МЕЃУНАРОДЕН СЛАВЈАНСКИ УНИВЕРЗИТЕТ

ФАКУЛТЕТ ЗА **ИНФОРМАТИКА**
НАСОКА: **КОМПЈУТЕРСКИ СИСТЕМИ И МРЕЖИ**

МАГИСТЕРСКА РАБОТА

# МЕРЕЊЕ НА ВИЗУЕЛНО ВНИМАНИЕ СО КОРИСТЕЊЕ БИОСЕНЗОР ЗА СЛЕДЕЊЕ НА ОЧИ: биометриски мерења и анкетен прашалник

**Ментор**:
Проф. Д-р. Сашо Манасов

**Изработил**:
Елена Мишева

Мај, 2022
Св. Николе

# Содржина


***Вовед*** ..... ***4***

***Што е “eye tracking”*** ..... ***5***

***Како функционира “Eye tracking”*** ..... ***5***

***“Eye tracking” - за секој, за секаде, за секој уред*** ..... ***6***

**Транспарентност на податоците** ..... **7**

***“Eye Tracking” - дефиниции, метрика и апликации*** ..... ***7***

***Што е Eye tracking?*** ..... ***8***

Дали “eye tracking” се користи за квалитативно или квантитативно истражување? ..... 10

Стандарден и 3D “eye tracking” ..... 10

**Како функционира Eye tracking?** ..... **11**

Како функционираат “eye tracker”-ите за очи со калибрација ..... 12

Податоци ..... 12

Метрика и визуелизации за анализа на податоци ..... 13

Мерки ..... 14

**Хардвер и софтвер: Алатки за eye tracking** ..... **15**

Што е Eye tracking софтвер? ..... 15

Хардвер: Што е “Eye Tracker” ..... 17

Следење на очи наспроти следење на глава ..... 19

**Истражување и апликации: Како функционира Eye tracking во ситуации во реалниот свет?** ..... **19**

**Придобивки и недостатоци на “Eye tracking” софтверот** ..... **22**

**Најдобри практики и етика** ..... **23**

**Дали вреди да се истражува “Eye tracking”?** ..... **24**

**За што можете да го користите Eye tracking?** ..... **24**

**Хируршка роботика** ..... **25**

Директна технологија ..... 26

Хуманизирање на технологијата ..... 28

Ефикасност на ресурсите ..... 28

Обука, трансфер на вештини и документација ..... 29

Проценка на состојба ..... 29

**Кои видови на Eye tricker-и за очи постојат?** ..... **30**

Како ги добивате резултатите користејќи Eye tracking софтвер? ..... 31

**Кои се придобивките од Eye tracking во истражувањето?** ..... **32**

**Кои се главните примени на Eye tracking во истражувањето?** ..... **33**

**Eye Tracking е едноставен** ..... **37**

**Дизајн** ..... **37**

**Стартување** ..... **37**

**Анализа** ..... **38**

**Реклама** ..... **38**

**Видео содржина** ..... **38**

**Зошто Eye Tracking? ..... 38**

**Непристрасни согледувања ..... 38**

**Перспектива на клиентите ..... 38**

**Продукти ..... 39**

TobiiPro Glasses 3 ..... 39

TobiiPro Fusion ..... 39

TobiiPro Spectrum ..... 40

TobiiPro Nano ..... 40

***МЕРЕЊЕ НА ВИЗУЕЛНО ВНИМАНИЕ СО КОРИСТЕЊЕ БИОСЕНЗОР ЗА СЛЕДЕЊЕ НА ОЧИ: избор на најдобар мобилен телефон - биометриски мерења и анкетен прашалник ..... 41***

**Предност на Online истражувања ..... 43**

**Некои области што можат да се користат преку online studies: ..... 43**

- **Демографија: Пристап до вистински испитаници за наши потреби. Географија, етничка припадност, пол - може да бидат достапни како што налага истражувањето. Online studies, исто така, им даваат пристап на учесници кои инаку не се во можност да се појават во истражувачка лабораторија, на пример, поради попреченост или луѓе на позиции со ограничено време (на пример, лекари). ..... 43**
- **Големина на примерок (Sample size): Погодност за online тестирање и леснотијата на ангажирање овозможуваат проучување на стотици, ако не и илјадници испитаници. ..... 44**
- **Брзина (Speed): Времето на пресврт (Turnaround time) може значително да се намали, бидејќи податоците се собираат паралелно во домови на стотици испитаници. ..... 44**
- **Поставување (Setting): Студиите можеби не се одвиваат "во дивина" ("in the wild"), но домашното истражување (home-based study) обезбедува поприродна средина отколку лабораторијата. Но, тоа бара поголемо внимание на усогласеност на испитаниците и потенцијална потреба за регрутирање поголеми групи испитаници од потребите во контролирана лабораториска средина. ..... 44**
- **Прави алатки, вистинска работа (Right tools, right job): Сите технологии имаат различни јаки страни. Денес, може да се анализираат изразите на лице (facial expressions) користејќи уреди од Affectiva или RealEyes. ..... 44**

**Експериментално истражување во лабораторија за биометриски истражувања на Меѓународен Славјански универзитет ..... 44**

***Заклучок ..... 97***

***Користена литература ..... 99***

## Вовед

Во овој Магистерски Труд ќе зборувам за новото Софтверско решение “Eye tracking” кое е технологија која работи на сензор и може да детектира присуство на една личност, и воедно да следи што гледа таа личност во реално време.

Технологијата ги претвора движењата на очите во стрим на податоци кои содржат информации, како што се положбата на зеницата, векторот на погледот за секое око поединечно и точката на гледање (gaze point). Во суштина, технологијата ги декодира движењата на очите и ги преведува во увиди кои што може да се користат во широк опсег на апликации или како дополнителен модалитет на внесување

Креирани се “eye tracking” решенија со цел да се работи на најширок можен опсег на населението, за сите видови работни средини и на различни машини и уреди - вклучувајќи лаптопи, таблети, возила, VR и AR слушалки, како и медицински, образовни системи и системи за обука.

Решенијата се изградени за грануларни потреби за податоци на научниците, за да ги задоволат барањата за мобилност и несоодветни податоци на развивачите на комерцијални апликации и да им овозможат на корисниците беспрекорно искуство кое што ја поддржува нивната приватност и интегритет.

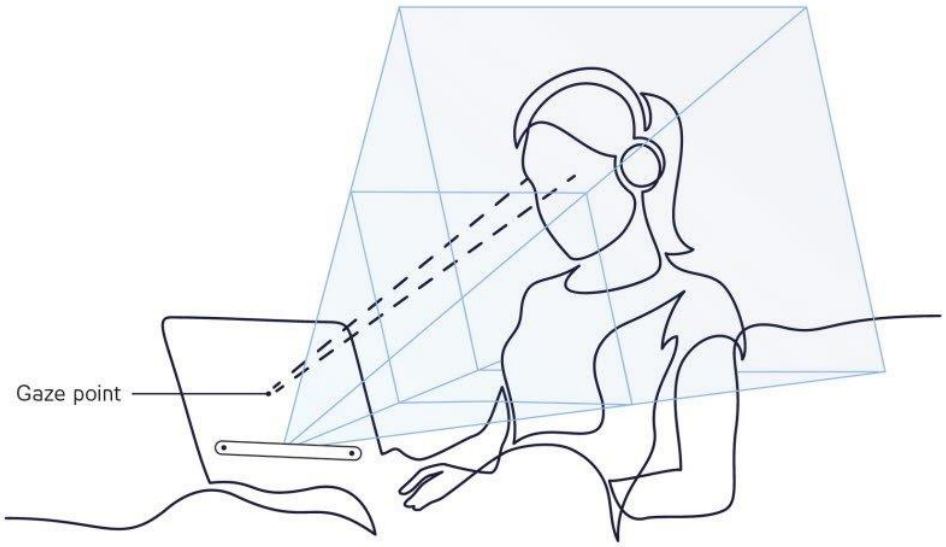
Во овој Магистерски Труд е направено истражување за *Избор на најдобар мобилен телефон - биометриски мерења и анкетен прашалник* со *Мерење на визуелно внимание со користење биосензор за следење на очи.* Каде се направени неколку тестови, во кои учевствуваа 14 испитаници од различен пол и различна старосна граница (најголем број се студенти). Користев биосензор за следење на очи (eye tracker) за да се определи дистрибуција на визуелно внимание во реален домен.

Од почетоците во 2005 година, биометриските истражувања денес дожи-вуваат пропулзивна и силна научна и стручна експанзија. Подолу во ово Магистерски труд ќе бидат прикажани резултатите од моето истражување, прикажани со табели и слики.

## Што е “eye tracking”

“Eye tracking” е технологија која работи на сензор и може да детектира присуство на една личност, и воедно да следи што гледа таа личност во реално време.

Технологијата ги претвора движењата на очите во стрим на податоци кои содржат информации, како што се положбата на зеницата, векторот на погледот за секое око поединечно и точката на гледање (gaze point). Во суштина, технологијата ги декодира движењата на очите и ги преведува во увиди кои што може да се користат во широк опсег на апликации или како дополнителен модалитет на внесување.




## Како функционира “Eye tracking”

Вообичаено, “eye tracking” системот се состои од една или повеќе камери, неколку извори на светлина и компјутерски способности. Алгоритмите го преведуваат доводот на камерата во податоци со помош на машинско учење и напредна обработка на слики.

## “Eye tracking” - за секој, за секаде, за секој уред

Креирани се “eye tracking” решенија со цел да се работи на најширок можен опсег на населението, за сите видови работни средини и на различни машини и уреди - вклучувајќи лаптопи, таблети, возила, VR и AR слушалки, како и медицински, образовни системи и системи за обука.

Решенијата се изградени за грануларни потреби за податоци на научниците, за да ги задоволат барањата за мобилност и несоодветни податоци на развивачите на комерцијални апликации и да им овозможат на корисниците беспрекорно искуство кое што ја поддржува нивната приватност и интегритет.

И иако е релативно лесно да се развие “eye tracking” систем што работи во контролирана средина, таков што одговара на секој и секаде, сепак принципот на секој уред не е ист. “Eye tracking” софтверот ги дава следниве решенија:

- Подржување на најширока варијација на облици на око, боја и рефлексивност на мрежница;
- Функционирање без оглед на амбиентална светлина;
- Приспособување кон движење на корисникот;
- Придржување до стандардните принципи за пренос на податоци;
- Почитување на приватноста и интегритетот на корисникот;
- Повторување во одржливо производство од големи размери.

Повеќестраниот итеративен дизајн кој е потребен за да се создаде таква робусна технологија, резултираше со широко портфолио од над 700 патенти што го покриваат целиот домен за “eye tracking” - заштитувајќи го економичното решение.

Широката примена на оваа технологија е очигледна не само во опсегот на клиенти и партнери, туку и во разновидноста на примерите на употреба што тие ги презентираат. Во VR (виртуелна реалност), на пример, “eye tracking” овозможува динамично прикажување, ослободувајќи ги ресурсите на уредот. Оваа технологија го поттикнува откривањето преку обезбедување на нови сознанија за човечкиот мозок и визија во научните истражувања, што може да доведе до создавање на нови дијагностички техники и терапии.

“Eye tracking” софтверот ја олеснува интеракцијата на уредот без користење на раце, поддржувајќи ги корисниците кои не можат или не сакаат да ги користат рацете како модалитет. Оваа способност е темелник на помошната технологија. “Eye tracking” ефикасно го контролира ширењето на бактериите и го олеснува работниот тек во сценарија каде што луѓето треба да носат заштитни ракавици или чии раце се зафатени.

## Транспарентност на податоците

Биометриските податоци - генерирани од сензор, може да откријат многу за реакциите на една личност и како истата се чувствува, во низа од стимули.

Исто така, ја поддржува и дијагнозата на одредени медицински состојби. Поради оваа причина, се развива значајна *Политика за транспарентност* на податоци со цел да се зачува приватноста и интегритетот на секоја личност што го користи “eye tracking” софтверот, директно или преку апликации од трети страни.

За да се обезбеди усогласеност со политика за транспарентност на податоците, хардверската технологија користи обработка на слики во реално време за да ги пресмета само потребните податоци, кои пак се пренесуваат директно до клиентската апликација. За апликации од трети страни, корисниците мора да бидат информирани дали нивните податоци се складирани или префрлени во друг систем.

## “Eye Tracking” - дефиниции, метрика и апликации

“Eye tracking” е клучна технологија која ни помага да го разбереме човечкото однесување и основните процеси на размислување. Нејзините апликации се неограничени, како во истражувањето, така и во комерцијална употреба.

Генерално, “eye tracking” технологијата обезбедува непроценлив увид и голем број на можности. За да ја разгледаме неговата сложеност, ќе ги истражиме основните прашања за тоа што е “eye tracking”, како функционира и кои се неговите апликации.

## Што е Eye tracking?

“Eye tracking” овозможува мерење на движењата на окото, положбата и точките на поглед преку различни технолошки процеси. Со други зборови, “eye tracking” го идентификува и следи визуелното внимание на една личност во однос на локацијата, предметите и времетраењето.

Технологијата “eye tracking” се споменува во врска со:

- Броење на трепкање;
- Идентификација на она што субјектот го игнорира;
- Проценка на реакцијата на зеницата кога е претставена со визуелни/емоционални стимули;
- Олеснување на интеракцијата човек-компјутер и машинско учење.

*Премисата на која е основана технологијата “eye tracking” е:*

*Луѓето комуницираат преку контакт со очи. Пренесувајќи го токму тој атрибут на компјутерите, би можеле да функционираат на начин кој е блиску до човечкиот.*

За да го направат тоа, психолозите детално ја проучувале физиологијата и анатомијата на окото и когнитивните операции поврзани со визуелниот систем.

***Анатомски аспекти***

Мозокот ги обработува сликите преку клетките што се чувствителни на светлина во мрежницата. Овие конусни ќелии ја детектираат светлината што доаѓа преку зеницата и ги испраќаат визуелните податоци до мозокот.

Иако во мрежницата има многу помалку конусни клетки, тие им дозволуваат на луѓето да гледаат со висока резолуција и боја.

Конусните клетки се наоѓаат во фовеата, центарот на видното поле. Фовеата е област со најголема визуелна острина во окото, но е особено мала. Надвор од областа на фовеалниот вид е периферниот регион, каде јасноста значително се намалува.

Како резултат на тоа, за да се обработат детални визуелни информации, потребно е окото да се движи.

Компромисот да се има централен вид со висока резолуција и периферен вид со ниска резолуција е она што ја овозможува “eye tracking” технологијата.

### *Движења на очите*

Окото извршува голем број на движења, како што се вергенција или торзија. Сепак, најрелевантните движења кои се мерат со “eye tracking” се **фиксации, сакади и непречено следење.**

**Фиксациите** се случуваат кога окото ќе престане да собира визуелни податоци. Иако времетраењето е многу променливо, сепак колку е подолга фиксацијата, толку повеќе се обработуваат визуелни информации.

**Сакадите** се брзи „скокови“ што окото ги изведува помеѓу фиксации во статична средина. Окото се движи од еден предмет на интерес на друг со цел да се добијат нови визуелни податоци во висока резолуција.

Поради екстремната брзина на сакадите, видот е потиснат. Па затоа, тие не се толку значајни во следењето на погледот како што се фиксациите. Сепак, тие откриваат информации за текот на фиксациите и визуелното внимание.

**Непречено следење** е движење на очите што се случува кога се гледа предмет во движење и истиот се следи. Бидејќи визуелното внесување е можно за време на непречено следење, движењето е важно за следење на движењата на очите.

Дополнително, следењето на погледот базирано на видео, овозможува мерење и анализа на големината на зеницата. За да се добијат точни податоци за следење на зеницата, околината треба ригорозно да се контролира.

Несоодветни услови за тестирање, односно проширување на зеницата може да се забележи и следи како резултат на:

- Силни емоционални стимули;
- Акутно внимание;
- Осветлување;
- Оптоварување на работната меморија.

***Визуелно внимание***

Најважно е дека визуелното “eye tracking” го олеснува проучувањето на визуелното внимание.

Поради ограничената природа на ресурсите за обработка на слики, мозокот селективно избира релевантни визуелни информации врз основа на:

- **Интерес** – свесна или несвесна одлука да се гледа во одреден предмет;
- **Животна средина** – елементи откриени преку периферниот вид.

Во академската заедница, испитувањето на визуелното внимание води до разбирање на механизмите за внимание воопшто.

Од истата причина, “eye tracking” и анализата на вниманието се вредни и во доменот на комерцијалните операции.

## Дали “eye tracking” се користи за квалитативно или квантитативно истражување?

Во контекст на истражувачките методи, “eye tracking” технологијата се користи и за квалитативно и за квантитативно истражување.

| Квалитативно истражување | Квантитативно истражување |
|---|---|
| ✓ Толкување на однесување | ✓ Dependent variable |
| ✓ Корисност (UX/UI) | ✓ A/B тестирање |
| ✓ Ретроспектива | ✓ Мерење на стимули |

## Стандарден и 3D “eye tracking”

Додека стандардните ограничувања за “eye tracking” се соочуваат со низа ограничувања, *3D “eye tracking”* ги решава предизвиците со следните решенија:

- Широк опсег;
- Следење на повеќе индивидуи истовремено;

- 3D линија на видот;
- Без калибрација;
- Само софтвер (ако “eye tracking” уредот интегрира 3D камера).




Софтверот за 3D кодирање поглед во реално време на Eyeware GazeSense нуди лесно решение за добивање квантитативни и квалитативни податоци.

## Како функционира Eye tracking?

“Eye tracking” технологијата функционира со ненаметливо следење на положбата и движењата на очите. Извор на невидлива инфрацрвена светлина која ја осветлува зеницата. Така, одразот генерира на рожницата. Потоа, инфрацрвената камера го снима тој одраз, го ограничува центарот на зеницата, ја заклучува ротацијата на очите и ја одредува насоката на погледот.

Во однос на следењето на окото со PCCR, Рефлексија на рожницата во центарот на зеницата (PCCR) е формален термин за главниот метод што го користи “eye tracking” системот, во кој рефлексиите на зеницата и рожницата се следат оптички.

Положбата на очите, точката на погледот и движењата на очите се пресметуваат со помош на напредни математички алгоритми.

По што, снимените информации се необработени податоци кои што “eye tracking” софтверот последователно ги обработува.

## Како функционираат “eye tracker”-ите за очи со калибрација

За да се постигне прецизност и точност во процесот “eye tracking”, корисникот треба да го земе во предвид недостатокот на усогласување помеѓу оптичката и визуелната оска. Додека оптичката оска е видливо мерлива, локацијата на фовеата е исклучена за неколку степени.

Ова бара корекција (калибрација) за да се осигура дека позициите на зеницата и погледот се усогласени.

Пред да започне експериментот, системот калибрира со следење на позициите на зеницата за една или повеќе однапред дефинирани точки.

## Податоци

По пресметувањето на точката на гледање, необработените податоци се појавуваат во форма на XY координата. Координатата XY покажува каде всушност гледа учесникот на екранот. Потоа, резултатите од следењето на погледот се координираат според брзината на рамката.

Софтверските алатки вообичаено се користат за следење на поглед и обработка на податоци, имено за идентификација на фиксирање и сакади.

Фиксирањата често се појавуваат како точки, со големини што одговараат на времетраењето на едно движење. Сакадите се линиите што ги поврзуваат точките за фиксирање.

Следниве дејствија можат да помогнат за да се обработат необработените податоци пред да се генерираат визуелизации:

- Намалување на бучавата околу;
- Подобрување на прецизност;
- Применување на алгоритам за класификација на движењето на очите.

## Метрика и визуелизации за анализа на податоци

Од статични до анимирани претстави, “eye tracking” системот користи различни метрики и визуелизации за проверка на собраните податоци.

### *Фиксации*

Фиксациите создаваат патека за скенирање, т.е. патека која ја следат очите на субјектот. Дополнително, “eye tracking” софтверот овозможува мерење на:

- **Време до прва фиксација (TTFF)** – времето помеѓу почеток на стимулот и фиксирањето во областа на интерес (AOI). Ова обезбедува увид во визуелното внимание;
- **Времетраење на првата фиксација** – вкупно време на првата фиксација;
- **Броење на фиксации** – колку фиксации се случиле во AOI;
- **Просечно времетраење на фиксацијата** – колку е поголемо просечното времетраење на фиксацијата, толку е попривлечен AOI за испитаникот;
- **Секвенци на фиксација** – се состојат од локација на фиксацијата и време на фиксирање.

### *Погледни точки и парцели*

Додека *точката на поглед* открива каде гледа испитаникот, заплетот на погледот ја олеснува визуелизацијата на патеката за скенирање. Парцелите на патеките на погледот го прикажуваат хронолошкиот редослед по кој биле извршени фиксации и сакади.

Збирните графици на погледот се користат за да се проценат патеките на скенирање на повеќе испитаници за на крајот да се идентификуваат моделите на однесување.

### *Области на интерес (AOI)*

За да се проценат различните метрики на фиксирањата, областите од интерес (AOI) се користат за да се изберат одредени региони.

За разграничување, AOI се нацртани околу елементите на сликата, кои се избрани за споредба.

- **Сооднос** (***Ratio***) – број на учесници;
- **Време на престој** – времетраењето на набљудувањето;
- **Број на набљудувања** – колку пати учесникот го посетил AOI.

### *Топлински мапи*

Како алатка за визуелизација, топлинската мапа илустрира како се распределуваат фиксациите и точките на поглед. Зелените, жолтите и црвените тонови се користат за да се прикаже густината на точките на поглед во одредени делови на AOI.

“Eye tracking” и топлинските мапи работат на принципот - колку повеќе фиксации се случуваат во одредена област, толку е поцрвен регионот.

### *Карти на фокус/непросирност*

Картата на непросирност, позната и како мапа на фокус, ги прикажува истите информации како топлинската карта, но сепак на различен начин.

Наместо да ги покрива областите со најголемо визуелно внимание, мапата со фокус/непросирност ги истакнува јасно. Односно, областите со најмалку фиксации се затемнети.

