kompozíció gyakori és jellegzetes tulajdonsága a szimmetria. Jarbusz ábrái közül a volgai kislány portréja teljesen szemből felvett és így szinte teljesen szimmetrikus fénykép. Szembetűnő, hogy a regisztrátum viszont *aszimmetrikus*: a bal oldal többszörösen sűrűbb a jobb oldali arcfélnél. A szimmetriától eltekintve semmilyen más képtulajdonság nem indokolja ezt a féloldalasságot, a jobb oldal elhanyagolását.

Maga Jarbusz a regisztrátumnak ezt a tulajdonságát nem tette szóvá. Talán azért nem, mert az általa alkalmazott technikával a fixációs pontok mennyiségi eloszlásának és a ciklusok finomszerkezetének elemzése nehézkes lett volna. Pedig alighanem észlelésünk fontos tulajdonságáról árulkodik ez a féloldalasság, amelyet szemmozgás-vizsgálattal a teljesen szimmetrikus Müller-Lyer-ábra szemmozgáspályáin magunk is regisztráltunk (Horváth, 1984, 2001). A szimmetria felfedezése és önkéntelen figyelembevétel a látás alapú formaészlelés egyik alaptulajdonsága, amely a haptikus formaészlelésben erősen korlátozott (Csocsánné Horváth Emmy, 1988). Ha egy ábra szimmetrikus, akkor az ábra egyik fele alapján az egészről nyerhetünk információt. Lehet, hogy valamiféle biológiai takarékosági elv érvényesül a szimmetrikus képek tanulmányozásakor, sőt talán a szimmetria esztétikai hatásaiban is. (A biológiai takarékoság lehetséges esztétikai hatását Greguss Pál fejtegette egyik legutolsó előadásában; Greguss, 2001.) Nem mellékes tulajdonsága ez látórendszerünknek, hiszen a természet igen gazdag szimmetriákban (Weyl, 1982).

Jarbusz szerint az is megállapítható volt, hogy folyamatos nézéskor a fixált elemek kiválasztása vagy képrészek mellőzése nem attól függ, hogy az ábrázolás részletekben gazdagabb vagy szegényebb az illető képrészen, tehát *nem függ* a részletek számától. Nem függ önmagában véve a világosabb-sötétebb elemek előfordulásától vagy a felszíni finom szerkezettől (a textúrától) sem, és nincs szerepe a fixált pont kiválasztásában önmagában a színnek sem. Sőt önmagában véve a képen fellelhető kontúroknak, az ábrázolt tárgyak körvonalainak sincs vonzása. Noton és Stark érvelése szerint az a tény, hogy az egyes személyek eltérő pásztázó pályával nézik ugyanazt a képet, szintén arra vall, hogy „nem valami perifériális jellegdetektor irányítja a szemmozgáso-

kat a felismerési folyamattól függetlenül, mert az ilyen detektoroktól elvárható volna, hogy nagyjából egyformán működjenek mindenkinél” (Noton, Stark, 1971, 40. o.). (Ma szokásos terminológiával tehát azt mondhatnánk: a természetes tárgylátás-kor nem a fizikai sajátosságok szembetűnősége – a „saliency” – irányítja a szemmozgás teljes menetét, és a fixált pontok kiválasztásában „a korai látás” vagy az „alacsony szintű látás” nem mindvégig meghatározó.) A látvány elemei nem fizikai jellegzetességeikkel, hanem informativitásuktól függően befolyásolják a szemmozgást és a fixációt, az informativitás azonban *situáció- és feladatfüggő*.

Különösen jól látszik ez, ha kötetlen szemlélődés helyett feladatsituációban vizsgálják a szemmozgást. Berlyne (1960) – és nyomában Molnar (1977) – joggal különbözteti meg az egyszerű „kedvtelésből” történő szemlélődéstől a megismerési célú, „episztemikus” vizsgálódást. Az *episztemikus*nak nevezhető képnézést Jarbusz is igen gondosan, részletekbe menően vizsgálta. Könyvében Repin Váratlanul című képének 42 szemmozgás-regisztrátumát közli eltérő situációkban, illetve más-más feladatokhoz kapcsolódóan. A Repin-kép kötetlen szemlélését követő feladatok pl.: megállapítani a képen látható család társadalmi hovatartozását; becsülni a személyek életkorát; leírni a ruházatukat; megjegyezni a személyek és a tárgyak elhelyezkedését a szobában; kitalálni, hogy mennyi ideig lehetett távol a váratlanul betoppa-nó férfi stb. Egybevetve a kötetlen nézéskor hét különböző személytől nyert regisztrátum nagyfokú hasonlóságait az ugyanazon személytől hét különböző feladatban rögzített szemmozgáspályák eltéréseivel nagyon szemléletes képet kapunk a feladatnak a nézésre tett hatásáról (2. ábra).



2. ábra. Egy Repin-kép híres Jarbusz-regisztrátuma: ugyanazon személy szemmozgáspályái eltérő feladatsituációkban

Jarbusz „episztemikus” nézésre vonatkozó kísérleteinek eredményeként még hátróztottabban fogalmazza meg a szemmozgások tanulságait: „A szemmozgások az emberi gondolkodás folyamatait tükrözik, és ezért a regisztrátumok lehetővé teszik, hogy bizonyos fokig megítéljük a megfigyelő gondolkodását, azt a gondolkodást, amely valamely objektum szemlélését kíséri” (Jarbusz, 1965, 14. o.).

Tyihomirov már említett vizsgálataiban egy lépéssel tovább ment ennél a megállapításnál, amikor a szemmozgás-vizsgálatot a szemléletes-cselekvési *gondolkodási folyamatok* elemzésének fő eszközévé tette. Ezért nem képek szemléléséhez kapcsolódó, hanem intenzív („problémamegoldó”) gondolkodást igénylő feladatokat, első sorban sakkfeladványokat adott vizsgálati személyeinek. Tyihomirov megmutatta, hogy a szemmozgásokban a gondolkodás „exteriorizálódik”, mintegy külsővé válik. A sakkjátékban a tipikus szemmozgás-pálya a lehetséges lépések „lejátszása” a szemmel, vagyis olyan „kutató” akciók végzése, amelyek a szemmozgásban „külöleg kifejeződő formát” nyernek (Tyihomirov, 1969, 123. o.). Jellemző módon a szemmozgás-regisztrátumok gazdagabb betekintést nyújtanak a sakkozó gondolatvilágába, mint a szóbeli beszámolók. Tyihomirov gondolkodás-lélektani eredményeire ehelyütt nem térhetünk ki (ld. Horváth, 1984), csupán néhány olyan megállapítását idézzük, amelyek a szemmozgások tulajdonságaira vonatkoznak (bár e tulajdonságok természetesen a gondolkodással függenek össze).

Feladatmegoldáskor a nézési ciklusoknak *funkcionális szakaszai* különböztethetők meg. Egy sakkfeladvány megtekintése a situáció elsődleges analízisével kezdődik, amikor a sakkozó szinte véletlenszerű, de vissza-visszatérő szemmozgásokkal a feladatnak azokat a tartalmi jegyeit kutatja, amelyek a további keresést határozott irányba terelik. Ezt követi a feladat jellegétől függő módon a lehetséges lépések „lejátszása” több lépés mélységig, a jelenlegi és a lehetséges bekövetkező situációk összevetése. Időnként megfigyelhető egy olyan fázis, amikor a szemmozgások nem lépések lejátszására irányulnak, hanem az elgondolt játékelemek összefoglalása, egyesítése, értékelése tükröződik a szemmozgásban. A fixációk időtartama változó, a záró szakaszban (döntéshozatali helyzetben) hosszú fixációk is előfordulnak. (Molnar is azt állapította meg, hogy a feladatmegoldás szakaszai hatással vannak a fixációk időtartamára és a sakkadok hosszúságára. Hasonló megállapításra jutott Nodine, Carmody, Kundel is.)

Ahogy a gondolkodásnak *egyéni sajátosságai* is vannak, úgy a szemmozgásoknak is lehetnek egyéni jellegzetességei, miként azt Stark és Noton néhány érdekes regisztrátummal szemléltette. A Mona Lisa-képen mindnyájan ugyanazokat a fixációs mezőket nézzük a leggyakrabban (a szemet, a rejtelmesen mosolygó ajkat), de eltérő sorrendben járjuk be a kép nevezetes pontjait. Ezt a sorrendet tartja az egyes emberre jellemzőnek Stark, mondván: majdnem annyira egyéni ezek a pályák, mint az ujjlenyomatok (Stark, 2000). Jarbusz szerint viszont a fixációs pontok – a fontos mozzanatok – kiválasztása is az egyéni gondolkodásmód függvénye. Ő is szemmozgás-felvételekkel igazolta a látásmódok egyéni vonásait: „Levonhatjuk a következtetést, hogy a megfigyelő egyének gondolkodásmódja különbözik, ezért tehát

bizonyos mértékig abban is különböznek, hogy miként látják a dolgokat” (Jarbusz, 1965, 192. o.).

Bár Jarbusz is végzett a Dove–Helmholtz–Julesz-féle „fokálisfigyelem”-kísérletekhez hasonló vizsgálatokat, amelyekben ugyancsak kimutatta, hogy különleges kísérleti körülmények közt a figyelem és szemmozgás elválasztható, és a figyelem akaratlagos átvitelét (alternálását) csak követik a szemmozgások, de a természetes látási szituációban szinte magától értetődőnek tekinti, hogy a szemmozgást a *figyelem* megnyilvánulásaként értékelheti.

A figyelem azonban feltehetően nem egységes pszichikus működés (Latto, 1977; Mack, Rock, 1998, ld. még Czigler, 2001), hanem *gyűjtőfogalma* a pszichikum különböző működéseiben fontos szerepet játszó tájékozódó, kiemelő és szelekciós mechanizmusoknak (vagy működési jellegzetességeknek). E mechanizmusok eltérőek a különböző érzéketli modalitásokban, és tulajdonságaik nem ugyanazok az összpontosító, a kereső vagy a figyelemmegosztó feladatokban. Az ún. fókuszáló figyelem például Julesz szerint is (Julesz, 2000) biztosan felülről lefelé irányuló folyamat, de a figyelem egyik alapformája, az orientációs reflex (Sokolov, 1963) nyilvánvalóan alulról felfelé irányul.

Az orientációs reflex megmutatkozhat nem akaratlagos jellegű szakkádokban is: „Ha valaki hirtelen mozgást észlel a periférián, szemét ez majdnem automatikusan magára vonja (egy szakkáddal)” (Robinson, 1968). A pszichológia számos mintázat-felismerési és vizuális keresési kísérleti szituációban vizsgálta a tekintet reflexszerű mozgásának szabályszerűségeit (ld. Anderson, 1995; Eysenck, Keane, 1990), a műszaki látáskutatás pedig a képek érzékelés számára kiugró, szembeötlő vonásainak feltérképezésével (saliency maps) próbálja megtenni az első lépéseket a kép belső tagolása (szegmentálása) és (esetleg) tartalmi értelmezése felé. [Ezek az első lépések is igen összetettek lehetnek: Itti pl. 43 különböző jellegről, köztük intenzitásváltozásokról, orientációkról, színekről különböző léptékekben készült térképek integrálásával állítja elő a feltűnő, kiugró érzéketli minőségek térképét, a saliency map-ot (Itti, Koch, 2000).]

Klinikai és kísérleti tapasztalatok azonban arra is utalnak, hogy figyelem és szemmozgás kapcsolata kétirányú: nemcsak a figyelem vezérelheti a szemmozgást, hanem a szemmozgás is támogatja a figyelmet. Érdekes például, hogy a szemmozgások bénulása a „rejtett” (azaz szemmozgás nélküli) figyelemáttevedést is akadályozza (Posner, Raichle, 1994). Ez a megfigyelés egybevág Zincsenko kísérleti eredményeivel, aki a szemre helyezett tapadókorongos miniatűr diavetítőszerű készülékkel elérte, hogy a kép a retinán folyamatosan ugyanarra a helyre essen, miközben az ábra kifakulását színváltásokkal akadályozta meg. A stabilizált kép végignézéséhez, a figyelem belső irányításához azonban a szemmozgások ugyanúgy nélkülözhetetlenek voltak, mint a természetes nézéskor, csupán a szakkádok voltak kisebbek a szokásosnál (Zincsenko, Vergilesz, 1977).

A figyelem és szemmozgás kölcsönkapcsolata anticipációs jellegű. Cai és mtsai (1997) kimutatták, hogy a szakkádokat közvetlenül megelőzően (100 msec-n belül)

felvillantott pontot a szakkád irányában eltolódva észleljük. Ross és mtsai a tér kompressziójaként írják le ezt a jelenséget, mert a vizuális jel elhelyezkedésétől függetlenül kétirányú (szakkád irányú és ellentétes irányú) eltolódást regisztráltak. A *térzsugorodás* jelenségéről a kísérleti adatok alapján feltételezhető, hogy az a szemmozgás elővételezett, anticipált hatása, mintegy a szemmozgás utáni állapot előkészítése, amit elektrofiziológiai adatok is alátámasztanak. Egyes parietális területeken (LIP: laterális intraparietális cortex) és a superior colliculusban – amelyet a szemmozgás-vezérléssel hoznak összefüggésbe –, számos sejt a szakkádot megelőzően, mintegy elővételezett módon válaszol olyan ingerekre, amelyek akkor fognak a hozzájuk tartozó receptív mezőkre kerülni, ha a szakkád már végbement.

A szemmozgás eredményének anticipálása viszont a figyelemáttevedés hatása-ként értelmezhető. Ezt az értelmezést erősítik és további részletekkel gazdagítják a fogáshoz kinyújtott kar vizuális irányításának mechanizmusaira vonatkozó megfigyelések. Amikor valamiért nyúlunk, hogy megfogjuk a tárgyat, a célt mindenkéltől foveálisan ragadjuk meg, vagyis fixáljuk. Kezünk mozgását azonban csak perifériálisan láthatjuk, de ez a perifériális visszajelzés is kimutathatóan javítja a teljesítményt. Paillard (1982) szerint feltételezhető, hogy két különböző vizuális mechanizmus vesz részt a céltárgyat megfogó kézmozgás irányításában: egy, főként a centrális látásban működő és helyzetérzékelő, és egy másik, amely főként a perifériális látásban működik, és amely a mozdulat sebességét és irányát értékeli. A *perifériális látás* a kézmozgás „*navigátora*”, mely a mozdulat első, ballisztikus szakaszát ellenőrzi, a centrális látás pedig – Paillard hasonlatával – „*révkalauzként*” irányítja a pontos és sima célba érést. A perifériális és centrális látás eltérő kérgi képviselője is a funkcionális eltéréseket mutatja. A perifériális látómező viszonylag nagyobb arányban kapcsolódik a posterior parietális (hátsó fali) neuronok látómezőjéhez, mint az IT (inferior temporal, alsó halántéki) neuronokéhoz: valamennyi IT neuron receptív mezőit tartalmazzák a foveát, a hátsó fali (PP) neuronoknak viszont legalább 60%-ában olyan receptív mezők vannak, amelyekben a fovea nincs benne (Ungerleider, Mishkin, 1982). Valószínűsíthető, hogy a perifériális látás figyelmi „*navigáló*” szerepe nemcsak a kézmozgás, hanem a szemmozgás esetében is érvényesül, amikor a figyelem áttevedik a fixált pontról a periféria valamely „*érdekes*” pontjára.

Igaz, a figyelem és szemmozgás mesterséges szétválaszthatóságát Helmholtz óta számos kísérlet példázza [ld. pl. Julesz (2000) az ún. fókuszált figyelem paradigmája, vagy Treisman (1986) az attentív gyorskeresés paradigmája]. De noha természetes körülmények közt is található a figyelem és a szemmozgás szétválására példa (a „*változásvakság*” – change blindness – jelensége, ld. O'Regan, Deubel, Clark, Rensink, 1999; Ramachandran, 1992; vagy az ún. „*figyelmi vakság*” – inattention blindness – jelensége, ld. Mack, Rock, 1998), ma is igazat adhatunk Gibsonnak, aki szerint a természetes figyelem a nyílt figyelem, mely – a látás esetében – elválaszthatatlan a szemmozgástól. A fixációt és a figyelmet elválasztó (a „*rejtett*” figyelmet vizsgáló) laboratóriumi kísérletek, „a nyílt figyelem lefagyaszthatásának módszerei” nem természete-

sek; „az életben, a laboratóriummal ellentétben, a figyelmet az ragadja meg, ami a tekintetet” (Gibson, 1974).

Gibson szerint a figyelem elsődleges funkciója az orientáció, a feltárás, az új input keresése, nem pedig a szűrés. Ezért a figyelem elsősorban nem a szenzoros receptorok passzív ingerlésének, befogadó működésének, hanem a perceptuális szervek nyílt aktivitásának megnyilvánulása. A természetes figyelem Gibson szerint tehát a nyílt figyelem, mely – a látás esetében – elválaszthatatlan a szemmozgástól.

Annak idején már Neissertől is olvashattunk ilyen megállapításokat: „A figyelem nem más, mint észlelés: úgy választjuk ki, hogy mit fogunk látni, hogy anticipáljuk azt a strukturált információt, amit az illető dolog nyújtani fog” (Neisser 1984, 90. o.). A közelmúltban is hasonló véleményt fogalmazott meg Crick és Koch: „a szemmozgás nem más, mint figyelem” (Crick, Koch, 1992, 158. o). Vagyis természetes körülmények közt a szemmozgás a figyelemnek is indikátora, ahogy azt Jarbusz is magától értetődőnek tekintette.

A szemmozgásciklusok ebben az értelemben a figyelmi ciklusok megnyilvánulásai, a vizuális séma pedig nem más, mint szelektív figyelmi séma, amelyet a látvány egyes elemeinek kiemelése, más elemeknek elhanyagolása jellemez. Ezzel azonban nincsenek megmagyarázva e séma működési jellegzetességei:

- Miért vezérli a figyelem a tekintetet újból és újból a már egyszer megnézett területre, mi magyarázza a ciklikusságot?

- Milyen kapcsolat van a foveálisan egymásután kiemelt mozzanatok és az egyidejűleg perifériálisan is észlelt látványmozzanatok közt, milyen szerepe van a perifériális észlelésnek a figyelem vezérlésében?

- Mikor és hogyan integrálódnak a foveálisan időben egymásután látott képek?

Ezekre a kérdésekre az „ablakos pásztázás” eszközével keressük a (legalább részleges) választ.

Az ablakos pásztázás (PWS) technikája

A XIX–XX. század fordulójának még mechanikai eszközökkel dolgozó, kormos papírra író próbálkozásai óta sokat fejlődtek (és folyamatosan fejlődnek) a szemmozgás-vizsgálati, illetve tekintetkövető (gaze tracking) technikák. De „a szemmozgás-vizsgálat a kísérleti személy számára ma sem egy népünnepély” – állapította meg Hubel (1988-ban, 79. o.), és ez a másfél évtizedes megállapítás még ma sem veszítette el teljesen érvényét. A kísérleti személyek számára legkevésbé kellemetlen megoldások nem túl pontosak, más eljárások fejrögzítést vagy a fejen viselendő súlyosabb apparátust tesznek szükségessé, esetleg kontaktlencseszerűen a szemre helyezendő kis apparátusokat alkalmaznak (amelyek a szem érzéstelenítését, a szemhéjak kiragasztását igényelhetik), időben is korlátozottak – és nem is olcsók.

