

ПРИЛОЖЕНИЯ НА АЙ ТРЕКИНГ ТЕХНОЛОГИЯТА В АВТОМОБИЛНИЯ ТРАНСПОРТ

Зоя Хубенова¹, Филип Илиев²
zhubenova@mail.space.bas.bg, fgi@mail.bg

¹*Институт за космически изследвания и технологии – БАН,*

София, ул. „Акад. Г. Бончев”, бл. 1, БЪЛГАРИЯ

²*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”,*

София, ул. Гео Милев 158, БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: окулография, ай трекер, зрително внимание, водач на МПС, автомобилен транспорт

Резюме: *Работната среда на шофьорите на пътя е силно динамична и поставя редица предизвикателства и изисквания към тях – да работят продължителни периоди от време при постоянно търсене на информация за пътната обстановка, като от шофьора се очаква бърза оценка на ситуацията, своевременни реакции и оптимални решения в бързо променяща се среда. Проблемът за правилното разпределение на визуалното внимание върху отделните части на пътя и приборите в автомобила се оказва съществен при определяне ефективността и безопасността по време на шофиране. Разпределението на вниманието е важен елемент в когнитивните функции на човека за изграждане на мисловни модели за обкръжаващата среда и отразява способността на мозъка да реагира адекватно на различни стимули или задачи в наложен темп, дефицит от време и под въздействието на редица фактори от околната среда. В статията се разглеждат възможностите, предлагани от окулографията (проследяване на очите), за изследване разпределението на зрителното внимание на водачи на МПС по време на обучение и при управление в реални условия. Показани са възможностите на лабораторията в ИКИТ-БАН за провеждане на такъв вид изследвания.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Безопасността на техническите средства, представляващи потенциална опасност, почти винаги зависи от хората, които ги управляват. Основните изследвания в областта на транспортната безопасност водят до еднозначния извод, че основна причина за големите аварии и катастрофи в транспорта е човешкият фактор и преди всичко, грешките на водачите и диспечерите. За автотранспорта грешките на хората водят до 90% от всички нещастни случаи. При това при 57% от произшествията човешката грешка практически е единственият фактор, който довежда до авария. Само 2,4% от нещастните случаи могат да се обяснят с техническа неизправност или неблагоприятна обкръжаваща среда [1].

Две са основните направления, водещи до снижаване броя на транспортните произшествия и, съответно, до намаляване на последствията от тях. Към първото се

отнася разработката на техническите средства и макар това направление непрекъснато да се развива и усъвършенства, все още на тази база се допускат нещастни случаи. Към второто стратегическо направление се отнасят усъвършенстването на подбора и подготовката на операторите в транспортните средства, а също подобряването на условията за тяхната работа. Това направление от своя страна може да се анализира в две посоки, свързани със задачите, които трябва да се решат. Едната – да се изключат условията, способстващи за „опасно поведение” на оператора на техническото средство (шофьори, машинисти и др.). Това са както т.н. вътрешни фактори (болест, умора, различни зависимости), така и външни фактори, способни да провокират грешки и грешни действия (препятствия, стрес и пр.). Другата – необходимостта да се отчитат закономерностите на психиката на операторите, работещи в нормални условия и в аварийни ситуации.

ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СИСТЕМАТА ШОФЬОР-АВТОМОБИЛ-ПЪТ-ОКОЛНА СРЕДА

Шофьорът на автомобил може да се разглежда като оператор в системата **шофьор-автомобил-път-околна среда** (ШАПС). Спецификата на операторската му дейност е различна от работата на други оператори в системите човек-машина (СЧМ), както и от дейностите на оператори при управление на други превозни средства. Например, летецът при полет получава 90% от информацията в кодирана форма от различните прибори, разположени на таблото. Шофьорът на автомобил получава по-голямата част от информацията (до 95%) от автомобила, пътя, средата на шофиране и само малка част от кодираната информация (от контролно-измервателните устройства на автомобила). Пилотът може да използва автопилота и периодично да отслабва вниманието си в режима на следене. Водачът няма тази възможност, тъй като разсейването при бързо променяща се ситуация на движение, дори за 1-2 секунди, може да доведе до аварийна ситуация. Обективно погледнато шофьорът, променяйки скоростта или маршрута, може да намали или увеличи количеството входяща информация за единица време. Ефективността на всяка СЧМ, включително системата ШАПС, зависи от надеждността на оператора, която определя и сигурността на неговата работата [2].