## Мерки

Стандардна единица мерка во “eye tracking” се точките на поглед:

*** 1 точка на поглед = 1 необработен примерок**

*** Пр.: Брзина на собирање на примероци од 60 Hz = 60 одделни точки на гледање/секунда (1 точка на гледање/16,7 милисекунди)**

Уредот за “eye tracking” има стапка на собирање на примероци што може да варира од 30 до 60 Hz. Единиците наменети за истражување можат да следат на околу 120 Hz до 1000 Hz (а некои дури и до околу 2000 Hz).

Просеците за брзина и фреквенција на движење на очите се:

- **Фиксација**
    - Од 100 до над 600 милисекунди;
    - Вообичаено времетраење: 100-300 милисекунди;
    - Типична фреквенција: околу 3 Hz;
- **Сакада**
    - Од 20 до 120 милисекунди;
    - Вообичаено времетраење: 20-40 милисекунди;
    - До 600-700 степени/секунда;
    - Типична фреквенција: 4 пати/секунда со брзина од околу 4 Hz;
- **Непречено следење – до 30 степени/секунда**

## Хардвер и софтвер: Алатки за eye tracking

За технологијата “eye tracking”, потребен е уред за снимање на информации и систем за следење и обработка, т.е. хардвер и софтвер.

## Што е Eye tracking софтвер?

Иако карактеристиките варираат од еден бренд до друг, сепак постојат два типа на софтвер што треба да се користат во стандардниот процес на “eye tracking”:

- Софтвер за стекнување и снимање на податоци;
- Софтвер за обработка и анализа на податоци;

Понатаму, во зависност од развивачот, може да биде потребен софтвер за:

- Различни типови на тракери за очи (на пр. очила наспроти екрани);
- Специфичен тракер за очи;
- Различни стимули (на пр. статични наспроти динамични);

Сепак, постојат неколку интегрирани софтверски решенија кои се достапни и за стекнување на податоци и за анализа.

Без оглед на избраниот софтвер, клучни карактеристики што треба да се земат во предвид се:

- Точност;
- Време на калибрација;
- Оптимално растојание;
- Латентност;
- Време за земање примероци;
- Агли за следење;
- Опсег на движење на главата;
- Време на опоравување.

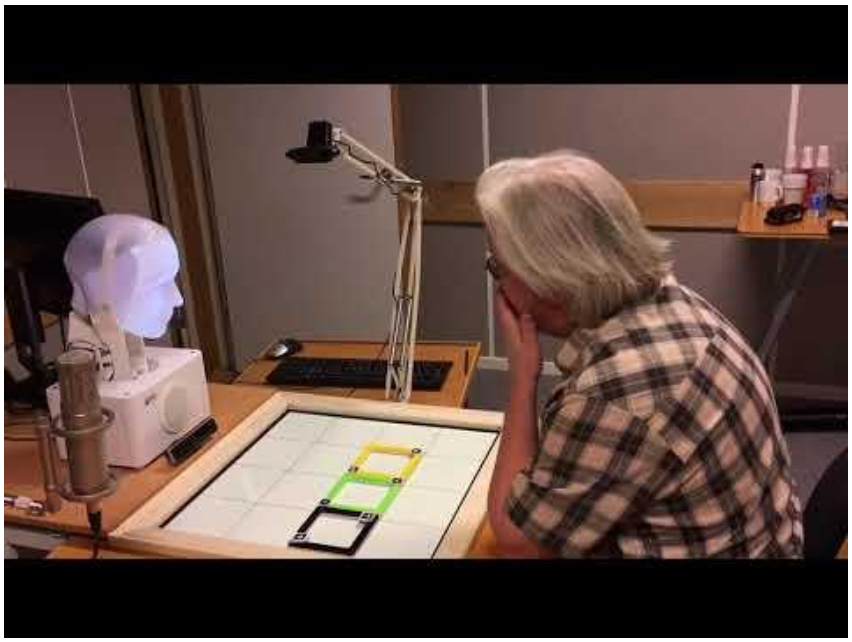
***“Eye tracking” без очила: како функционира 3D Eye tracking на Eyeware?***

Најсовремено “eye tracking” софтверско решение што го обезбедува Eyeware користи камери со сензори за длабочина за да ја олесни интеракцијата човек-машина во 3D.



GazeSense забележува 3D објекти од интерес и прикажува податоци во реално време за студии со повеќе лица, во исто време. Како резултат на тоа, софтверот прикажува информации за вниманието, намерата, интересот и ангажираноста на испитаникот.

Без потреба од очила или други тракери за носење, наградуваниот софтвер работи со различни потрошувачки и сопствени уреди со технологија за сензор за длабочина. Од паметни телефони до комплети за развој, лаптопи или периферни уреди за игри, GazeSense е компатибилен со стереоскопски, структурирана светлина и ToF камери, како и прилагодени 3D сензори.



Софтверот за следење на 3D поглед има апликации во многу различни области, како што се автомобилската индустрија, роботиката, потрошувачките уреди, игрите, трговија на мало и рекламирање.

## Хардвер: Што е “Eye Tracker”

Во основа, стандардното 2D “eye tracking”, бара уред за мерење на активноста, познат како “Eye Tracker”.

Денес, “Eye Tracker” софтверите се или далечински (засновани на екран) или мобилни/погодни за носење (уреди поставени на глава, како што се очила или слушалки за виртуелна реалност).

***Далечински: уреди базирани на екран***

Кога се следи активноста на очите на растојание во контролирана средина, обично се користат уреди кои се базирани на екран.

Учесникот седи пред компјутерски монитор или лаптоп, кој има панел или самостојна единица поставена под или во близина на екранот.

Потоа, на учесникот му се претставени мултимедијални стимули – како фотографии, веб-локации, видеа или игри – за активирање, снимање и анализа на движењата на очите.

Севкупно, eye tracker-ите кои се базирани на екран обезбедуваат увид во визуелното внимание на програмерите или истражувачите со собирање на висококвалитетни информации поврзани со окото во поставка за статички тест.

***Мобилен: Eye tracking очила и VR слушалки***

“Eye tracking” уредите што може да се носат се препорачуваат за студии на однесување во реални сценарија. Тие дозволуваат движење надвор од ограничувањата на „главната кутија“ наметнати од стационарни eye tracker-и.

Eye tracker-ите поставени на глава можат да ги мерат движењата на очите одблиску. Како и да е, мобилните tracker-и како очилата можат да станат нестабилни во одредени тест услови, како што се учесниците кои спортуваат.

Во VR апликациите, “eye tracking” технологијата може да му овозможи на испитаникот да ги *контролира карактеристиките само со гледање во одредено виртуелно копче.*

Слушалките за VR со следење на поглед може да се користат за:

- Професионална обука во индустриски области;
- Интерактивна забава;
- Тестирање на визуелното внимание во малопродажбата;

Севкупно, ако на експериментите им треба учесниците да реагираат во природна, динамична околина, eye tracker уредите се најдоброто решение.

## Следење на очи наспроти следење на глава

Разликата помеѓу следењето на очите и следењето на главата е едноставна.

Додека двата процеса вклучуваат следење на позициите и движењата, првиот ги следи само очите додека вториот ја снима само активноста и движењето на главата.

Кога се комбинираат двете технологии, обезбедуваат уште поверодостојни податоци и создаваат богато корисничко искуство во апликации како игри.

## Истражување и апликации: Како функционира Eye tracking во ситуации во реалниот свет?

Досега, технологијата беше искористена за да се направи огромен напредок во когнитивната наука, невромаркетингот, вештачката интелигенција, безбедноста на работното место и многу други истражувачки и деловни полиња од интерес.

Како што беше предвидено, “eye tracking” системот веќе го револуционизираше начинот на кој луѓето комуницираат со уредите и обратно.

Сепак, сè уште е потребно развивање на технологијата, така да секој стандарден потрошувачки уред да биде опремен со неа. Дотогаш, тој продолжува да им помага на академиците, програмерите и огласувачите во стекнувањето неспоредлив увид во свесното и потсвесното човечко однесување.

### *Истражување*

Како што веќе беше споменато, “Eye tracking” има значителен придонес и за квалитативно и за квантитативно истражување. Во академски контекст, технологијата може да се користи како алатка за:

- Студија за визуелно однесување;
- Евалуација на механизмите за внимание;

- Мерење на одговорот на визуелните дразби;
- Увид во обрасците за учење;
- Споредба на групното однесување;

### *Автомобилство*

“Eye tracking” технологијата игра голема улога во безбедноста во автомобилската индустрија. “Eye tracking” може да помогне да се открие дали возачот е поспан или расеан и да помогне во спречувањето на сообраќајни несреќи.




Со инкорпорирање на технологијата во паметните контролни табли, функциите како што се HUD со зголемена реалност и виртуелниот копилот стануваат централен дел од искуството во возењето.

### *Психологија*

Во рамките на полето на психологијата, “Eye tracking” овозможува проучување на когнитивните процеси. Примерите вклучуваат меморија, решавање проблеми, јазик, одлучување, перцепција и внимание.

Невронауката користи “Eye tracking” технологија за проучување и рано откривање на болести како Паркинсонова, Шизофренија, Алцхајмерова болест или Аутизам. На пример, технологијата им помогна на истражувачите да покажат препознавање и разбирање на сложените емоции кај возрасните со АСН.

### *Невромаркетинг и рекламирање*

“Eye tracking” технологијата стана многу корисна алатка за невро-маркетерите и огласувачите во поширок обем, со тоа што го олеснува проучувањето на визуелното внимание.

Во онлајн, како и офлајн апликациите, следењето на погледот помага да се одреди за што клиентите навистина се најзаинтересирани, а што би целосно игнорирале.

Понатаму, невро-маркетерите сега користат “Eye tracking” технологија и кодирање на лицето за да ги следат емоциите кога индивидуи се изложени на мултимедијални стимули.

### *Видео игри и забава*

Прекрасно рендерирање, графика и проширена контрола на погледот се сите врвни карактеристики во индустријата за игри кои што се можни преку “eye tracking”.

Корисникот може да ја истражува околината преку својот поглед и да комуницира со различни елементи од играта само гледајќи ги.

Слично на тоа, веќе неколку години, поединци можат да ги контролираат телевизорите врз основа на истите принципи.

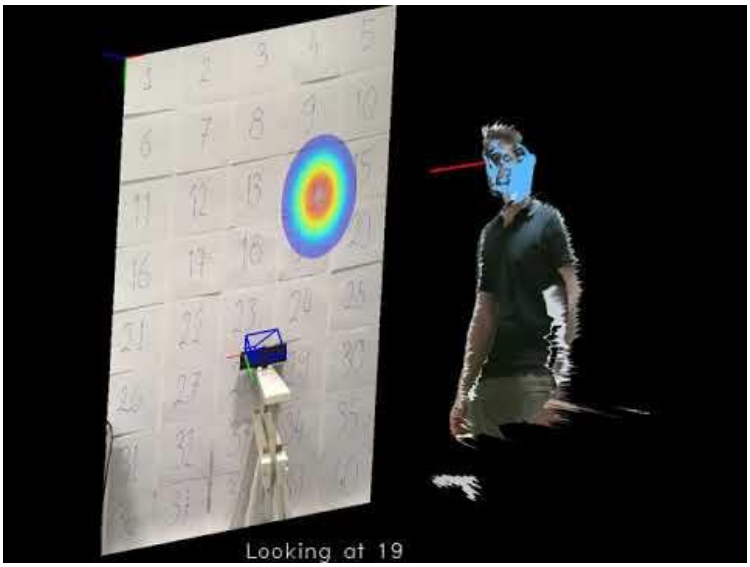
### *Пристапност*

Со “Eye tracking”, лицата со попреченост можат да контролираат компјутери и мобилни уреди, па дури и да создаваат дигитална уметност. Поединци кои не можат да се движат или да зборуваат можат да комуницираат со машините преку движења на очите.

Технологијата значително ја подобрува пристапноста и ги овластува корисниците со посебни потреби да извршуваат различни задачи поврзани со компјутер.

***Малопродажба***

Професионалците во бизнисот со малопродажба можат да користат “Eye tracking” софтвер, за да генерираат аналитика за вниманието насочено кон полиците во маркетите. Со други зборови, технологијата за следење на поглед дава увид во однесувањето на купувачот и процесот на одлука за купување.




Како резултат на тоа, трговците можат да направат забележителни подобрувања во однос на дизајнот на екранот, продавницата и пакувањето, како и распоредот и дистрибуцијата.

## Придобивки и недостатоци на “Eye tracking” софтверот

Без сомнение, предностите на “Eye tracking” технологијата се доста опширни.

***Придобивки***

- Напредокот во областите како што се вештачката интелигенција, општествените науки и здравствената заштита;
- Технологија која помага на лица со ограничена подвижност;
- Кориснички интерфејс и подобрувања на искуството;
- Обезбедување безбедност во опасни работни средини;
- Висококвалитетни наоди од истражување на пазарот;

- Извонреден увид во човечкиот ум и тело, кога се користат со повеќе биосензори како:
    - **FEA** (Анализа на изразување на лицето)
    - **ЕКГ** (Електрокардиограм)
    - **ЕЕГ** (Електроенцефалограм)
    - **EDA** (Електродермална активност)
    - **ЕМГ** (Електромиограф)

Бидејќи “Eye tracking” е се уште технологија во развој, остануваат мноштво на предизвици на кои треба да им се пристапи.

***Недостатоци***

- Ефектот Hawthorne – едно лице го менува своето однесување знаејќи дека е под опсервација (на пр., истражувачка студија во средина за тестирање);
- Толкување (на пр., поголем или помал број фиксации може да наведат различни заклучоци врз основа на контекстот);
- Кривоглед – методот на корнеална рефлексија во центарот на зеницата (PCCR) во ваквите случаи;
- Проблем со допир на мида во интерфејси контролирани со поглед – кога корисникот ненамерно ќе активира несакана акција;
- Полесна калибрација за стандардно “eye tracking”.

## Најдобри практики и етика

Само неколку од процедурите и етичките размислувања што треба да се направат претходно се:

- Информирајте го секој учесник за целта, процедурите, потенцијалните ризици (ако ги има) и придобивките од експериментот;
- Погрижете се да секој учесник даде целосна согласност за учество во студијата;
- Подгответе ефикасна средина за тестирање – избалансирана светлина, отстранување на предмети кои ви го одвлекле вниманието, прилагодување на опремата за “eye tracking”;

- Обучете ги учесниците да се запознаат со опремата и процедурите “Eye tracking”.

## Дали вреди да се истражува “Eye tracking”?

**Апсолутно.**

Од нејзиниот првичен развој, “Eye tracking” технологијата го отвори патот за монументален напредок на безброј полиња.

Индустријата за следење на поглед проектира континуиран раст во текот на следните години помагајќи:

- Инженерите за истражување и развој наоѓаат решенија од реалниот свет со врвна технологија;
- Иновативните лидери имплементираат креативни и најсовремени решенија;
- Програмерите градат поефикасни системи за решавање на тековните и неизбежните предизвици;
- Маркетите создаваат POC и го подобруваат искуството на потрошувачите;
- Професорите и истражувачите отвораат нови терени и го отвораат патот кон подобар свет;
- Невролозите добиваат невиден увид во сериозните когнитивни нарушувања;
- Учениците придонесуваат за развој на технологијата на иднината.

## За што можете да го користите Eye tracking?



## Хируршка роботика

“Eye tracking” технологија е технологија која работи на сензор што му овозможува на компјутерот или на која било друга машина да одреди што гледа корисникот - точката на погледот.

Поставена на или во рамките на интерфејсот на машината и користејќи го окото одраз на блиските инфрацрвени светлосни зраци, “eye tracking” технологијата пресметува податоци за корисникот; откривање на присуството, вниманието и фокусот, како и положбата на окото и големината на зеницата на една личност.

Податоците од “eye tracking” обезбедуваат уникатни сознанија за човековото однесување и услови, дигитализирајќи го начинот на кој луѓето комуницираат со машините и уредите, обезбедувајќи платформа за претпријатијата да развиваат иновативни решенија и апликации.

Технологијата сама по себе е прилично јасна. Меѓутоа, магијата лежи во можноста да се изврши “eye tracking” на начин што може да го користи секој, ширум светот, под различни средини и услови со пресметковна ефикасност, висока прецизност и во ограниченият простор поставен од современи уреди и машини.

Компонентите на “eye tracking” обично вклучуваат една или повеќе камери со висока резолуција, инфрацрвени извори на светлина и алгоритми кои ги преведуваат движењата на главата и очите во податоци во реално време, користејќи машинско учење и напредна обработка на слики.

**1**

Изворите на светлина создаваат рефлексии - она што го нарекуваме сјај - на рожницата на секое око.

**2**

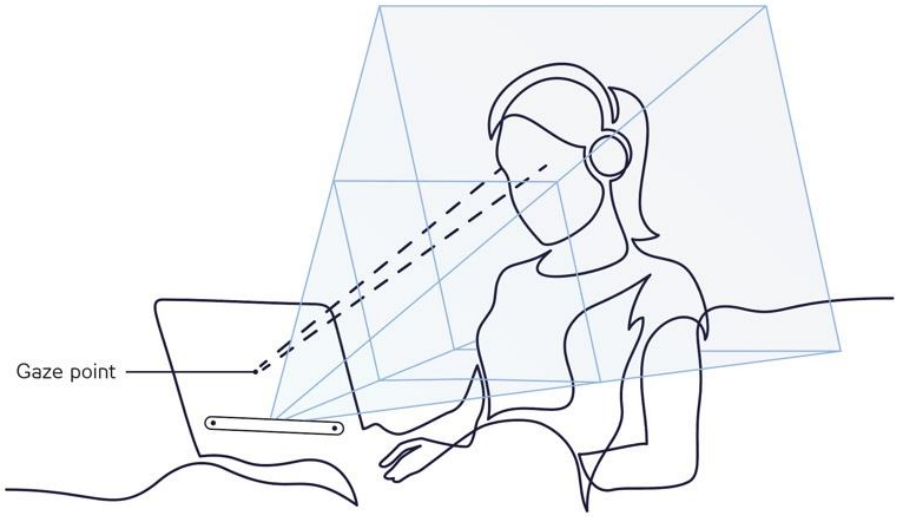
Камерите снимаат слики, снимајќи ги очите и сјајот на лицето.

**3**

Алгоритмите користат техники за машинско учење за да ги идентификуваат зениците и сјајот.

**4**

Користејќи напредна обработка на слики и познавање на анатомијата на човечкото око, алгоритмите можат да пресметаат точки на податоци, како што се позицијата на зеницата, векторот на погледот на секое око, точката на погледот и отвореноста на очите.




## Директна технологија

Иако е едноставен, овој концепт е заснован на долгогодишно истражување и развој и во други истражувачки институти. Изградбата на eye tracker е едноставен, но да се изгради eye tracker што работи за секој корисник поединечно, не е.

**1**

Eye tracker емитува инфрацрвен (NIR) светлосен зрак

**2**

Оваа светлина се рефлектира во очите на корисникот

**3**

Рефлексиите се снимени со камерите на eye tracker-от

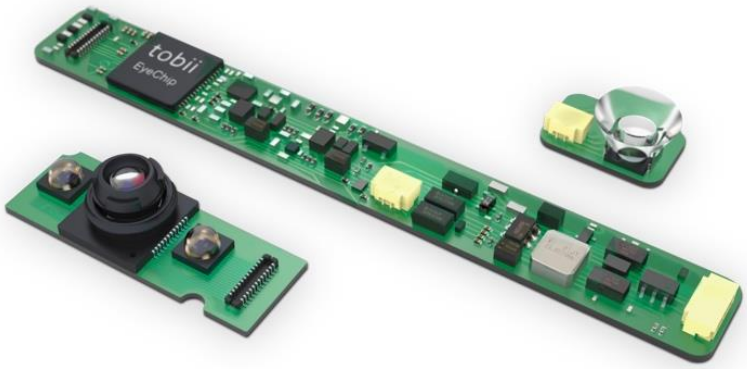
4

Преку филтрирање и триангулација, tracker-от за очи одредува каде гледа корисникот - точката на погледот - и ги пресметува податоците за движењата на очите.

***Во внатрешноста***

“Eye tracker” системот се состои од сензори - камера и проектори - како и алгоритми за обработка на слики. Сензорите, составени од сопствени компоненти и напредна оптика дизајнирана за перформанси:

- Напредните микро проектори зрачат инфрацрвена светлина (NIR), создавајќи рефлексија на очите на корисникот;
- Сензорите снимаат слики со голем кадар од очите на корисникот и следат рефлексии на светлина;
- Алгоритмите за обработка на слика се извршуваат со интелигенцијата на системот. Откриваат корисни детали во очите и рефлексиите на корисникот, толкувајќи го потокот на сликата за да ја одреди позицијата на очите на корисникот и нивната точка на поглед на екранот.




Уред или машина опремена со “eye tracker” за очи може да ја одреди намерата на корисникот затоа што она во што гледа една личност е еквивалентно на она што го мисли. Со други зборови, eye tracking може да обезбеди увид во човечкиот ум, така што може да се користи во различни апликации:

- Да се хуманизира технологијата со тоа што ќе биде по интуитивна;
- Да се зголеми ефикасноста на компјутерите и ресурсите;
- Да се учи од експерти, овозможувајќи обука и учење на вештини;
- Да се проценат медицинските и човечките состојби и однесувања.

## Хуманизирање на технологијата

Да се разбере намерата на корисникот. “Eye tracking” софтверот го следи фокусирањето на корисникот. Ова може да се искористи за да се создадат интуитивни кориснички искуства за секој компјутерски систем. Овој процес е фундаментален за создавање на хуманизирана технологија.

Создавање на нови кориснички искуства и природни кориснички интерфејси - самостојно или со комбинирање на “eye tracking” со други механизми за внесување, како што се тастатури, глувци, џојстици и гласовни команди.

Додавањето на “eye tracking” софтверот во машините, се постигнува да интеракцијата со нив да изгледа многу поприродна и поприврлечна отколку со конвенционалните интерфејси. Доста битно е како да се идентификуваат и избираат иконите на компјутерски екран. Ако компјутерот автоматски ја идентификува иконата што сакате да ја изберете со помош на вашата точка на поглед, потребата да се фати и да се насочи глувчето станува непотребна.