Könyvében Jarbusz részletesen bemutatta az 1960-as évekig alkalmazott technikák különböző formáit: a mechanikus, az utóképen alapuló, a szem különböző neve-

zetes pontjairól visszatükröződő fényt filmre rögzítő eljárásokat, az olvasásvizsgálatokhoz kifejlesztett apparátust, a szemmozgató izmok működését regisztráló okulomotoros módszert, továbbá a kontaktlencseszerű vagy tapadókorongos készülékekkel végzett mérések eltérő változatait. Az azóta eltelt fejlődés legfontosabb újdonsága természetesen a számítógép alkalmazása, ami lehetővé tette további nevezetes pontok (ún. Purkinje-képek) együttes kalibrálását és ezek alapján a szem mozgáskoordinátáinak menet közbeni számítását is. A számítógép bevonása és a műszerek érzékenységének javulása az okulomotoros vizsgálati eljárásokat is modernizálta.

A ma használatos eszközökről friss áttekintést nyerhetünk a világhálóról. A napjainkban vásárolható eszközök pontossága $0,003^\circ$ -tól 7° -ig terjed. Van, amelyik csak rögzített fejjel használható, és van, amelyik kb. harminc cm-es fejmozgást is megenged, kereskedelmi áruk pedig széles skálán (2700 dollártól 120 000 dollárig) mozog (EMED). Az eljárások ma is folyamatosan fejlődnek, a fejlesztők – többnyire a már ismert elvek alapján – könnyebben (el)viselhető, és pontosabb megoldások után kutatnak. A mai eszközök fő alkalmazási területei az orvosi és a műszaki kutatások (pl. a szemmel vezérelhető operációs rendszerek kifejlesztése). A legújabb pszichológiai vonatkozású vállalkozás talán Cunninghamé (1998), aki az általa kifejlesztett „eye tracker” próbájáként megismételte Jarbusz több kísérletét, és a „korszerű eszközzel” megerősítette a régebbi eredményeket a szemmozgások feladatfüggéséről.

Sajnos, a modern apparátusok sem teszik annyira könnyűvé és (főként) olcsóvá a szemmozgás-vizsgálatokat, hogy azok a speciális laboratóriumok falain kívül is, statisztikailag értékelhető arányokban elvégezhetőek legyenek.

Bár a szegény ember vízzel főz – de azért ő is főzőcskézhet. A számítástechnika mostanra lehetővé tette olyan új eszközök (számítógépi programok) kialakítását, amelyekhez elegendő az asztalunkon álló számítógép, és amelyekkel a szemmozgás-vizsgálatok *bizonyos mértékig és bizonyos tekintetben* helyettesíthetők. Így aztán technikailag könnyebben, nagyobb arányokban is tanulmányozhatókká válnak egyes olyan pszichikus folyamatok, amelyek indikátoraként szokták tekinteni a szemmozgásokat. Ezt a célt szolgálja az az általunk készített Java-program, amellyel „ablakos pásztázás” (PWS: Peek Window Scanning) végezhető.

A Java nyelv objektumorientált programozási lehetőségeit kihasználó PWS-programunk lényege, hogy amikor a fehér képernyő-háttéren egérrel mozgatunk egy kis ablakot, az ablakocskában megjelenik a fehér felület által „eltakart” kép megfelelő részlete (valójában kirajzolódik egy „képernyőn kívüli kép” ablaknyi része). Az ablakos mozgáskoordinátáit a program rögzíti. A kép megtekintéséhez az egeret mozgatva az ablakocskával valamilyen sorrendben be kell járnunk a fehér felületet. Konkrétabb elképzelést alkothat magának az olvasó a PWS-ről a világhálóra feltett példák alapján (ld. Horváth, 2003).

Bár az a kísérleti felhasználás, amit itt bemutatunk, merőben új, maga az alkalmazott kettős ablakozó technika a Java szokványos felhasználási lehetőségeinek egyike. Az interneten épp úgy bőven találunk látványosan ablakozó kisalkalmazásokat (apple-tekét), mint a Javát bemutató tankönyvekben (Jamsa, 1996; Lalni, Jamsa, 1998). Ter-

mészetesen a PWS céljaira megfelelően adaptálni kellett a rendelkezésre álló Java-objektumokat (ld. Horváth, 2001).

A PWS-programok a pályaelemek koordinátáin kívül a hozzájuk tartozó időtartamokat is rögzítik. A mai legmodernebb szemmozgásvizsgáló eljárások 100 Hz-es adatfelvételt is lehetővé tesznek. A PWS-programban az egér helyzetének regisztrációja (egyelőre) csak 20 Hz-es, a Windows operációs rendszer pedig századmásodperces időregisztrációval dolgozik (bár az időértékeket ezredmásodpercben írja ki). E két körülmény (kerekítéstől függően) 50-60 msec korlátot szab az időmérés pontosságának. Egyrészt azonban ez még a valódi szemmozgás-vizsgálatoknál is elfogadható érték volna, különösen, ha meggondoljuk, hogy számos szemmozgáskutatás (pl. Mackworth, Llewellyn–Thomas, Kundel, Nodine stb.) a Mackworth-féle 8 Hz-es, azaz 125 msec pontosságú készülékekkel dolgozott. Másrészt a kézmozgással irányított ablak természeténél fogva lassúbb, mint a szemmozgás, ezért az időregisztráció kisebb pontatlanságai itt kevésbé jelentősek.

A PWS-felvételben kapott adatfájlok alapján az ablakoska pályájának tetszőleges szakaszai a kívánt gyorsabb-lassabb sebességgel, semleges háttéren vagy az eredeti képpel mint háttérrel egyaránt megjeleníthetők. Változtathatók az ablakoska méretei, a háttér tulajdonságai és persze az alkalmazott képek is. A kísérletek többségében 75×75 vagy 100×100 pixeles ablakoskát alkalmaztunk. Az arcképeknél a 75 pixeles ablak egy-egy fontos arcterületet – pl. valamelyik szemet vagy a száját – mutatja meg, a sakktáblánál ez kb. egy mező a táblán. A tájképeknél a 150-es ablakot is kipróbáltuk, a 100 pixeles ablak mellett próbálgatással kötöttünk ki. A bemutatott arcképek szélessége többnyire 360 pixel (9,23 cm), magassága 520 pixel (13,34 cm) volt, az egyéb ábrák, pl. tájképek nagysága változó, de többnyire az arcképeknél nagyobb volt (1. táblázat).

1. táblázat. Néhány megfigyelt kép nagysága a képernyőn

Kép	Szélesség pixel	Magasság pixel	Szélesség cm	Magasság, cm	Kép	Szélesség, pixel	Magasság, pixel	Szélesség, cm	Magasság cm
Arcképek	360	520	9,23	13,34	Egry: Szivárvány	721	507	6,10	4,29
Siskin: Reggel a fenyvesben	618	406	15,85	10,4	Csontváry: Római híd Mosztarban	974	481	8,24	4,07
Repin: Váratlan látogató	480	484	12,31	12,41	Raven- táblázatok	570	605	14,62	15,51
Szőnyi: Este	325	469	8,33	12,03	Sakktábla	480	480	12,31	12,31

(Az átszámításhoz érdemes megjegyezni, hogy 38 pixel ≈ 1 cm és 100 pixel ≈ 2,65 cm.)

Bár kísérleteinkben az ablakoska fehér háttéren mozgott, ha a kutatás célja azt kívánná, könnyűszerrel megoldható volna az is, hogy az ablakoska a perifériális látást imitáló homályos képet pásztázzon.

Kísérleti személyeink (egyetemi hallgatók) a maguk megválasztotta kényelmes távolságban helyezkedtek el a képernyőtől, amit az egér hozzáférhetősége kb. 40 cm túrréssel határolt be. Joggal feltételeztük, hogy éppen azt a távolságot választják ki maguknak, amellyel az ablakocskát legélesebben látják. Valóban, a kísérleti személyek 65–85 cm távolságból, leggyakrabban kb. 75 cm körüli távolságról nézték a képernyőt. (Némelyek néha közelebb hajoltak, hogy valamely részletet jobban lássanak, aztán visszatértek korábbi testtartásukhoz.) A 75 pixeles mérethez 75 cm távolságról 1,5 fokos látószög, a 100 pixeles mérethez 2 fokos látószög tartozik. De 42 cm közelségből is csak 3,5 fokosnak látszik még a 100 pixeles ablak is.

Emlékeztetünk rá, hogy 3,5 fok a retinán kb. 1 mm-nek felel meg, és egy ganglion sejt receptív mezőjének átmérője is kb. ennyi (Hubel, 1988). Hubel szerint a fovea átmérője kb. fél mm, de a közepső 1 mm-ről mondja azt, hogy látásunk ott a legélesebb. Mások egy kissé nagyobb területet emlegetnek. Ditchburn (1973) a retina fő területeinek hozzávetőleges határait fokokban így adja meg: a perifériális terület a foveolától 10°-nál távolabb esik, a parafoveális terület 2–10° között húzódik, a sárgafolt (macula) átmérője kb. 5°, a foveaé 2°, a foveola területe pedig kb. 100 mikrométer, azaz 0,3° (20 szögperc).

Mindenképpen igaz tehát, hogy kísérleti személyeink információszerzése a foveális látásra korlátozódott, legfeljebb keskeny parafoveális kiegészítéssel.

Hogy ez a körülmény mennyiben változtatja meg a vizuális megismerési folyamatot, azt bemutatjuk a későbbiekben. Mindenesetre a természetes látásunkban is sokkal nagyobb az eltérés a foveális és perifériális látási élesség közt, mint azt feltételeznénk. A látott kép élességbeli differenciálódásának, a perifériális látvány homályosságának nem vagyunk tudatában. Pedig az érzékelő idegsejtek elhelyezkedése alapján a fovea középpontjához, a foveolához (100%) viszonyított látási élesség a foveolától 10 fokra kb. 20%-os, 20 fokra kb. 10%-os, 40 fokra már csak kb. 5%-os (Llewelyn Thomas, 1968; Jarbusz, 1965). [Pinker egyszerű próbát ajánl a nem foveális látás elmosódottságának érzékeléséhez: nyújtsuk ki karunkat, távolítsuk néhány centire a látóvonaltól, és próbáljuk meg megszámolni, hány ujjunk van; nem fog sikerülni (Pinker, 1997)].

Az alábbiakban háromféle szituációban fogjuk alkalmazni – kipróbálni – az ablakos pásztázás eljárását: 1. képek kötetlen vagy irányított szemlélésekor, 2. arcfelismerési feladatokban, 3. szemléletes problémák megoldása közben.

Képek kötetlen és irányított szemlélése

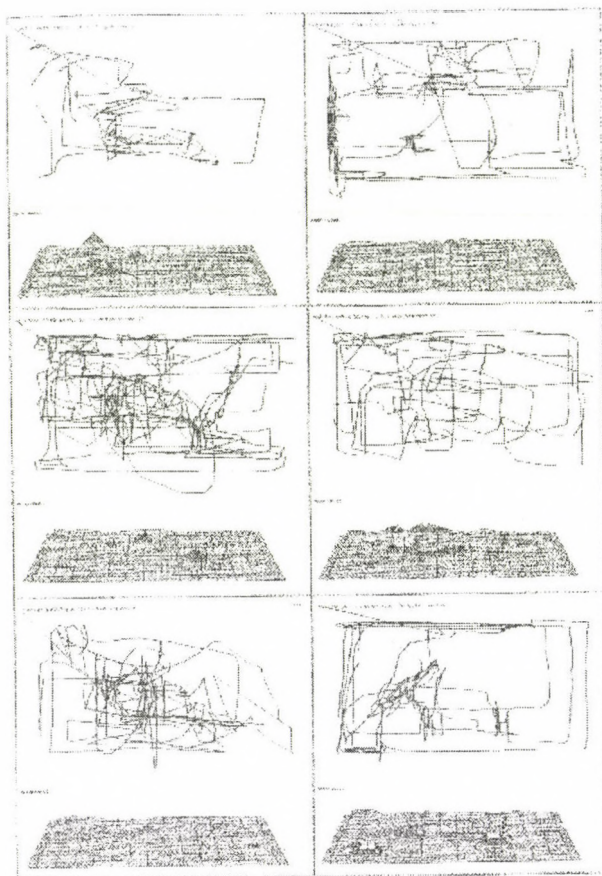
Induljunk ki Jarbusz ábráiból, hogy az ő regisztrátumaival egybevetve állapítsuk meg az ablakozó pásztázás tulajdonságait. Jarbusz jó néhány tájkép-reprodukciót mutatott kísérleti személyeinek vagy minden megfigyelési feladat nélkül (kötetlen szemlélés), vagy kiegészítve valamilyen megfigyelési szemponttal (irányított megfigyelés).

Teljesen kötetlen szemlélésre kapta például az egyik kísérleti személy Siskin Reggel a fenyvesben című képét (1. ábra, bal felső kocka). Erről Jarbusz könyvében két regisztrátumot közölt: egy kétperces (1. ábra, jobb felső kocka) és egy harminc perces (1. ábra, bal alsó kocka) szemlélés szemmozgáspályáit (Jarbusz, 1965, 136. o.; 113. ábra). A két (ugyanattól a személytől) származó pályaregisztrátumnak a szerkezete teljesen hasonló, csak a másodiknak a rajzolata sűrűbb. De a második rajzolon is megmaradnak az első szemmozgáspálya „fehér foltjai”, noha másodszorra tizenötször hosszabb idő állt a szemlélő rendelkezésére! A többlet idő tehát nem a kép „fehér foltjainak” kitöltésére, hanem a figyelmet magára vonzó elemekhez való *visszatérésekre* fordítódik. Jarbusz is ezt emeli ki elemzésében: „A 113. ábrán található két regisztrátum általánosságban véve vajmi keveset különbözik egymástól. A fixációs pontok eloszlása és a szemmozgások jellege csaknem azonos. Meg kell jegyeznünk, hogy bár ugyanattól a személytől származik mindkét regisztrátum, a két kísérlet közt teljes hónap telt el” (Jarbusz, 1965, 137. o.).

A „fehér foltokkal” kapcsolatban felmerülhet a *hiánykitöltés* (filling in) sokat vitatott problémája. A vizuális hiánykitöltésre a legismertebb példa a vakfolt „láthatatlansága”. Gibson ugyan vitatta (Gibson, 1966, 256. o.), hogy a vakfolttal kapcsolatban bármiféle hiánypótlásról volna szó, és az ő érvelését Daniel C. Dennett is átvette, mondván: „az információ hiánya nem ugyanaz, mint a hiányról való információ” (idézi Crick, Koch, 1992, 156. o.). V. Ramachandran azonban megmutatta, hogy a vakfolt esetében sem egyszerűen az ingerhiány negligálásáról, hanem tényleges kitöltésről van szó: a vakfolt helyén üres mező helyett a környezet bonyolult mintái jelenhetnek meg (Ramachandran, 1992). Gregory és Ramachandran egyik kísérletükben (Ramachandran, Gregory, 1991) a kísérleti személyek a környezet hatására a mesterséges vakfoltot például szöveggel kitöltve látták (természetesen anélkül, hogy ezt a szöveget olvasni tudták volna).

Kitöltéses, hiánypótló hatások figyelhetők meg kimerevített képek esetén is. Hubel kiemeli, hogy egyáltalán nem triviális az az (általa Jarbusznak tulajdonított) felfedezés, mely szerint csak a kontúrok, a világosságugrások hozzák izgalomba a kérgi sejteket, és az alakzat egyenletes világosságú belső területei kérgi sejteket nem aktiválnak. „A belső terület fehérnek, feketének, szürkének vagy zöldnek észlelése egyáltalán nem függ össze azokkal a sejtekkel, amelyek receptív mezői e belső területre esnek – bármily nehéz is ezt a tényt megemésztelnünk” (Hubel, 1988, 87. o.). Hasonló megállapítás tehető a színes alakzatok észleléséről is: színeltérések okozta kontúrookra van szükség ahhoz, hogy egy alakzaton belül egyáltalán érzékeljük a színeket.

A Jarbusz-féle Siskin-regisztrátumok fehér foltjai persze még nem bizonyítják, hogy hiánykitöltés jellegű folyamatok tették feleslegessé a kép egyes részeinek fixálását, hiszen a perifériális látás, ha elnagyoltan is, de tudósított a nem fixált, nem megfigyelt képrészekről, a lombozatról, az égboltról is. Ezért tanulságos lehet, hogy a perifériális látás kikapcsolása – az ablakos pásztázás – nem vonja-e maga után a fehér foltok eltűnését.



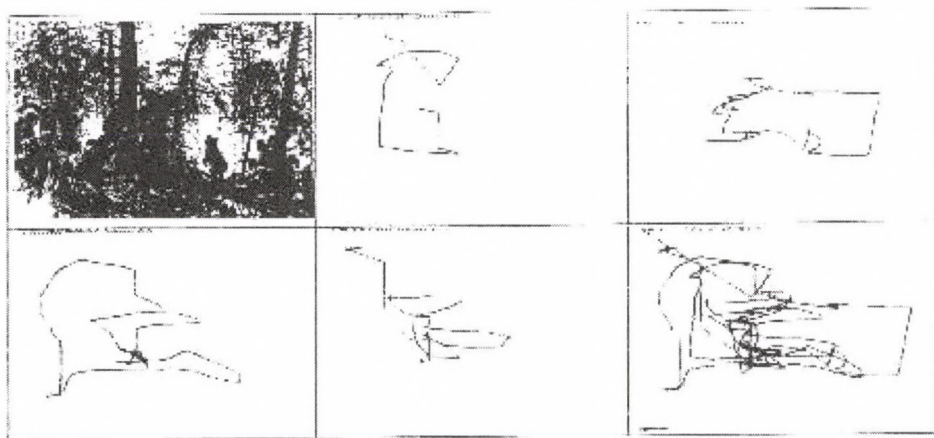
3. ábra. Siskin „Reggel a fenyvesben” című képének ablakozó pásztázása, hat személy regisztrátuma

Összehasonlítás céljából kísérleti személyeinkkel (egyetemi hallgatókkal) a Siskin-képet ablakozó pásztázással néztük meg. A 3. ábra hat személy regisztrátumát tartalmazza. (Mivel a képet kötetlenül nézheték – a kísérleti személyeknek csak azt a kérdést kellett megválaszolniuk, hogy mit ábrázol a festmény – a regisztrációs idők eltérőek. A nézési idők soronként és balról jobbra haladva: 1 perc 45 másodperc, 2 perc 47 másodperc, 4 perc 26 másodperc, 2 perc 11 másodperc, 1 perc 44 másodperc,

3 perc 38 másodperc.) A pásztázó pályák alatt található felületdiagramok a nézési idő eloszlását érzékeltetik (bár területi okokból a diagramokat eléggé ellaposítottuk; jelen formájukban inkább csak jelzik, mint ábrázolják az időeloszlást, amelynek azonban minden ábrán közös sajátossága a mackók helyének a feldomborodása).