Надеждността на шофьора се определя от способността му безпогрешно да управлява автомобила във всякакви пътни условия в продължение на работната смяна. Основни фактори, които я определят са: 1) Професионална пригодност: здраве, психофизиологични и личностни качества; 2) Професионални качества: звания, навици, опит, психическа устойчивост; 3) Висока работоспособност.

Надеждността на водача зависи и от състоянието на другите части на системата: автомобила, пътя и средата на шофиране. Високите технически и експлоатационни характеристики на автомобила, неговата изправност, ергономична седалка, добра видимост, информативност на контролно-измервателните уреди, лекота на работа с органите за управление, микроклимат в кабината и пр. помагат да се съхрани високата работоспособност на водача, а следователно и неговата надеждност.

Дейността на водача на моторно превозно средство (МПС) е свързана с управление на движещ се обект – автомобил. Водачът постоянно наблюдава определена част от пространството, от която получава информация за пътната обстановка. Той преработва и оценява тази информация, взема решение за действие в конкретната ситуация и извършва съответните действия – върти волана, превключва скоростите, натиска с крак педала на газта и спирачката, включва и изключва светлинна сигнализация, периодично следи показанията на приборите и т.н. Следователно, при управлението на автомобила водачът трябва да изпълнява три основни функции:

1. да открива и осъзнава събития или обекти на пътя;
2. да взема решения;
3. да изпълнява редица действия по управлението на автомобила.

Качествата от познавателната сфера имат особено важно значение при осъществяване на първата функция на водача – да открива и осъзнава събития или обекти на пътя. За получаването на най-значимата информация както за самия автомобил, така и за пътната обстановка, от значение са качествата на възприятието и вниманието, на оперативната памет, на интелекта като цяло и в частност на логическия невербален интелект.

КОГНИТИВНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ. ЗРИТЕЛНО ВНИМАНИЕ

Взаимовръзката между качествата на възприятието и способността на приемане и преработка на информация е свързано с необходимостта от отделянето на значимата от цялостната, комплексна визуална информация, получавана от водача на пътя. При изпълнение на тази дейност е особено важно и взаимодействието между така наречените централна и периферна част на зрителното поле. В неотменна връзка с качествата на възприятието са и тези на вниманието, като най-важните от тях, които имат отношение към кормуването, са *устойчивост, разпределение и превключване*. Високата устойчивост се изисква при управление на МПС, тъй като трябва непрекъснато да се следи постъпващата информация [3].

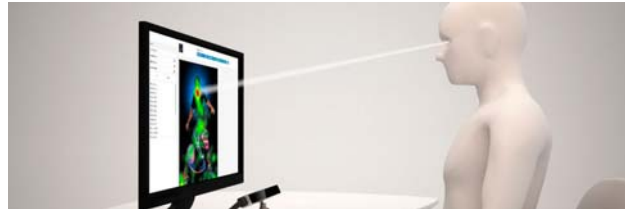
С разпределение на вниманието се обозначава способността за едновременно изпълнение на една или повече дейности. При управление на автомобила водачът трябва едновременно да следи пътната среда и да манипулира със системите за управление на МПС. Липсата на добро разпределение до известна степен може да се компенсира с добро превключване, като се обхванат обектите последователно, а не едновременно. Доброто разпределение и превключване на вниманието е по-присъщо на безпроблемните водачи, отколкото на водачите с ПТП. Като правило под възприятие се има предвид анализа и синтеза на стимули, предавани на мозъка с помощта на сетивата. За разлика от усещането, което в някакво отношение е обвързано с нашето тяло, докосването, зрението и слуха са средства за познаване на обекти и процеси, които са извън нашето тяло, тоест те протичат независимо от него. Във зрителното възприятие този вид придобиване на информация е намерил най-силното си изражение. Тъй като контролът върху автомобила и ориентацията на водача се осъществява главно визуално, зрението е от решаващо значение при управлението на МПС.

ОКУЛОГРАФСКИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНИТЕ ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВИЗУАЛНОТО ВНИМАНИЕ НА ОПЕРАТОРИ

От гледна точка на безопасността на движение по пътищата опознаването и оценката на човешкия фактор в процеса на управление на МПС придобива първостепенно значение.

