



NOVINKY NA TRHU EYETRACK TECHNOLOGIÍ – EYETRACK GLASSES

Jozef Fabuš* a Iveta Kremeňová*

1. Úvod do problematiky

Eye tracking je vedecké zariadenie, ktoré dokáže monitorovať pohyb ľudských očí a tak zistiť kam sa používateľ pozerá. Zachytávanie pohybu zraku sa po prvý krát objavilo už v 50tych rokoch minulého storočia. V prvých fázach išlo o mechanické metódy s použitím zrkadla, infračerveného svetla a fotografického materiálu. Neskoršou možnosťou bolo využitie elektrostatických metód a metód založených na zaznamenávaní videa. Všetky tieto metódy môžu byť nepríjemné pre testované osoby. Pri využití videa nie je možný pohyb hlavy, tak aj použitie týchto metód bolo značne obmedzené.

Podobne ako vo všetkých oblastiach nastal pokrok aj v spôsobe zaznamenávania pohybu ľudského oka. V súčasnosti testovaná osoba nie je zaťažaná žiadnymi mechanickými zariadeniami ako napr. fixácia hlavy, prilby s kamerou a pod. Testovanej osobe sú vytvorené také podmienky, aby nerušene a v príjemnom prostredí mohla vykonávať jednotlivé úlohy.

Z historického hľadiska sa systémy na monitorovanie pohybu očí vyvíjali ako podpora psychologických výskumov založených na „Oculomotor“ systémoch. Systémy sledovania pohybu očí sa delia na dve kategórie:

- Aktívne(invazívne)
- Pasívne(neinvazívne)

Aktívne systémy:

- Systém magnetického vyhľadávania pomocou cievky
- Dual Purkinje Image (DPI)
- Elektro oculogram (EOG)
- Skenovanie laserom „ophthalmoscop“ (SLO)

Systém magnetického vyhľadávania pomocou cievky:

V systéme magnetického vyhľadávania pomocou cievky sa malý kúsok drôtu umiestni do oka. U ľudí sa obyčajne rieši tento systém cez špeciálnu kontaktnú šošovku, zatiaľ čo pri výskumoch na zvieratách sa cievka chirurgicky umiestni pod rohovku. Pozícia a orientácia cievky (a teda oka) je meraná pomocou troch navzájom kolmých vonkajších magnetických polí. Cievka zachytáva tieto vlny.

* Ing. Jozef Fabuš, Žilinská Univerzita v Žiline, katedra spojov NF300,
tel.: +421917420903

e-mail: jozef.fabus@postfpedas.uniza.sk

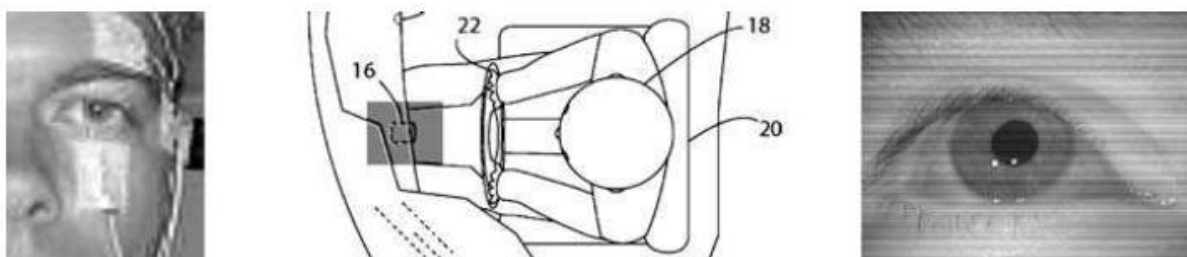
* Doc. Ing. Iveta Kremeňová., Žilinská Univerzita v Žiline, katedra spojov NF450,
e-mail: iveta.kremenova@postfpedas.uniza.sk

DPI:

Používa rýchle optické servy na sledovanie prvého a štvrtého Purkinjeho obrazu (Odrasy osvetľovača od povrchu šošovky v oku). Prvý Purkinjeho obraz je virtuálny obraz vytvorený predným povrchom rohovky, zatiaľ čo štvrtý Purkinjeho obraz je skutočný obraz vytvorený na zadnom povrchu šošovky. Tieto dva obrazy sa časom dostanú do roviny zamerania zreničky, niekedy sa dá tento jav pozorovať na videu pri sledovaní pohybu očí. Je nutné veľmi dobré zaostrenie, aby bolo vidieť slabý štvrtý obraz.