Pásztázó pályáink (a pásztázás fizikai megvalósítása miatt) téveszthetetlenül különböznek a szemmozgáspályáktól: szögletesebbek, a képkeretről szinte visszapatannak, gyakori bennük a kígyózó mozgáselem. Vagyis különböznek a vonalvezetés stílusában. Az eltéréseknél fontosabb azonban, hogy a kétféle mozgáspálya közt *strukturális* hasonlóságokat fedezhetünk fel. A látszólag véletlenszerű mozgások ugyanazokon a területeken – a mackók körül – sűrűsödnek. Szembetűnővé teszi ezt a strukturális hasonlóságot, ha az egyes regisztrátumokat egymásra másoljuk (amit Jarbusz eljárása még nem tett volna lehetővé). Az eredményt (hét személy együttesen 18 perc 51 másodperces, egymásra másolt pásztázó pályáját) az 1. ábra jobb alsó sarkában láthatjuk. Az összesített ábra félreérthetetlenül mutatja, hogy a véletlen jellegű eltérések ellenére a pásztázó pályák nagyon határozott struktúráképet rajzolnak ki, meglepően hasonló ahhoz, mint ami Jarbusz harminc perces felvételén látható.

Az egyes személyek pásztázó pályáinak *strukturális hasonlósága* statisztikailag is igazolható. E célból 16×16 kockára bontottuk fel a képet, és személyenként összesítettük az egyes kockákra jutó nézőpontok számát, majd ezek alapján (az üresen maradt kockákat figyelmen kívül hagyva) számoltuk ki az egyes regisztrátumok hasonlóságát tükröző korrelációkat. Nyolc személy pásztázó pályája közt kiszámolható 28 korreláció átlaga $r = 0,42$ -nek adódott (2 kivétellel valamennyi korreláció legalább $0,05$ -ös szinten szignifikánsnak mutatkozott, a legkisebb szignifikáns korreláció értéke $r = 0,17$, a legmagasabbé $r = 0,72$ volt). A közepesen erős átlagos korreláció tükrözi, hogy a pásztázó pályák alakulásában bő tere van az egyéni sajátosságoknak és a véletlen tényezőknek, de működik valamilyen strukturális szervező erő is, amely statisztikai értelemben hasonlóságot visz a véletlennek tűnő rajzolatokba.



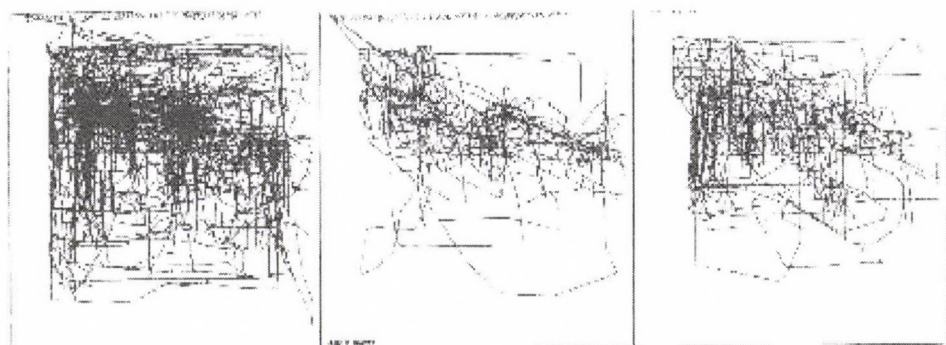
4. ábra. Egy pásztázó pálya fázisai

Miként történik ez az egyes regisztrátumok esetében? A 4. ábra egyetlen személy kb. két perces regisztrátumát kb. fél perces fázisokra bontva mutatja be. Az első fázisban főként a kép bal oldalát járja be az ablakoska, aztán a jobb oldal következik, majd ismét inkább a bal, és újra inkább a jobb. Mindegyik fázis pályarajzolata eltérő, de mindegyiken megfigyelhetjük, hogy az idő egy részét középpont, a mackóknál tölti a kísérleti személy, tehát vissza-visszatér a kép fő motívumához, miközben bejárja a kép kompozíciós fontosságú foltjait. Megállapíthatjuk hát – amit további megfigyeléseink is alátámasztanak –, hogy a pásztázó ciklusok (és a hasonlóságok alapján ugyanezt állíthatjuk a szemmozgásciklusokról is) nem változatlanul ismétlődő mozgáspályaszakaszokból tevődnek össze, hanem egymástól eltérő pályaszakaszok vezetnek vissza a kép struktúraszervező sűrűsödési pontjaihoz. Az egyéni pásztázó pályák (és szemmozgáspályák) egyes pályaszakaszai nagyon is eltérőek, de többé-kevésbé közősek másokkal a *képek strukturális-kompozicionális vonzáspontjai*.

A 4. ábra fázisrajzolatait egyesítő teljes pásztázó pálya, mely a jobb alsó sarokban található, nemcsak abban emlékeztet Jarbusz valamely két perces Siskin-regiszt-

rátumára, hogy ugyanazokon a helyeken sűrűsödik, de abban is, hogy ugyanott találhatók a figyelmen kívül hagyott területek, a „*fehér foltok*” is. Még Jarbusz harminc perces regisztrátumán (1. ábra bal alsó kocka) és a mi tizennyolc perces, 6 személy regisztrátumát egyesítő felvételünkön (1. ábra jobb alsó kocka) is érzékelhető volt például, hogy a kép jobb felső negyedét a megfigyelők szinte teljesen elhanyagolták. A Jarbusz ábráján lévő fehér foltok azt jelzik, hogy a kép viszonylag nagy területeire nem kerültek fixációs pontok (és így figyelmi fókuszpontok) – bár a perifériális látásban nyilván e területek is jelen voltak. Az ablakozó pásztázásban azonban a képrészletek perifériális látását mesterségesen kizárjuk. Az ablakos pásztázás „fehér foltjairól” tehát elmondható, hogy „látatlanban” maradnak üresen. Nemcsak, hogy nem ragadták meg a figyelmet, de erre esélyük sem nyílt. Mégis ugyanott helyezkednek el, mint a szemmozgás-regisztrátumok fehér foltjai. Ami azt jelenti, hogy a látványnak az a szelekciója, amelynek a fehér foltok csak negatív tükröződései, mind a szemmozgások, mind pedig az ablakozó pásztázás esetében *pozitív szelekció*, vagyis az elemi részletek értékelése helyett inkább a *kompozíció kényszere* irányítja a figyelmet a fontos látványelemek feltárássában.

Egy kép kompozíciója, látványszerkezete a képpel együtt adott, állandó. Jarbusz azonban megmutatta – és azóta ezt sokan mások is igazolták, miként arról korábban már volt szó –, hogy irányított szemlélésben a teljesítendő feladat (a megadott szempont) is a látványt strukturáló tényezővé válik. Repin „Váratlanul” című képének kötetlen szemlélését feladatszituációk regisztrátumaival, a különböző feladatok hatásával vetve egybe, több tucat felvétellel szemléltette, hogy a feladat meghatározó ereje erőteljesebb a regisztrátumok egyéni sajátosságainál, és a kötetlen nézéshez képest jelentékenyen módosítja a tekintet pályáját. A 2. ábrán Jarbusz talán leggyakrabban emlegetett regisztrátumait láthattuk: ugyanattól a személytől eltérő feladatszituációkban rögzített, egyenként 3 perces szemmozgáspályákat (Jarbusz 1965, 131. o., 109. ábra). A megfigyelési feladatok a következők voltak: (1) kötetlen szemlélődés, (2) a család anyagi körülményei, (3) a szereplők életkora, (4) a szereplők tevékenysége, (5) a szereplők ruházata, (6) a szereplők és a berendezés elhelyezése, (7) a váratlanul megjelenő alak távollétének becsülhető időtartama.



5. ábra. Repin „Váratlanul” című képének ablakozó pásztázása

Az összehasonlítás céljából nyolc személlyel készült ablakozó felvételeinket mindjárt egymásra másolva mutatjuk be (5. ábra). A bal szélső ábra (együttesen 16 perc 43 másodperces) kötetlen szemlélődést regisztrál, a középső ábra feladatsituációja a szereplők életkorának becslése (nyolc személy 10 perc 43 másodperces felvétele), a jobb szélső (8 perc 29 másodperces) pásztázó pálya a képalakok ruházatának megfigyelésekor készült. Vagyis az 5. ábrán látható regisztrátumaink a 2. ábra Jarbusz-féle 1., 3. és 5. feladatának feleltethetők meg. Csakugyan, ránézésre is Jarbuszéhoz hasonló ábrákat kaptunk, amelyekben ugyanaz a feladat hasonló módon szabta meg a szemmozgáspályák és az ablakos pásztázás szerkezeti sajátosságait.

A feladat befolyásoló hatását statisztikailag is igazolhatjuk, ha meg tudjuk mutatni, hogy azok a pásztázó pályák, amelyeket ugyanazon személyektől (és ugyanarról a képről, de) eltérő feladatokban regisztrálhattunk, kevésbé hasonlítanak egymásra, mint az ugyanazon feladatokra eltérő személyektől kapott pályafelvételek. A Siskin-kép regisztrátumainak elemzéséhez hasonlóan eljárva (a kép 42 kockára való felosztásával) azt kaptuk, hogy a nézőpontok eloszlása alapján feladatonként az egyes személyek közt található ($p < 0,01$ szinten szignifikáns) korrelációk átlaga mind a kötetlen szemlélés esetében, mind pedig a két feladatsituációban észrevehetően (az U -próba szerint $p < 0,05$ szignifikanciaszinten) magasabb (0,75, illetve 0,78 és 0,72), mint az egyes személyek mindhárom regisztrátuma közti korrelációk nagysága (amelyek átlaga 0,69; ld. a 2. táblázatot). Jelentősebb tehát a feladatok hatása, mint az egyes személyek egyéni látásmódjának a befolyása.

2. táblázat. Hét különböző személy azonos jellegű feladatmegoldásainak, illetve saját három feladatmegoldásának hasonlósága

Hét különböző személy azonos jellegű feladatmegoldásai közti korrelációk átlagai			Hét különböző személy saját három feladatmegoldása közti korrelációk átlagai								
I. (Kötetlen)	II. (Életkor)	III. (Ruházat)	Átlag	B	F	L	K	N	P	V	Átlag
0,75	0,78	0,72	0,75	0,67	0,66	0,65	0,70	0,58	0,72	0,86	0,69

A hét személy háromféle feladatmegoldása közti korrelációk (210 korreláció) faktoranalitikus elemzésre is módot adnak. Bár egy faktoranalízis eredménye általában nem tekinthető bizonyító erejűnek, heurisztikus alkalmazása tanulságos lehet. A 3. táblázat egy faktoranalízis eredményeit tartalmazza. (ML-analízis varimax rotációval 3 faktorra, 84% megmagyarázott variációval; a táblázat a 0,5-nél nagyobb faktorsúlyokat tünteti fel, 0,5-től 0,7-ig egy kereszttel, 0,7 fölött két kereszttel jelölve.) Figyelemmel a feladatok tartalmára és az egyes megtekintések faktormintázatára, az első faktorról feltehetjük, hogy a „teljes alakok” megfigyelését tükrözi, a második faktort a feladatnak (és a regisztrátumoknak) megfelelően nevezhetjük „arcok”-faktornak, a harmadik faktorban pedig feltehetően a szobába belépő „főalak” fontossága fejeződik ki. Értelmezésünk szerint az első kötetlen megtekintésben (egyénenként változó módon, de) mindhárom faktor ér-

vényesül, a második és harmadik megtekintés viszont jellegzetesen az „arc”- faktor dominanciáját, illetve (a ruházat megfigyelésével) a „teljes alakok” nagyobb súlyát hozza.

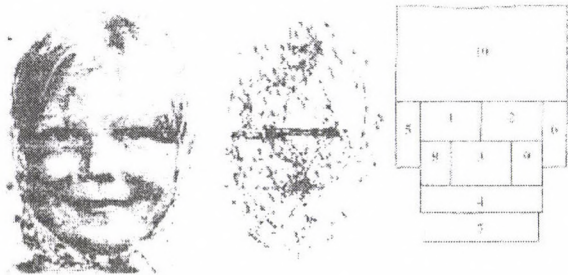
3. táblázat. A Repin-kép három megtekintésének faktormintázata

Személyek	Első (kötetlen) megtekintés			Második megtekintés (életkor)			Harmadik megtekintés (ruházat)		
	Első faktor: „teljes alakok”	Második faktor: „arcok”	Harmadik faktor: „főalak”	Első faktor: „teljes alak”	Második faktor: „arcok”	Harmadik faktor: „főalak”	Első faktor: „teljes alakok”	Második faktor: „arcok”	Harmadik faktor: „főalak”
B		+	+	+	+		++		
F	++				+		+		
L	++				++		++		
K	+		+		++		+		
N	+		+		++		+		
P		+	+		++		++		
V		++			++		+	++	

Röviden azt mondhatjuk, hogy az irányított megfigyelésekben nyert pásztázó pályák látható szerkezeti sajátosságai és a statisztikai elemzések is azt mutatják, hogy az ablakozó pásztázás regisztrátumaira igazak ugyanazok az alapvető megállapítások, amelyeket a szemmozgás jellegzetességeire vonatkozóan Jarbusz tett.

Arcfelismerés

A megszámlálhatatlanul sok lehetséges képstruktúra közt különleges helyet foglal el az arcképek struktúrája. Fantz (1961) klasszikus kísérletei óta tudjuk, hogy már a néhány hetes csecsemők is megkülönböztetett figyelemmel fordulnak az arc fő struktúraelemei-



6. ábra. Egy híres Jarbusz-regisztrátum („A volgai kislány”) és jobb szélén az arc felosztása tíz fő területre Henderson és tsai nyomán

hez; tehát valószínűleg örökletes módon eleve fogékonyabbak vagyunk az arc fő strukturális elemeinek – a szemnek, az orrnak, a szájnak – a megfigyelésére és felismerésére.

Csakugyan, Jarbusz tan-
könyvi ábrává vált nevezetes regisztrátumán (Jarbusz 1965, 138. o., 115. ábra), amely az Ogonyok című folyóirat egy 1959. évi címlapjáról lemo-

solygó „volgai kislány” fotójával készült (6. ábra, bal szélső kép), félreérthetetlenül felismerhető az arcnak a két szem, az orr és a száj uralta struktúrája (6. ábra, középső kép).

A regisztrátumnak azonban nem ez az egyetlen érdekessége. Az arckép maga szemből felvett, teljesen szimmetrikus fotó. Az arcot bejáró szemmozgáspálya ellenben jól láthatóan aszimmetrikus. Vajon miért?

Mint említettük, Jarbusz ezt az *aszimmetriát* nem kommentálta, talán azért sem, mert a regisztrátumon a bal oldal túlsúlya ugyan jól érzékelhető, de ennek mennyiségi értékelésére Jarbusznak még nem volt technikai eszköze. A mai számítógépes technikával azonban ez a szimmetriasérülés számszerűen is jellemezhető, utólag is – igaz, kissé körülményes módon. A fő lépések a következők: szkenneléssel bitképet alkothatunk a Jarbusz-féle regisztrátumról, a bitképet megfelelő programmal (bmp2dat; ld. Baranyai, 2001) számoszlopokká alakíthatjuk, ahol minden képpontnak (pixelnek) 3 összetevő színérték felel meg. A fehér hátteret és a valódi képpontokat alkotó (különböző sötétségű) szürke foltokat elkülöníthetjük egymástól, ha a színértékeket képpontokként összeadjuk, és valamilyen ($3 \times 255 = 765$ alatti) szűrőértéket alkalmazva a képpontokat elhelyezkedésük szerint összesítjük. Az alábbi táblázat különböző szűrőértékekre mutatja az egyre sötétebb (vagyis a tekintet által „frekvenciáltabb”) képpontok arányát a ($82 \times 125 = 10\,250$ pixelből álló) kép jobb és bal felén.

4. táblázat. A szemmozgások aszimmetriája a „volgai kislány” arcképének megtekintésekor (a Jarbusz-féle regisztrátum bitképe alapján)

Szűrőérték ($>R+G+B$)	Teljes kép		A kép bal fele		A kép jobb fele		Bal/jobbs arány
	Valódi képpontok száma	Háttérpontoszám	Valódi képpontok száma	Háttérpontoszám	Valódi képpontok száma	Háttérpontoszám	
700	2829	7 421	1521	3604	1308	3817	1,16
600	1153	9 097	641	4484	512	4613	1,25
500	488	9 762	265	4860	223	4902	1,19
400	234	10 016	132	4993	102	5023	1,29
300	141	10 109	79	5046	62	5063	1,27
200	28	10 222	22	5103	6	5119	3,67
100	11	10 239	10	5115	1	5124	10

Megfigyelhetjük a táblázatban, hogy ahogy a regisztrátum világosabb összetevőit fokozatosan kizárjuk az összehasonlításból, a két térfél aránytalansága (sztochasztikus) erősödik. Vagyis éppen a strukturálisan fontosabb (frekvenciáltabb) régiókban a legerősebb a szemmozgáspályák aszimmetriája.

[Hasonló – bár jóval erőteljesebb – aszimmetriát mutatott a Müller-Lyer-illúzióról általunk (1984-ben) készített szemmozgás-regisztrátum, csak hogy ott a jobb oldali pontok voltak túlsúlyban. A bal/jobbs arány a számítógépes újrafeldolgozás során 1:4-nek (!) adódott, és a kép szemlélésének minden fázisában, folyamatosan érvényesült a jobb oldal túlsúlya, ami azt is jelenti, hogy a bal és jobb térfél szemlélése nem

egyszerűen egymást követte, hanem a bal, illetve jobb oldali térfélhez való visszatérés *ciklikusan* zajlott (Horváth, 2001).]

Az ablakos pásztázás felvételein a szimmetriaviszonyok közvetlenül is értékelhetők. A „volgai kislány” képével nyert pásztázó pályáknál kilenc személy közül hatnál találunk [Steingrüber–Lienert eljárása szerint végzett χ^2 -próbával (ld. Lohse és mtsa, 1982, 218–219. o.)] szignifikáns eltérést ($p < 0,05$) a jobb és bal oldal közt (öt személynél a bal oldal, egy személynél a jobb oldal javára), náluk a két oldal arányának átlaga 1,37.