Една от новите технологии за изследване на зрителното внимание е окулографията или ай трекинга (Eye Tracking) – група от методи, които събират данни за движението на човешкото око и ги анализират (проследяване на окото, проследяване на погледа). Това направление се появява в края на миналия век и в момента се прилага широко, най-вече поради напредъка в развитието на технологиите, с което значително се подобрява точността на получаваните данни. Окулографията е интердисциплинарна област, включваща иновативната работата на инженери, физиолози, лекари, психолози и биолози. Това е видно и днес, когато тя непрекъснато разширява своята област на приложение като физика, антропология, психиатрия, информатика, мениджмънт, маркетинг, дизайн, картография, архитектура, неврология и др.

Трекинг на очите или проследяването на очите е процес на определяне на координатите на погледа („точката на пресичане на оптичната ос на очната ябълка и равнината на наблюдавания обект или екран, на който е представен някакъв визуален стимул“) [4]. Към тази технология се отнася процесът на проследяване на позицията на окото по отношение на представеното изображение, текст или друг обект.



Фиг.1 Технология за фиксиране движението на погледа [5]

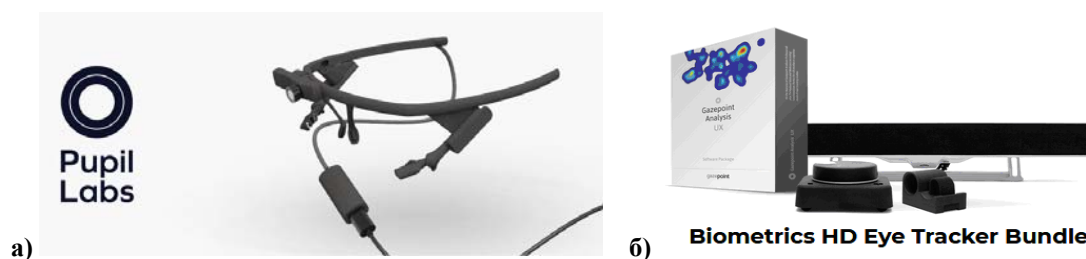
Движението на очите директно отразява мисловния процес на човека. Очите с известно изоставане следват точките на концентрация на вниманието на човек. Резултатите от графичните изследвания ясно показват, кои точки от екрана са привлекли вниманието на оператора и кои са останали незабелязани. Регистрацията на реакцията на зеницата позволява да се определи какви емоции изпитва ЧО в момента на фиксиране (интерес, раздразнение, страх, притеснение и др.).

За да се изучи разпределението на вниманието на оператора по време на работа се използва окулограф за регистриране и оценка на движението на очите. Главната задача на окулографското изследване е записване и предаване на данни за окуломоторната активност в реално време. Най-популярните окулографи използват метод, базиран на видео заснемане, за неинвазивно и безконтактно измерване на движението на очите.

-За изследване разпределението на зрителното внимание се снемат следните параметри: *гейз поинт* (точка на взирание); *фиксации*; *мигания*; *сакади*; *топлинна карта*.

Гейз поинт (мястото на вторачване) показва какво гледат очите – в какво е съсредоточен (вторачен, втренчен) погледа. Ако една поредица от гейз поинт е много близко разположена (във времето и/или пространството), този гейз клъстер представлява *фиксация*. Фиксациите могат да се разглеждат като взаимодействие на визуалната и окуломоторната система от една страна и когнитивната система от друга страна. Фиксацията продължава приблизително 250 ms, но много често може да варира от няколко милисекунди (което е твърде кратко за съзнателен контрол) до няколко секунди [6]. Очните движения между фиксациите се наричат *сакади*. Обработката на информация от визуалното поле се прекратява по време на сакадите.

В ИКИТ-БАН в „Лабораторията за подбор, обучение и контрол на оператори на безпилотни летателни апарати” към секция АКСУ по проект са доставени два вида окулографи – мобилен и стационарен (фиг.2). С тях се извършват специализирани изследвания на кандидати за оператори на безпилотни самолети и коптери по време на обучение на различни симулатори.