Податоците од “eye tracking” се начин на дигитализирање на начинот на кој комуницираме со машините и автоматизирање на рачните задачи.

## Ефикасност на ресурсите

Со тоа што имаме увид на тоа каде корисникот гледа на екранот, пресметковните ресурси може да се фокусираат на тоа место. Човечкото око обработува само мала област со остар фокус - замислете круг, со дијаметар малку под еден инч.

Нашите мозоци го приближуваат останатото. Овој факт може да се искористи за да се намали потребата од графика со висока резолуција и моќ на рендерирање во областа каде што е фокусиран корисникот. Со искористување

на знаењето за тоа каде гледа корисникот, или не гледа, компјутерската ефикасност и транспортот на податоци може да се оптимизираат.

Ефикасноста не е ограничена само на пресметките на интерфејсот, таа може да се примени и на други критични ресурси во системот. Размислете, на пример, клинички уред што ја користи точката на погледот на хирургот за да го води преземањето на X-зраци за време на операцијата. Ограничувањето на заробената област на X-зраци до точка каде што е фокусиран хирургот, ја намалува изложеноста и на пациентите и на клиничкиот персонал.

## Обука, трансфер на вештини и документација

Еден од најдобрите начини да се стекнат нови вештини е да се научат од некој друг, односно внимателно следење на постапките и правење на истото.

Со “eye tracking”, обуката, трансферот на вештини и соработката низ организациите се преземаат нови можности за скалирање. Замислете, на пример, почетник опремен со слушалки или очила со вграден “eye tracker”. Експерт или инструктор може далечински да ги води низ кој било процес што треба да се заврши, во реално време. Ваквите сценарија можат да бидат корисни, на пример, при поправки на опрема на терен.

Со снимање на моделот на погледот на експертот, повеќе луѓе можат да учат и следат, решавајќи сложени задачи во речиси секој домен.

“Eye tracking” може да се користи во сценарија во кои се бара од луѓето брзо да скенираат предмети за време на контрола на квалитетот, како и во процесите на проверка на дефекти. Ваквите процеси се појавуваат во повеќето индустрии, но “eye tracking” им овозможува да се измерат и дигитализираат податоци што може да се користат за документирање и автоматизирање на рачните процеси.

## Проценка на состојба

Имајќи предвид дека “eye tracking” технологијата обезбедува податоци за присуството, вниманието, фокусот, поспаноста, свеста и другите ментални

состојби на една личност, истите можат да се користат за проценка на одредени медицински состојби.

Откако ќе се воспостави тековниот статус, мерливите и квантитативните метрики обезбедени со “eye tracking” може да се користат за следење, на пример, за да се процени стапката на успех на третманите. Најдобро од сè е што податоците од “eye tracking” може да се добијат на ненаметлив начин, со што им е многу поудобно на пациентите, без пристрасност и грешки што се јавуваат при рачно набљудување.

## Кои видови на Eye tricker-и за очи постојат?

Иако генералниот принцип на работа на “eye tracking” е ист, сепак постојат неколку различни типови на “eye tracking” уреди.

Главните групи се:

- **Поставени на екран** – ова се самостојни, далечински “eye tracking” уреди кои доаѓаат или како поединечна единица или помал панел што може да се прикачи на лаптоп или монитор;
- **Се носат на себе** – вклучуваат “eye tracking” очила и слушалки за виртуелна реалност (VR) со интегриран “eye tracking”;
- **Веб-камера** – “eye tracker” во веб-камера немаат сензори или специјализирани камери, тие се состојат единствено од уредот за веб-камера прикачен или вграден на компјутер.



**“Eye tracking” уреди поставени на екран** најчесто се користат за истражување, каде учесникот комуницира или е изложен на дразбите на екранот. Овие далечински eye tracker-и за очи нудат широки стапки на земање примероци, а оние со висока фреквенција можат да обезбедат поголема количина на податоци и многу високо ниво на детали поврзани со движењето на окото. Eye tracker-ите за очи базирани на екран кои имаат голема толеранција за движење на главата вообичаено се користат кога се проучуваат луѓе со одредени медицински состојби и доенчиња кои не можат да ги контролираат своите движења.

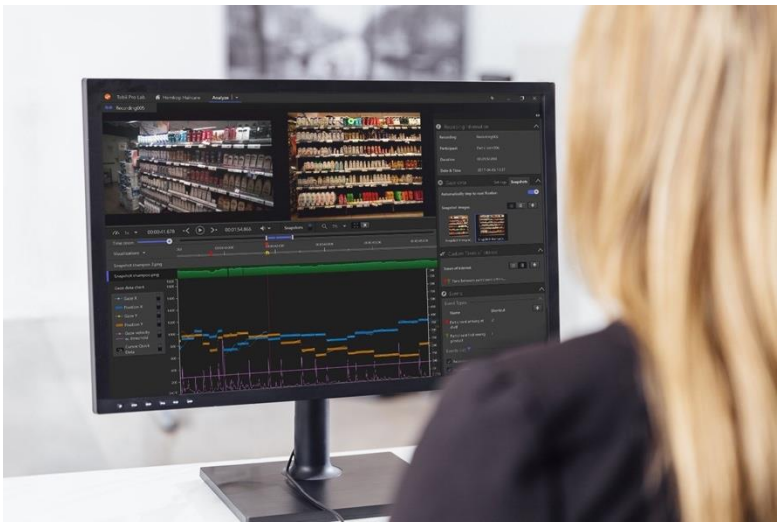
**“Eye tracking” очилата** се идеални за проучување на однесувањето во ситуации во реалниот свет, како што се прелистување низ ходниците на супермаркет, спортување, навигација во системот на метро, човечка интеракција или работа во фабрика итн. Тие овозможуваат природно движење и се ненаметливи, што значи дека носителот може да го прави она што вообичаено би го направил во таа ситуација. Тие исто така содржат вградена камера и микрофон за снимање на околината.

**“Eye tracking” веб-камера** ја користи вградената или надворешната веб-камера прикачена на лаптоп или монитор со цел да се собираат информации за тоа каде гледа лицето. Овој метод не користи инфрацрвени светлосни зраци или специјализирани камери, но се потпира на сликата генерирана од веб-камерата. Потоа се користи алгоритам за пресметување на положбата на главата и очите, а од тоа насоката на очите е во корелација со сликата на екранот. Додека длабочината и точноста на информациите што можете да ги добиете со овој метод се малку ограничени, “eye tracking” со веб-камера овозможува студии од големи размери и брз пресврт што е идеален за квантитативно истражување. Овој метод најчесто се користи на почетокот на процесот на дизајнирање, како што е A/B тестирањето на веб-локацијата или дизајнот на производот.

## Како ги добивате резултатите користејќи Eye tracking софтвер?

Првиот чекор во секоја студија е да се утврди на кое прашање сакате да одговорите. Специјализираниот софтвер за анализа за “eye tracking” се користи за да ги собераат податоци и да се прикажат информациите што ги сакате. Има

многу програми што може да се користат, но многу е важно правилно да се постави студијата од самиот почеток. Нивото на информации што може да се добијат од “eye tracking” технологијата, ќе се определи според видот на користениот “eye tracker”, програмата што се користи за анализа на податоците и природата на експериментот.



## Кои се придобивките од Eye tracking во истражувањето?

Една од главните придобивки од “eye tracking” технологијата е тоа што тоа е единствениот метод што може да се користи за објективно и прецизно снимање и анализа на визуелното однесување. Невозможно е да очекувате од некој што ги скенира полиците на супермаркет да се потсети, или да го измери поминатото време гледајќи го секој производ.

“Eye tracking” им овозможува на истражувачите да ги проучуваат движењата на очите на учесникот за време на низа од активности. Ова дава увид во когнитивните процеси кои се во основа на широк спектар на човечко однесување и може да открие работи како што се моделите за учење и методите на социјална интеракција. Исто така, овозможува скрининг на атипичен невроразвој и когнитивни или перцептивни попреченост. “Eye tracking” технологијата, исто така, обезбедува начин за малите деца и оние со невролошки оштетувања, кои не можат да ги објаснат своите мисловни процеси, да учествуваат во студиите.

**“Eye tracking” овозможува:**

- Го открива потсвесното однесување – истражувачите можат да добијат увид во однесувањата што се спроведуваат инстинктивно;
- Обезбедува непристрасни, објективни и квантитативни податоци - ја отстранува потребата да се обидете и запомните или објасните каде сте погледнале и ги спречува учесниците во студијата да претпоставуваат детали и да даваат неточни информации;
- Овозможува природно однесување – eye tracker-ите се ненаметливи и дозволуваат тасковите да се извршуваат нормално;
- Разновиден и мобилен – може да се користи во речиси секое опкружување и поставување;
- Обезбедува висок спектар на детали – во зависност од уредот и софтверот, резултатите можат да понудат многу високо ниво на грануларност за длабока анализа;
- Информации во реално време;
- Објаснува – може да прикаже процеси и дејства кои тешко се артикулираат или објаснуваат;
- Нуди визуелна претстава - AOI, топлински карти“ и „записи со поглед“ ги прикажуваат резултатите од “eye tracking” и како луѓето имале интеракција со околината или реагирале на стимули;
- Додава вредност на други биометриски податоци може да се комбинира со ЕЕГ, ЕКГ, ЕМГ, ГСР НИРС и повеќе. “Eye tracking” технологијата може да ја подобри употребата на овие уреди со обезбедување дополнителни информации за тоа што доведе до физиолошки реакции.

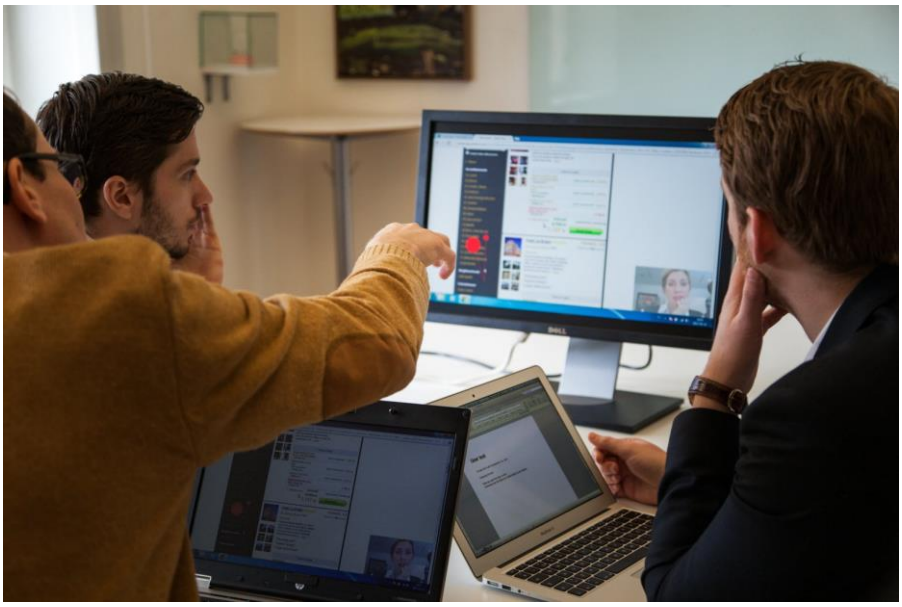
## Кои се главните примени на Eye tracking во истражувањето?

Иако постојат речиси бескрајно многу полиња во кои оваа технологија и методологија може да се примени, неколку од нив интензивно се користат. Тие вклучуваат:

- **Истражување на пазарот** – “eye tracking” нуди детални и непристрасни информации за однесувањето на потрошувачите и процесите на донесување одлуки. Тоа им овозможува на истражувачите на пазарот и

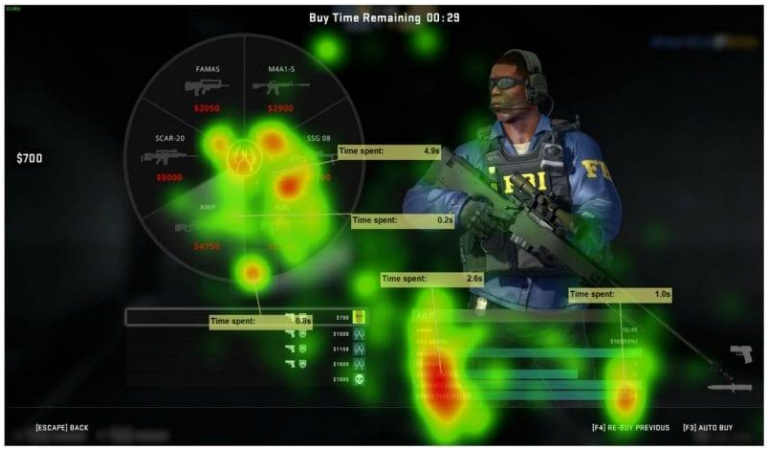
сопствениците на брендови да го проучат процесот што го преземаат потрошувачите кога избираат производ. Тоа им покажува кои елементи природно привлекле најмногу внимание и кои области биле игнорирани. За разлика од анкетите или прашалниците, “eye tracking” го детализира автентичното однесување што е корисно при дизајнирање реклами, брендирање, пакување и пласман на производи;

- **Корисничко искуство** - Нема подобар начин да се тестира корисничкото искуство од тоа да се гледа низ очите на корисникот. “Eye tracking” може да се користи за проучување на начинот на кој платформите и услугите се користат и колку ефикасно ги исполнуваат своите цели. “Eye tracking” може да открие недостатоци во дизајнот, па дури и методи на употреба кои можеби не биле евидентни во креативниот процес;
- **Научно истражување** – Со проучување на визуелното однесување, можно е да се добие вреден увид во развојот, шемите на учење и знаците на когнитивна дисфункција или болест како што се оние забележани кај пациенти со Алцхајмерова болест, Паркинсонова болест, шизофренија, аутизам, депресија, повреди на мозокот и многу повеќе. Слично на тоа, дислексијата и другите потешкотии во читањето или учењето може да се идентификуваат и проучуваат со користење на “eye tracking”;



- **Индустрија и човечки перформанси** – “Eye tracking” може да даде вреден увид во методите во кои се извршуваат задачите и се спроведуваат процесите. “Eye tracking” се користи во бизнис плановите за да се идентификуваат безбедносните ризици, оперативните неефикасности и да се насочи обуката; Се заштедуваат значителни количини на време и се подобруваат продуктивноста. Слично на тоа, спортските професионалци и тренери можат да користат “eye tracking” за да ги идентификуваат вештините и стратегиите за подобрување на перформансите. “Eye tracking” дава единствена слика за задачите и дејствата кои се извршуваат брзо и често потсвесно. Со репродукција на видео и мапирање на погледи, сложените и брзи процеси можат да се разделат во информации кои можат да се проучуваат и да се претворат во материјал за обука.





**Алатки за анализа во лабораторија - преку cloud**

Овие алатки за анализа овозможуваат беспрекорно да се собираат податоци, да се креираат топлински мапи и дијаграми подготвени за презентација.

Ова функционира со помош на различните опции, прикажани подолу:

- Топлински мапи;
- Анализа на изразување на лицето;
- Повеќе канали на податоци;
- Напреден дизајн на студијата;
- Снимки од сесии;
- Јазична локализација;



*Тестирајте секаде, во секое време*

iMotions Online работи во прелистувачите на испитаниците и ги користи нивните веб-камери. Во овој случај нема потреба од скап хардвер.

Најмоќните ВИ за анализа на изрази на лицето во светот со интегрирање на двете најдобри анализи на вештачка интелигенција на изразот на лицето на пазарот, секоја со свои специфични предности и области на фокусирање.

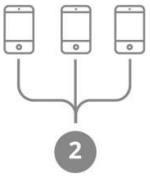
## Eye Tracking е едноставен

Eye tracker-ите не мора да бидат скапи и да одземаат многу време. Со *Sticky by TobiiPro*, се добива пристап до револуционерни сознанија на брз, удобен и достапен начин. Без потреба од искуство.
Еве како тоа функционира:




## Дизајн

Изберете еден од претходно дизајнираните шаблони за експерименти кои вклучуваат мемориски содржини, прашања од анкетата и инструкции што го прават подготвен за работа. Подгответе студија со ваша содржина за само 10 минути - алтернативно, дизајнирајте ја вашата студија од нула.




## Стартување

Користете ја базата на податоци за панели за да ја започнете вашата квантитативна студија. Пристапот до студијата од нивните компјутери и мобилни уреди е доста едноставен, користејќи ги нивните интегрирани веб-камери. Инструкциите се едноставни, а калибрацијата е прецизна, обезбедувајќи податоци со висок квалитет.



## Анализа

Лесно разберете што има влијание. Податоците се претставени како влијателни визуелизации, со топлински мапи и заплети на погледи кои ги осветлуваат информациите за вниманието. Дознајте како вашата содржина била примена, колку долго го задржала вниманието и како може да се подобри.

## Реклама

Дигиталниот маркетинг е попредизвикувачки од кога и да е, со онлајн рекламите кои бараат внимание. Sticky од TobiiPro помага во дизајнирањето на реклами.

## Видео содржина

Тестирајте ги вашите концепти за видео наспроти критичните KPI и дознајте дали тие го постигнале својот знак. Следете го ангажманот, емоционалната реакција, видливоста на брендот и потсетувањето, обезбедувајќи го најефективниот концепт.

## Зошто Eye Tracking?

## Непристрасни согледувања

Она што го привлекува вниманието, што го одвлекува вниманието и што останува незабележано, може со сигурност да се следи со разбирање на моделите на погледот на една личност.

## Перспектива на клиентите

Знаејќи како клиентот навистина го перцепира светот околу себе, eye tracker овозможува да се донесуваат одлуки за одреден бренд и содржина што го максимизираат значајниот ангажман.

“Eye tracking” открива претходно непредвидени сознанија, истакнувајќи области за кои не е била потребна оптимизација.

## Продукти

### TobiiPro Glasses 3




Дизајниран за реалниот свет, трета генерација eye tracker за очи кој овозможува спроведување на истражување на однесувањето во широк опсег на поставки. TobiiPro Glasses 3 обезбедува “eye tracking” и точни податоци за погледот, додека на корисниците им дава слобода да се движат слободно и природно да комуницираат.

### TobiiPro Fusion



Слегач за очи базиран на екран, снима податоци за погледот со брзина до 250 Hz. Следна генерација на компактни eye tracker-и со високи перформанси.

## TobiiPro Spectrum



Eye tracker базиран на екран кој доловува податоци за погледот со брзина до 1200 Hz. Овој систем за истражување со високи перформанси обезбедува супериорен квалитет на податоците и е дизајниран за опширно истражување на однесувањето и движењата на очите од студии засновани на фиксација до микросакади.

## TobiiPro Nano




Eye tracker базиран на екран кој снима податоци на 60 Hz и е дизајниран за студии базирани на фиксација. Лесен е за употреба, робустен систем за истражување е идеална влезна точка за оние кои размислуваат да започнат со истражување за “eye tracking” или оние кои сакаат да го отстранат своето истражување за “eye tracking” надвор од лабораториската средина.

## МЕРЕЊЕ НА ВИЗУЕЛНО ВНИМАНИЕ СО КОРИСТЕЊЕ БИОСЕНЗОР ЗА СЛЕДЕЊЕ НА ОЧИ: избор на најдобар мобилен телефон - биометриски мерења и анкетен прашалник

Од почетоците во 2005 година, биометриските истражувања денес доживуваат пропулзивна и силна научна и стручна експанзија. Од првиот биосензор за следење на очи (eye tracking) се развија софтверски и хардверски решенија за редица биосензори: анализа на израз на лице, галванска реакција на кожа, електроенцефалографија (EEG), електрокардиографија (ECG) и други. Израснаа различни патеки за истражувачите од различни научни дисциплини: информатика, психологија, медицина, економија, безбедност, архитектура, наука за здравје, образование и други. Биометриката овозможува истражувањето да биде во чекор со светот што брзо се менува.

Без разлика дали истражувањето се одвива во внимателно контролирана **лабораторија, на брод, на море** или **во локален супермаркет**, има технологија што може да помогне да разбереме како се однесуваат луѓето во секоја околина. Знаеме дека предизвиците со кои се соочуваат истражувачите денес не се исти како и секогаш - **темпото на истражување бара флексибилност**. Затоа биометриската технологија се фокусира на обезбедување на прилагодлив систем, не само во однос на конфигурациите на сензорите, туку и за тоа **каде може да се случи истражување**: **било каде**.

Биометриската технологија нуди два главни пристапи на софтверски производи за олеснување на истражувањето: **лабораториски** и **далечински** (lab-based and remote). Секој обезбедува различна насока кон разбирање на човековото однесување преку технологијата и е дополнет со ниво на обука и услуги.

Во сржта на биометриска технологија е **Core** (основен софтвер). Како централен **hub** за водење **експерименти за однесување**, **софтверот Core е одговорен за водење на шоуто**. Сè што се поврзува со биометриски истражувања поминува низ овој централен софтвер, обезбедувајќи ни база од која ќе поставуваме, организираме и изведуваме експерименти.

**Core** обезбедува основа за извршување на нашето истражување (во лабораторија или на терен), а исто така **помага во водењето на шоуто** кога се спроведува **истражување од далечина**, или **Мобилна истражувачката**

**платформа**. Додека **Core** е центар на операции, тој исто така нуди вградени карактеристики што можат да го надополнат секој модул (па дури и да овозможат истражување да се одвива без дополнителни модули). **Способноста да се извршат целосно уредливи и прилагодливи (кон потрошувачите) истражувања** е вклучена како стандард, како и можноста да се поврзе буквално сè преку софистициран софтвер.