De nem ez az egyetlen, s nem is a legfontosabb közös vonás a szemmozgáspályák és a pásztázó ablak által leírt pályák közt. Az alapvető hasonlóság a *pályák ciklikus szerkezetében* található, ahol a cikluselemek az arcstruktúra fő elemeihez való rendszeres visszatérések által kapcsolódnak egymáshoz. Szemmozgások esetében Henderson és társai Markov-elemzéssel mutatták ki a *struktúraszervező elemek* kiemelt szerepét a ciklusok alakításában. A Markov-lánc olyan valószínűségi folyamat, amelyben többféle, egymástól elkülöníthető állapotot felvenni képes fizikai rendszer következő állapota – annak a valószínűsége, hogy jelenlegi állapotából melyik lehetséges állapotába lép át, tehát a rendszer lehetséges állapotaiba való átmenetek valószínűsége – csakis a rendszer pillanatnyilag adott állapotától függ, és nem függ attól, hogy a rendszer milyen úton, milyen korábbi állapotokon át került mostani állapotába. Bizonyos véletlen bolyongások statisztikai szabályszerűségei jellemezhetők például Markov-láncokkal. A festményen bolyongó tekintet pályájának statisztikai jellemzésére már Molnar (1977) is próbálkozott Markov-elemzéssel, de az arcképek tartalmilag és vizuálisan is jól körülhatárolható régióikkal alkalmasabbak erre a célra.

Henderson és munkatársai az arcképeket tíz fő régióra osztották fel, amelyek fixálása a Markov-elemzésben a rendszer egy-egy állapotának felel meg. A tapasztalati adatokból becsülhető annak a valószínűsége, hogy a tekintet a tíz terület valamelyikén tartózkodik, azt fixálja. Hendersonék elemzésükben ezeket a valószínűségeket nevezik *zéró rendű Markov-mátrixnak*, az *első rendű Markov-mátrix* pedig azokat az átmenet-valószínűségeket tartalmazza, amely valószínűségekkel egy adott régiótól valamely másik régióhoz mozdul el a tekintet. „A Markov-elemzés célja az volt, hogy meghatározzuk, vajon az n -dik fixáció helye – és így az n -dik fixáció alatt zajló észlelési és kognitív feldolgozás – befolyásolja-e az $n + 1$ -dik fixáció térbeli elhelyezkedését – magyarázzák a szerzők. – Ha a kurrens fixáció elhelyezkedése szignifikánsan befolyásolja, hogy a soron következő fixációk hova kerüljenek, akkor az elsőrendű mátrixnak el kell térnie attól, amit a zéró rendű mátrix által reprezentált alapvalószínűségekből előre jelezhetünk” (Henderson, Falk és mtsai, 2000, 7. o.). Az arcképek szemmozgás-regisztrátumainak jellegzetes sűrűsödési pontjait ismerve nem lepődhetünk meg azon, hogy Hendersonéknak sikerült ilyen szignifikáns eltéréseket találniuk. Eredményeiket a 6. táblázat bal fele foglalja össze; a táblázatban a „+” a zéró rendű mátrix alapján előre jelzettnél szignifikánsan több, a „–” az előre jelzettnél szignifikánsan kevesebb megfigyelt fixációt, illetve fixációs átmenetet jelöl.

Hendersonék eljárását mi is alkalmaztuk az ablakos pásztázás regisztrátumainak elemzésére. A 6. ábra jobb szélén látható a Henderson-féle arcterület-felosztás, amelyet a „volgai kislány” arcformájához igazítottunk. Az 5. táblázat a zéró rendű mátrix adatait mutatja be, a 6. táblázat jobb oldala pedig a zéró rendű és az elsőrendű mátrix mezőinek szignifikáns eltéréseit ($p < 0,01$) mutatja. Kilenc személy egyesített regisztrátuma (összesen 12 474 koordinátapár, 1857 „határátlépés”) alapján. [A chiz-próbát itt is Steingrüber–Lienert eljárása szerint alkalmaztuk (ld. Lohse és mtsai, 1982, 218–219. o.)]

5. táblázat. Arcterületek közti átmenet-valószínűségek a „volgai kislány” képének ablakos pásztázásakor

ARC-TERÜLET		C	É	L	T	E	R	Ü	L	E	T	Σ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
K	1	0,47	0,15	0,11	0,00	0,03	0,00	0,00	0,07	0,00	0,17	1,00
I	2	0,21	0,58	0,10	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,08	0,01	1,00
I	3	0,11	0,15	0,49	0,13	0,00	0,00	0,00	0,08	0,04	0,00	1,00
N	4	0,01	0,00	0,19	0,47	0,00	0,01	0,12	0,09	0,08	0,03	1,00
D	5	0,18	0,00	0,00	0,09	0,47	0,00	0,01	0,18	0,00	0,07	1,00
U	6	0,00	0,28	0,03	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,17	0,00	1,00
L	7	0,00	0,00	0,00	0,40	0,06	0,02	0,50	0,00	0,02	0,00	1,00
Á	8	0,18	0,00	0,16	0,12	0,05	0,00	0,01	0,46	0,01	0,01	1,00
S	9	0,00	0,19	0,12	0,17	0,00	0,06	0,00	0,00	0,46	0,00	1,00
	10	0,19	0,23	0,01	0,00	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,49	1,00

6. táblázat. Az arcterületek közti átmenetek valószínűségének és a megfigyelhető tényleges átmenetarányoknak szignifikáns eltérései (Henderson, Falk etc. szemmozgás-vizsgálataiban és saját ablakos pásztázási kísérleteinkben)

Szemmozgás-vizsgálatok (Henderson etc.)											Ablakos pásztázás (nyolc személyadataival)										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	+	+	0	0	0	–	–	0	–	0	+	0	0	–	0	–	–	0	–	0	1
2	0	+	+	0	–	0	–	–	0	0	0	+	–	–	–	0	–	–	0	–	2
3	0	–	+	+	0	–	0	0	0	–	0	0	+	0	–	0	–	0	0	–	3
4	0	–	0	0	0	0	+	0	0	–	–	–	0	+	0	0	+	0	0	–	4
5	0	–	–	0	+	0	0	0	0	0	0	–	–	0	+	0	0	0	0	0	5
6	–	0	–	0	0	+	0	0	0	0	–	0	0	0	0	+	0	0	0	0	6
7	–	–	0	0	0	0	+	0	0	–	–	–	–	+	0	0	+	0	0	–	7
8	0	–	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–	0	0	0	0	0	+	0	–	8
9	–	0	0	0	0	0	0	0	0	–	–	0	0	0	0	0	0	–	+	–	9
10	–	0	–	–	0	0	0	0	0	+	0	0	–	–	0	0	–	–	–	+	10

A két résztáblázat (a 6. táblázat bal és jobb fele) feltűnő egyezése újabb bizonyság a szemmozgás-ciklusok és a pásztázópálya-ciklusok szerkezeti hasonlóságára. E ciklusokról már megállapítottuk, hogy nem a teljes pályaismétlődés, hanem a sűrűsödési pontokhoz való rendszeres visszatérés a fő jellemzőjük. A 7. táblázat egyetlen személy szokványos pásztázópálya-regisztrátuma alapján tünteti fel az egyes arcrészekhez való visszatérések közt eltelő idők alakulását.

7. táblázat. A visszatérési idők alakulása arcrészek szerint egyetlen személynél

Arc-terület	Visszatérések száma	Átlagos nézési idő, msec	Nézési idő szórása, msec	Visszatérési idők átlaga, msec	Visszatérési idők szórása, msec	Aktív idő (első nézés-től az utolsó-ig), msec
Bal szem	17	919	770	4 414	3 208	99 510
Jobb szem	22	1143	813	3 350	3 502	97 730
Orr	8	900	634	6 811	6 902	88 820
Száj	6	958	791	10 823	9 598	84 860
Bal fül	0	380	–	–	–	380
Jobb fül	1	688	80	12 520	–	13 890
Áll	0	1370	–	–	–	1 370
Bal orca	4	370	269	8 212	9 111	77 000
Jobb orca	7	478	367	9 628	12 363	86 830
Homlok	14	2978	3596	5 535	6 004	116 330

Mind a regisztrátumok, mind pedig a pályaadatok azt bizonyítják, hogy arcképeknél a legfontosabb sűrűsödési pont a szem, s mint látjuk, a legrövidebb visszatérési idők is természetesen a szemre vonatkoznak. A ciklusok időtartamának, időbeni lefolyásának vizsgálatára jó támpontnak tekinthetők tehát a (valamelyik) szemhez való visszatérési idők, amit arcképek esetében ciklusidőként is definiálhatunk (8. táblázat).

8. táblázat Ciklusidők a bal, illetve jobb szemhez való visszatérések alapján

Személy-azonosító	Összes idő, sec	Bal szem					Jobb szem				
		Visszatérések száma	Átlagos nézési idő, msec	Nézési idő szórása, msec	Visszatérési idők átlaga, msec	Visszatérési idők szórása, msec	Visszatérések száma	Átlagos nézési idő, msec	Nézési idő szórása, msec	Visszatérési idők átlaga, msec	Visszatérési idők átlaga, msec
Cszm	130	17	919	771	4414	3208	22	1144	813	3350	3502
Cz0	139	11	1407	1261	5054	3432	6	2086	600	10012	9432
Dcse	66	13	283	128	3814	2546	10	288	255	4004	5050
Fdr	180	44	581	607	2553	3193	48	6753	920	2313	2467
Mnl	107	14	1043	868	5273	3430	16	813	475	4281	3578
Rmk	108	10	1229	594	7043	5063	9	1426	921	6571	6602
Szp	65	11	1291	1178	3465	1932	11	1412	791	2886	1861
Tl	168	30	706	626	4168	2773	32	666	502	3742	3615
Vk	113	20	768	620	4293	4725	16	1409	1503	4928	5450

Az arc legfontosabb részeinek fontosságát tehát elsősorban nem a fixációs időtartamok jellemzik (miként azt a klasszikus fixációs vizsgálatok feltételezték), hanem a *ciklikus visszatérések sűrűsége*.

Érdekes módon a látási ciklusok természetére vonatkozóan nem fogalmazódtak meg hipotézisek a látáskutatásban, vagy ha igen, a figyelem vándorlására egyszerűsítették a magyarázatot. Az ablakos pásztázással szerzett tapasztalatok arra engednek következtetni, hogy a ciklusok összefüggnek a látási *integráció* sokat vizsgált – de a látási ciklusokkal összefüggésbe nem hozott – problémájával.

A szakirodalomban a látási integráció fogalma (legalább) kettős értelemben fordul elő. Először mint bizonyos fizikai tulajdonságok (intenzitás, szín, irányulás stb.) szerint felbontott retinakép későbbi, kérgi összeszerelése, mint *szimultán tulajdonságintegrálás*. Másodszor, mint a fixációról fixációra elmozduló és változó élességeloszlású retinaképek integrálása folyamatos és folytonos észleletté, mint *szukcesszív integrálás*. A vizuális sé mákkal és a szemmozgással kapcsolatban általában a második értelemben (szukcesszív képintegrálás jelentésben) használjuk az integrálás fogalmát. [Valószínűsíthető azonban, hogy a kétféle integrálás mechanizmusai összefüggnek, ld. Zeki elméletét a többszakaszos integrációról (Zeki, 1992).]

A látási integráció problémája számos kutató érdeklődését keltette fel (ld. pl. Rayner és McConkie, 1975; Di Lollo, 1977; Marton, 1981, 1990; Jonides, Irwin és Yantis, 1982; Irwin, Yantis, Jonides, 1983; Rayner, Pollatschek, 1983; Ramachandran, 1992), amely természetszerűen szinte a kezdetektől összekapcsolódott valamiféle munkamemória feltételezésével. (A feltételezett munkamemóriáról is kiderült azóta, hogy inkább gyűjtőfogalom, mint valamilyen egységes mechanizmus megnevezése, ld. Irwin, 1991, 1992; továbbá Courtney, Ungerleider, és mtsai, 1997; Goldman- Rakic, 1992; Racsmány, Szendi, 2002; Kéri, Janka, 2002).

A látási integrációt vizsgáló kutatók azonban többnyire csak a közvetlenül egymásután következő, szakkadikus szupresszióval egymástól elválasztott és a szakkád által módosított látványok integrációjára fordították figyelmüket, nem pedig a látási ciklusokra. Ezért úgy tűnik, feledésbe merült az *integráló szerepű munkamemória* fogalmát halláshoz kapcsolódó feladatok alapján bevezető Baddeley (1966) felismerése: a hallási integrálás folyamatában ahhoz, hogy a munkamemóriában a szükséges elemek a vezérlő központ (central executive) számára folyamatosan felidézhetők legyenek, *ciklikusan vissza kell térni* a legrégebben felidézett, elhalványulóban lévő elemekhez. Baddeley feltételezte hasonló elvek szerint működő vizuális munkamemória, „látási-téri vázlattömb” (visuospatial sketchpad) létezését is (ld. Andersen, 2000, 177. o., Eysenck, Keane, 1995, 143. o.).

Bár a munkamemóriának (legalábbis a munkamemória egyik fajtájának) szemléltetésére talán a legkézenfekvőbb példa az olvasási folyamat, ahol értelmi egésszé kell kerekednie a részletenként nyert információnak, és ez nem képzelhető el más-ként, mint a részinformációk átmeneti megőrződésével, valamiféle munkamemóriára van szükségünk az arcok felismeréséhez is (Ungerleider, 1998). Az ablakos pásztázásban különösen: egyszerre csak egyetlen arcrészletet látunk, de egy arc fel-

ismeréséhez vagy egyáltalán arcként való látásához az egészről kell egyidejűleg képet alkotnunk.

A ciklikus visszatérés az arcnak a felismerés szempontjából legfontosabb elemeihez ezáltal plauzibilis magyarázatot nyer: az elhalványulóban lévő elemeket az integrált képegész megalkotása és megőrzése érdekében *ciklikusan fel kell eleveníteni*. A ciklusidők feltehetően főként az integráláshoz szükséges munkamemória időtartamától és az egyes arcrészek integrációs szerepétől függnének.

A 8. táblázat azt mutatta, hogy ha személyenként átlagoljuk a jobb és a bal szemhez való visszatérés idejét, és az így kapott visszatérési időket a csoportra (a kilenc személyre is) átlagoljuk, akkor átlagos visszatérési időnek (tehát egyfajta ciklusidőnek) mintegy négy és fél másodpercnyi (4573 msec) időtartamot kapunk jó egy másodperces (1336 msec) szórással. Az egyéni eltérések elég nagyok: a legrövidebb átlagos visszatérési idő kb. két és fél sec (2433 msec), a leghosszabb (7533 msec) ennek a háromszorosa.

9. táblázat. Az arcfelismerési feladatok Guttman-skalogramja

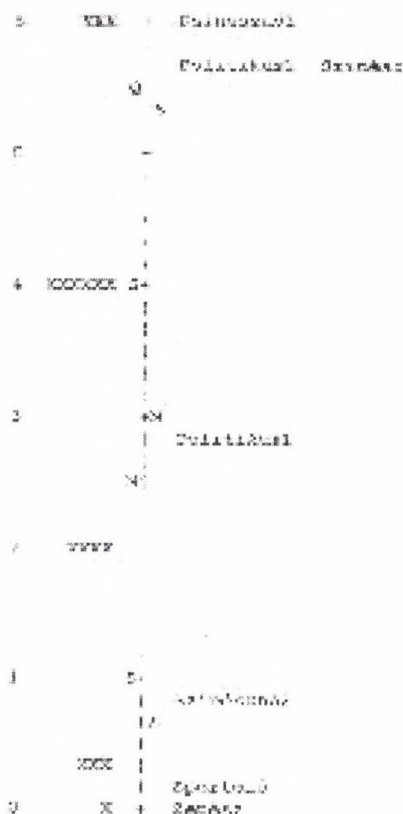
Személyek	6	3	4	1	7	5	2
12	1	1	1	1	1	1	0
13	1	1	1	1	1	1	0
15	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0	0
2	1	1	1	1	0	0	0
3	1	1	1	1	0	0	0
6	1	1	1	0	1	0	0
7	1	1	1	1	0	0	0
16	1	1	1	0	0	1	0
5	1	1	1	0		0	0
8	1	1	0	1		0	0
9	1	1	1	0	0	0	0
17	1	1	1	0	0	0	0
4	1	0	0	1		0	0
10	1	1	0	0	0	0	0
14	1	0	1	0	0	0	0
11	1	0	0	0	0	0	0

Az ablakozó pásztázással végzett arcfelismerési kísérletek mindenesetre jelentős *egyéni eltérésekre* világítottak rá, miként az a 9. táblázat Guttman-skalogramjából is leolvasható. A 7. ábra hét arcfelismerési feladatban tizenhét személy arcfelismerési teljesítményét mutatja egy Rasch-skálán. Mint ismeretes (ld. Horváth, 1985) a logisztikus Rasch-modell a feladatok nehézségének és a feladatmegoldó személyeknek sajátos egymásra vonatkoztatásával közös intervallumskála szerkesztését teszi lehetővé. (Ábránkon bal oldalt látható az egyes személyek skálapozíciója x-szel jelölve, jobb oldalt az arcképek helyezkednek el a megfelelő skálahelyen. A skálán legalul

lévő arcképeket a legkönnyebb felismerni, a legfelül elhelyezkedő személyek a legjobb arcfelismerők.) A skálán legalulra és legfelülre kerülő személyek közt tekintélyes a távolság, mint ahogy jelentős különbségek mutatkoztak az arcfelismerési feladatok nehézségében is. Egyedül a – nemcsak muzsikusi képességeivel híressé vált – zenész arcképét ismerte fel szinte mindenki, és bármily meglepő, volt (a skála alsó harmadába került, egyébként igen értelmes, és például a Raven típusú feladatokban kiválóan teljesítő személy) aki egyik legismertebb politikusunk arcképét sem ismerte fel az ablakozó pásztázás során. Ennél talán csak az meglepőbb, hogy másoknak az ablakozó szituáció alig okozott nehézséget, és a részletek egymásutánjából is könnyedén azonosították az arcokat.

Amikor az egyéni eltérések okairól gondolkodunk, az integrációhoz szükséges munkamemórián és az arcsémák esetleges sajátosságain túl még egy tényező lehetséges szerepét kell megemlítenünk, éspedig éppen az ablakozó pásztázás sajátossága miatt. Ez a tényező a *figyelmi „léptékváltás”*.