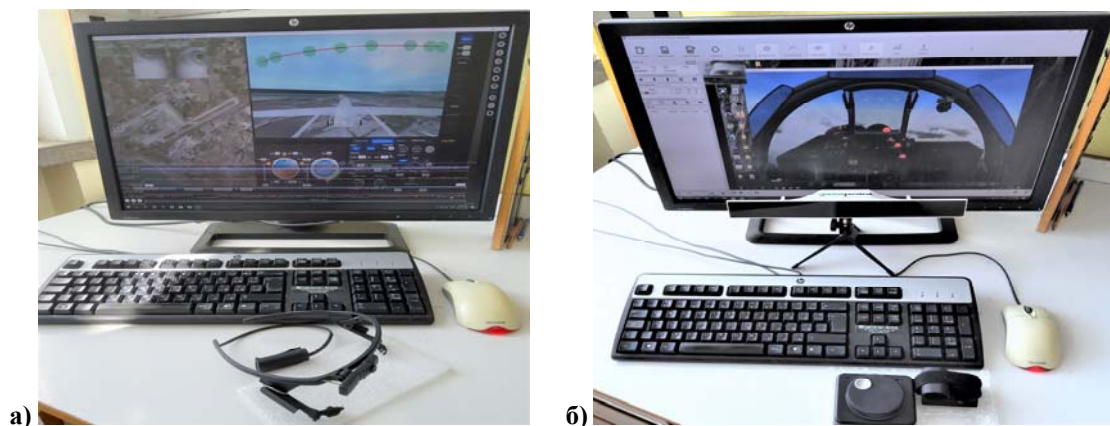


Фиг.2 Окулографи: а) мобилен – Pupil Labs Core; б) стационарен – Gaze Point GP3 HD

Таблица 1. Параметри на наличните окулографи

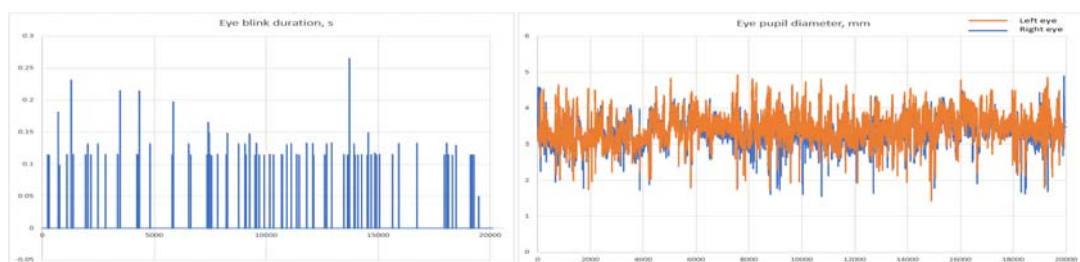
Параметри на окулограф Gaze Point GP3 HD	Параметри на окулограф Pupil Labs Core
<ul style="list-style-type: none"> > 0.5 – 1.0 градуса точност на ъгъла на обзорното поле > 150 Hz честота на заснемане > Калибриране с 5 или 9 точки > Позволява 35 cm хоризонтално, 22 cm вертикално движение и ± 15 cm движение в дълбочина > Габаритни размери 320x45x47 mm,(155g) > Съвместим с екрани 24“ или по-малки > Съпровождащ софтуер: Gaze Point Control / Analysis / Assistant > Безплатен API 	<ul style="list-style-type: none"> > Два инфрачервени светодиода SFH4050IR дължина на вълната 850 nm > Две инфрачервени камери с максимална резолюция 800x600 пиксела и честота 30 Hz > Габарити на инфрачервената камера 10 x 45 x 7 mm > Една обзорна камера с максимална резолюция 1920 x 1080 пиксела и честота 30 Hz > Безплатни съпровождащ софтуер и API: Pupil Capture / Player / Service

На фиг. 3 са показани двете работни места в лабораторията, съответно с двата окулографа: а) Pupil Labs Core и б) стационарен окулограф Gaze Point GP3 HD, налични. На екрана на лявата снимка се вижда регистрирана от софтуерен пакет Pupil Capture сакада, получена по време на сеанс на тренажор C-Star, SimLat, Израел [7]. На екрана на дясната снимка е показана т. нар. „Fixation Map“, получена от софтуерен пакет Analysis UX, по време на сеанс на симулатор Lock On Flaming Cliffs 2, Eagle Dynamics, САЩ.



Фиг.3 Мобилен окулограф Pupil Labs Core (а) и стационарен окулограф Gaze Point GP 3HD (б), инсталирани на компютърна станция в секция АКСУ

Дадени са примерно получени физиологични данни, събрани от окулограф GP3 HD и софтуер Analysis UX, по време на полетен сеанс на симулатор Lock On FC 2 (фиг. 3). Вляво са показани моментите на премигванията на оператора във времето и тяхната продължителност. Вдясно е показано изменението на диаметъра на зеницата за двете очи на оператора.



Фиг.4 а) Продължителност на премигванията, s б) Диаметър на зеницата, mm

Използваните софтуерни пакети за събиране и анализ на данни провеждат задължителна калибровка преди провеждане на сеанс с всеки един от двата представени окулографа [8]. Данните от калибровката са субективни и могат да се съхраняват.