На основниот софтвер се поврзуваат софтверски модули на секој поединечен биосензор. Ова овозможува да извршуваме истражување **на начин на кој сакаме** секој модул е софтвер кој ни обезбедува различни можности за собирање и анализа на податоци за различни биосензори. На **пример**, собирање **податоци за емоции на лице** може да се направи со **модулот за анализа на израз на лице** (the Facial Expression Analysis module), овозможувајќи ни можност да собереме податоци за кодирање на лице од испитаници. Ова може непречено да се додаде со вклучување на податоци од повеќе различни биосензори, било да е тоа следење на очи, електродермална активност, EEG и пошироко. Без разлика дали сме собрале **податоци за следење на очите во лабораторија со следење на очи врз основа на екран** (eye tracking data), **во движење со наочари за следење на очи** (on the go with eye tracking glasses), во **VR** (виртуелна реалност), биометрискиот софтвер со високи перформанси **ни помога да го процениме визуелно внимание**.

Биометриската технологија денес овозможува реализирање на **Online** истражувања - **Online студии во секое време и било каде (Online studies – anytime, anywhere).**



**Тешко е да се проучи човековото однесување кога човечката пристапност е толку ограничена**, но истражувањето останува животна сила на академските институции и стопанството.

ODC (Online Data Collection) содржи и **следење на очи засновано на веб-камера** (web-cam-based eye tracking) и **анализа на израз на лице** (facial expression analysis). Истражувачите можат едноставно **да испратат линк** до испитаниците кои потоа се спроведуваат преку **поставувањето на експериментот**, **пред да започнат со реален експеримент**. Целиот процес за испитаникот се одвива во **пребарувачот** (in the browser) од **поставување**, до **прегледување** и **интеракција со стимули** базирани на екран (било да се тоа видеа, слики, звук, веб-страници итн.).

**Собирањето** податоци за **следење на очи** и **израз на лице може да се изврши на повеќе учесници истовремено**, **во било кој дел од светот**, само со Интернет врска.

Ова им овозможува на истражувачите да отворат и да направат размер на експериментот **со брзо време на распоредување**. До нови базени на учесници **може лесно да се пристапи**, и тоа на **ефективен** начин. **Снимањето емоционални одговори** (со **анализа на израз на лице** со употреба на Affectiva или RealEyes) и **податоци за внимание** (attentional data) (**со следење на очи засновано на веб-камера**) (with webcam-based eye tracking), денес може **одговорите** на стимули на **екранот лесно да се донесат, масовно**, до испитаниците што се **следат**.

## Предност на Online истражувања

Некои области што можат да се користат преку online studies:

- **Демографија**: Пристап до вистински испитаници за наши потреби. Географија, етничка припадност, пол - може да бидат достапни како што налага истражувањето. Online studies, исто така, им даваат пристап на учесници кои инаку не се во можност да се појават во истражувачка лабораторија, на пример, поради **попреченост** или **луѓе на позиции со ограничено време** (на пример, **лекари**).

- **Големина на примерок** (**Sample size**): Погодност за **online тестирање** и леснотијата на ангажирање овозможуваат проучување на стотици, ако не и илјадници испитаници.
- **Брзина (Speed)**: **Времето на пресврт** (Turnaround time) може значително **да се намали**, бидејќи **податоците се собираат паралелно во домови на стотици испитаници**.
- **Поставување (Setting)**: Студиите можеби не се одвиваат "**во дивина**" ("in the wild"), но **домашното истражување** (home-based study) обезбедува **поприродна средина** отколку лабораторијата. Но, тоа бара поголемо внимание на усогласеност на испитаниците и потенцијална потреба за **регрутирање поголеми групи испитаници** од потребите во контролирана лабораториска средина.
- **Прави алатки, вистинска работа** (**Right tools, right job**): Сите технологии имаат **различни јаки страни**. Денес, може да се анализираат **изразите на лице** (facial expressions) користејќи уреди од Affectiva или RealEyes.

## Експериментално истражување во лабораторија за биометриски истражувања на Меѓународен Славјански универзитет

Истражувањето за мојата магистерска работа го реализирав во период од 01.03.2022 година да 31.03.2022 година, со 14 испитаници од различен пол и различна старосна граница (најголем број се студенти). Користев биосензор за следење на очи (eye tracker) за да се определи дистрибуција на визуелно внимание во реален домен. Биосензорот ја снима позицијата и движењето на очите во околина базирана на оптичко следење на рефлексиите на рожницата (на два екрански стимули со експозиција од 10 секунди). Биосензорот за следење на очи користи инфрацрвена технологија и камера со висока резолуција која ја следи насоката на погледот во реално време.

Визуелното внимание покажува на кои сегменти од стимулот испитаниците ставаат приоритет (она што побудува интерес и она што е нај интересно). Ова е

од огромна важност кога се проучува човековото однесување – да го разбереме вниманието: она што го сакаме, она што ни се допаѓа.

Истражувањето го реализирав преку два методи на истражување: Анкетно истражување (традиционален метод на самоевалуација) и биометриско истражување (современ начин на прибирање и анализа на податоци).

Анкетните прашалници имаат свои недостатоци. Ваквиот метод на истражување е свртен кон пристрасност - испитаници кои не сакаат или не можат да го кажат она што го мисли нивниот ум. И во случаи кога испитаниците сакаат да бидат потполно отворени и искрени, во игра се потсвесни пристрасности и други фактори кои можат да го променат нивниот одговор. Анкетните прашалници (традиционални техники) овозможуваат мерење на емоционални и когнитивни искуства само како вербално изразени на свесно ниво за време на процес на анкетирање или интервју.

Исто така, испитаниците не се секогаш искрени како е поставено прашањето, може да влијае врз нивните перцепции. Она што излегува од нивните усти не е секогаш совршена изведба на она што се случува во нивните мозоци.

Во биометрикото истражување ги користев следните Eye tracking метрики:

a) **Топлински мапи** (Heat maps). Ова се статички и динамички агрегации на точки на поглед кои откриваат дистрибуција на визуелно внимание. Црвени области опфаќаат голем број на точки на поглед, што сугерира на зголемено ниво на интерес. Жолти и зелени области сугерираат на помало ниво на интерес.
b) **Области на интерес** (Areas of Interest - AOI). Се кориснички дефинирани бафер области на прикажан екрански стимул, кои овозможуваат да се споредуваат различни метрики на група испитаници.
c) **Низи на фиксации** (Fixation sequences). Овие низи генерираат: КАДЕ гледаат испитаниците (позиција на фиксација), колку време испитаниците поминуваат во гледање на одреден сегмент од

стимулот (timing information), и даваат увид во распоредот на вниманието.

d) **Време на прва фиксација** (Time to First Fixation – TTFF). Ова е време што му е потребно на испитаникот за да погледне одредена област на интерес, од почетокот на следење на стимулот.
e) **Доживеано време** (Dwell time – Time spent). Количество на време што испитаниците го поминале гледајќи одредена област на интерес. Ова често укажува на мотивација и свесно внимание, високо и ниско ниво на интерес. Исто така може да се прикажува и во проценти (Dwell time (%)).
f) **Процент на испитаници** кои погледнале одредена област на интерес (Respondent ratio (%)).
g) **Проширување и собирање на зеница** (Pupil dilation/constriction). Зеницата реагира на промена на светлината или на стимулирачкиот материјал. Од промената на големината на зеницата може да се процени: емоционална возбуда, когнитивен обем на работа (cognitive workload). Исто така, важно е да се истакне дека, проширувањето на зеницата е пропорционално на јачината на возбудата.
h) **Трепкање** (Blinks). Повеќе увиди можат да се изведат од трепкањето: ниска фреквенција на трепкање е поврзана со повисоко ниво на концентрација, а висока фреквенција на трепкање е индикативна за поспаност, пониско ниво на фокус и концентрација.

Со користење на биосензор за следење на очи, сакам да определам кој мобилен телефон (од понудени 9) побудува најголем интерес кај испитаниците. За таа цел се користат три стимули (3 слики со по 3 мобилни телефони) кои испитаниците ги набљудуваат еден по друг. Секој стимул се прикажува на екран (по случаен избор) во траење од 10 секунди.

## ТЕСТ 1

**Мобилен телефон 1**



**Мобилен телефон 2**



**Мобилен телефон 3**



## ТЕСТ 2

**Мобилен телефон 1**



**Мобилен телефон 2**



**Мобилен телефон 3**



## ТЕСТ 3

**Мобилен телефон 1**



**Мобилен телефон 2**



**Мобилен телефон 3**



Со користење на биосензор за следење на очите на испитаниците, сакам да ја откријам дистрибуцијата на визуелното внимание за секој испитаник посебно, и за сите испитаници збирно. Да определам кои мобилни телефони привлекуваат најголемо внимание – највисоко ниво на интерес.

Исто така, преку мерење на дилатацијата (проширување) на двете зеници на очите и фрреквенцијата на трепкање, да се определи нивото на емоционална возбуда и когнитивен обем на работа, кои се релевантни индикатори на ниво на концентрација, фокус, поспаност.

За да се реализира Биометриско истражување, креирав екрански Стимули за секој Тест посебно, кои се опсервираат со помош на биосензор за следење на очи (Eye tracking), за да се процени визуелното внимание на секој испитаник. Со користење на софистициран софтвер за биометриски мерења, реализирав софтверски анализи кои прикажуваат поединечни и збирни согледувања, за повеќе биометриски параметри.

## 1. Анализа на добиени резултати од биометриска опсервација на очи на испитаници

**а) Топлински мапи** (Heat maps – attention maps): **поединечни** анализи (за секој испитаник посебно)

Во конкретното истражување во оваа магистерска работа ги процесирав следните топлински мапи и добив различни стилови на прикажување:




**Слика 1**: Топлинска мапа (Heat map), стимул 1 на Испитаник 2

Оваа топлинска мапа, (слика 1) за стимул 1 и испитаник 2, покажува дистрибуција на визуелно внимание: најголемо внимание (највисоко ниво на интерес) испитаникот покажува на мобилниот телефон 1, додека незначително (ниско ниво на внимание) внимание, интерес, покажува за другите два понудени мобилни телефони.

На слика 2 е прикажана мапа на внимание (spotlight style), за истиот испитаник и за истиот стимул. Оваа визуелна мапа на внимание индикаторот на ниво на визуелно внимание, го покажува преку интензитетот на осветленоста. Поголем интензитет на осветленост означува повисоко ниво на интерес (пропорционалност).

На слика 3 е прикажана мапа на внимание (attention map) каде како индикатор (пропорционален) на ниво на интерес е земена големината (површината) на сенката.




**Слика 2**: Топлинска мапа (spotlight style), стимул 1 на Испитаник 2




**Слика 3**: Топлинска мапа (shadow style), стимул 1 на Испитаник 2

На слика 4 е прикажана топлинска мапа за стимул 1 и испитаник 8. Визуелниот приказ покажува дека овој испитаник најголем интерес покажал за мобилниот телефон 1, а помал интерес покажал за останатите два мобилни телефони.




**Слика 4**: Топлинска мапа (Heat map), стимул 1 на Испитаник 8




**Слика 5**: Топлинска мапа (spotlight style), стимул 1 на Испитаник 8

На слика 5 и слика 6 се прикажани мапи на внимание на други два стила на прикажување: осветленост и сенка.



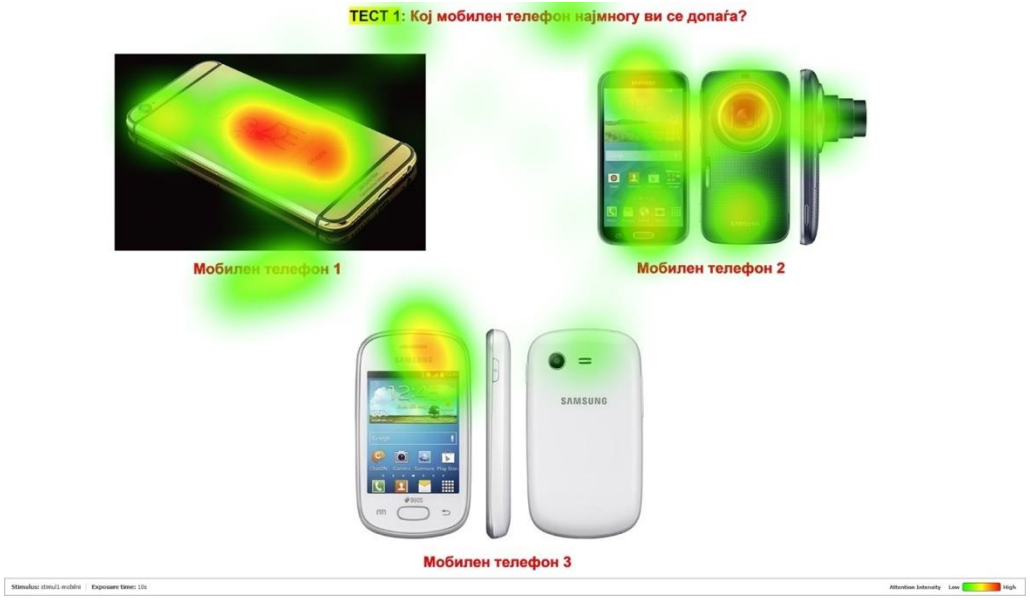

**Слика 6**: Топлинска мапа (shadow style), стимул 1 на Испитаник 8

На слика 7 и слика 8 се прикажани два вида на мапи на внимание (топлинска мапа и мапа на сенки) за испитаник 14, за стимул 1.

На сликите 9, 10, 11, 12 и 13 се прикажани:

- Различни видови на мапи на внимание за различни испитаници, за стимул 2.

Мапите на внимание покажуваат дека испитаниците најголем интерес (највисоко ниво на внимание) покажале за мобилниот телефон 1.




**Слика 7**: Топлинска мапа (Heat map), стимул 1 на Испитаник 14




**Слика 8**: Топлинска мапа (shadow style), стимул 1 на Испитаник 14




**Слика 9**: Топлинска мапа (Heat map), стимул 2 на Испитаник 2




**Слика 10**: Топлинска мапа (Heat map), стимул 2 на Испитаник 8




**Слика 11**: Топлинска мапа (spotlight style), стимул 2 на Испитаник 8




**Слика 12**: Топлинска мапа (Heat map), стимул 2 на Испитаник 14




**Слика 13**: Топлинска мапа (spotlight style), стимул 2 на Испитаник 14

На сликите 14, 15, 16, 17 и 18, 10, 11, 12 и 13 се прикажани:

- Различни видови на мапи на внимание за различни испитаници, за стимул 3.

Мапите на внимание визуелизираат каде испитаниците покажале најголем интерес (највисоко ниво на внимание). Може да се забележи дека различни испитаници, најголем интерес покажале за различен мобилен телефон.




**Слика 14**: Топлинска мапа (heat style), стимул 3 на Испитаник 2




**Слика 15**: Топлинска мапа (Heat map), стимул 3 на Испитаник 3




**Слика 16**: Топлинска мапа (heat style), стимул 3 на Испитаник 4




**Слика 17**: Топлинска мапа (heat style), стимул 3 на Испитаник 14




**Слика 18**: Топлинска мапа (shadow style), стимул 3 на Испитаник 14

b) **Топлински мапи** (Heat maps – attention maps): **збирни** анализи (за сите испитаници заедно)

На слика 1 е прикажана процесирана анализа на топлинска мапа, на стимул 1, збирна анализа од сите испитаници заедно. Може да се забели дека најголем интерес за испитаниците покажува **мобилен телефон 1 (39.0%)**, според креираните бои (црвена боја – најголем интерес). Но, исто така, високо ниво на интерес покажуваат и **мобилен телефон 2 (24.9%)** и **мобилен телефон 3 (12.0%)**.




**Слика 1**. Топлинска мапа (heat map) збирна, стимул 1

На слика 2 е прикажана топлинска мапа (spotlight style) за стимул 1, каде количеството (јачина) на осветленост е пропорционално на покажаното ниво на интерес. Може да се забележи дека најголем интерес кај испитаниците (визуелно внимание) покажува **мобилен телефон 1**. Осветленоста е индикатор на ниво на посакуваност и она што најмногу се посакува, се допаѓа.

На слика 3 е прикажана топлинска мапа (shadow style) за стимул 1. Овде, површината на сенката е пропорционална на нивото на интерес.




**Слика 2**. Топлинска мапа (spotlight style) збирна, стимул 1

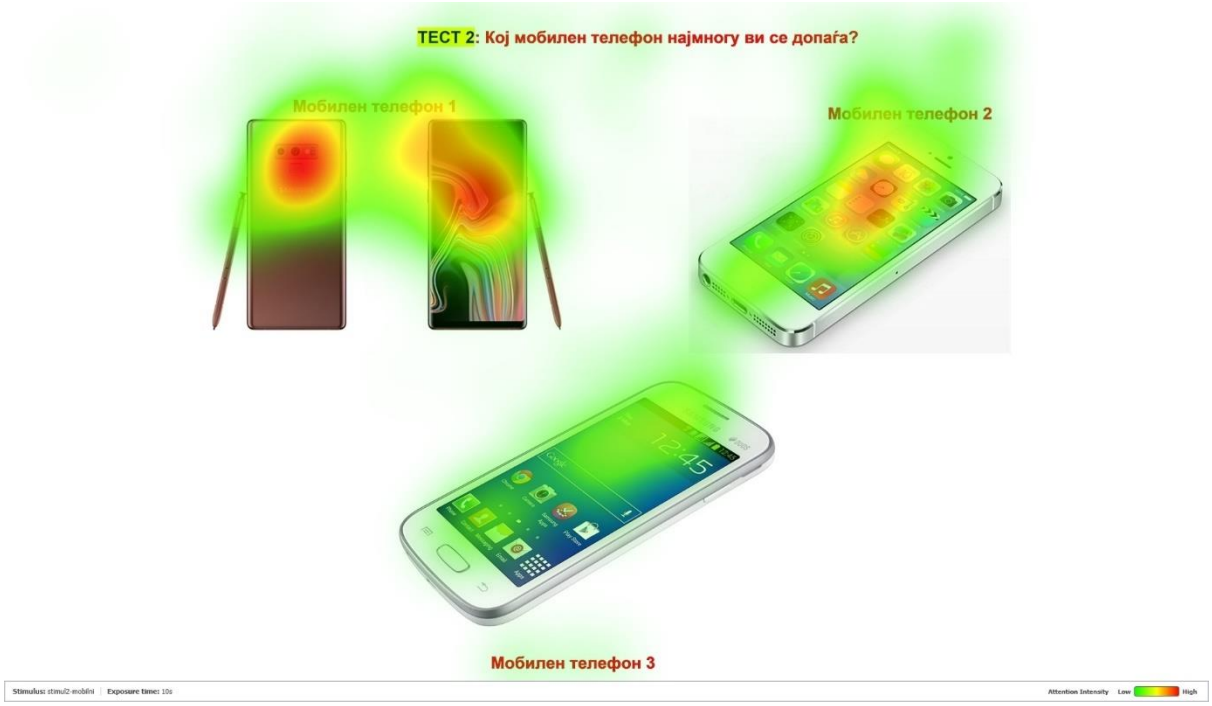



**Слика 3**. Топлинска мапа (shadow style) збирна, стимул 1

На слика 4 е прикажана процесирана анализа на топлинска мапа, на стимул 2, збирна анализа од сите испитаници заедно. Може да се забележи дека најголем интерес за испитаниците покажува **мобилен телефон 1 (43.80%)**, според креираните бои (црвена боја – најголем интерес). Но, исто така, високо ниво на интерес покажуваат и **мобилен телефон 2 (24.2%)** и **мобилен телефон 3 (11.6%)**.

На слика 5 е прикажана топлинска мапа (spotlight style) за стимул 2, каде количеството (јачина) на осветленост е пропорционално на покажаното ниво на интерес. Може да се забележи дека најголем интерес кај испитаниците (визуелно внимание) покажува **мобилен телефон 1** и **мобилен телефон 2**. Осветленоста е индикатор на ниво на посакуваност и она што најмногу се посакува, се допаѓа.

На слика 6 е прикажана топлинска мапа (shadow style) за стимул 1. Овде, површината на сенката е пропорционална на нивото на интерес.




**Слика 4**. Топлинска мапа (heat map) збирна, стимул 2




**Слика 5**. Топлинска мапа (spotlight style) збирна, стимул 2




**Слика 6**. Топлинска мапа (shadow style) збирна, стимул 2

На слика 7 е прикажана процесирана анализа на топлинска мапа, на стимул 3, збирна анализа од сите испитаници заедно. Може да се забели дека најголем интерес за испитаниците покажува **мобилен телефон 3 (32.4%)**, според креираните бои (црвена боја – најголем интерес). Но, исто така, ниво на интерес покажуваат и **мобилен телефон 1 (24.1%)** и **мобилен телефон 2 (20.2%)**.

На слика 8 е прикажана топлинска мапа (spotlight style) за стимул 3, каде количеството (јачина) на осветленост е пропорционално на покажаното ниво на интерес. Може да се забележи дека најголем интерес кај испитаниците (визуелно внимание) покажува **мобилен телефон 3**. Осветленоста е индикатор на ниво на посакуваност и она што најмногу се посакува, се допаѓа.

На слика 9 е прикажана топлинска мапа (shadow style) за стимул 3. Овде, површината на сенката е пропорционална на нивото на интерес.




**Слика 7**. Топлинска мапа (heat map) збирна, стимул 3




**Слика 8**. Топлинска мапа (spotlight style) збирна, стимул 3




**Слика 9**. Топлинска мапа (shadow style) збирна, стимул 3

### c) **Области на интерес (Areas of interest): поединечни** анализи

Областите на интерес претставуваат бафер зона за која се презентираат голем број на метрики поврзани со визуелното внимание на секој испитаник или на група испитаници.