EOG:

EOG je meranie založené na základe elektród pripojených na kožu v okolí oka (viz obrázok 1) Akumulácia elektrických nábojov v sietnici oka dáva oku dvojpólový moment. Je to pohyb oka spôsobený elektrickým potenciálom v okolí oka. Po kalibrácii môžu namerané hodnoty napätia byť použité na odvodenie smeru pohľadu očí.



Obrázok 1. Aktivna nahrávka EOG, pasívny video systém sledovania zraku (Zdroj: DUCHOWSKI, Andrew T. Eye Tracking Methodology: Teory and Practice, 2nd ed. : Springer Verlag, 2007)

SLO:

Laserový lúč poskytuje osvetlenie pre zobrazovanie štruktúry sietnice, kým simultánne povoľuje moduláciu intenzity lúča, ktorá dokáže oko potrebné stimulovať.

Pasívne systémy:

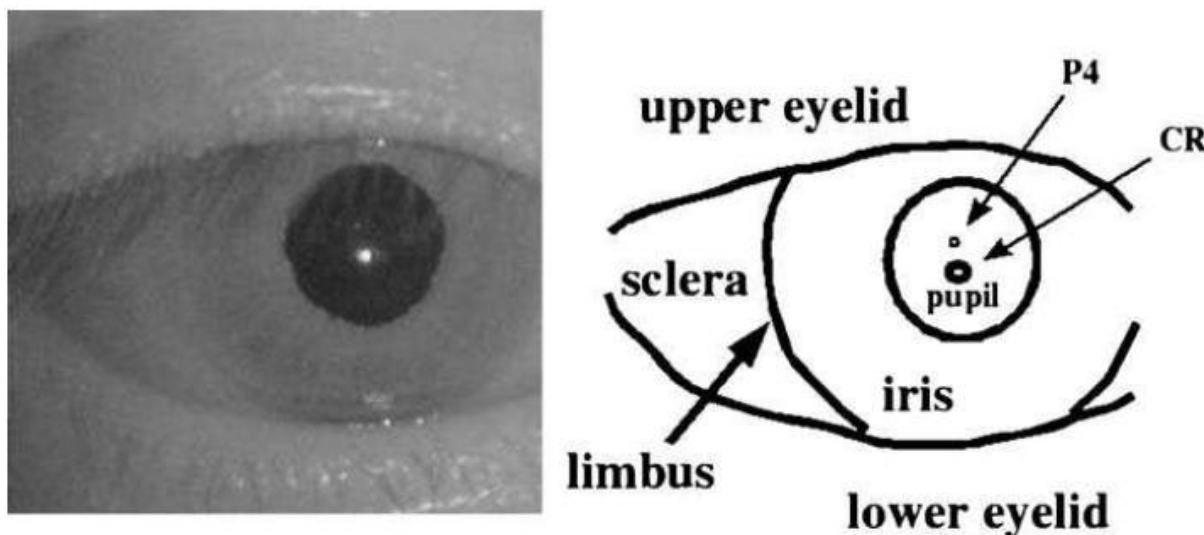
- Monitorovanie dopadu pohľadu
- Model očných buliev

Monitorovanie dopadu pohľadu:

Najrozšírenejšou metódou pasívneho sledovania je monitorovanie dopadu pohľadu. Sleduje kam sa človek pozerá. Prvým krokom pri analýze je nájsť oko. Sledovanie polohy oka v priestore sa vzťahuje na nájdenie súradníc očí na obraze tváre. Primárny záujem skúma či sú oči zatvorené alebo otvorené. Ak sú oči otvorené subjekt nespí a pozerá sa smerom, ktorý ho zaujíma. Sledovanie veľkosti zreničiek zahŕňa aj sledovanie veľkosti dilatácie. Ako ukazovatele slúžia fixácia, sáky, dilatácia zreničky a snímacie body.