От проведеното пилотно изследване от научния екип в ИКИТ-БАН се изясниха възможностите на окулографията за изучаването на правилното разпределение на зрителното внимание в процеса на обучение и усъвършенстване на операторските умения на операторите на БЛА. Това дава насока да се търсят приложения в различни области на мениджмънта на операторската дейност и да се развива тази сравнително нова технология за оценка на ситуационната осъзнатост (situational awareness), която е важна предпоставка в усилията за повишаване на авиационната и пътна безопасност и ефективност.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблемът за *правилното разпределение на визуалното внимание* върху пътната обстановка, спомагащо своевременното възприемане на информацията от приборното табло за състоянието на автомобила, се оказва немаловажен при определяне ефективността и безопасността по време на управление на МПС. Разпределянето на вниманието е основен елемент в когнитивните функции на операторите за изграждане на мисловни модели за окръжаващата среда и отразява способността на мозъка да реагира адекватно на различни стимули или задачи в наложен темп, дефицит от време и под въздействие на редица фактори от средата, в която се извършва определена дейност, а също така и на различни ситуации, възникващи в обкръжаващата среда. Тази когнитивна способност позволява да се обработват различни по вид източници на информация, което дава възможност да се изпълняват повече от една задача едновременно.

В статията се предлага използването на окулографията за изучаване моделите за разпределение на зрителното внимание на водачи на МПС, както в процес на обучение на тренажори при симулация на управление на автомобил, така и при реално шофиране. Движенията на очите носят полезна информация за процесите на централната нервна система, методите за регулиране на движенията, организацията на когнитивните процеси, състоянието на човек и неговите действия.

БЛАГОДАРНОСТИ: *Представеното изследване е финансирано по договор КП-06/Н27-10/ 11.12.2018, сключен между Фонд „Научни изследвания“ и ИКИТ – БАН.*

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] The impact of emerging technologies on the transport system. Policy Dept. for Structural and Cohesion Policies Directorate – General for Internal Policies PE 652.226, Nov. 2020
- [2] Chan M., Singhal A., The emotional side of cognitive distraction: Implications for road safety // Accident Analysis and Prevention. 2013, Vol. 50, p. 147-154
- [3] Стърнбърг Р., Когнитивна психология, изд. „Изток-Запад”, 2012
- [4] Horsley M., M. Eliot, Current Trends in Eye. Tracking Research, Editors, Springer, NYork, 2014
- [5] <https://svettsova.com/blogi/oculografia/> (accessed: 10.06.2021)
- [6] Galley, N., D. Betz, C. Biniossek, (2015). Fixation durations – why are they so highly variable. Unpublished. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3128.1769>

[7] Hubenova Z., K. Metodiev, S. Dimitrova, L. Alexiev, Usage of Eye Tracker Technology in Examining Attention Distribution of Operators of UAV, Journal Aerospace Research in Bulgaria, Vol. 33, 2021, Sofia

[8] Metodiev, K., A Tool for Estimating Saccade Kinematics, Sixteenth international scientific conference SES' 2020, Proceedings, p. 150-157, Sofia, 2020

APPLICATIONS OF EYE TRACKING TECHNOLOGY IN MOTOR TRANSPORT

Zoya Hubenova¹, Filip Iliev²

zhubenova@mail.space.bas.bg, fgi@mail.bg

¹*Space Research and Technology Institute – BAS,
Acad. G. Bonchev Str., bl. 1, 1113 Sofia, Bulgaria*

²*Higher School of Transport „Todor Kableskov”,
Sofia, 158 Geo Milev Str., Bulgaria*

Key words: *oculography, eye tracker, visual attention, driver, road transport*

Abstract: *The working environment of drivers on the road is highly dynamic and poses a number of challenges and requirements to them – to work long periods of time while constantly searching for information about the road situation, as it is expected of the driver to quickly assess situations, timely reactions and optimal solutions in quickly changing environment. The problem of the correct distribution of visual attention on the individual parts of the road and the devices in the car turns out to be essential in determining the efficiency and safety while driving. The distribution of attention is an important element in a person's cognitive functions for building thought patterns for the environment and reflects the brain's ability to respond adequately to various incentives or tasks at an imposed pace, lack of time, and under the impact of a number of environmental factors. The article examines the possibilities proposed by oculography (eye tracking) to research the distribution of visual attention of drivers during training and driving in real conditions. The possibilities of the laboratory in IKIT-BAS for conducting this type of research are shown.*