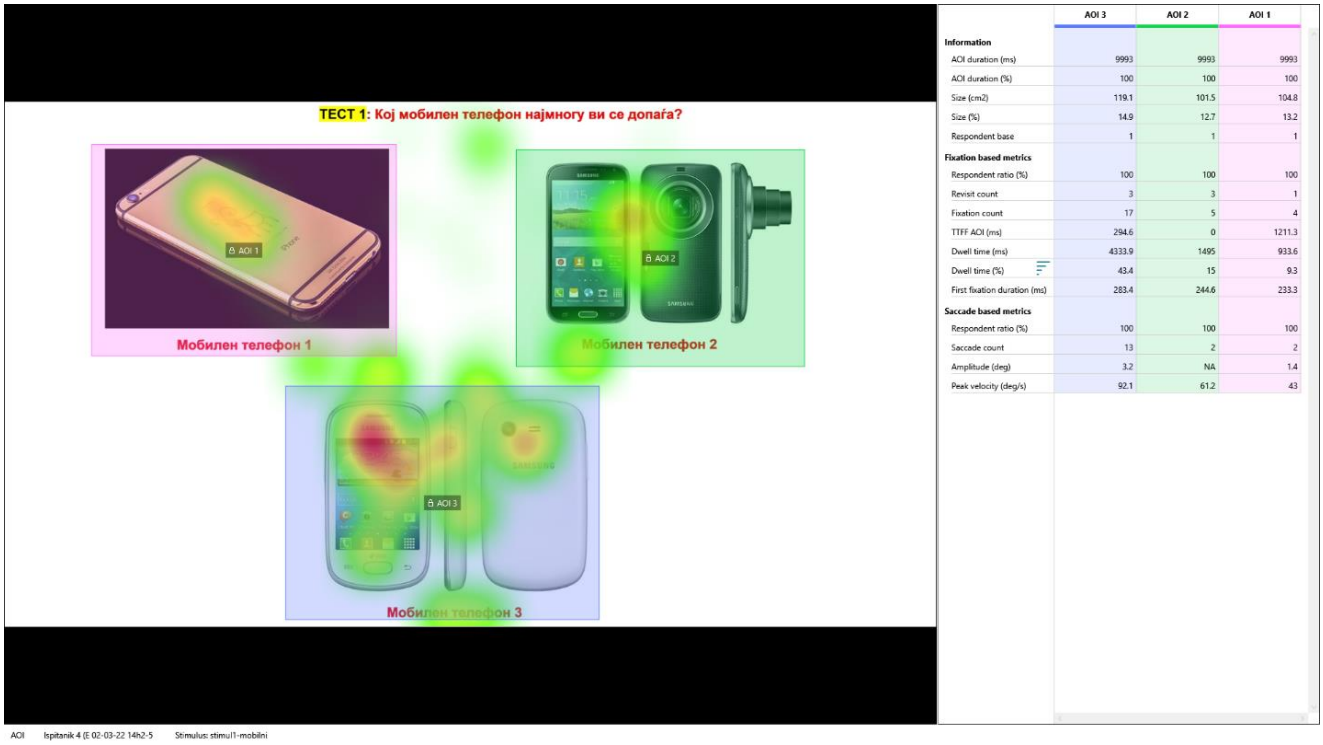
На слика 1 е прикажана област на интерес за стимул 1 за испитаник 4. Во прикажаните метрики се презентирани мноштво важни податоци. На пример:

- Метрика: Dwell time (%) покажува колку % од вкупното време (10 секунди) испитаникот гледал на соодветен мобилен телефон, прикажано на стимулот. Оваа доживеано време е пропорционално на нивото на интерес.
- Добиените резултати:
  - Dwell time (%) мобилен телефон 1 = 9.3%
  - Dwell time (%) мобилен телефон 2 = 15.0%
  - Dwell time (%) мобилен телефон 3 = 43.4%

Оваа метрика недвосмислено покажува дека испитаникот покажал најголем интерес за мобилен телефон **3** (**43.4%**). Исто така ако се погледне и резултатот од Анкетниот прашалник, ќе се забележи дека испитаникот го заокружил мобилен телефон **3**, што значи дека тој најмногу му се допаѓа од понудените три мобилни телефон.

Но, исто така, одредено високо ниво на интерес покажува испитаникот и за останатите мобилен телефон. Така: мобилен телефон **1** = 9.3% и мобилен телефон **2** = 15.0%.

Анкетниот прашалник покажува дека испитаникот го избрал мобилен телефон **3**. Но, Анкетниот прашалник не овозможува да се покаже колкав интерес покажува испитаникот и кон останатите мобилни телефони кои не ги заокружил. Ова точно го покажуваат биометриските анализи, процесирани со помош на биосензор за следење на очи и моќен софтвер за анализа на огромен број на влезни податоци (кои го покажуваат потсвесното внимание на испитаникот).




**Слика 1**. Област на интерес, стимул 1, испитаник 4

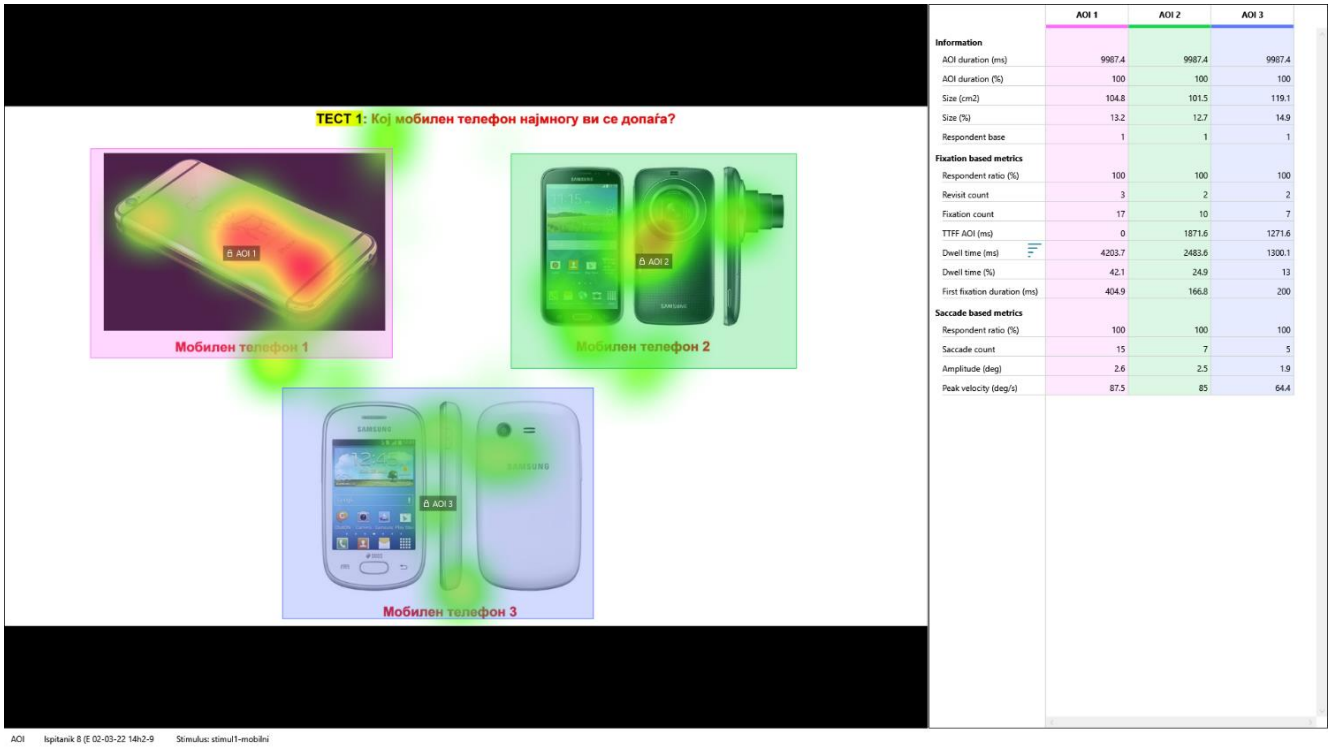
На слика 2 (стимул 1, испитаник 8) се добиени следните метрики за Dwell time (%):

- Dwell time (%) мобилен телефон 1 = 42.1%
- Dwell time (%) мобилен телефон 2 = 24.9%
- Dwell time (%) мобилен телефон 3 = 13.0%

Анкетниот прашалник покажува дека испитаникот го избрал мобилниот телефон **1**.
На слика 3 (стимул 1, испитаник 14) се добиени следните метрики за Dwell time (%):

- Dwell time (%) мобилен телефон 1 = 34.2%
- Dwell time (%) мобилен телефон 2 = 33.2%
- Dwell time (%) мобилен телефон 3 = 10.7%

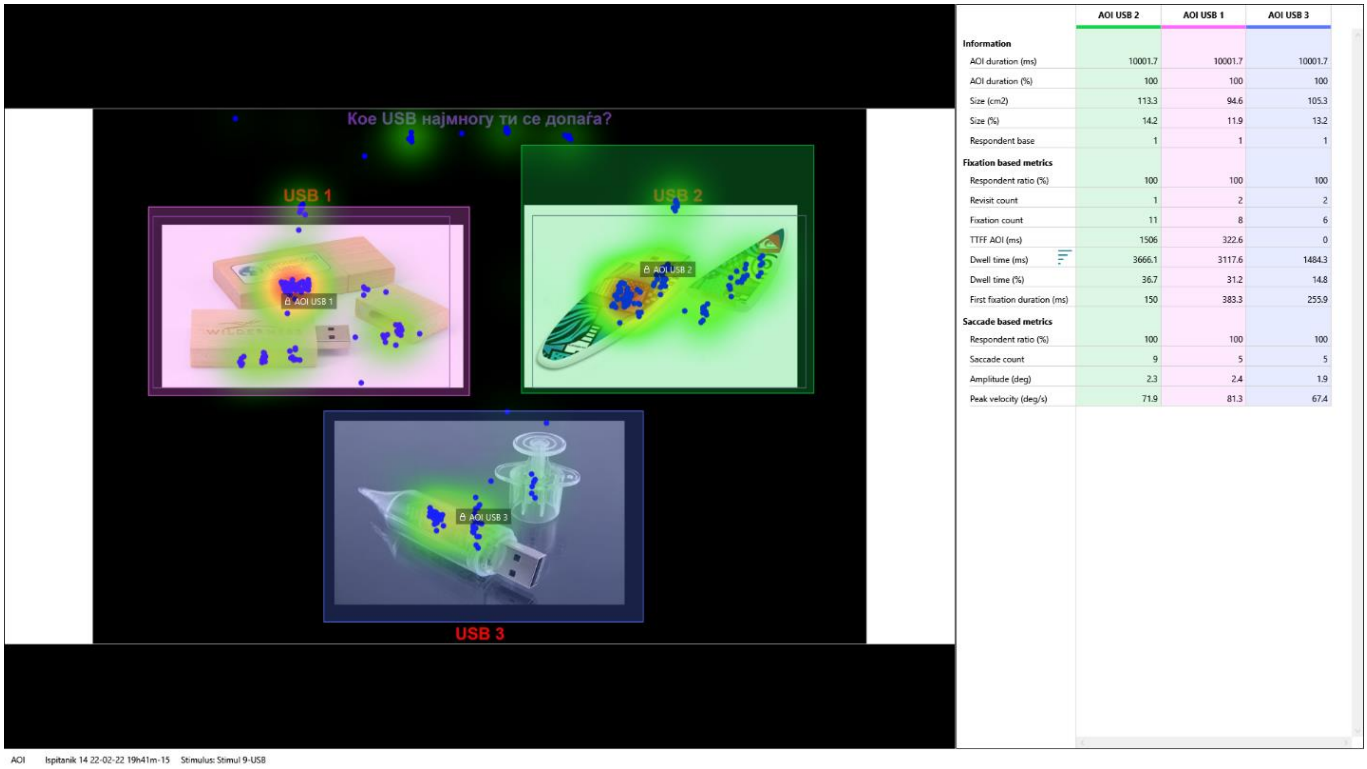
Анкетниот прашалник покажува дека испитаникот го избрал мобилниот телефон **1**. Биосензорските мерења покажуваат дека: испитаникот покажал висок интерес и за мобилниот телефон **2** (33.2%).




| | AOI 1 | AOI 2 | AOI 3 |
|---|---|---|---|
| **Information** | | | |
| AOI duration (ms) | 9987.4 | 9987.4 | 9987.4 |
| AOI duration (%) | 100 | 100 | 100 |
| Size (cm2) | 104.8 | 101.5 | 119.1 |
| Size (%) | 13.2 | 12.7 | 14.9 |
| Respondent base | 1 | 1 | 1 |
| **Fixation based metrics** | | | |
| Respondent ratio (%) | 100 | 100 | 100 |
| Revisit count | 3 | 2 | 2 |
| Fixation count | 17 | 10 | 7 |
| TTFF AOI (ms) | 0 | 1871.6 | 1271.6 |
| Dwell time (ms) | 4203.7 | 2483.6 | 1300.1 |
| Dwell time (%) | 42.1 | 24.9 | 13 |
| First fixation duration (ms) | 404.9 | 166.8 | 200 |
| **Saccade based metrics** | | | |
| Respondent ratio (%) | 100 | 100 | 100 |
| Saccade count | 15 | 7 | 5 |
| Amplitude (deg) | 2.6 | 2.5 | 1.9 |
| Peak velocity (deg/s) | 87.5 | 85 | 64.4 |

AOI Ispitanik 8 (E 02-03-22 14h2-9 Stimulus: stimul1-mobilni

**Слика 2**. Област на интерес, стимул 1, испитаник 8




| | AOI USB 2 | AOI USB 1 | AOI USB 3 |
|---|---|---|---|
| **Information** | | | |
| AOI duration (ms) | 10001.7 | 10001.7 | 10001.7 |
| AOI duration (%) | 100 | 100 | 100 |
| Size (cm2) | 113.3 | 94.6 | 105.3 |
| Size (%) | 14.2 | 11.9 | 13.2 |
| Respondent base | 1 | 1 | 1 |
| **Fixation based metrics** | | | |
| Respondent ratio (%) | 100 | 100 | 100 |
| Revisit count | 1 | 2 | 2 |
| Fixation count | 11 | 8 | 6 |
| TTFF AOI (ms) | 1506 | 322.6 | 0 |
| Dwell time (ms) | 3666.1 | 3117.6 | 1484.3 |
| Dwell time (%) | 36.7 | 31.2 | 14.8 |
| First fixation duration (ms) | 150 | 383.3 | 255.9 |
| **Saccade based metrics** | | | |
| Respondent ratio (%) | 100 | 100 | 100 |
| Saccade count | 9 | 5 | 5 |
| Amplitude (deg) | 2.3 | 2.4 | 1.9 |
| Peak velocity (deg/s) | 71.9 | 81.3 | 67.4 |

AOI Ispitanik 14 22-02-22 19h41m-15 Stimulus: Stimul 9-USB

**Слика 3**. Област на интерес, стимул 1, испитаник 14

На слика 4 (стимул 2, испитаник 4) се добиени следните метрики за Dwell time (%):

- Dwell time (%) мобилен телефон 1 = 42.1%
- Dwell time (%) мобилен телефон 2 = 18.7%
- Dwell time (%) мобилен телефон 3 = 30.5%

Анкетниот прашалник покажува дека испитаникот го избрал мобилниот телефон **2**.

Оваа метрика недвосмислено покажува дека испитаникот покажал најголем интерес за мобилен телефон **1** (42.1%). Но, на Анкетниот прашалник, овој испитаник го заокружил мобилен телефон **2**. Биометриските мерења (потсвесниот ум на испитаникот) покажуваат дека испитаникот покажува најголем интерес за мобилен телефон **1**. Оваа дискрепанца ја покажува разликата помеѓу **потсвесниот** ум (побрзо носи одлука) и **рационалниот** ум (побавно носи одлука).

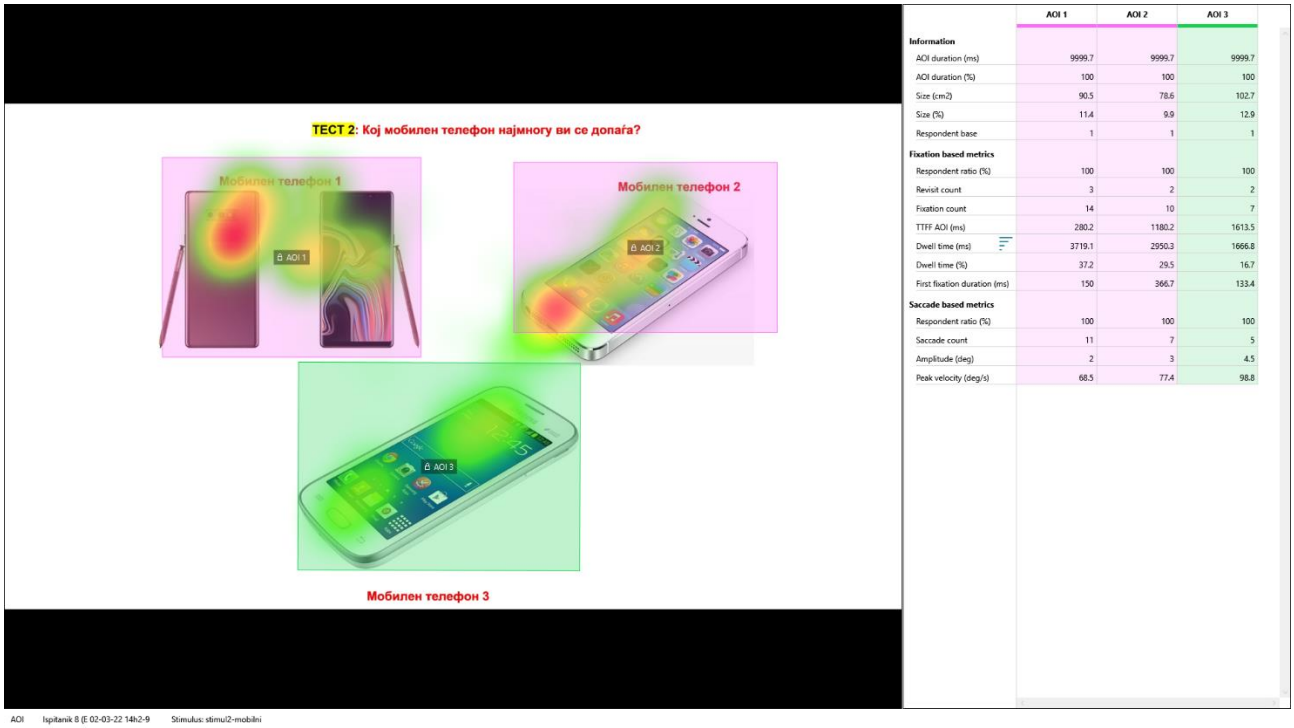
**Ова покажува дека**: Ако испитаникот треба **брзо** да донесе одлука кој мобилен телефон најмногу му се допаѓа, тој ќе го избере мобилен телефон **1**. Но ако **не треба брзо** да донесе одлука (да размисли добро, да преспие), да го користи рационалниот ум, тогаш тој ќе го избере мобилен телефон **2**.

Со ова се потврдува генијалното откритие на Нобеловецот Daniel Kahneman, дека кај човекот има два системи (два ума) на одлучување (носење одлуки). Едниот е брз (потсвесен), а другиот е побавен (рационален). Човекот, во секојдневното свое живеење и битисување, околу 90% од сите свои одлуки ги носи БРЗО, со помош на својот потсвесен ум.




| | AOI USB 3 | AOI USB 1 | AOI USB 2 |
|---|---|---|---|
| **Information** | | | |
| AOI duration (ms) | 10003.7 | 10003.7 | 10003.7 |
| AOI duration (%) | 100 | 100 | 100 |
| Size (cm2) | 85.3 | 101.4 | 106.6 |
| Size (%) | 10.7 | 12.7 | 13.4 |
| Respondent base | 1 | 1 | 1 |
| **Fixation based metrics** | | | |
| Respondent ratio (%) | 100 | 100 | 100 |
| Revisit count | 6 | 4 | 2 |
| Fixation count | 12 | 8 | 6 |
| TTFF AOI (ms) | 254.9 | 54.9 | 1704.9 |
| Dwell time (ms) | 3183.4 | 3031.9 | 2383.5 |
| Dwell time (%) | 31.8 | 30.3 | 23.8 |
| First fixation duration (ms) | 300 | 150 | 200 |
| **Saccade based metrics** | | | |
| Respondent ratio (%) | 100 | 100 | 100 |
| Saccade count | 5 | 3 | 3 |
| Amplitude (deg) | 2.5 | 1.2 | 3.9 |
| Peak velocity (deg/s) | 83.9 | 51.5 | 120 |

**Слика 4**. Област на интерес, стимул 2, испитаник 4




| | AOI 1 | AOI 2 | AOI 3 |
|---|---|---|---|
| **Information** | | | |
| AOI duration (ms) | 9999.7 | 9999.7 | 9999.7 |
| AOI duration (%) | 100 | 100 | 100 |
| Size (cm2) | 90.5 | 78.6 | 102.7 |
| Size (%) | 11.4 | 9.9 | 12.9 |
| Respondent base | 1 | 1 | 1 |
| **Fixation based metrics** | | | |
| Respondent ratio (%) | 100 | 100 | 100 |
| Revisit count | 3 | 2 | 2 |
| Fixation count | 14 | 10 | 7 |
| TTFF AOI (ms) | 280.2 | 1180.2 | 1613.5 |
| Dwell time (ms) | 3719.1 | 2950.3 | 1666.8 |
| Dwell time (%) | 37.2 | 29.5 | 16.7 |
| First fixation duration (ms) | 150 | 366.7 | 133.4 |
| **Saccade based metrics** | | | |
| Respondent ratio (%) | 100 | 100 | 100 |
| Saccade count | 11 | 7 | 5 |
| Amplitude (deg) | 2 | 3 | 4.5 |
| Peak velocity (deg/s) | 68.5 | 77.4 | 98.8 |

**Слика 5**. Област на интерес, стимул 2, испитаник 8

На слика 5 (стимул 2, испитаник 8) се добиени следните метрики за Dwell time (%):

- Dwell time (%) мобилен телефон 1 = 37.2%
- Dwell time (%) мобилен телефон 2 = 29.5%
- Dwell time (%) мобилен телефон 3 = 16.7%

Анкетниот прашалник покажува дека испитаникот го избрал мобилниот телефон **1**. Биосензорските мерења покажуваат дека: испитаникот покажал висок интерес и за мобилниот телефон **2** (29.5%).