„A különböző méretarányok közötti váltást a fókuszált figyelem egyik alapvető megnyilvánulásának tartom” – írja Julesz Béla (Julesz, 2000, 234. o.). Pelli Julesztől eltérő módon interpretálja ugyan a léptékváltás jelenségét, de egy globális és egy lokális látásmód közti különbségek létezését kísérletileg is kimutatta. Pelli Chuck Close „blokktechnikájú” festményeit használta fel a két látásmód közti váltási aktus meghatározására (Pelli, 1999). Hogy valóban alapvető tulajdonságról van szó, azt klinikai megfigyelések is mutatják. Ha olyan képet kell megnézni, amelyen egy nagyobb kép sok kis ábrából van kirakva (Close festményei készülnek ilyen technikával), akkor a jobb vagy a bal féltekén sérült személyek eltérő módon figyelik meg a képet: a bal féltekén károsodott páciensek elhanyagolják a kis ábrákat, és csak a nagy alakzatot figyelik meg, a sérült jobb féltekéjű betegek pedig csak a részletábrákra figyelnek oda. „A vizuális rendszerünk hajlik rá, hogy a külső világot különböző skálákon figyelje meg, amelyek a globálistól a lokálisig terjedhetnek... Láthatóan a két agyfélteke valamelyest eltérően specializálódott e skálákra, oly módon, hogy a jobb félteke



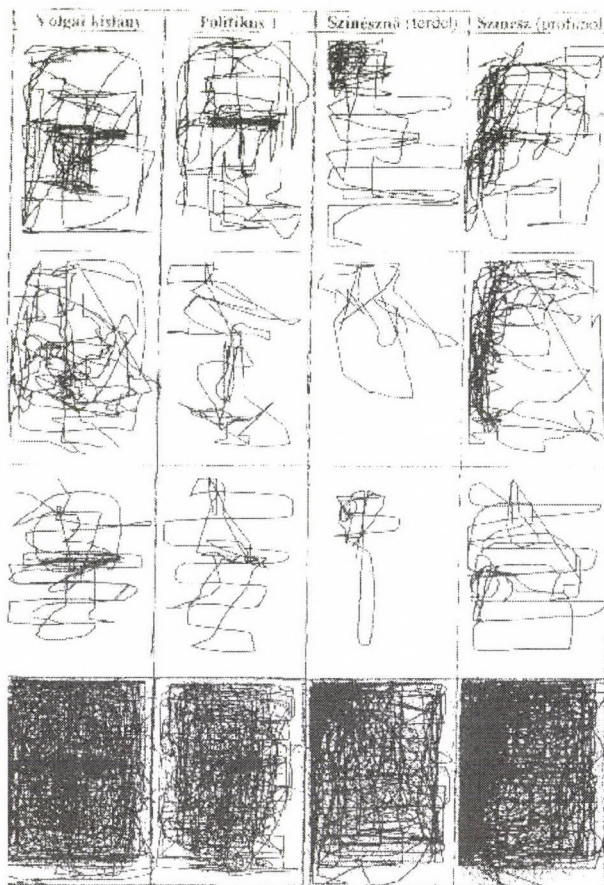
7. ábra. Az arcfelismerési feladatok nehézségi szintje és az egyes személyek felismerőképesség-szintje közös Rasch-skálán

inkább a nagy vagy globális skálákat kontrollálja, a bal oldali pedig ennek az ellenkezőjét teszi” (Posner, Raichle, 1994, 162. o.). Kosslyn, aki a belső képalkotást (imagery) a látvány kérgi feldolgozásával rokon folyamatnak tartja, ugyancsak PET-vizsgálatokkal mutatta meg, hogy belső képalkotás esetén is kimutathatók a skálaeltérések: ha a feladat kicsi ábra képzeleti felidézése, akkor a fovea kérgi képviselőéhez közeli kérgi területek aktiválódnak, ettől előbbre lévő területek működése viszont akkor fokozottabb, ha az ábra nagyobb (Kosslyn, 1995). Fox PET-vizsgálatokkal mutatta ki, hogy egy nagyobb ábra nézésekor a kérgi 17-es mező elülső részei aktiválódnak, és minél kisebb az ábra, ugyanebben a régióban annál hátrébb található az aktiválódott sejtcsoport (uo.).

Az ablakozó pásztázáskor az a szokatlan szituáció adódik, hogy az elrendezés a kísérleti személyt *lokális* látásmódra kényszeríti, a feladat viszont a *globális* látást igényli. A lokális és globális látásmód folyamatos *integratív együttműködésére* volna tehát

szükség, és lehet, hogy az arcfelismerésben megmutatkozó egyéni különbségeket (legalább részben) az erre való képesség eltérései okozzák.

A 8. ábra (sajnos erős kicsinyítésben) néhány egyéni pásztázó pályát is bemutat. Az egyes oszlopokban található regisztrátumok ugyanarra a képre vonatkoznak (Volgai kislány, Politikus I, Térdelő színésznő, Színészprofil); a három sor pedig egy-egy személy regisztrátumait tartalmazza. Megfigyelhető, hogy az egyes személyek pásztázó pályáinak egyéni jellegzetességei vannak. A legelső sorban a legjobb arcfelismerők egyikének mindössze néhány ciklust igénylő, gyors, határozott, módszeresen „kígyózó” vonalvezetését láthatjuk, a legfelső sorban a kísérleti személy ciklusok sokaságában szin-



8. ábra. Arcok megtekintésekor rögzített pásztázó pályák

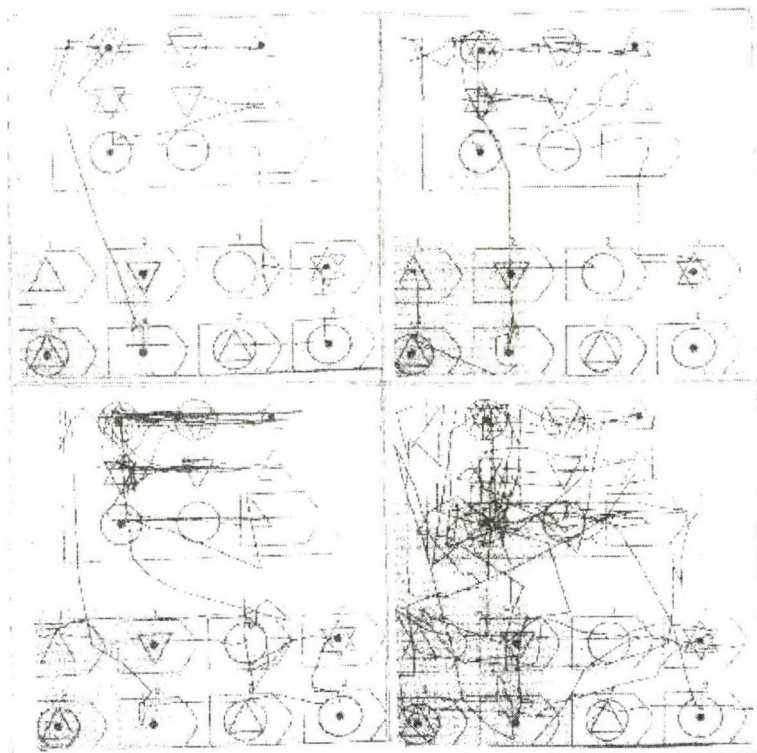
te küszködik a feladattal. A középső sorban pedig azt figyelhetjük meg, hogy a pásztázó pályák egyéni sajátosságai nemcsak eltérő (pl. módszeresen vagy bolyongóan ciklikus) megismerési stratégiákat tükrözhetnek, hanem motorikus jellegzetességeket is: azok a kis háromszögletű hurkocskák, amelyeket a lendületesen mozgó kéz a visszafordulásakor ír le, ennek az egyetemi hallgatónak minden regisztrátumán fellelhetők (de a kézírásán nem). Azt mondhatjuk, hogy egy-egy személy pásztázó pályáinak gyakran az egyénre jellemző grafikai stílusa is van. (Hasonló megállapítást a szemmozgáspályákkal kapcsolatban Stark is tett, miként arról korábban már szoltunk.)

Az ábra oszlopaiból viszont azt érzékelhetjük, hogy minden egyéni sajátosság ellenére erőteljesen érvényesül az egyes felismerendő arcképek pásztázó pályákat meghatározó hatása. A politikus arcképe ugyanolyan szemből felvett portré, mint a volgai kislányé, csak az arca keskenyebb, miként az a pályarajzolatokból is látszik. A színész képe „kakukktolás” a feladatok közt, mert az arc a bal felső sarokban található, de az arcképek megtekintésére beállítódott kísérleti személyek előbb (az arcsémának megfelelően) középtűt keresik. A színész kép is eltér a többitől, hiszen ez profilt ábrázol, de kevesebb bizonytalanságot keltett, mint a térdelő színész. Jarbusz ugyancsak közismert Nofertiti-regisztrátumához hasonlóan a színészképet pásztázó pályák is nyilvánvalóan az arcélen sűrűsödnek. A legalsó sorban hat-hét személy egymásra másolt regisztrátumán az egyes képrészek sötétebb tónusa tükrözi a képek fő strukturális sajátosságait.

Gondolkodási feladatok PW S-elemzése

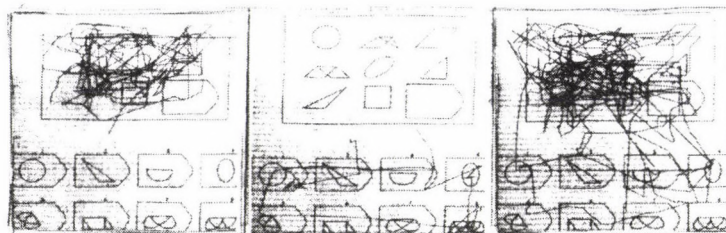
A vizuális feladatokhoz kapcsolódó megismerési stratégiák leginkább a szemléletes-képi gondolkodást igénylő feladathelyzetekben tanulmányozhatók. Térjedelmi korlátok miatt itt nem részletezhetjük az ablakos pásztázás alkalmazási lehetőségeit e területen, csupán néhány példával szeretnénk érzékeltetni, hogy Tyihomirov immár klasszikusnak mondható gondolkodásvizsgálati paradigmája ablakos pásztázással is alkalmazható.

Ebből a célból, mintegy illusztrációként Raven típusú feladatmegoldásokat és egy sakkeladvány megoldását idézzük fel. A 9. ábrán egy Raven típusú feladat megoldásának menetét követhetjük négy különböző személynél (teljes pásztázó pályák, időtartamuk rendre 41, 76, 60, 122 sec). Itt is megfigyelhetők az egyéni sajátosságok, a bal felső sarokban látható pályával például az egyik (egyébként arcfelismerésben gyenge) kísérleti személy szinte kapásból helyesen megoldotta a feladatot, másoknál több (főként horizontális irányú) összehasonlító ciklusra volt ehhez szükség, az utolsó ábrát pedig vertikális összehasonlítások jellemzik.



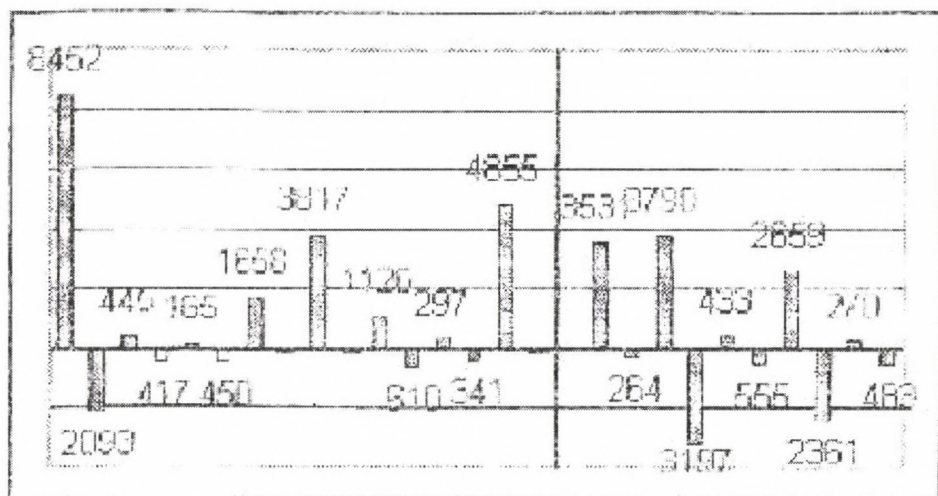
9. ábra. Egy Raven típusú feladat megoldásmenete négy személy-nél

A Raven típusú feleletválasztós feladatok – regisztrátumaink tanulsága szerint – lényegében két fő megismerési stratégiát kínálnak: *hipotézis központút* (előre haladót) vagy *megoldás központút* (visszakeresőt). Az előbbit az jellemzi, hogy a feladatmegoldó előbb a feladat elemzésével egy megoldási hipotézist alakít ki magának, majd a következő fázisban végignézi a megoldási lehetőségeket, hogy hipotézisét megerősítse, és a hipotézisének megfelelő feleletváltozatot kikeresse. Mindezt esetleg több ciklusban. Egy ilyen példát mutat be a 10. ábra. A bal oldali kép az első feladatnézési (hipotézist kialakító) fázist (84 sec), a középső kép az első megoldásnézési fázist (21 sec), a jobb oldali kép pedig a feladatmegoldás hátra lévő részét (155 sec), a két fázis többszöri ismétlődését mutatja.



10. ábra. Egy Raven típusú feladat megoldásának három fázis-s a ugyanazon személynél

A másik stratégia a feladattal való rövid ismerkedés után azonnal a megoldási lehetőségekhez fordul, és azokból mintegy visszakeresi a feladatba bújtatott szabályszerűséget. A kétféle stratégia persze ritkán fordul elő teljesen tiszta formában. Az egyén munkamódszerét, feladatmegoldási stratégiáját azonban jellemzi a feladatnézési/megoldásnézési (F/M) fázisok ritmusa és időaránya. A 11. ábrán két személy feladatmegoldásában figyelhetjük meg az F/M-váltakozásokat. (A függőleges tengelytől fölfelé nyúló oszlopok a feladat nézésére fordított idővel arányosak – az időértékek századmásodpercben megadva az oszlopok végénél olvashatók le –; a lefelé tartó oszlopok a megoldások nézési idejét szemléltetik.) Miként a diagramról leolvashatjuk, a bal oldali személy (az ő pástázó pályáját láthattuk az előző ábrán) inkább a hipotézisközpontú, előrehaladó stratégiájú feladatmegoldók közé sorolható, a jobb oldali diagrammal jellemzett személy viszont inkább a megoldásból visszakereső stratégiát képviseli.

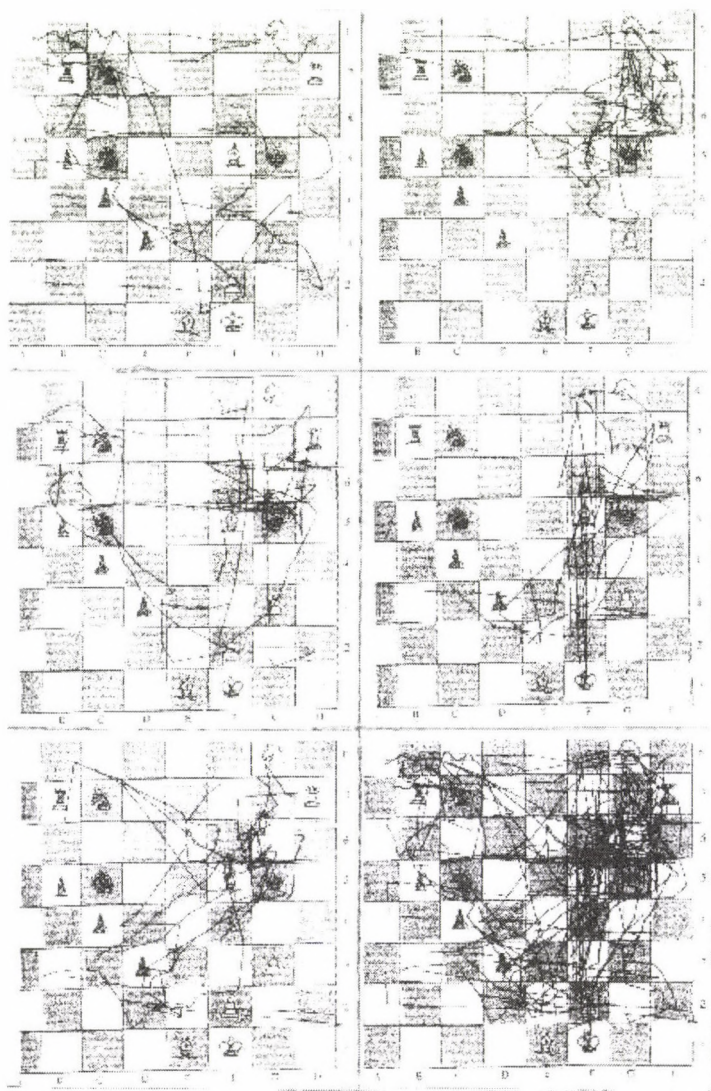


11. ábra. Két személy eltérő feladatmegoldási stratégiája a feladat nézésére és a megoldások nézésére fordított idők tükrében

Tehát a Raven-feladatok pályarajzai is *feladat- és személyfüggőek*, és nem kevésbé *ciklikus jellegűek*, mint a képnézés, de a Raven-ciklusok többszörösen összetettek: egyrészt ciklikus az F/M-fázisváltakozás, másrészt mind a feladatelemző, mind pedig a megoldáskereső fázison belül külön ciklussorozatok különböztethetők meg (miként az ábráinkon szemléletesen kirajzolódott).

Végezetül a 12. ábra egy sakktétel megoldásának menetét szemlélteti. A kísérleti személynek (minősített sakkozónak) a fehér legkedvezőbb lépéslehetőségét kellett megkeresnie. Az ábra a feladatmegoldás öt (soronként balról jobbra haladva egymás után következő) szakaszát mutatja, a jobb alsó sarokban az egyenként kb. egyperces fázisok egymásra másolva jelennek meg. Az első szakasz a situációval való első mód-

szeres („kígyózó”) ismerkedés, ahol a kígyózástól a három gyalog téríti el átlós irányúan az ablakot, amely aztán visszakanyarodik g5-höz. A második szakaszban az ablak (s a figyelem) a g5 környezetében lévő négy figura körül cirkál, majd visszamegy a bal felső sarok figuráihoz. A harmadik szakaszban az ablakocska a bal felső sarki huzsártól elindulva tesz egy kört: lefelé ismét a három gyalog átlóján haladva tér vissza újból a jobb felső sarokba. A negyedik szakaszt a függőleges irányú mozgás jellemzi (f6-tól indul, majd g6-nál marad abba). Az ötödik szakaszban g6-tól indul balra lefelé átlós irányú kiruccanással, hogy végül visszatérjen a bal felső sarokban állomásozó bástyához.



12. ábra. Egy sakkfeladat elemzésének öt szakasza

Az egyes szakaszokban előfordulnak ismétlődő pályaelemek, de a szakaszok nem pontos ismétlései egymásnak. Az ablakozó „tekintet” az egész pályát bejárja, felméri, de nem ugyanazzal a sűrűséggel fedi le az egész táblát. A fő „orientációs zóna” a jobb felső sarokban (g5 körül) található, ezt egészíti ki a jobb felső sarok két figurájának vonzása. Az egyes pályaszakaszokat egységesítő, ciklusba foglaló mozzanat a fő „orientációs zónához” való ciklikus visszatérés. A ciklikus visszatérésnek és elvándorlásnak a sakkeladat esetében konkrét tartalmi jelentése van: a figurák lehetséges lépéseinek értékelése zajlik (az ugyancsak tartalmilag meghatározott) orientációs zónán belül és abból kiindulva. Ezért jellemző a sakkozóra a ciklikus elemzés, ezért nevezte Tyihomirov is saját sakk-regisztrátumait „ciklogramoknak”.

További elemzés megmutathatná, hogy ablakozó regisztrátumaink is tükrözik azokat a gondolkodási sajátosságokat, szakaszokat, amelyeket Tyihomirov a tekintet pályáiból kikövetkeztetett. Erről azonban talán más alkalommal lesz módunk beszámolni.