Model očných buliev:

Malé svaly umožňujú zreničke, aby menila svoju veľkosť v závislosti od osvetlenia. Pri pohľade spredu s digitálnou infračervenou kamerou oči vyzerajú ako tmavý disk (zrenička) obklopený farebným medzikružím (dúhovka) obvykle čiastočne zatienený horným a dolným viečkom s trojuholníkovým útvarom belma viditeľného na oboch stranách (viz obrázok 2). Vonkajšia štruktúra oka sa používa pre sledovanie zraku. Za dúhovkou sa nachádzajú kryštalické šošovky, ktorých štruktúra povoľuje oku sústrediť sa na skúmaný objekt v rôznych hĺbkach. Je to proces nazvaný ako prispôbovanie. Šošovky je ťažké sledovať bez špeciálnej výbavy, ale malé zahmlené odrazy od prednej až po zadnú časť povrchu sa dajú pozorovať ako obrazy na vonkajšej štruktúre oka.



Obrázok 2. Obrázok oka zachytený pod infračerveným osvetlením so segmentáciou hlavných častí uvedených na pravej strane obrázku. (Zdroj: DUCHOWSKI, Andrew T. *Eye Tracking Methodology: Teory and Practice*, 2nd ed. : Springer Verlag, 2007)

2. Eyetrack glasses (ETG)

SMI Eyetrack Glasses je jedinečné mobilné zariadenie na snímanie zraku, ktoré zahŕňa ultraľahké okuliare a subnotebook alebo nahrávaciu jednotku. Poskytuje nahrávanie videa v HD kvalite, ktoré umožňuje byť perfektným nástrojom pre aplikácie mobilného Eyetrack systému. (Napríklad výskum foriem balenia, výskum predaja v supermarketoch, HCI štúdie na iPade). ETG systém umožňuje vytvárať výsledky v reálnom čase a vytvoriť prehľad skutočného života. Riešenie ETG systému dokáže uľahčiť prácu v marketingu a poskytuje okamžitý prístup k individuálnym video snímkom so sledovaním pozície dopadu zraku, s ktorých môžeme vyexportovať dáta na neskoršie spracovanie, (pre ďalšie detailnejšie analýzy, ako napríklad spojenie viacerých videí do jedného a pritom sledovanie polohu zraku jednotlivých subjektov na jednom spojenom obraze, je možná mobilná analýza, ale je nutné mať zakúpený špeciálny analyzový softvér pre mobilné spracovanie. Softvér je výnimočný, ale jeho cena sa pohybuje okolo 6 500€, preto väčšina spoločností využíva systém moderného mobilného zberu informácií, ale spracovanie už necháva na pevnom mieste. Pre informáciu, cena nahrávacej jednotky (okuliarov) je 20 000€. Cena je vyššia ako u nemobilnej nahrávacej jednotky.



Obrázok 3. Eyetrack Glasses

Softvér pre HED(headmounted eyetrack device) a ETG:

Softvér dovoľuje vytvárať analýzu video snímku, ktoré sú nahraté prostredníctvom mobilných Eyetrack zariadení a zahrňuje:

- Detekciu pohľadu,
- Video celkového dopadu pohľadu,
- korekcia kalibrácie,
- exportovanie videa,
- mapovanie agregovaných údajov na referenčných snímkach,
- pokročilá vizualizácia,
- AOI analýzy.

Prenosné Eyetrack riešenie: iView X RED system

iView X RED systém je riešenie bez kontaktného Eyetracku, ktoré zahŕňa:

- Notebook PC,
- iView X softvérový balík,
- RED rozhranie,
- 22 palcový TFT monitor.