**Слика 6**. Област на интерес, стимул 2, испитаник 14

На слика 6 (стимул 2, испитаник 14) се добиени следните метрики за Dwell time (%):

- Dwell time (%) мобилен телефон 1 = 56.6%
- Dwell time (%) мобилен телефон 2 = 9.5%
- Dwell time (%) мобилен телефон 3 = 15.4%

Анкетниот прашалник покажува дека испитаникот го избрал мобилниот телефон **1**. Биосензорските мерења покажуваат дека: испитаникот покажал низок интерес за другите мобилни телефони.

На слика 7 (стимул 3, испитаник 4) се добиени следните метрики за Dwell time (%):

- Dwell time (%) мобилен телефон 1 = 9.2%
- Dwell time (%) мобилен телефон 2 = 36.5%
- Dwell time (%) мобилен телефон 3 = 17.0%

Анкетниот прашалник покажува дека испитаникот го избрал мобилниот телефон **3**.

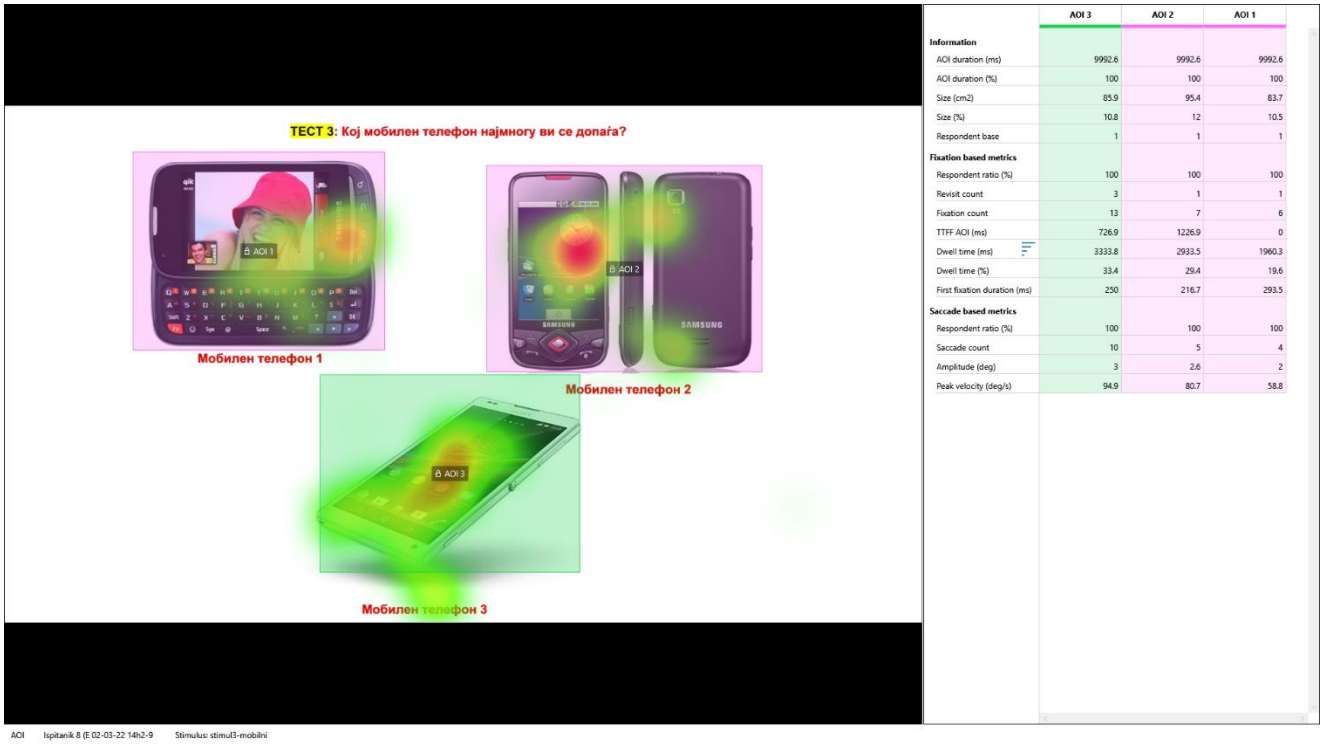



**Слика 7**. Област на интерес, стимул 3, испитаник 4

На слика 8 (стимул 3, испитаник 8) се добиени следните метрики за Dwell time (%):

- Dwell time (%) мобилен телефон 1 = 19.6%
- Dwell time (%) мобилен телефон 2 = 29.4%
- Dwell time (%) мобилен телефон 3 = 33.4%

Анкетниот прашалник покажува дека испитаникот го избрал мобилниот телефон **3**.



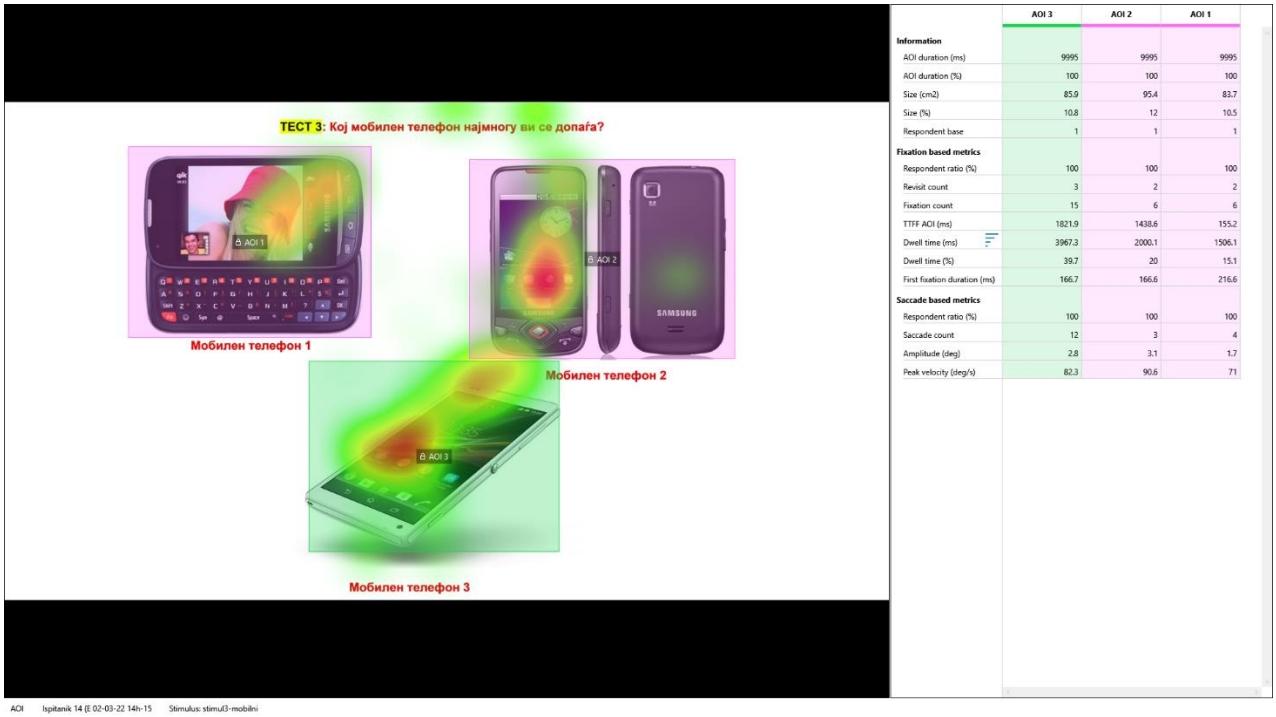

| | AOI 3 | AOI 2 | AOI 1 |
|---|---|---|---|
| **Information** | | | |
| AOI duration (ms) | 9992.6 | 9992.6 | 9992.6 |
| AOI duration (%) | 100 | 100 | 100 |
| Size (cm2) | 85.9 | 95.4 | 83.7 |
| Size (%) | 10.8 | 12 | 10.5 |
| Respondent base | 1 | 1 | 1 |
| **Fixation based metrics** | | | |
| Respondent ratio (%) | 100 | 100 | 100 |
| Revisit count | 3 | 1 | 1 |
| Fixation count | 13 | 7 | 6 |
| TTFF AOI (ms) | 726.9 | 1226.9 | 0 |
| Dwell time (ms) | 3333.8 | 2933.5 | 1960.3 |
| Dwell time (%) | 33.4 | 29.4 | 19.6 |
| First fixation duration (ms) | 250 | 216.7 | 293.5 |
| **Saccade based metrics** | | | |
| Respondent ratio (%) | 100 | 100 | 100 |
| Saccade count | 10 | 5 | 4 |
| Amplitude (deg) | 3 | 2.6 | 2 |
| Peak velocity (deg/s) | 94.9 | 80.7 | 58.8 |

**Слика 8**. Област на интерес, стимул 3, испитаник 8

На слика 9 (стимул 3, испитаник 14) се добиени следните метрики за Dwell time (%):

- Dwell time (%) мобилен телефон 1 = 15.1%
- Dwell time (%) мобилен телефон 2 = 20.0%
- Dwell time (%) мобилен телефон 3 = 39.7%

Анкетниот прашалник покажува дека испитаникот го избрал мобилниот телефон **3**.




**Слика 9**. Област на интерес, стимул 3, испитаник 14

Од овие метрики можат да се констатираат следните заклучоци:

1. **Dwell time** [ms]: **Време на доживување** (потрошено време). Поголема вредност укажува на **повисоко ниво на интерес**.
2. **TTFF AOI** [ms]: **Време на прва фиксација** – време што на испитаниците им е потребно за да погледнат специфична област на интерес, од почеток на следење на стимулот.
3. **Dwell time** [%]: **Време на доживување** (колку проценти од времето погледот на испитаниците им бил насочен на одредена **AOI**).

**d) Области на интерес (Areas of interest): збирни** анализи

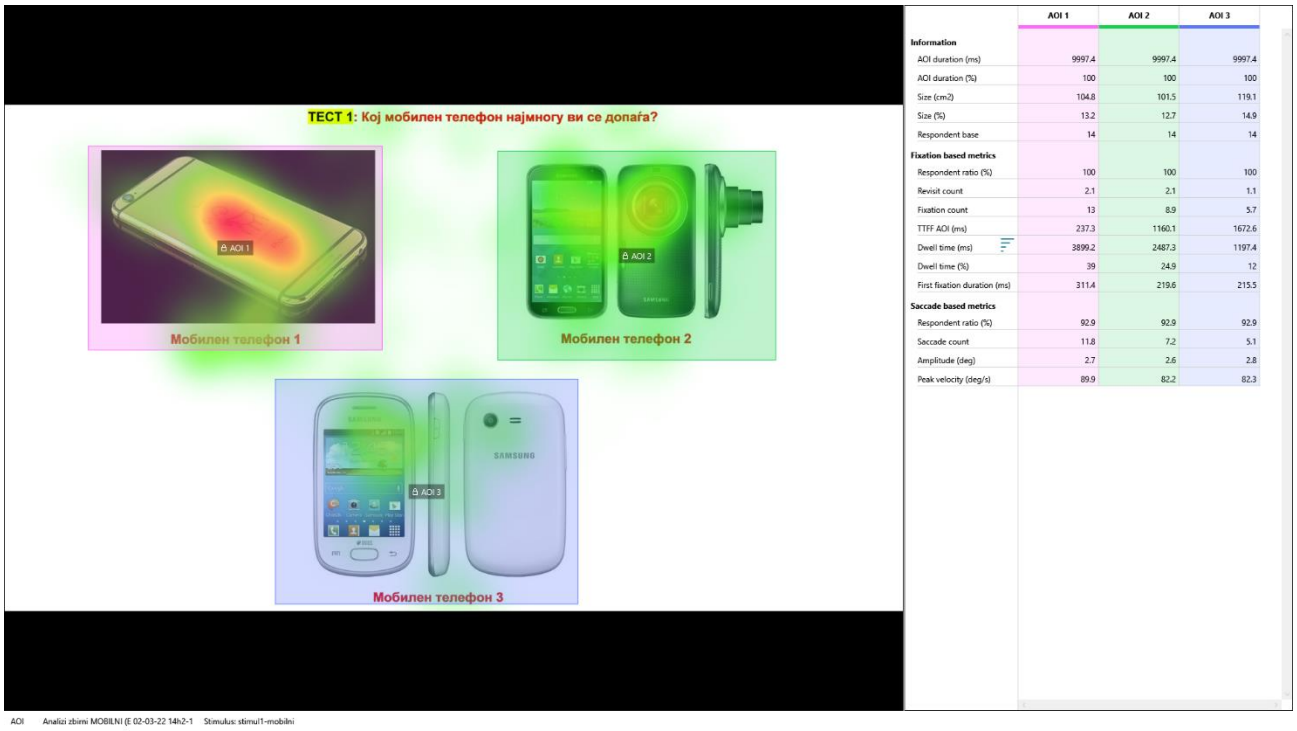
Збирните анализи ги покажуваат **најзначајни** резултати за одредено истражување. Тие покажуваат колкав е **%** од сите испитаници кои гледале одредена област на интерес (одреден мобилен телефон).

На слика 1, во метриката **Dwell time** [%] е покажано колкав е % од сите испитаници кои своето визуелно внимание го задржале на одредена област од интерес, за стимулот 1.

- Добиени се следните резултати:
  - Dwell time (%) мобилен телефон 1 = 39.0%
  - Dwell time (%) мобилен телефон 2 = 24.9%

- Dwell time (%) мобилен телефон 3 = 12.0%

Оваа метрика покажува дека испитаниците покажале најголем интерес за мобилен телефон **1** (**39.0**%).




**Слика 1**. Област на интерес, стимул 1

На слика 2, во метриката **Dwell time** [%] е покажано колкав е % од сите испитаници кои своето визуелно внимание го задржале на одредена област од интерес, за стимулот 1.

- Добиени се следните резултати:
  - Dwell time (%) мобилен телефон 1 = 43.8%
  - Dwell time (%) мобилен телефон 2 = 24.2%
  - Dwell time (%) мобилен телефон 3 = 11.6%

Оваа метрика покажува дека испитаниците покажале најголем интерес за мобилен телефон **1** (**43.8**%).




**Слика 2**. Област на интерес, стимул 2

На слика 3, во метриката **Dwell time** [%] е покажано колкав е **%** од сите испитаници кои своето визуелно внимание го задржале на одредена област од интерес, за стимулот 2.

- Добиени се следните резултати:
  - Dwell time (%) мобилен телефон 1 = 24.1%
  - Dwell time (%) мобилен телефон 2 = 20.2%
  - Dwell time (%) мобилен телефон 3 = 32.4%

Оваа метрика покажува дека испитаниците покажале најголем интерес за мобилен телефон **3** (**32.4**%).




| | AOI 3 | AOI 1 | AOI 2 |
|---|---|---|---|
| **Information** | | | |
| AOI duration (ms) | 9997 | 9997 | 9997 |
| AOI duration (%) | 100 | 100 | 100 |
| Size (cm2) | 85.9 | 83.7 | 95.4 |
| Size (%) | 10.8 | 10.5 | 12 |
| Respondent base | 14 | 14 | 14 |
| **Fixation based metrics** | | | |
| Respondent ratio (%) | 100 | 100 | 100 |
| Revisit count | 2.2 | 2.1 | 2 |
| Fixation count | 9.6 | 7.4 | 7.5 |
| TTFF AOI (ms) | 1438.5 | 168.7 | 711.3 |
| Dwell time (ms) | 3241.3 | 2408 | 2021.2 |
| Dwell time (%) | 32.4 | 24.1 | 20.2 |
| First fixation duration (ms) | 260.4 | 173 | 238.7 |
| **Saccade based metrics** | | | |
| Respondent ratio (%) | 100 | 92.9 | 100 |
| Saccade count | 8.1 | 5.7 | 4.9 |
| Amplitude (deg) | 2.4 | 2.4 | 2.7 |
| Peak velocity (deg/s) | 80 | 79.3 | 83.6 |

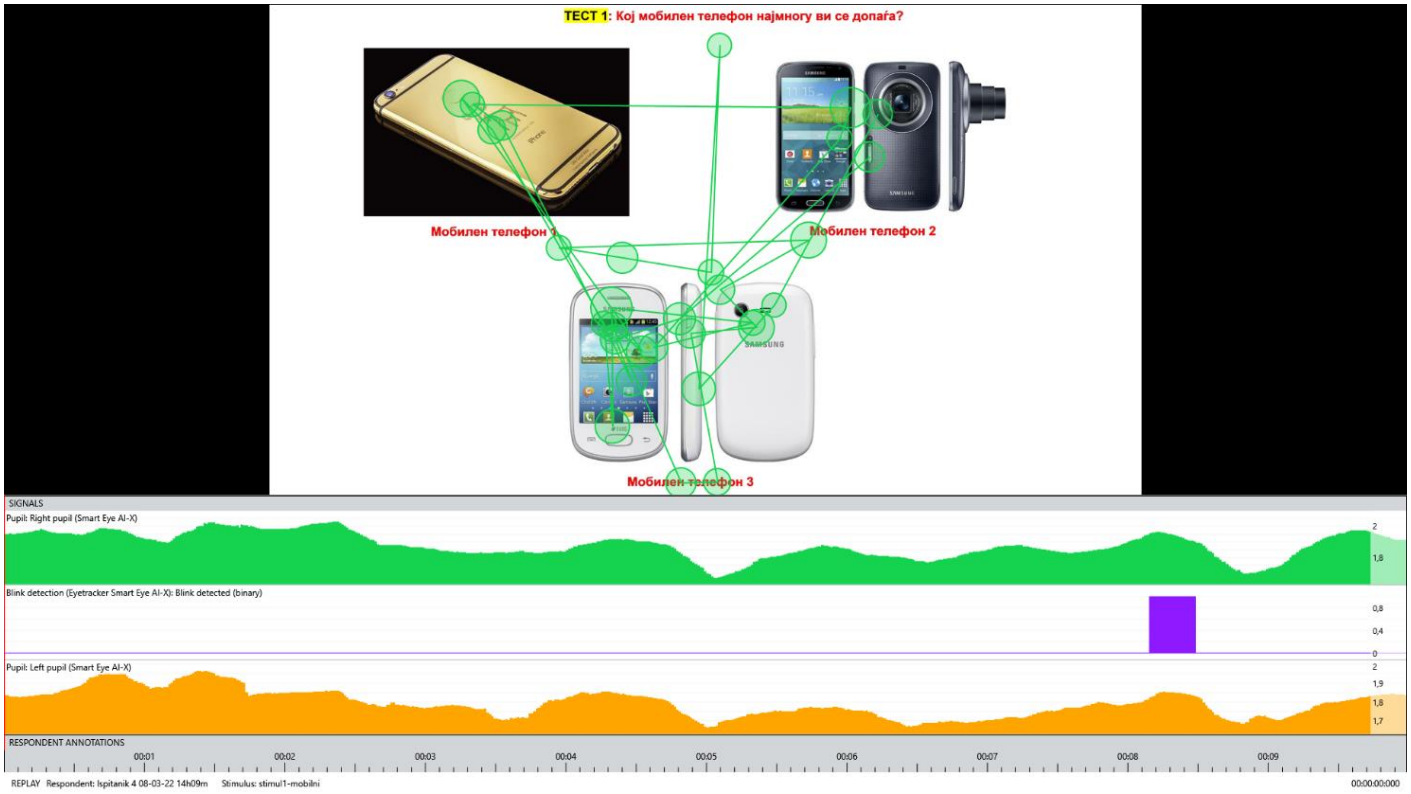
**Слика 3**. Област на интерес, стимул 3

**Број на испитаници (Respondent ratio (%))**:

Покажува колку испитаници погледнале (го воделе погледот) одредена област на интерес (**AOI**).

- **Поголем број (%)** покажува дека **обемно** (широко) **се следи** одредена област од интерес од стимулот.
- **Мал број** покажува дека **мало внимание** се посветува на одредена областа од интерес.

**е) Низа на фиксации (Fixation sequences): поединечни** анализи (збирни анализи не можат да се креираат)

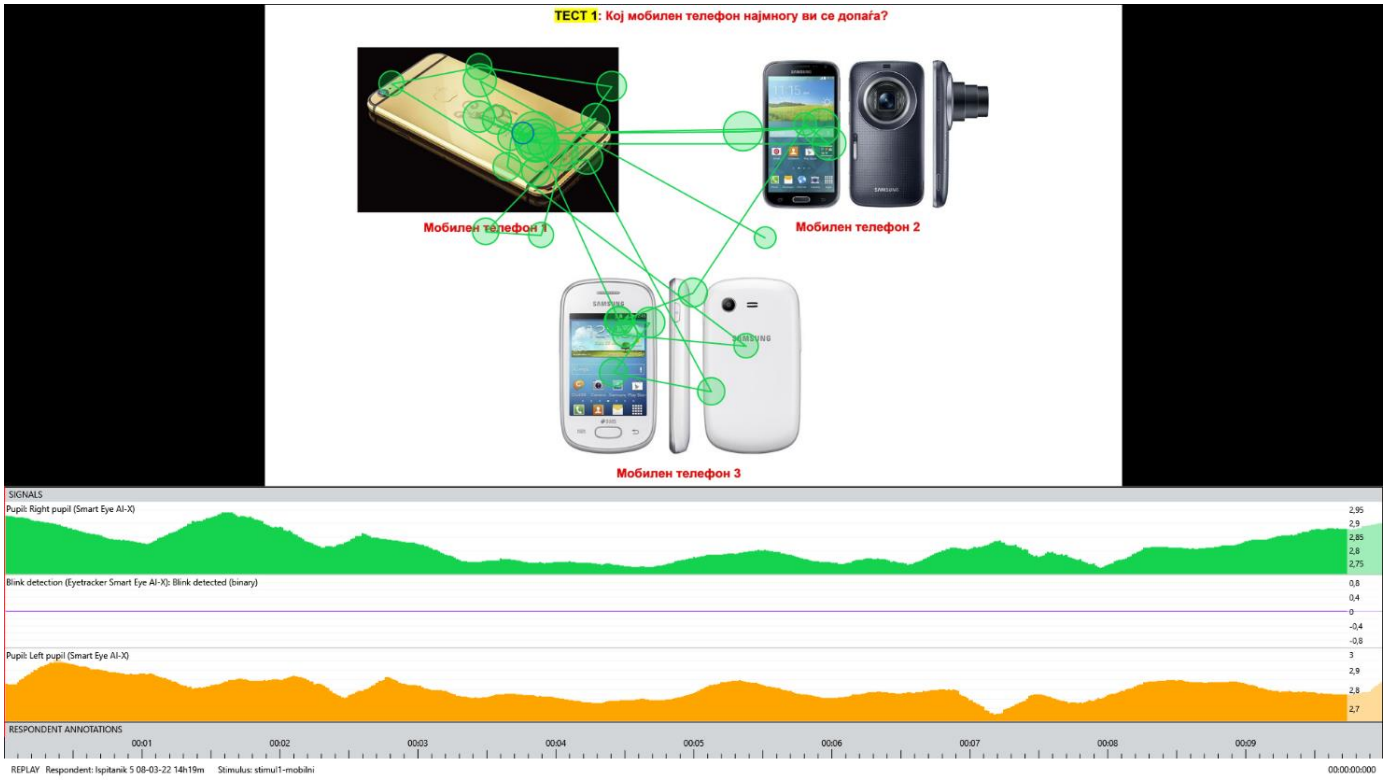



**Слика**. Низа на фиксации, стимул 1, испитаник 4

Дилатацијата на зениците за овој испитаник ги има следните вредности:

- Left pupil (лева зеница): (1.67 – 2.03)
- Right pupil (десна зеница): (1.67 – 1.96)
- Blinks (број на трепкања): 1

Проширувањето на зениците и фреквенцијата на трепкање се на просечно ниво на експонирање. Тоа покажува дека испитаникот има нормално ниво на возбуденост, добра концентрација и фокус.