Tanulságok

Az ismertetett megfigyelések, statisztikai elemzések és a (példa gyanánt) bemutatott regisztrátumok alapján, úgy véljük, megalapozottak az alábbi fő következtetések:

1. Az ablakozó pásztázó eljárással végzett kísérletek első legszembeütőbb eredménye, hogy az ablakozás regisztrátumai a szemmozgáspályákkal *nagyfokú hasonlóságot* mutatnak. A hasonlóságok nem külsőlegesek. A külső megjelenésben természetesen jelentősek az eltérések: a szemmozgás (bár ballisztikus) lágyabban ívelt, keretekkel nem korlátozott pályái és az ablakozó pásztázás szögletesebb és keretek közé szorított pályavonalai közt nyilvánvaló a (grafikai értelemben vett) „stilis” különbség. A kétfajta regisztrátum hasonlóságai inkább *strukturálisak*, mondhatnánk, hogy a „mélyszerkezetük” közös. Miként példáinkból láthattuk, a regisztrátumoknak jellegzetes, tartalmilag meghatározott sűrűsödési pontjai vannak. A regisztrátumok fő struktúráképző elemei a tekintetnek ezek a vonzéspontjai, akár szemmozgásról, akár ablakozó pásztázásról van. A struktúráképzés mindkét esetben *ugyanazon szabályok szerint* zajlik, ezért vezet hasonló eredményekhez.

2. A regisztrátumoknak *ciklikus jelleget* a sűrűsödési pontok adnak. A tekintet (akár természetes szemmozgásról, akár ablakos pásztázásról van szó) véletlenszerűen is mozog a képen, az egyes pályarészletek rajzolata bolyongásszerű, ugyanolyan módon ritkán ismétlődik, de a rendszeres visszatérés a *sűrűsödési pontokhoz* a ciklikusság érzetét kelti. A tekintet pályájának ciklikussága tehát nem ugyanazon útvonalak ismételt bejárásával, hanem a sűrűsödési pontokhoz, képrészletekhez való *rendszeres visszatéréssel* jellemezhető.

3. Az ablakozó pásztázás *a foveális látásra korlátozódik*, legfőképpen ebben tér el a természetes nézéstől. Az ablak vezérlésében a perifériális látásnak, a periférián feltűnő, a figyelmet magához vonzó mozzanatoknak így semmi szerep nem juthat. Sőt: az

ablakozásnál a pillanatnyi látvány – egy képrészlet – egészbe illesztéséhez, integrálásához sem hívható segítségül a perifériális látás. A természetes látásban *egyidejűleg* is jelen lévő képrészletek az ablakozó pásztázásban csakis *egymás után* szemlélhetők.

Ha e lényegesnek tűnő eltérés ellenére az ablakozó pásztázás és a természetes szemmozgás pályavonalai között mégis strukturális hasonlóságok mutatkoznak, akkor abból az a következtetés kínálkozik, hogy ez az eltérés mégsem annyira jelentős, mint amilyennek gondolhatnánk; a természetes látásban a foveális-perifériális együttműködés egyidejűségéhez képest *a foveális egymásutániségnak nagyobb a szerepe* az általában feltételezettnél.

4. Mivel az ablakozó szituációban csak egymás után megjelenő képrészletekből lehet a képegészt összerakni, „feldolgozni”, integrálni, természetes magyarázatot kapunk a pásztázó pálya ciklikusságára. Például egy arc felismeréséhez ritkán elegendő egyetlen részlet, egyetlen ablak mutatta jelleg (pl. fél szem) vizsgálata. Rendszerint a teljes szempár látványa is kevés ehhez, tehát legalább mindkét szemet együttesen magunk előtt kellene látnunk egy személy felismeréséhez. Eerre azonban ablakozásnál csak az emlékezet nyújt lehetőséget. A képrészletek *emlékezeti integrációja* a strukturális szervező elemek köré épül: mihelyst valamelyikük képe elhalványul, frissítésre vissza kell térni hozzá. A *ciklusok ritmusát* tehát valamiféle *munkamemória* időtartama szabályozza.

5. A *ciklusok struktúrája* viszont függ a kép tartalmától. Az arcképeket ablakocskával pásztázó személy természetesen látatlanban tudhatja, hogy a bal szem mellett a jobb szemet, alattuk az orrot és a száját kell keresnie és így tovább. Kész, térbelileg elrendezett (spaciotopikus) sémával rendelkezik, mint ahogy a sakkozó is eleve rendelkezik a sakktábla *anticipált sémájával*, a Raven-feladat megoldója ismeri a szokványos feladatelrendezést és így tovább. Ismeretlen kép megtekintése pedig a kép témájának (és ezzel a látványsémának) a feltárásával kezdődik; ezután a pásztázás már a séma szerint zajlik tovább. A séma *pozitív módon* szabályozza, hogy mit kell a képen nézni: a kép egésze helyett a felismeréshez vagy feladatmegoldáshoz szükséges látványelemekre irányítja a tekintetet.

6. De a séma nem csak a megtekintendő részeket jelöli ki, hanem ezáltal az elhanyagolható részleteket is meghatározza. A képek egyes részterületeinek (olykor teljes) elhanyagolása nem válik tudatossá, mert (szinte a séma melléktermékeként) *kitöltési hatások* kompenzálják. Az ablakozó pásztázás esetében ez a kitöltődés a belső képre vonatkozik, és így *központi kognitív befolyás* megnyilvánulása. A sakkozóknak például nincs szüksége arra, hogy mind a 64 mezőt egyszerre is lássa; a táblaséma ismeretében nem kell a teljes táblát néznie ahhoz, hogy valamelyik figurája lehetséges mozgásirányait az egész táblán előre lássa.

7. Az ablakozó szituációban a mozgáspálya alakításának közvetlen eszköze *a kézmozgás*. Ez kizárja azt a lehetőséget, hogy a korai látás valamely automatizmusa irányítsa a pásztázást. Ugyanakkor a kézmozgás mint eszköz közbeiktatásával, de mégiscsak a látási folyamat irányítása zajlik ablakozáskor is; a látási folyamat irányítása azonban ekkor szükségképpen *központilag közvetített*, top-down jellegű.

8. Ha különböző személyek ugyanazt a képet nézik, vagy a képre vonatkozóan hasonló feladatot kapnak, akkor a látványséma strukturális hasonlóságokat visz mindnyájuk mozgáspályáiba (akár szemmozgásról, akár ablakozó pásztázásról van is szó). A strukturális hasonlóságok mellett vagy azokon túl, jelentősek azonban *a személyek egyéni jellegzetességei* is. Az *egyéni eltérések* fő forrásai, illetve megnyilvánulásai a következő tényezőkben lelhetők föl:

- motorikus sajátosságok;
- a ciklusok szerkezete, összefüggésben a munkamemória sajátosságaival;
- a képséma egyéni vonásai;
- kognitív különbségek a feladatmegoldási stratégiában;
- a gyakorlott („szakértő”, felnőtt) és a kezdő („laikus”, gyerek) megfigyelő látásmódjának eltérései.

9. A szemmozgás-regisztrátumok és az ablakozó pásztázás pályavonalai közti mélyebb hasonlóságok arra vallanak, hogy ezek *a strukturális jellegzetességek közös gyökerei*. Az ablakozó pásztázás menetének egyes strukturális szabályaiból tehát legalább részlegesen *visszakövetkeztethetünk* a szemmozgáspályákat szabályozó okokra is. Feltételezhetjük tehát, hogy a természetes látásra is igazak a következők:

- a szemmozgáspályák alakulásában a perifériális látás szerepe inkább csak kiegészítő, nem pedig meghatározó; *a foveális látás* dominanciája és *integrációs szükséglete* felölő elsősorban a szemmozgáspálya jellegzetességeiért;

- a *vizuális ciklusok* jellegzetessége nem a pályaelemek változatlan ismétlődése, hanem a rendszeres visszatérés a strukturális szervező elemekhez;

- a *ciklusok ritmusát* a strukturális szervező elemek emlékezetben tartása, illetve a *munkamemória* elhalványulása diktálja, az egyéni különbségek egyik forrása ebben az emlékezeti működésben keresendő;

- a szervező elemek kiválasztását a kép által mozgósított, központi eredetű *anticipációs séma* szabályozza; a látás által elhanyagolt képrészleteket központi „kitöltési” mechanizmusok pótolhatják ki.

10. Végül úgy véljük, levonható az a tanulság is, hogy az ablakozó pásztázás jól használható *eszköz* lehet egyes kognitív folyamatok exteriorizálására, további kísérleti tanulmányozására – nem szólva ezúttal az alkalmazott pszichológiai (pl. ergonómiai) felhasználási lehetőségekről.

A kézirat elfogadva: 2003. május

Irodalom

- ABRAMS, R. A. (1992): Planning and producing saccadic eye movements. In: RAYNER, K. (ed.), *Eye movements and visual cognition. Scene perception and reading*. N. Y., Berlin etc.: Springer Verlag, 66–88.
- ÁDÁM György (1969): Érzékelés, tudat, emlékezés... biológusszemmel. Budapest, Gondolat.

- ÁDÁM György (2002): A tudattalan reneszánsza. In: VIZI E. Szilveszter, ALT-
RICHTER Ferenc, NYÍRI Kristóf, PLÉH Csaba (szerk.), *Agy és tudat*. Buda-
pest, BIP, 31–44.
- ALEKSZANDROVA L. N., GIPPENREJTER, J. B., CUKKERMAN, I. I. (1972):
Dvizsenyij glaz pri poszmotre izobrazsenyij szo szledami jagyernih csasztyic.
Voproszi Pszihologii, Vol. 18, No 3, 129–132.
- ANDERSON, J. R. (1995): Cognitive Psychology and its implications. Fourth edition.
N. Y., W. H. Freeman and Company.
- ANDREJEVA, J. J., VERGYILESZ, N. J., LOMOV, B. F. (1972): K voproszu o
funkcijah dvizsenyij glaz v processze zrityelnovo voszprijatyija. *Voproszi Pszihologii*,
Vol. 18, No 1, 11–24.
- ANOHN, P. K. (1976) (ed.): Problemi prinyatyija resenyija, Moszkva, Nauka.
- ANTES, J. R. (1974): Time course of picture viewing. *Journal of Experimental
Psychology*, Vol. 103, No 1, 62–70.
- ARNHEIM, R. (1997): A vizuális élmény. Budapest, Gondolat.
- ATKINSON, R. L., ATKINSON, R. C. (1994): Pszichológia. Budapest, Osiris–Száz-
advég.
- AWATER, H., KREKELBERG, B. (2000): Postsaccadic visual references generate
presaccadic compression of space. Ruhr–University–Bochum. Lekérve 2002.
04. 3-án http://www.phys.un.nl/~ecem10/Abstracts/Awater_H.html
- BADDELEY, A. (2001): Az emberi emlékezet. Budapest, Osiris.
- BADDELEY, A. D. (1966): Short-term memory for word sequences as a function of
acoustic, semantic and formal similarity. *Quarterly Journal of Experimental Psy-
chology*, 362–365. Lekérve 2002. 03. 27-án a köv. címről: <http://step.psy.cmu.edu/articles/Baddeley.pdf>
- BARANYAI László (2001): Mérnöki számítások C/C++ nyelven. Budapest, LSI.
- BARLOW, R. B, Jr. (1990): What the brain tells the human eye. *Scientific American*,
262, April, 66–71.
- BARTLETT, F. C. (1985): Az emlékezés. Budapest, Gondolat.
- BERLYNE, D. E. (1958): The influence of complexity and novelty in visual figures
on orienting responses. *Journal of Experimental Psychology*, 55 (3), 289–296.
- BERLYNE, D. E. (1960): Conflict, arousal, and curiosity. N. Y., Toronto, London,
McGraw–Hill Book Company, Inc.
- BRADY, M. (1987): Preface: The changing shape of computer vision. In: FISCH-
LER, M. A., FIRSCHEIN, O. (eds.), *Readings in computer vision: issues,
problems, principles, and paradigms*. Los Altos, Ca: Morgan Kaufmann Pub-
lishers Inc., 37–44.
- BRIDGEMAN, B., Van DER HEIJDEN, A. H. C., VELICHOVSKY, B. M. (1994):
A theory of visual stability across saccadic eye movements. *Behavioral and
Brain Sciences*, 17, (2), 247–292.
- BRUNER, J. S. (1957): A perceptuális készenlétről. In: MARTON Magda (szerk.),
A tanulás szerepe az emberi észlelésben. Budapest, Gondolat.
- BRUNER, J. S., GOODMAN, C. C. (1947): Value and need as organizing factors in
perception. (First published in *Journal of Abnormal and Social Psychology*, 42,
33–44.) Lekérve 2002. 03. 27-án a köv. címről: <http://psychclassics.yorku.ca/Bruner/Value.htm>.
- BRUNER, J. S., POSTMAN, L. (1949): On the perception of incongruity: a paradigm.
(First published in *Journal of Personality*, 18, 206–223.) Lekérve 2002. 03.
27-án a köv. címről: <http://psychclassics.yorku.ca/Bruner/Cards>

- BUNEO, Ch. A., JARVIS, M. R., BATISTA, A. P., ANDERSON, R. A. (2002): Direct visuomotor transformations for reaching. *Nature*, 2002 (416), 11 April, 632–636.
- BUSWELL, G. T. (1927): A laboratory study of the reading of modern foreign languages. N. Y., The Macmillan Company.
- CAI, R. H., POUGET, A., SCHLAG-REY, M., SCHLAG, J. (1997): Perceived geometrical relationships affected by eye–movement signals. *Nature*, 386, 601–603.
- CARROLL, P. J., YOUNG, J. R., GUERTIN, M. S. (1992): Visual analysis of cartoons: a view from the far side. In: RAYNER, K. (ed.), *Eye movements and visual cognition. Scene perception and reading*. N.Y., Berlin etc.: Springer Verlag, 441–461.
- CAVANAGH, P., KENNEDY, J. M. (2000): Close encounters: details veto depth from shadows. *Science*, 287, 2421.
- CAWSEY, A. (2002): Mesterséges intelligencia. Alapismeretek. Budapest, Panem.
- COHEN, J. D., PERLSTEIN, W. M., BRAVER, T. S., NZSTROM, L. E., NOLL, D. C., JONIDES, J., SMITH, E. E. (1997): Temporal dynamics of brain activation during a working memory task, *Nature*, 386, 10 April, 604–607.
- COLHEART, M. (1980): Iconic memory and visible persistence. *Perception „Psychophysics, Vol. 27*, 183–228.
- COURTNEY, S. M., UNDERGLEIDER, L. G., KELL, K., HAXBY, J. V. (1997): Transient and sustained activity in a distributed neural system for human working memory. *Nature*, 386, 608–611.
- CRICK, F., KOCH, Ch. (1992): The problem of consciousness. *Scientific American*, 267, Sept, 153–159.
- CUNNINGHAM, J. M. (1998): Task dependency of eye fixations & development of portable eye tracker. Thesis. Lekérve 2002. 5. 5-én a köv. címről: <http://www.cis.rit.edu/~jme8898/srp/thesis.htm>
- CZIGLER István (2001): Figyelem és percepció. Debrecen, Debreceni Egyetem.
- CZIGLER István, WINKLER István (1999): Kognitív pszichofiziológia: agyi elektromos változások és humán megismerési folyamatok. *Magyar Tudomány*, 44, 788–796.
- CZIGLER István, WINKLER István (2001): Figyelmi folyamatok az észlelésen innen és túl, képben és hangban. *Pszichológia*, (21), 2, 109–137.
- CSIBRA Gergely, CZIGLER István (1991): Vizuális ábrák váratlan irányú mozgása és az eseményhez kötött potenciálok. *Pszichológia*, (11), 1, 47–56.
- CSOCSÁNNÉ HORVÁTH Emmy (1988): A tengelyesen szimmetrikus idomok haptikus észleléséről a geometria tanulásával kapcsolatosan vakoknál. *Gyógypedagógiai Szemle*, XVI, 1–13.
- DAMASIO, A. R., DAMASIO, H. (1992): Brain and language. *Scientific American*, 267, Sept, 88–95.
- DENNETT, D. C. (1994): Cognitive Science as reverse engineering: several meanings of „top-down” and „bottom-up”. Lekérve 2002. 03. 27-én a köv. címről: <http://www.ecs.soton.ac.uk/~harnad/Papers/Py/dennett.eng.html>
- DI LOLLO (1977): Temporal characteristics of iconic memory. *Nature*, Vol. 267, 241–243.
- DITCHBURN, R. W. (1973): Eye–movements and visual perception. Oxford, Clarendon Press.
- DITCHBURN, R. W., GINSBORG, B. L. (1952): Vision with a stabilized retinal image. *Nature*, July 5, 17, 36–37.
- Dual–Purkinje–Image concept (é.n.). Lekérve 2002. 08. 15-én a köv. címről: <http://www.fourward.com/>

- ECCLES, J. C. (1984): The human mystery, London, Boston, etc., Routledge and Kegan Paul.
- ECCLES, J. C. (1992): The human psyche. London, N. Y., Routledge.
- EMED (Eye Movement Equipment Database). Lekérve 2002. 03. 2-án a köv. címről: <http://ibs.derby.ac.uk/emed/index.html>
- ENGEL-NIELSEN, TH., GLENSTRUP, A. J. (1995): Eye controlled media: present and future state. Lekérve 2002. 03. 27-én a köv. címről: <http://www.diku.dk/~panic/eyegaze/article.htm>
- Eye movement and cognitive development (é. n.). Lekérve 2002. 03. 27-én a köv. címről: <http://www.fml.tuebingen.mpg.de/schwarzer/english/augen.html>
- EYSENCK, M. W., KEANE, M. T. (1990): Cognitive psychology. A students handbook. Hillsdale, Hove, LEA.
- FANTZ, R. L. (1961): The origin of form perception. In: GREENOUGH, W. T. (ed.), *The nature and nurture of behavior. Developmental Psychobiology*. San Francisco, W. H. Freeman and Company, 66–71.
- FARAH, M. J. (1984): The neurological basis of mental imagery: a componential analysis. *Cognition*, Vol. 18, 245–273.
- FENG, G. (2001): Review of 4 eye movement studies from 1900–1909. Eye movements and cognition. Lekérve 2002. 03. 28-án a köv. címről: [http://eyemovements.manilasites.com/stories/storyReader\\$15](http://eyemovements.manilasites.com/stories/storyReader$15)
- FINKE, R. A. (1986): Mental imagery and the visual system. *Scientific American*, 254, (3), 88–95.
- FISCHLER, M. A., FIRSCHEIN, O. (1987): Readings in computer vision: issues, problems, principles, and paradigms. Los Altos, Ca: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- FISER József (1991): Alakpercepció: neurofiziológiai, pszichofizikai eredmények és hatásaik a gépi látáskutatásban. *Pszichológia*, (11), 3, 419–473.
- FISHER, D. L. (1992): The matter and mechanisms of integration. In: RAYNER, K. (ed.), *Eye movements and visual cognition. Scene perception and reading*. N. Y., Berlin etc.: Springer Verlag, 193–202.
- FODOR, J. (1996): Összefoglalás az elme modularitásához. In: PLÉH Csaba (szerk.), *Kognitív tudomány*. Budapest, Osiris–Láthatatlan Kollégium.
- GAARDER, K. R. (1975): Eye movements, vision and behavior. A hierarchical visual information processing modell. Washington, D. C., Hemisphere Publishing Co.
- GIBSON, J. J. (1966): The senses considered as perceptual systems. Boston, Houghton Mifflin Company.
- GIBSON, J. J. (1969): A reconsideration of eye-movements and eye postures based on ecological optics. The Purple Perils. Lekérve 2002. 08. 10-én a köv. címről: <http://www.ksn.edu/psych/farris/gibson/files/eyeposture.html>
- GIBSON, J. J. (1974): Overt and covert attention. The Purple Perils. Lekérve 2002. 08. 10-én a köv. címről: <http://www.ksn.edu/psych/farris/gibson/files/overt.html>
- GIPPENREJTYER, J. B. (1976): Glaz kak dvigatyelnij organ. In: LEONTYEV, A. N. (red.), *Vosprijatyije i gyejatyelnoszty*. Moszkva, Izdatyelsztvo Moszkovszkovo Unyiverszityeta, 28–53.
- GLENSTRUP, A. J. (1996): Eye controlled media: present and future state. Lekérve 2002. 03. 14-én a köv. címről: <http://www.diku.dk/~panic/eyegaze/node9.html>
- GLICKSTEIN, M. (1988): The discovery of visual cortex. *Scientific American*, 259, Sept, 118–127.