Je možné prepojiť viaceré 22 palcové monitory simultánne, pripojiť väčšie obrazovky alebo videoprojektor. Systém poskytuje vysokú kvalitu dát a momentálne najväčšie frekvencie obrazu (60Hz, 120Hz, 250Hz alebo 500Hz), ďalej umožňuje binokulárne merania a veľmi výhodnú toleranciu pre pohyb hlavy (nie je potrebné, aby subjekt zostával v určitom uhle). Vytvára vhodný spôsob a najlepšie riešenie pre všetky experimenty, kde je dôležité prirodzené prostredie.

Softvér Experiment Suite 360°(ES360):

S ES360 softvérovým balíkom je možné spracovávať experimenty a analyzovať ich výsledky. Softvér pomáha pri organizácii dát z nahrávok a vytvárať diagramy, animácie a štatistiky takmer okamžite. ES360 podporuje rôznorodé typy médií(obrázky, texty, PDF dokumenty, dotazníky, video klipy, internetové stránky a pod.) ES360 ponúka funkciu nahrávania obrazovky a zaznamenávania obsahu obrazovky, umiestnenie ukazovateľa PC myši a dopadu pohľadu v akomkoľvek čase. Pre ETG existuje Softvér ES360 pre HED a

ETG, ktorý je plne prenosný a umožňuje rovnaké analýzy v priamom prenose.

Ako doplnok je možné si vybrať balík video analýz, využívajúce unikátnu "Move&Morph" technológiu, dovoľuje analyzovať a kvantifikovať správanie pohľadu subjektu sledovaním video klipov alebo analýzou nahrávania obrazovky počítača registrovaných počas testovania softvérových aplikácií. Štatistiky a použitý video materiál môže byť exportovaný pre bežne používané video prehrávače (*.avi, *.mpeg, atď.)

Druhým doplnkom je pozorovací balík pre ES360, ktorý umožňuje zaznamenávanie výrazu tváre a reč subjektu, pomocou USB kamery, ktorá je namontovaná na vrchu obrazovky. (Bohužiaľ pri ETG nie je možné tento doplnok využiť.) Video a zvuk môže byť použitý v pozadí analyzačného softvéru spolu s dátami očného pozorovania.

Tretím doplnkom je balík retrospektívneho myslenia (zahŕňa súčasne pozorovací balík) Doplnok umožňuje nahrávať zvuk a výraz tváre účastníka počas prehrávania určitých častí testu a ukazovať tieto testy účastníkom(subjektom), ktorým sa môžu položiť hlbšie myslené otázky, počas ukazovania jednotlivých vybraných častí testu bez, alebo s ukázaním kurzora dopadu pohľadu.

3. Možnosti využitia ETG technológie

Eyetrack okuliare prinášajú nové možnosti využitia technológie v praxi. Možnosť bezprostredného pohybu v reálnom živote prináša neobmedzený počet výskumov zameraných na dopad pohľadu. Z hľadiska širokého spektra možností využitia pozorujeme tieto oblasti:

- Neuroveda – eyetracking a mozog,
- Psychológia, psychiatria a psycholingvistika – analýza pohybu očí pre štúdium ľudského správania,
- Použitelnosť, ľudské faktory a ergonómika – testy pohybu očí pre optimalizáciu interakcie,
- Marketingový výskum – porozumieť správaniu zákazníka a priblíženie sa k zákazníkovi,
- Interakcia na základe pohľadu – pohľad zmenený na akciu

Neuroveda:

Výskumní pracovníci na klinikách potrebujú analyzovať ako prebiehajú u človeka procesy vizuálnych informácií v rôznych situáciách. ETG vylepšuje efektívnosť a overiteľnosť štúdií filtrovaním častí testu, v ktorej si subjekt nevšimol podnet, alebo nedokázal splniť zadanú úlohu. Technológia ETG vylepšuje mnohé vykonané štúdie, pretože prináša menej statického zvuku, čo vedie k potrebe menšieho počtu subjektov a tým dosiahnuť výsledky rýchlejšie a efektívnejšie. V istých štúdiách, Eyetrack pomáha pri filtrovaní častí nahrávok kde pohyb očí sa zjednocoval, čím Eyetrack uľahčil analýzu. V neurovede je dôležitý prvok presnosť merania, ktorá je zabezpečovaná Eyetrack technológiou.