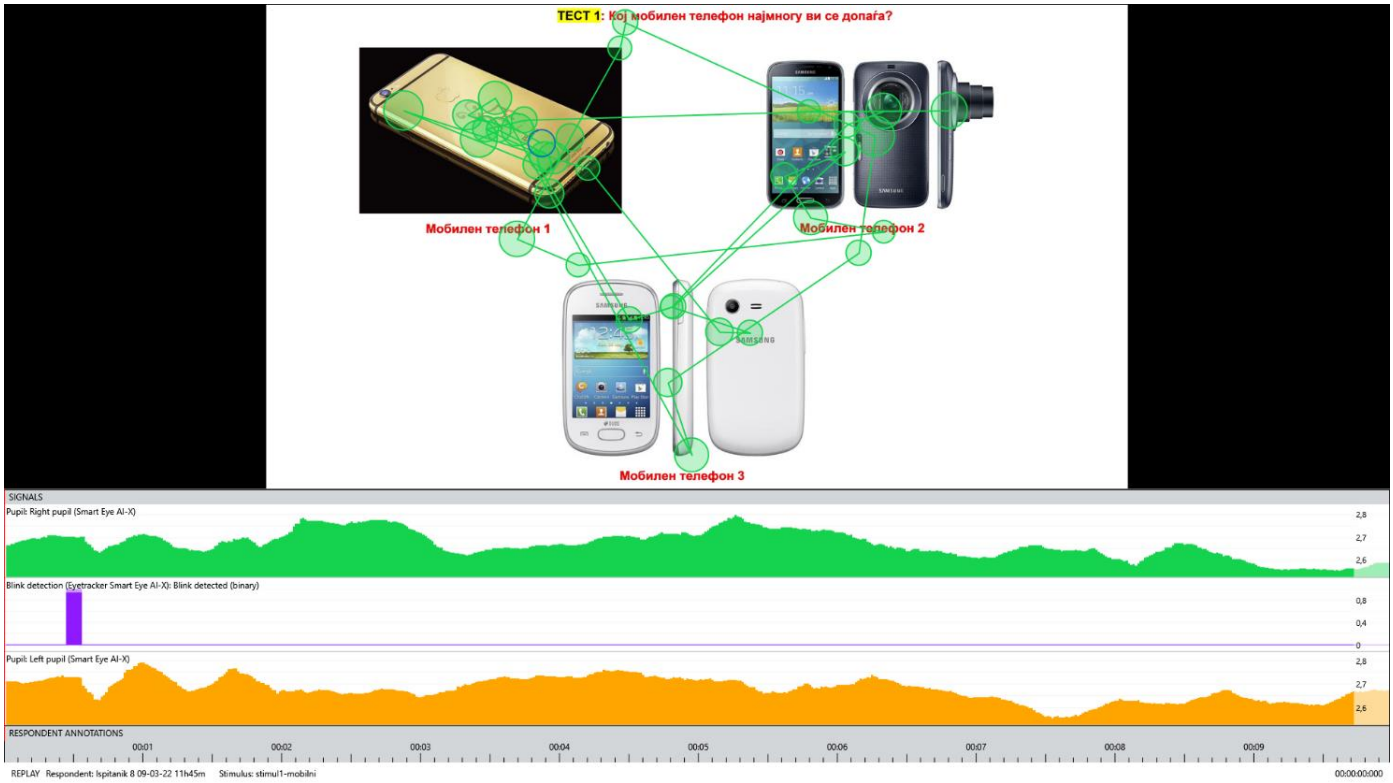



**Слика 1**. Низа на фиксации, стимул 1, испитаник 5

Дилатацијата на зениците за овој испитаник ги има следните вредности:

- Left pupil (лева зеница): (2.67 – 2.94)
- Right pupil (десна зеница): (2.74 – 2.94)
- Blinks (број на трепкања): 0

Проширувањата на зениците се на високо ниво што укажува дека испитаникот има повисоко ниво на возбуденост. Фреквенцијата на трепкање е ниска (нема трепкање) што укажува на високо ниво на концентрација, фокус и будност.

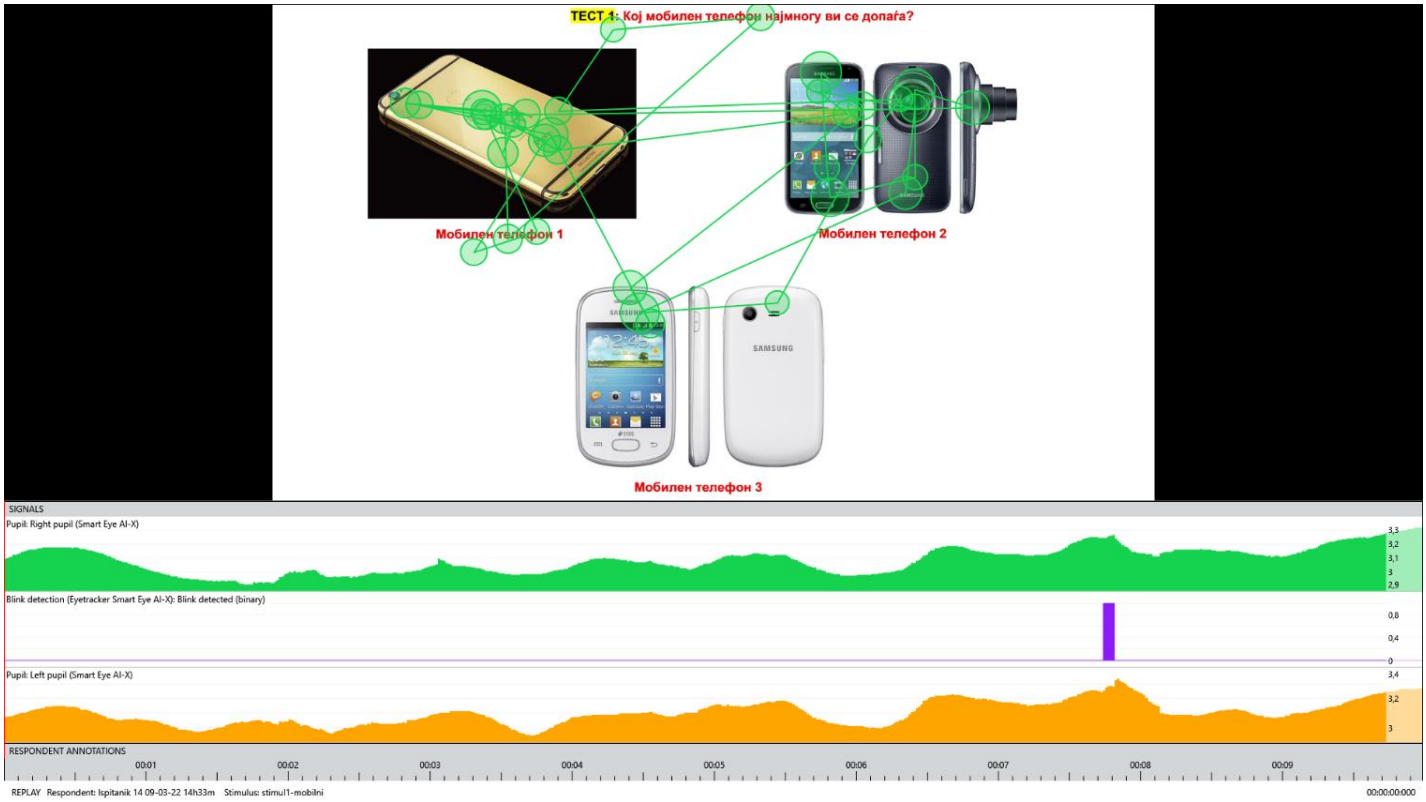



**Слика**. Низа на фиксации, стимул 1, испитаник 8

Дилатацијата на зениците за овој испитаник ги има следните вредности:

- Left pupil (лева зеница): (2.55 – 2.79)
- Right pupil (десна зеница): (2.55 – 2.80)
- Blinks (број на трепкања): 1

Проширувањата на зениците се на повишено ниво што укажува дека испитаникот има зголемена возбуденост. Фреквенцијата на трепкање е ниска (едно трепкање) што укажува на нормално ниво на концентрација, фокус и будност.




**Слика**. Низа на фиксации, стимул 1, испитаник 14

Дилатацијата на зениците за овој испитаник ги има следните вредности:

- Left pupil (лева зеница): (2.96 – 3.32)
- Right pupil (десна зеница): (2.91 – 3.26)
- Blinks (број на трепкања): 1

Проширувањата на зениците се на високо ниво што укажува дека испитаникот има високо ниво на возбуденост. Фреквенцијата на трепкање е ниска (едно трепкање) што укажува на нормално ниво на концентрација, фокус и будност.

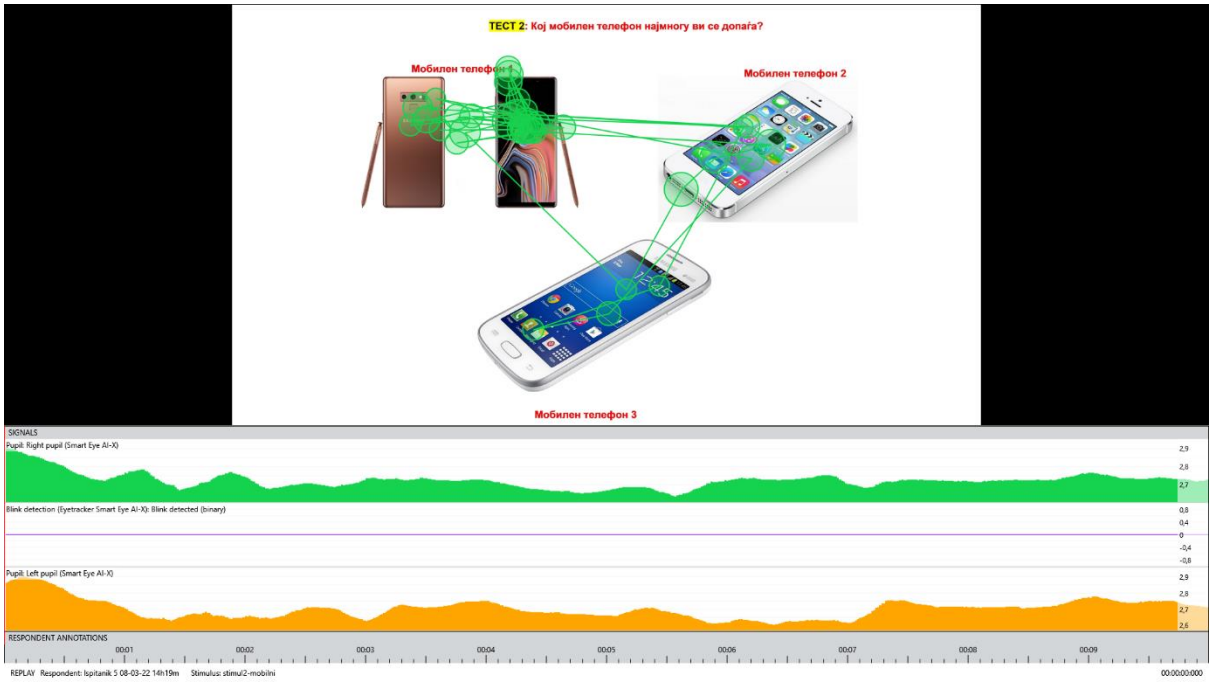



**Слика**. Низа на фиксации, стимул 2, испитаник 4

Дилатацијата на зениците за овој испитаник ги има следните вредности:

- Left pupil (лева зеница): (1.68 – 2.24)
- Right pupil (десна зеница): (1.80 – 2.04)
- Blinks (број на трепкања): 0

Проширувањето на зениците е на просечно (ниско) ниво што укажува дека испитаникот нема зголемено ниво на возбуденост. Фреквенцијата на трепкање е ниска (нема трепкање). Тоа покажува дека испитаникот има нормално ниво на возбуденост, висока концентрација и фокус, и висока будност.

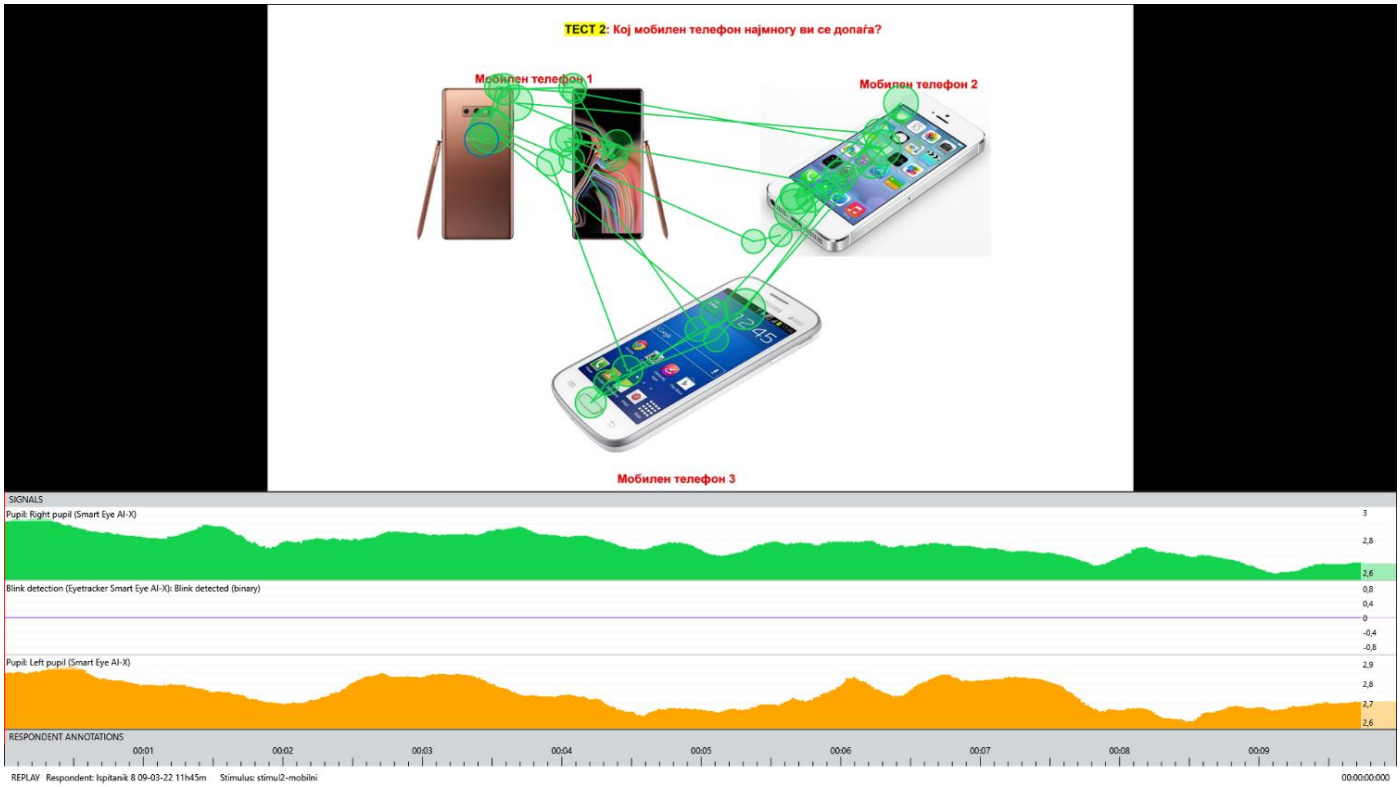



**Слика**. Низа на фиксации, стимул 2, испитаник 5

Дилатацијата на зениците за овој испитаник ги има следните вредности:

- Left pupil (лева зеница): (2.61 – 2.90)
- Right pupil (десна зеница): (2.63 – 2.90)
- Blinks (број на трепкања): 0

Проширувањата на зениците се на повишено ниво што укажува дека испитаникот има зголемена возбуденост. Фреквенцијата на трепкање е ниска (нема трепкање) што укажува на високо ниво на концентрација, фокус и будност.

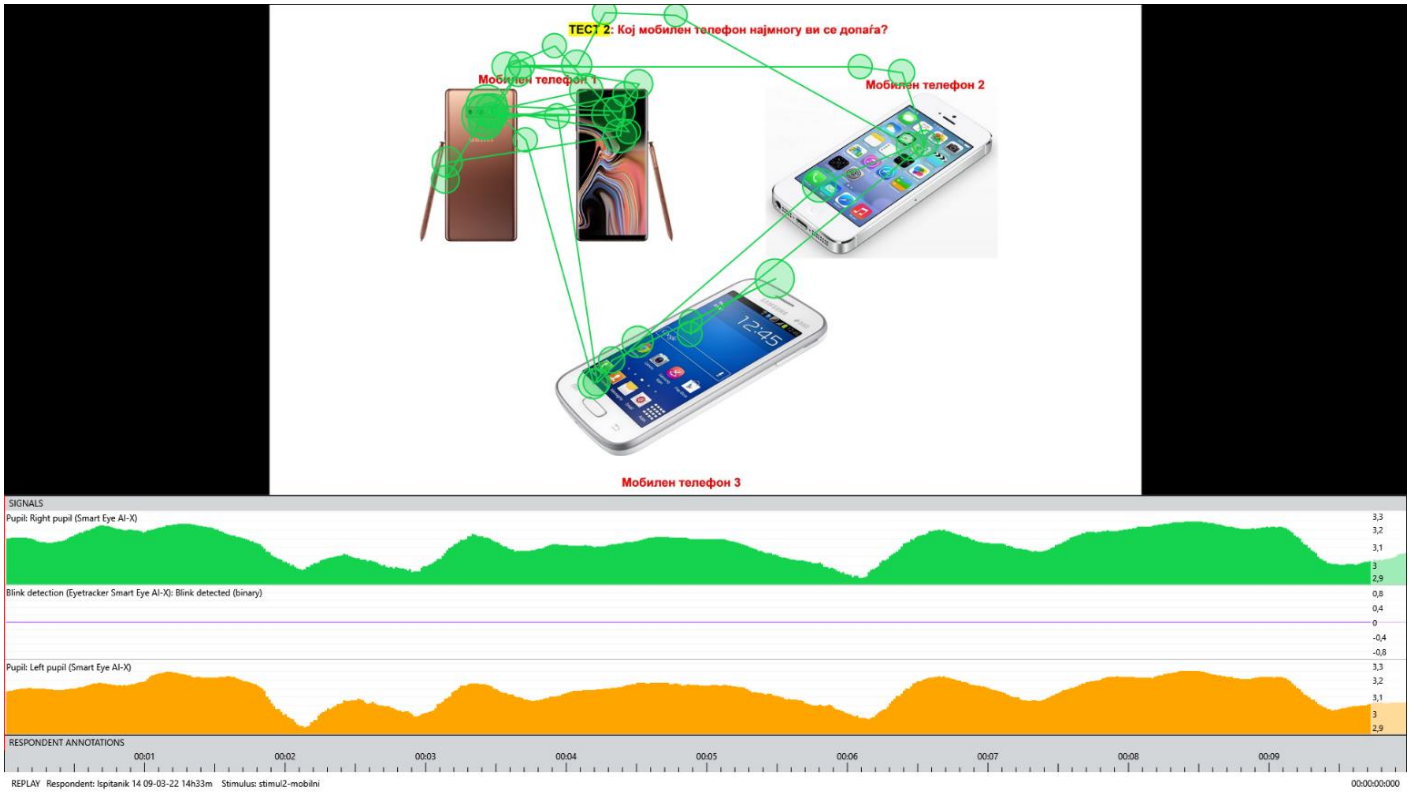



**Слика**. Низа на фиксации, стимул 2, испитаник 8

Дилатацијата на зениците за овој испитаник ги има следните вредности:

- Left pupil (лева зеница): (2.61 – 2.88)
- Right pupil (десна зеница): (2.60 – 2.93)
- Blinks (број на трепкања): 0

Проширувањата на зениците се на повишено ниво што укажува дека испитаникот има зголемена возбуденост. Фреквенцијата на трепкање е ниска (нема трепкање) што укажува на високо ниво на концентрација, фокус и будност.