- GOLDMAN-RAKIC, P. S. (1992): Working Memory and the Mind. *Scientific American*, 267, Sept. 111–117.
- GREENOUGH, W. T. (ed.) (1972): The nature and nurture of behavior. Developmental Psychobiology. San Francisco, W. H. Freeman and Company.
- GREGORY, R. L. (1990): Eye and Brain. Fourth Edition. Princeton, N. J., Princeton University Press.
- GREGUSS Pál (2001): A „szép” fogalmának bio-informatikai megközelítése. Előadás a 3. Nemzetközi Fényszimposiumon, 2001. márc. 30. Kézirat.
- GROOME, D. with DEWART, H., ESGATE, A. et al. (1999): An introduction to cognitive psychology: processes and disorders. London, N. Y., Psychology Press.
- GULYÁS Balázs (2002): Vizsgálhatók-e tudatos és nem tudatosuló agytevékenységek funkcionális képalkotó eljárásokkal? In: VIZI E. Szilveszter, ALTRICHTER Ferenc, NYÍRI Kristóf, PLÉH Csaba (szerk.), *Agy és tudat*. Bp., BIP, 61–92.
- HABER, N. R., HERSHENSON, M. (1973): The psychology of visual perception. N. Y., Chicago etc., Holt, Rinehart, Winston.
- HALÁSZ László (szerk.) (1983): Művészetszichológia. Budapest, Gondolat.
- HALLOWELL, B., CARLSON, B. W. (é. n.): Dependent measures for quantifying visual responses in studies of cognitive processing using eye movements. Lekérve 2002. 03. 27-én a köv. címről: http://www.phys.uu.nl/~ecem10/Abstracts/Hallowell_B2.html
- HARMON, L. D. (1973): The recognition of faces. *Scientific American*, 229, Nov, 71–82.
- HELMHOLTZ, H. V. (1924): Treatise on physiological optics, 1909, (Dritte Auflage). Ed. by J. P. C. SOUTHALL. The Optical Society of America, Menasha, WI: George Banton. Electronic edition, 2001, University of Pennsylvania. Lekérve 2003. 01. 10-én a köv. címről: <http://www.psych.upenn.edu/backuslab/helmholtz/>
- HENDERSON, J. (1992): Visual attention and eye movement control during reading and picture viewing. In: RAYNER, K. (ed.), *Eye movements and visual cognition. Scene perception and reading*. N. Y., Berlin etc.: Springer Verlag, 260–283.
- HENDERSON, J. M., FALK, R., MINUT, S., DYER, F. C., MAHADEVAN, S. (2000): Gaze control for face learning and recognition by humans and machines. Lekérve 2002. 01. 4-én a köv. címről: <http://www.cse.msu.edu/~mahadeva/papers/book-chapter.htm>
- HEYDT, R. Von, PETERHANS, E., BAUMGARTNER, G. (1984): Illusory contours and cortical neuron responses. *Science*, Vol. 224, 1260–1262.
- HOROVITZ, T. S., WOLFE, J. M. (1998): Visual search has no memory. *Nature*, 394, 575–577.
- HORVÁTH György (1978): Személyiség és öntevékenység. Budapest, Tankönyvkiadó.
- HORVÁTH György (1984): A tartalmas gondolkodás. Budapest, Tankönyvkiadó.
- HORVÁTH György (1985): Tesztelmélet: problémák és perspektívák. *Pszichológia*, 5, 53–78.
- HORVÁTH György (2002): A PC mint kísérleti eszköz: a pszichikus képfeldolgozás vizsgálata. Média – Informatika – Kommunikáció Konferencia (Veszprém, 2001. Szeptember 13–15.), Veszprém: MTA Veszprémi Területi Bizottsága.
- HORVÁTH György (2003): Példák az ablakozó pásztázás (PWS) alkalmazására. Lekérhető a köv. címről: <http://old.vein.hu/~horvatgy/pws.htm>

- How the brain fills in the gaps of visual perception (é. n.). *Lekérve* 2002. 03. 27-én a köv. címről: <http://www.eurekalert.org/releases/ucb~esi326.html>
- HOWARD, I. P. (1982): Human visual orientation. Chichester, N.Y., John Wiley – Sons.
- HUBEL, D. H. (1963): The visual cortex of the brain. In: GREENOUGH, W. T. (ed.), *The nature and nurture of behavior. Developmental Psychobiology*. San Francisco, W. H. Freeman and Company, 10–18.
- HUBEL, D. H. (1982): Exploration of the primary visual cortex, 1955–78. *Nature*, 299, 515–524.
- HUBEL, D. H. (1988): Eye, brain, and vision. N.Y., Scientific American Library.
- HUBEL, D. H., WIESEL, T. M. (1979): Brain mechanisms of vision. *Scientific American*, 241, (3), 150–162.
- HUEY, E. B. (1908): Psychology and pedagogy of reading. With a review of the history of reading and writing, and of methods, texts, and hygiene in reading. N.Y., Macmillan (Bristol: Thoemmes Press, 1998).
- INGLE, D. J., GOODALE, M. A., MANSFIELD, R. J. W. (eds.) (1982): Analysis of visual behavior. Cambridge, Ma, The MIT Press.
- IRWIN, D. (1992): Visual memory within and across fixations. In: RAYNER, K. (ed.), *Eye movements and visual cognition. Scene perception and reading*. N.Y., Berlin etc.: Springer Verlag, 146–165.
- IRWIN, D. E. (1991): Information integration across saccadic eye movements. *Cognitive Psychology*, Vol. 23, 420–456.
- IRWIN, D. E., YANTIS, S., JONIDES, J. (1983): Evidence against visual integration across saccadic eye movements. *Perception & Psychophysics*, Vol. 34, (1), 49–57.
- ITTI, L., KOCH, Ch. (2000): A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Lekérve* 2002. 02. 14-én a köv. címről: http://www.klab.caltech.edu/~itti/attention/publications/00_VR/paper_twocol.html
- JAMES, W. (1890): The principles of psychology. Volume one. New York, Dover Publications, Inc.
- JAMSA, K. (1996): JAVA. Budapest, Kossuth.
- JARBUSZ, A. L. (1965): Rol dvizsenyij glaz v processze zrenyija. Moszkva, Nauka.
- JEANNEROD, M., BIGNER, B. (1982): Visuomotor mechanisms in reaching within extrapersonal space. In: INGLE, D. J., GOODALE, M. A., MANSFIELD, R. J. W. (eds.), *Analysis of visual behavior*. Cambridge, Ma, The MIT Press, 387–409.
- JONIDES J., IRWIN D. E., YANTIS (1982): Integrating Visual Information from Successive Fixations. *Science*, 215, 192–194.
- JULESZ Béla (2000): Dialógusok az észlelésről. Budapest, Typotex.
- KARDOS Lajos (szerk.) (1974): Az alaklélektan. Budapest, Gondolat.
- KARDOS Lajos (1974b): Az alaklélektan. In: KARDOS Lajos (szerk.), *Az alaklélektan*. Budapest, Gondolat
- KARDOS Lajos (1976): A neuropszichikus információ eredete. Budapest, Akadémiai Kiadó.
- KARDOS Lajos (1988): Az állati emlékezet. Budapest, Akadémiai Kiadó.
- KENNEDY, J. M. (1997): How the blind draw. *Scientific American*, 276, Jan., 76–81.
- KENNETH, G. O. (1978): Piagets Invarianz, visuelle Wahrnehmungsaktivität und die Messung von Augenbewegungen. In: STEINER, G. (Hrsg.), *Piaget und die Folgen. Die Psychologie des 20. Jahrhunderts. Bd. VII. Piaget und die Folgen*. Zürich: Kindler Verlag, 758–772.

- KÉRI Szabolcs, JANKA Zoltán (2002): Integratív agyi működések jelentősége a pszichózisok neuropszichopatológiájában. Adalékok a tudat neurokognitív mechanizmusához. In: VIZI E. Szilveszter, ALTRICHTER Ferenc, NYÍRI Kristóf, PLÉH Csaba (szerk.), *Agy és tudat*. Bp., BIP, 194–217.
- KLEIN, R., KINGSTONE, A., PONTEFRAC, A. (1992): Orienting of visual attention. In: RAYNER, K. (ed.), *Eye movements and visual cognition. Scene perception and reading*. N. Y., Berlin etc.: Springer Verlag, 46–65.
- KORETZ, J. F., HANDELMAN, G. H. (1988): How the Human Eye Focuses. *Scientific American*, 256, July, 92–99.
- KOSSLYN, S. M. (1995): The brain's mind's eye. On the brain. (The Harvard Mahoney Neuroscience Letter) 1995, Vol. 4., Number 1. Lekérve 2002. 08. 10-én a köv. címről: http://www.med.harvard.edu/publications/On_The_Brain/Volume4/Number1/W95Eye.html
- KOSSLYN, S. M., BALL, Th.M., REISER, B. J. (1978): Visual images preserve metric spatial information: evidence from studies of image scanning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol. 4, No1, 47–60.
- KOSSLYN, S. M., CAVE, K. R., WALLACH, R. W. (1984): Individual differences in mental imagery ability: a computational analysis. *Cognition*, Vol. 18, 195–243.
- KOVÁCS Gyula (2002): A vizuális tudat. In: VIZI E. Szilveszter, ALTRICHTER Ferenc, NYÍRI Kristóf, PLÉH Csaba (szerk.), *Agy és tudat*. Budapest, BIP, 231–237.
- KOVÁCS Ilona (1991): Egy tudományos vízió. *Pszichológia*, 11, 1, 77–125.
- KOVÁCS Ilona (2002): Funkcionális és fejlődési disszociációk a látórendszerben. In: VIZI E. Szilveszter, ALTRICHTER Ferenc, NYÍRI Kristóf, PLÉH Csaba (szerk.), *Agy és tudat*. Budapest, BIP, 221–230.
- KUMAR, V. K. (1971): Az emberi emlékezés szerkezete és ennek néhány pedagógiai implikációja. In: OLÁH Attila, PLÉH Csaba (szerk.), 1987, *Szöveggyűjtemény az általános és személyiségpszichológiához*. Budapest, Tankönyvkiadó.
- KUNDEL, H. L., NODINE, C. F. (1978): Studies of eye movements and visual search in radiology. In: SENDERS, J. W., FISHER, D.F., MONTY, R. A. (eds.), *Eye movements and the higher psychological functions*. Hillsdale, NJ: LEA, 317–345.
- LALNI, S., JAMSA, K. (1998): Java programok könyvtára. 1. Budapest, Kossuth, 28–29. fejezet, 277–295.
- LAPPE, M., AWATER, H., KREKELBERG, B. (2000): Postsaccadic visual references generate presaccadic compression of space. *Nature*, 403, 892–895.
- LATTO, R. (1982): Visual perception and oculomotor areas in the primate brain. In: INGLE, D. J., GOODALE, M. A., MANSFIELD, R. J. W. (eds.), *Analysis of visual behavior*. Cambridge, Ma, The MIT Press, 671–690.
- LEONTYEV, A. N. (red.) (1976): *Voszpriyatije i gyejatelnoszty*. Moszkva, Izdatyelsztvo Moszkovszkovo Unyiverszityeta.
- LEONTYEV, A. N. (1976b): O putyah isszledovanyija voszpriyatija. In: LEONTYEV, A. N. (red.), *Voszpriyatije i gyejatelnoszty*. Moszkva, Izdatyelsztvo Moszkovszkovo Unyiverszityeta, 3–27.
- LEVINE, D. (1982): Visual agnosia in monkey and man. In: INGLE, D. J., GOODALE, M. A., MANSFIELD, R. J. W. (eds.), *Analysis of visual behavior*. Cambridge, Ma, The MIT Press, 629–669.
- LINDSAY, P. H., NORMAN, D. A. (1977): *Human information processing*. N.Y., San Francisco, London, Academic Press.

- LLEWELLYN THOMAS, E. (1968): Movements of the eye. *Scientific American*, 219, 88–95.
- LOHSE, H., LUDWIG, R., RÖHR, M. (1982): Statistische Verfahren für Psychologen, Pädagogen und Soziologen. Berlin, Volk und Wissen.
- LOVETT, J. (2000): Kleine Wunder. Heilung von Kindheits traumata mit Hilfe von EMDR. Paderborn, Junfermann Verlag.
- LURIA, A. R. (1976): Cognitive development. Its cultural and social functions. Cambridge, MA, London, Harvard University Press.
- MACK, A., ROCK, I. (1999): Inattention blindness. Cambridge, Ma: MIT Press (1998), *Psyche*, 5, (3) May. Lekérve 2002. 08. 10-én a köv. címről: http://psych.cs.monash.edu.au/v5/psyche_5_mack.html
- MACKWORTH, N. H., BRUNER, J. S. (1970): How adults and children search and recognize pictures. *Human Development*, 18, 149–177.
- MACKWORTH, N. H., MORANDI, A. J. (1967): The gaze selects informative details within pictures, *Perception & Psychophysics*, 2(11), 547–552.
- MAROUSCHEK, H. (1992): Einfluss von Motivationalen Effekten bei der Untersuchung sakkadischer Augenbewegungen. Wien: Univ. Wien, Diplomarbeit.
- MARR, D. (1976): Early processing of visual information. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B. Volume* 275, 484–519.
- MARR, D. (1982): Vision: a computational investigation into the human representation and processing of visual information. San Francisco, W. H. Freeman.
- MARR, D., NISHIHARA, H. K. (1987): Visual information processing: artificial intelligence and the sensorium of sight. In: FISCHLER, M. A., FIRSCHEIN, O. (eds.), *Readings in computer vision: issues, problems, principles, and paradigms*. Los Altos, Ca: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 616–643.
- MARTON Magda (szerk.), (1975): A tanulás szerepe az emberi észlelésben. Budapest, Gondolat.
- MARTON Magda (1975): Bevezetés. In: MARTON Magda (szerk.), *A tanulás szerepe az emberi észlelésben*. Budapest, Gondolat.
- MARTON Magda (1981): Az állandó tér észlelése (II): a szemmozgás és az információfeldolgozás mérése. *Pszichológia*, (1), 3, 331–346.
- MARTON Magda (1990): Az olvasás szemmozgásmintái és a kognitív pszichológia. *Pszichológia*, 1990, (10), 1, 27–49.
- MARTON Magda (1990b): Az olvasott történet érdekességét tükröző agyi potenciálok? *Pszichológia*, 1990, (10), 1, 51–84.
- MARTON Magda (1992): Információfeldolgozás szavankénti és folyamatos szöveg-olvasáskor. *Pszichológia*, (12), 2, 155–172.
- MARTON Magda (1999): A viselkedésmegértés és a viselkedésindítás néma folyamatai. *Pszichológia*, (19), 3, 289–322.
- MARTON Magda, RIGÓ Péter (1993): Az önindította, illetve a vizuálisan vezérelt szemmozgást megelőző és követő potenciálok. *Pszichológia*, (13), 3, 307–331.
- McCONKIE, G. W., RAYNER, K. (1975): The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception and Psychophysics*, 17, 578–586.
- McCONKIE, G. W., REDDIX, M. D., ZOLA, D. (1992): Perception and cognition in reading: where is the meeting point? In: RAYNER, K. (ed.), *Eye movements and visual cognition. Scene perception and reading*. N. Y., Berlin etc., Springer Verlag, 293–303.
- MICHOTTE, A., PIAGET, J., PIÉRON, H. etc. (1953): La Perception. Symposium, Louvain. Paris, Presses Universitaires de France.