Psychológia, psychiatria a psycholingvistika:

Sledovanie očí a ich pohľadu pomáha pri monitorovaní subjektu, ktorý číta, sledovaní verbálnych pokynov pri hľadaní objektu a sakád pri čítaní verbálnych inštrukcií pri kvalitatívnom aj kvantitatívnom pozorovaní v jednotlivých štúdiách správania:

- Čítanie a dyslexia,
- Spracovanie prirodzeného jazyka,
- Budovanie viet,
- Spracovanie obrazu,
- Spracovanie zvuku,
- Interpretácia a symbolika,
- Duševné poruchy.

Použiteľnosť, ľudské faktory a ergonómika:

Profesionál v oblasti použiteľnosti, ergonomista alebo výskumník v oblasti ľudských faktorov potrebuje študovať interakciu ľudí s produktmi alebo rozhraním v prirodzenom prostredí. Optimalizácia rozhrania potrebuje precízne a objektívne posúdenie dát. Oblasti využitia optimalizácie rozhrania:

- Použiteľnosť web stránok
- Testovanie použiteľnosti mobilných zariadení
- Použiteľnosť softvéru
- Interakcia človeka a stroja

Marketingový výskum:

Rozsah jednoduchých a užitočných nástrojov pre video analýzu pohybu očí môže byť využité na štúdiu:

- Obchodov (interiéru/dizajnu výkladu) – ETG štúdie umožňujú interiérovým dizajnérom vybrať farbu, osvetlenie a architektúru tak, aby nenápadne ovplyvňovali náladu zákazníka. Zahrňujúc použitie tzv. „pútačov“ na získanie pozornosti okoloidúcich a zvýšenie ich záujmu
- Dizajnu obalov – ETG optimalizuje pohľad a pocit z balenia ako aj skúsenosti s odbalovaním produktu. V dnešnej silnej konkurencii, pri veľkom množstve rôznych variácií výrobkov sa odporúča zamerať sa na dizajn obalu ako kľúčový bod pri získavaní a ovplyvňovaní predaja
- Tlačená reklama – ETG umožňuje odmerať čo zákazník vidí a urobiť tak optimalizáciu správy so zameraním na cieľové skupiny
- Dizajn webu/on-line marketing - Pri dizajne webu je najdôležitejší aspekt optimalizácie navigácia obsahovej stránky. Dizajn požaduje viac ako len čistý vizuálny aspekt. Test použiteľnosti pomáha vytvoriť logickejšiu a jednoduchšiu navigáciu. Logickosť a jednoduchosť je najpodstatnejšia pri udržiavaní zákazníka na web stránke

Interakcia na základe pohľadu:

Zariadenia na vizuálnu interakciu sú extrémne malé, ľahké a mobilné, možnosti ich využitia pri výskume interakcie pohľadu sú rozmanité a neustále sa rozvíjajúce. Aplikácie doposiaľ zahŕňajú:

- Vzdelávanie (špeciálne, keď je kombinované so zvukovými výstupmi),
- Výskum (Mikroskopy pomocou očnej kontroly)
- Hry (ovládanie zrakom pri strategických a simulačných počítačových hrách),
- Kiosk (náhrada klávesnice)
- Pomocník (ovládanie pohľadom telesne postihnutých)

Literatúra

- [1] DUCHOWSKI, Andrew T. 2007. *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*, 2nd ed.. London : Springer Verlag, 2007. ISBN 978-1-846928-608-7.
- [2] HAMMOUD, R.I. (Ed.). 2008. *Passive Eye Monitoring: Algorithms, Applications and Experiments*. Berlin: Springer Verlag, 2008. ISBN 978-3-540-75411-4, e-ISBN 978-3-540-75412-1
- [3] SENSOMOTORIC INSTRUMENTS [online] [s.a] [citované 2011-10-19]. Dostupné na internete: < <http://www.smivision.com>>
- [4] NIELSEN JAKOMB AND PERNICE KARA. *Eyetracking Web Usability*. United States of America : New Riders, 2009. ISBN-13 978-0321-49836-6.