- MILLER, C.: EyeTracking. Lekérve 2002. 5. 5-én a köv. címről: <http://www.stanford.edu/~clmsoup/>
- MOLNAR, F. (1977): A térbeli művészetek időbeli aspektusa. In: HALÁSZ László (szerk.), *Művészetszichológia*. Budapest, Gondolat.
- NÁNAY Bence (1997): J. J. Gibson affordanciaelmélete és a kortárs percepciókutatás. Az olvasás szemmozgásmintái és a kognitív pszichológia. *Pszichológia*, (17), 1, 53–76.
- NEISSER, U. (1984): Megismerés és valóság. Budapest, Gondolat.
- NODINE, C. F., CARMONDY, D. P., KUNDEL, H. L. (1978): Searching for Nina. In: SENDERS, J. W., FISHER, D. F., MONTY, R. A. (eds.), *Eye movements and the higher psychological functions*. Hillsdale, NJ: LEA, 241–258.
- NORMAN, J. (2001): Two visual system and two theories of perception: an attempt to reconcile the constructivist and ecological approaches, *Behavioral and Brain Sciences* 24, (6). Lekérve 2002. 05. 18-án a köv. címről: <http://www.bbsonline.org/documents/a/00/00/05/11/bbs00000511-00/index.html>
- NOTON, D. STARK, L. (1971): Eye Movements and visual perception. *Scientific American*, 224, June, 34–44.
- O'BRYAN, K. G. (1978): Piagets Invarianz, visuelle Wahrnehmungsaktivität und die Messung von Augenbewegungen. In: STEINER, G. (Hrsg.), *Piaget und die Folgen. Die Psychologie des 20. Jahrhunderts. Bd. VII. Piaget und die Folgen*. Zürich, Kindler Verlag, 758–772.
- OLÁH Attila, PLÉH Csaba (szerk.) (1987): Szöveggyűjtemény az általános és személyiségpszichológiához. Budapest, Tankönyvkiadó.
- OLDFIELD, R. C. (1954): Emlékezeti mechanizmusok és a sémák elmélete. In: MARTON Magda (szerk.), *A tanulás szerepe az emberi észlelésben*. Budapest, Gondolat.
- O'REGAN, J. K., ALVA, N. (2001): A sensorimotor account of vision and visual nsiousness. *Behavioral and Brain Sciences* 24 (5). Lekérve 2002. 05. 18-án a köv. címről: http://www.bbsonline.org/documents/a/00/00/05/06/bbs00000506_00/index.html
- O'REGAN, J. K., DEUBEL, H., CLARK, J. J. RENSINK, R. A. (1999): Picture changes during blinks: looking without seeing and seeing without looking. Lekérve 2002. 03. 14-én a köv. címről: http://nivea.psych.univ_paris5.fr/Blinkaugmented/Blink.html
- OSOFSKY, J. D. (ed.) (1987): Handbook of infant development. N. Y., Chichester etc.: John Wiley & Sons, Inc.
- PAILLARD, J. (1982): The contribution of peripheral and central vision to visually guided reaching. In: INGLE, D. J., GOODALE, M. A., MANSFIELD, R. J. W. (eds.), *Analysis of visual behavior*. Cambridge, Ma, The MIT Press, 367–386.
- PÁLHEGYI Ferenc (1997): Előszó Tóth Zoltán: *A vakok képzeletvilága* c. művéhez.
- PAULSON, E. J., GOODMAN, K. S. (1999): Influential studies in eye-movement research. Lekérve 2002. 08. 06-án a köv. címről: <http://www.readingonline.org/research/eyemov.html>
- PELLI, D. G. (1999): Close encounters – an artist shows that size affects shape. *Science*, 285, 844–846.
- PELLI, D. G., PALOMARES, M. (2000): Response to Cavanagh and Kennedy. *Science*, 287, 24–21.
- PIAGET, J. (1961): *Les Mécanismes Perceptifs*, Paris: Presses Universitaires de France
- PINKER, S. (1984): Visual cognition: an introduction. *Cognition*, Vol. 18, 1–63.

- PINKER, S. (1997): How the mind works. London, N. Y., Penguin Books.
- PLÉH Csaba (szerk.) (1993): Gondolkodáslélektan II. Szöveggyűjtemény. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó.
- PLÉH Csaba (szerk.) (1996): Kognitív tudomány. Budapest, Osiris–Láthatatlan Kolégium.
- POGGIO, T., TORRE, V., KOCH, Ch. (1987): Computational vision and regulation theory. In: FISCHLER, M. A., FIRSCHEIN, O. (eds.), *Readings in computer vision: issues, problems, principles, and paradigms*. Los Altos, Ca: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 638–643.
- POLLATSEK, A. RAYNER, K. (1992): What is integrated across fixations? In: RAYNER, K. (ed.), *Eye movements and visual cognition. Scene perception and reading*. N.Y., Berlin etc., Springer Verlag, 166–191.
- POLLATSEK, A., BOLOZKY, S., WELL, A. D., RAYNER, K. (1981): Asymmetries in the perceptual span for Israeli readers. *Brain and Language*. Vol. 14, 174–180.
- POLLATSEK, A., RAYNER, K., HENDERSON, J. M. (1990): Role of spatial location in integration of pictorial information across saccades. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol. 16(1), 199–210.
- POSNER, I. M. (1969): Absztrakció és a felismerés folyamata. In: MARTON Magda (szerk.), *A tanulás szerepe az emberi észlelésben*. Budapest, Gondolat.
- POSNER, M. I., RAICHLE, M. E. (1994): Images of Mind. Scientific American Library.
- POSNER, M. I., RAICHLE, M. E. (1995): Precise Images of Mind. *Behavioral and Brain Sciences*, 18(2), 327–383.
- PRITCHARD, R. M. (1961): Stabilized images on the retina. *Scientific American*, 204, June, 72–78.
- PYLYSHIN, Z. (1973): Amit a lelki szem mond a lelki agynak: a mentális képek kritikája. In: PLÉH Csaba (szerk.), *Gondolkodáslélektan II. Szöveggyűjtemény*. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó.
- PYLYSHIN, Z. (1999): Visual indexes, preconceptual objects, and situated vision. Lekérve 2003. 02. 15-én a köv. címről: <http://rucss.rutgers.edu/faculty/cognition99ss.html>
- PYLYSHIN, Z. (1999b): Is vision continuous with cognition? The case for cognitive impenetrability of visual perception. *Behavioral and Brain Sciences*, 22(3), Jan, 341–423.
- PYLYSHIN, Z. (2000): Visual attention research. The FINST visual indexing theory. Lekérve 2003. 02. 07-én a köv. címről: <http://rucss.rutgers.edu/finstlab/finst1.html>
- PYLYSHIN, Z. W. (2000): Situating vision in the world. *Trends in Cognitive Sciences*. Vol. 4, (5), 197–207.
- RACSMÁNY Mihály, SZENDI István (2002): A munkamemória patológiája szki-zofréniában és Williams-szindrómában. In: VIZI E. Szilveszter, ALTRICHTER Ferenc, NYÍRI Kristóf, PLÉH Csaba (szerk.), *Agy és tudat*. Budapest, BIP, 169–193.
- RAMACHANDRAN, V. S. (1992): Blind Spots. *Scientific American*, 266, May, 44–49.
- RAMACHANDRAN, V. S., GREGORY, R. L. (1991): Perceptual filling in of artificially induced scotomas in human vision. *Nature*, Vol 350, 25 April, 699–702.

- RAYNER, K. (1983): Eye movements in reading and information processing. *Psychological Bulletin*, Vol. 85(3), 618–660.
- RAYNER, K. (1992): Eye movements and visual cognition. Introduction. In: RAYNER, K. (ed.), *Eye movements and visual cognition. Scene perception and reading*. N. Y., Berlin etc.: Springer Verlag, 1–7.
- RAYNER, K. (ed.) (1992): Eye movements and visual cognition. Scene perception and reading. N. Y., Berlin etc.: Springer Verlag.
- RAYNER, K., McCONKIE, G. W., EHRLICH, S. (1978): Eye movements and integrating information across fixation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol. 4, No 1, 545–552.
- RAYNER, K., POLLATSEK, A. (1983): Is visual information integrated across saccades? *Perception & Psychophysics*, Vol. 34, (1), 39–48.
- RÉVÉSZ Géza (1953): Az alakelmélet revíziója. In: KARDOS Lajos (szerk.), *Az alaklélektan*. Budapest, Gondolat.
- ROBINSON, D. A. (1968): Eye movement control in primates. *Science*, 161, 1219–1224.
- ROBINSON, D. J., GOLDBERG, M. E (1978): The visual substrats of eye movements. In: SENDERS, J. W., FISHER, D. F., MONTY, R. A. (eds.), *Eye movements and the higher psychological functions*. Hillsdale, NJ, LEA, 3–14.
- ROBINSON, F. P. (1933): The role of eye movements in reading with an evaluation of techniques for their improvement. Iowa City: University of Iowa Studies, Number 39.
- ROSENFELD, A. (1983): Image analysis: problems, progress and prospects. In: FISCHLER, M. A., FIRSCHEIN, O. (eds.), *Readings in computer vision: issues, problems, principles, and paradigms*. Los Altos, Ca: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 3–13.
- ROSKA, B., WERBLIN, F. (2001): Vertical interactions across ten parallel, stacked representations in the mammalian retina. *Nature*, Vol. 410, 29 March, 2001.
- ROSS, J., MORRONE, M. C., BURR, D. C. (1997): Compression of visual space before saccades, *Nature*, Vol. 386, 10 April, 598–601.
- RYBAK, I. A., GUSAKOVA, V. I., GOLOVAN, A. V. etc. (é.n.): Behavioral model of visual perception and recognition. Lekérve 2002. 03. 27-én a köv. címről: <http://www.rybak-et-al.net/vnc.html>
- SAIDA, SHIKEDA, M. (1979): Useful visual field size for pattern perception. *Perception & Psychophysics*, Vol. 25(2), 119–125.
- SEKULER, R., BLAKE, R. (2000): Észlelés. Budapest, Osiris.
- SENDERS, J. W., FISHER, D. F., MONTY, R. A. (eds.) (1978): Eye movements and the higher psychological functions. Hillsdale, NJ, LEA.
- SERENO, A. B. (1992): Programming saccades: the role of attention. In: RAYNER, K. (ed.), *Eye movements and visual cognition. Scene perception and reading*. N. Y., Berlin etc.: Springer Verlag, 89–107.
- SHAPIRO, F. (2000): Vorwort. In: LOVETT, J. *Kleine Wunder. Heilung von Kindheits traumata mit Hilfe von EMDR*. Padeborn, Junfermann Verlag.
- SHEPARD, R. N., HURWITZ, SH. (1984): Upward direction, mental rotation, and discrimination of left and right turns in maps. *Cognition*, Vol. 18, 161–193.
- SOKOLOV, YE. N. [SZOKOLOV, J. N] (1963): Perception and the conditional reflex. Oxford, London etc.: Pergamon Press.
- STARK, L. (2000): The mind's eye. Conversation with L. Stark by H. Kreisler. *The Globetrotter*, August 16. 2000. Lekérve 2002. 08. 10-én a köv. címről: <http://globetrotter.berkeley.edu/conversations/Stark/>

- STEINER, G. (Hrsg.) (1978): Piaget und die Folgen. Die Psychologie des 20. Jahrhunderts. Bd. VII. Piaget und die Folgen. Zürich, Kindler Verlag.
- STERN, J. A. (1978): Eye movements, reading and cognition. In: SENDERS, J. W., FISHER, D. F., MONTY, R. A. (eds.), *Eye movements and the higher psychological functions*. Hillsdale, NJ, LEA.
- SZENTÁGOTHAJ, J. (1978): The neuron network of the cerebral cortex: a functional interpretation. The Ferrier Lecture 1977, *Proceedings of the Royal Society, Vol. 201, B., 16 May*, 219–248.
- SZOKOLOV, J. N. (1980): Nejrónnije mechnyizmi szakkagyicseszkih dvizsenyij glaz. *Voproszi pszihologii, No 3*, 62–77.
- SZOKOLSZKY Ágnes, KÁDÁR Endre (1999): Az észlelés és az emlékezet határán: implicit emlékezet. *Pszichológia, (19), 2*, 245–285.
- TÓTH Zoltán (1997): A vakok képzeletvilága. Budapest, Pont.
- TREISMAN, A. (1986): Features and objects in visual processing. *Scientific American, 255, Nov*, 106–115.
- TURNER, R. S. (1994): On the eye's mind. Vision and the Helmholtz–Hering contro- versy. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- TYIHOMIROV, O. N. (1969): Sztrukturi miszlitelynoj gyejatelnosztji cseloveka, Moszkva, Izdatyelsztvo Moszkovszkovo Unyiversztjyeta.
- TYIHOMIROV, O. K. (red.) (1975): Pszihologicseszkiye isszledovanyija tvorcseszkoj gyejatelnosztji. Moszkva, Hauka.
- ULLMAN, S. (1996): A látás komputációs tanulmányozásának előfeltevései. In: PLÉH Csaba (szerk.), *Kognitív tudomány*. Budapest, Osiris–Láthatatlan Kollégium.
- ULLMAN, Sh. (1987): Analysis of visual motion by biological and computer systems. In: FISCHLER, M. A., FIRSCHEIN, O. (eds.), *Readings in computer vision: issues, problems, principles, and paradigms*. Los Altos, Ca: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 132–145.
- ULLMAN, Sh. (1984): Visual routines. In: FISCHLER, M. A., FIRSCHEIN, O. (eds.), *Readings in computer vision: issues, problems, principles, and paradigms*. Los Altos, Ca: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 298–329.
- UNDERGLEIDER, L. G. (1998): Neural mechanisms of human cognition: insights from brain imaging studies. The G.Burroughs Mider Lecture, February 25, 1998. Lekérve 2003. 01. 10-én a köv. címről: <http://www.nimh.nih.gov/events/midervideo.cfm>
- UNDERGLEIDER, L. G., MISHKIN, M. (1982): Two cortical visual systems. In: INGLE, D. J., GOODALE, M. A., MANSFIELD, R. J. W. (eds.), *Analysis of visual behavior*. Cambridge, Ma, The MIT Press, 549–585.
- VELICHOVSKY, B. M., HANSEN, J. P. (1996): New technological windows into mind: there is more in eyes and brains for human–computer interaction. Keynote address to Chi-96, Vancouver 14–18th of April. Lekérve 2002. 03. 27-én a köv. címről: http://www.applied_cognition.org
- VIZI E. Szilveszter, ALTRICHTER Ferenc, NYÍRI Kristóf, PLÉH Csaba (szerk.) (2002): Agy és tudat. Budapest, BIP.
- VOLKMANN, F. C., RIGGS, L. A., MOORE, R. K., WHITE, K. D. (1978): Central and peripheral determinants of saccadic suppression. In: SENDERS, J. W., FISHER, D. F., MONTY, R. A. (eds.), *Eye movements and the higher psychological functions*. Hillsdale, NJ, LEA, 35–54.
- VONËCHE, J. (1978): Die Wahrnehmungstheorie Piagets. Neuere genetische und strukturelle Entwicklungen. In: STEINER, G. (Hrsg.), *Piaget und die Folgen*.

- Die Psychologie des 20. Jahrhunderts. Bd. VII. Piaget und die Folgen.* Zürich, Kindler Verlag, 736–756.
- WEICHSELGARTNER, E., SPERLING, G. (1987): Dynamics of automatic and controlled visual attention, *Science*, Vol. 238, 778.
- WERBLIN, F. S. (1973): The control of sensitivity in the retina, *Scientific American*, 228, (1), 70–79.
- WERBLIN, F. S. (2001): Eye strips images... (audionyilatkozat 2001. márc. 28-án). UC Berkeley, *Campus News, Digital Feature Story*. Lekérve 2001. 04. 6-án a köv. címről: http://www.berkeley.edu/news/media/releases/2001/03/28_wers1.html
- WEYL, H. (1982): Szimmetria. Budapest, Gondolat.
- WOODWORTH, R. S., SCHLOSBERG, H. (1961): Kísérleti pszichológia. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1966, 17. fejezet: A szemmozgások és az észlelés. 600–641.
- WURTZ, R. H., GOLDBERG, M. E. (1971): Superior colliculus cell responses related to eye movements in awake monkeys. *Science*, Vol. 171, 8 Jan., 82–84.
- WURTZ, R. H., GOLDBERG, M. E., ROBINSON, D. L. (1982): Brain mechanisms of visual attention. *Scientific American*, 246, June, 100–107.
- YARBUS, A. L. [YARBUSZ, A. L.] (1967): Eye movements and vision. New York, Plenum Press.
- YARROW, K., HAGGARD, P., HEAL, R., BROWN, P., ROTHWELL, J. C. (2001): Illusory perceptions of space and time preserve cross-saccadic perceptual continuity. *Nature*, 414, 302–305.
- YOUNG, R. W. (1970): Visual cells, *Scientific American*, 223(4), 80–91.
- ZAVALISINA, D. N., LOMOV, B. F., RUBAHIN, B. F. (1976): Urovnyi i etapi prinyatyija resenyija. In: ANOHIN, P. K. (ed.), *Problemi prinyatyija resenyija*, Moszkva, Nauka.
- ZEKI, S. (1992): The visual image in mind and brain. *Scientific American*, 267, Sept, 69–76.
- ZEKI, S., SHIPP, S. (1988): The functional logic of cortical connections. *Nature*, Vol. 335, 22 Sept, 311–317.
- ZINCSENKO, V. P., VERGILESZ, N. J. (1977): A vizuális kép kialakulása. Budapest, Akadémiai Kiadó.

Investigation of visual schemata using a moving window scanning technique

Perceptual schemata described by Bartlett and Neisser incorporate elements of bottom-up and top-down processing. These schemata were considered by them as anticipatory frames of perception formed by previous experiences. The experiments of Yarbus, Stark, Tikhomirov, and others give reason to assume that these schemata are mirrored by eye movements that may be driven by internal anticipatory expectations. The special form of moving window technique used in our study may help to explore some aspects of these anticipatory visual schemata.

The moving window is displayed on a PC screen by a program written in Java and called PWS (Peek Window Scanning). The window may be moved by moving the mouse. Inside the window a part of the picture to be viewed (a part of an „offscreen image”) can be seen, the surroundings of the window are blank. In order to view an image the subject must move around the window. The coordinates of the moving window and the temporal durations are written into a special file. These data can be used for displaying of the scanpaths later and for statistical analysis. In our experiments the size of the window was 75 X 75 or 100 X 100 pixels (with picture sizes of 360 X 520 pixels or more).

Assuming that the same visual schemata are underlying the eye movement patterns and the PWS-scanpaths, we systematically compared the results of the PWS technique with the patterns found by Yarbus. The data obtained in this way made varied statistical analyses possible (a quantitative assessment of the asymmetrical fixation distribution of symmetric images; a factoranalysis of taskdependency; a Markov analysis of transition probabilities at face viewing; a Rasch Scale analysis of face recognizing; a quantitative analysis of problemsolving strategies for Raven Matrices tasks, etc.). Some of the the basic results are the following:

- The PWS-scanpaths have a strong similarity with the eyemovement patterns obtained from the same pictures. The common features have structural characters, one could say that the two kinds of scanning have the same common deep structures. Both follow basically the same rules of organizing their structures.

- The PWS-scanpaths have such a cyclical character as eye movement patterns have. The cyclicity is determined by the densifying points or places of the image, by the locations the gaze regularly returns to.

- The PWS situation differs from natural viewing mainly in the restricted visual field, not more than 2°. In PWS experiments extrafoveal vision cannot be of assistance at the integration across saccades. The structural similarities of PWS and normal eye movements suggest that extrafoveal peripheral vision normally plays a lesser role in integration across saccades or attention shifting than generally assumed.

– The necessity of an integration across saccades (across the separate window snapshots) bounded with the PWS-situation suggests a plausible explanation for the cyclicity of both PWS-pathways and eye movement patterns. The rate of cyclical returning to the main organizing points of an image may be determined by the fading away times, the temporal parameters of some kind of a working memory. (The average cycle duration at face viewing was found to be about 4,5 sec with great individual variations.)

– The structure of the cycles depends on the image content and the viewing task. Determined as such anticipatory visual schema controls the shifts of attention, the sampling activity of the gaze. The sampling of the image elements is based on a positive selection.

– On the other hand, that positive selection determines also the lack of attention to some neglected parts of the image or scene. (In the PWS situation the neglected parts are actually not viewed at all.) Those lacks may be compensated by filling-in mechanisms that in PWS situations can occur only when related to mental images.

– In PWS experiments the immediate tools of directing the window movements are hand movements. This fact excludes the possibility of early vision influences in shaping the PWS-pathways. The hand movement control makes it necessary to involve a centrally mediated, top-down process.

And last but not least one of the goals of this study was to show that moving window scanning can be used well in research of cognition as a simple tool of exteriorization of some cognitive processes.