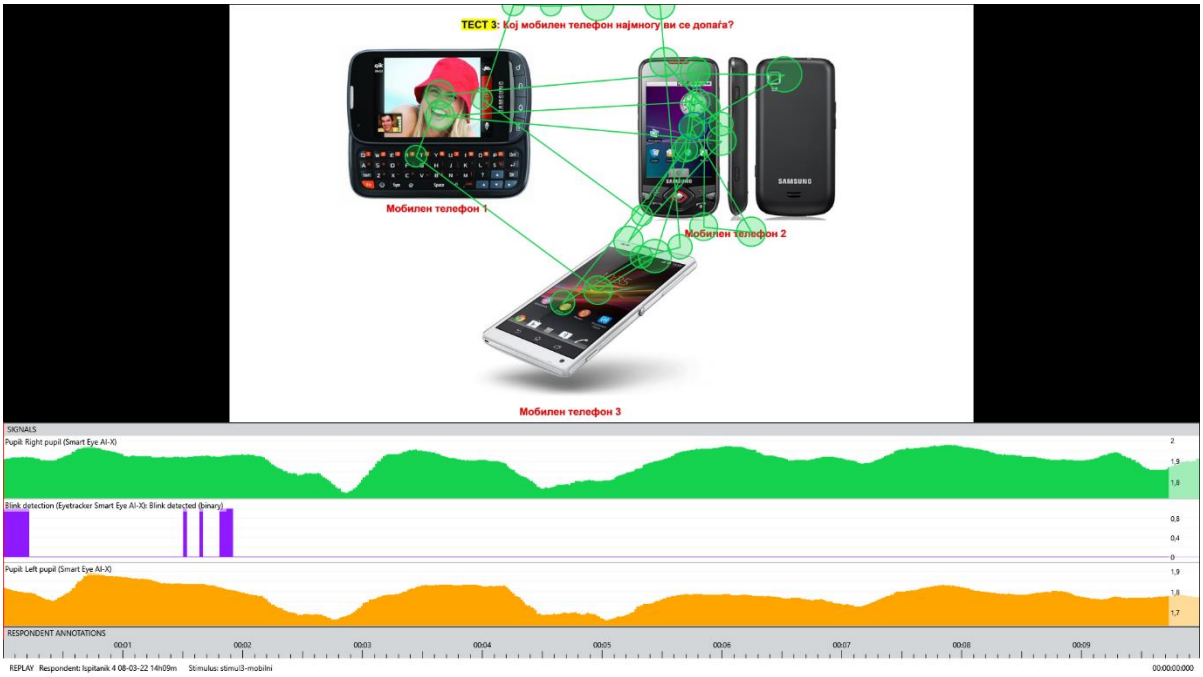



**Слика**. Низа на фиксации, стимул 2, испитаник 14

Дилатацијата на зениците за овој испитаник ги има следните вредности:

- Left pupil (лева зеница): (2.92 – 3.25)
- Right pupil (десна зеница): (2.93 – 3.24)
- Blinks (број на трепкања): 0

Проширувањата на зениците се на високо ниво што укажува дека испитаникот има високо ниво на возбуденост. Фреквенцијата на трепкање е ниска (нема трепкање) што укажува на високо ниво на концентрација, фокус и будност.

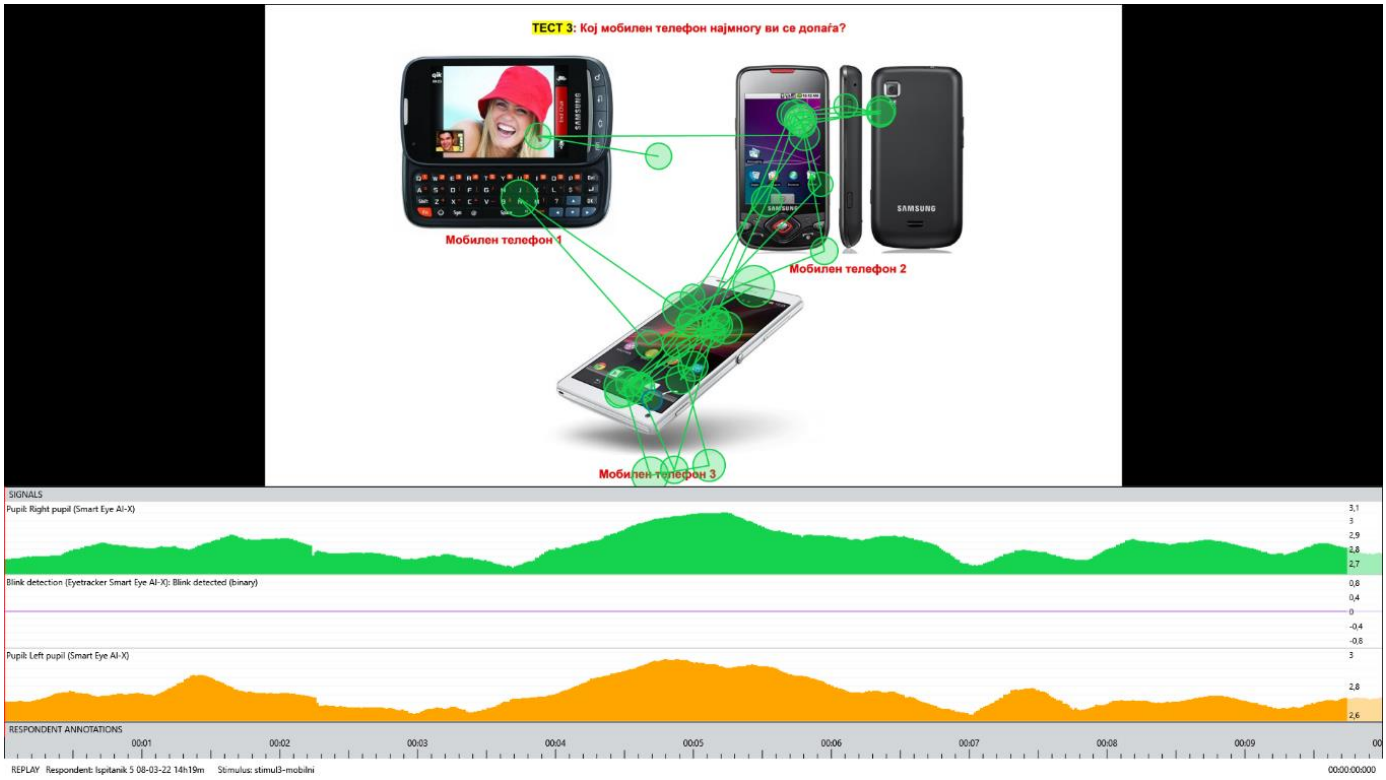



**Слика**. Низа на фиксации, стимул 3, испитаник 4

Дилатацијата на зениците за овој испитаник ги има следните вредности:

- Left pupil (лева зеница): (1.66 – 1.89)
- Right pupil (десна зеница): (1.76 – 1.97)
- Blinks (број на трепкања): 4

Проширувањето на зениците е на просечно (ниско) ниво што укажува дека испитаникот нема зголемено ниво на возбуденост. Фреквенцијата на трепкање е висока (четири трепкања). Тоа покажува дека испитаникот има нормално ниво на возбуденост, но ниско ниво на концентрација и фокус, и висока поспаност (ниска будност).

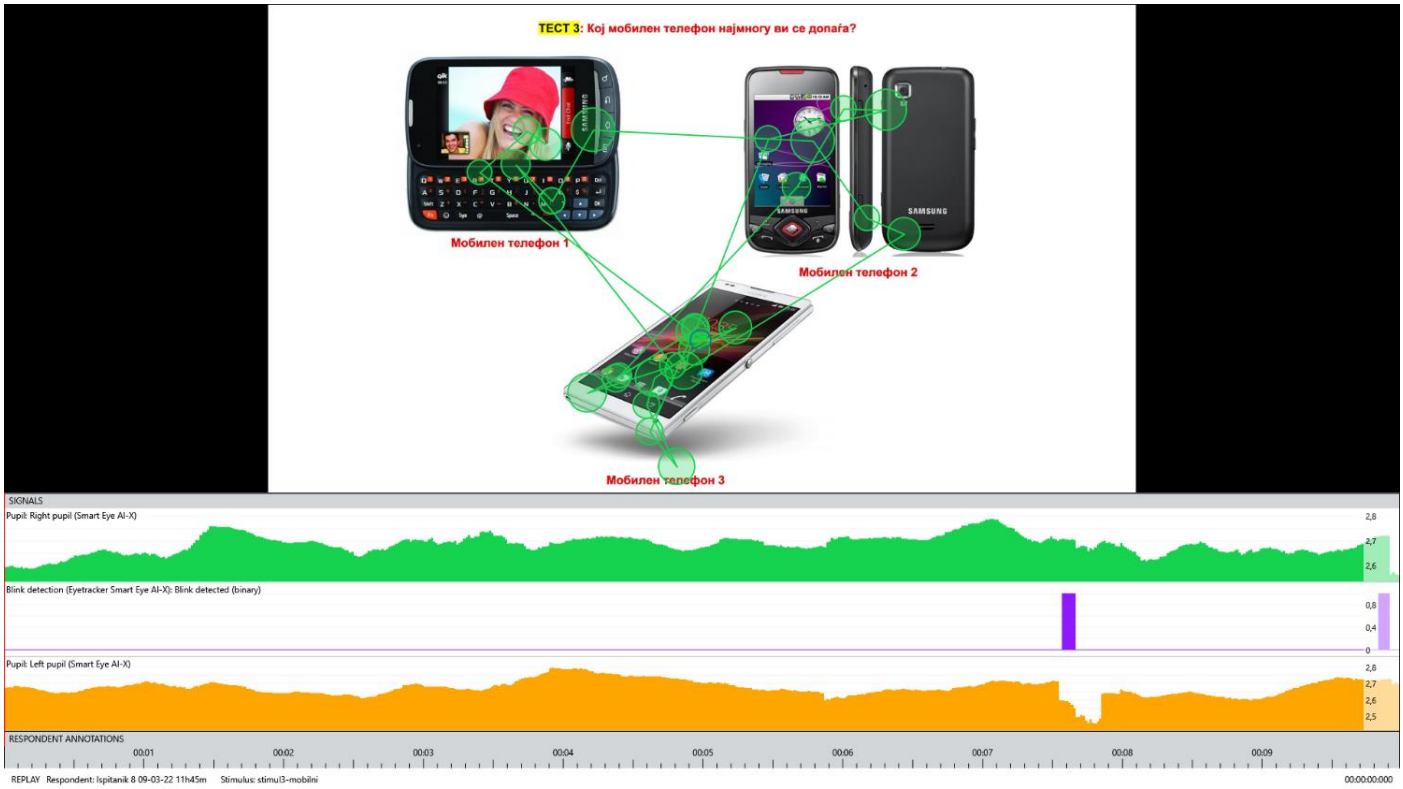



**Слика**. Низа на фиксации, стимул 3, испитаник 5

Дилатацијата на зениците за овој испитаник ги има следните вредности:

- Left pupil (лева зеница): (2.63 – 2.96)
- Right pupil (десна зеница): (2.67 – 3.05)
- Blinks (број на трепкања): 0

Проширувањата на зениците се на повишено ниво што укажува дека испитаникот има зголемена возбуденост. Фреквенцијата на трепкање е ниска (нема трепкање) што укажува на високо ниво на концентрација, фокус и будност.

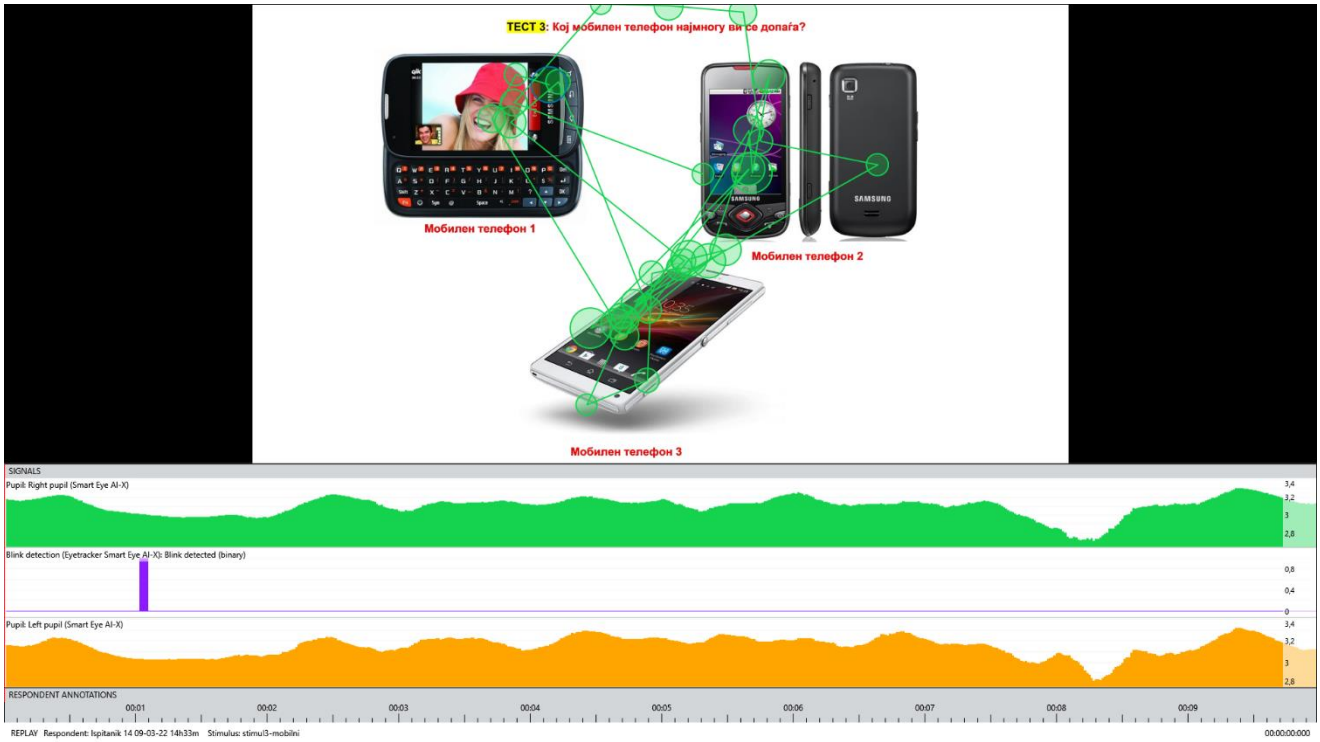



**Слика**. Низа на фиксации, стимул 3, испитаник 8

Дилатацијата на зениците за овој испитаник ги има следните вредности:

- Left pupil (лева зеница): (2.45 – 2.78)
- Right pupil (десна зеница): (2.59 – 2.79)
- Blinks (број на трепкања): 2

Проширувањата на зениците се на повишено ниво што укажува дека испитаникот има зголемена возбуденост. Фреквенцијата на трепкање е поголема (две трепкања) што укажува на пониско ниво на концентрација, фокус и будност.




**Слика**. Низа на фиксации, стимул 3, испитаник 14

Дилатацијата на зениците за овој испитаник ги има следните вредности:

- Left pupil (лева зеница): (2.84 – 3.31)
- Right pupil (десна зеница): (2.74 – 3.29)
- Blinks (број на трепкања): 1

Проширувањата на зениците се на високо ниво што укажува дека испитаникот има високо ниво на возбуденост. Фреквенцијата на трепкање е ниска (едно трепкање) што укажува на повисоко ниво на концентрација, фокус и будност.

Низа на фиксации (**fixation sequences**) може да се прикажува:

- **Динамички** (движење на фиксации по редослед на појавување – од прва до последна),
- **Статички** (сите фиксации одеднаш се појавуваат на стимулот) и
- **Рачно** (рачно се влече временска линија и детално се гледа која фиксација кога се појавила, колку траела и каде се генерирала).
- Се генерира **Видео претставување** каде се гледа редоследот на покажување на секоја фиксација во реално време (како се креирала, така се прикажува), т.е се добива симулација на реализирано гледање на определен учесник. Оваа **видео**

**реконструкција** на гледањето на било кој испитаник (**кога** погледнал, **каде** погледнал и **колку долго** го задржал погледот) на одредени детали на даден стимул, може да се прикажува (**визуелизира**) со **различна брзина**.

Исто така, апликативното софтверско решение овозможува реализирање на анализи со кои се генерира **визуелно претставување на фиксации** (за било кој испитаник и за било кој стимул) **во произволен временски интервал**. Ова овозможува **да се набљудува однесувањето на испитаниците во специфични временски интервали**, при карактеристично ниво на **проширување на зеници** и **фреквенција на трепкање** (одредени емоционални моменти: **концентрација**, **фокусираност**, **поспаност**, **ниво на интерес**, **ниво (јачина) на емоционална возбуда**, **когнитивно оптоварување**...).

## 2. Споредување на резултати од двата методи на истражување

Врз основа на добиените резултати од двата методи на истражување и резултатите од анализите, можат да се креираат следните споредбени анализи:

### а) Споредување на збирни вредности, добиени од сите 14 испитаници: СТИМУЛ 1

| Вид на стимул | Анкетен прашалник (број на одговори: 1-3) | | | Биометриско мерење со Eye Tracker (број на одговори: 1-3) | | | Одговор со најголем интерес | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mob. 1 | Mob. 2 | Mob. 3 | Mob. 1 | Mob. 2 | Mob. 3 | Анкета | Eye tracker |
| | | | | | | | | |
| Стимул | 9 | 4 | 1 | 9 | 4 | 1 | 1 | 1 |

**Резултати?**

- Кај Анкетен прашалник, најмногу заокружувања има **Mob. 1 = 9**
- Со биосензорско мерење, најмногу први места има **Mob. 1 = 9**

**b) Споредување на збирни вредности, добиени од сите 14 испитаници: СТИМУЛ 2**

| Вид на стимул | Анкетен прашалник (број на одговори: 1-3) | | | Биометриско мерење со Eye Tracker (број на одговори: 1-3) | | | Одговор со најголем интерес | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mob. 1 | Mob. 2 | Mob. 3 | Mob. 1 | Mob. 2 | Mob. 3 | Анкета | Eye tracker |
| | | | | | | | | |
| Стимул | 11 | 3 | 0 | 10 | 3 | 1 | 1 | 1 |

**Резултати?**

- Кај Анкетен прашалник, најмногу заокружувања има **Mob. 1 = 11**
- Со биосензорско мерење, најмногу први места имаат: **Mob. 1 = 10**

**c) Споредување на збирни вредности, добиени од сите 14 испитаници: СТИМУЛ 3**

| Вид на стимул | Анкетен прашалник (број на одговори: 1-3) | | | Биометриско мерење со Eye Tracker (број на одговори: 1-3) | | | Одговор со најголем интерес | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mob.1 | Mob.2 | Mob.3 | Mob.1 | Mob.2 | Mob.3 | Анкета | Eye tracker |
| | | | | | | | | |
| Стимул | 5 | 1 | 8 | 6 | 1 | 7 | 3 | 3 |

**Резултати?**

- Кај Анкетен прашалник, најмногу заокружувања има **Mob.3 = 8**
- Со биосензорско мерење, најмногу први места имаат: **Mob.3 = 7**

**d) Споредување на поединечни вредности (одговори - стимул) за сите испитаници: СТИМУЛ 1**

| Испитаник | Анкетен прашалник (број на одговори: 1-3) | | | Биометриско мерење со Eye Tracker (број на одговори: 1-3) | | | Одговор со најголем интерес | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mob.1 | Mob.2 | Mob.3 | Mob.1 | Mob.2 | Mob.3 | Анкета | Eye tracker |
| | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Испитаник 1 | | 2 | | | 2 | | 2 | 2 |
| Испитаник 2 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 3 | | 2 | | | 2 | | 2 | 2 |
| Испитаник 4 | | | 3 | | | 3 | 3 | 3 |
| Испитаник 5 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 6 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 7 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 8 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 9 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 10 | | 2 | | | 2 | | 2 | 2 |
| Испитаник 11 | | 2 | | | 2 | | 2 | 2 |
| Испитаник 12 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 13 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 14 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| СУМИРАНО | 9 | 4 | 1 | 9 | 4 | 1 | 9+4+1 | 9+4+1 |

**Одговори - стимул:**

**1: Mob.1**

**2: Mob.2**

**3: Mob.3**

**е) Споредување на поединечни вредности (одговори - стимул) за сите испитаници: СТИМУЛ 2**

| Испитаник | Анкетен прашалник (број на одговори: 1-3) | | | Биометриско мерење со Eye Tracker (број на одговори: 1-3) | | | Одговор со најголем интерес | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mob.1 | Mob.2 | Mob.3 | Mob.1 | Mob.2 | Mob.3 | Анкета | Eye tracker |
| | | | | | | | | |
| Испитаник 1 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 2 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 3 | | 2 | | | 2 | | 2 | 2 |
| Испитаник 4 | | 2 | | | 2 | | 2 | 2 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Испитаник 5 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 6 | | 2 | | | 2 | | 2 | 2 |
| Испитаник 7 | 1 | | | | 2 | | 1 | 2 |
| Испитаник 8 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 9 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 10 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 11 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 12 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 13 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 14 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| СУМИРАНО | 11 | 3 | 0 | 10 | 4 | 0 | 11+3+0 | 10+4+0 |

**Одговори - стимул:**

**1: Mob.1**

**2: Mob.2**

**3: Mob.3**

**f) Споредување на поединечни вредности (одговори - стимул) за сите испитаници: СТИМУЛ 3**

| Испитаник | Анкетен прашалник (број на одговори: 1-3) | | | Биометриско мерење со Eye Tracker (број на одговори: 1-3) | | | Одговор со најголем интерес | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mob.1 | Mob.2 | Mob.3 | Mob.1 | Mob.2 | Mob.3 | Анкета | Eye tracker |
| | | | | | | | | |
| Испитаник 1 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 2 | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Испитаник 3 | | 2 | | 1 | | | 2 | 1 |
| Испитаник 4 | | | 3 | | 2 | | 3 | 2 |
| Испитаник 5 | | | 3 | | | 3 | 3 | 3 |
| Испитаник 6 | | | 3 | | | 3 | 3 | 3 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Испитаник 7** | | | **3** | | | **3** | **3** | **3** |
| **Испитаник 8** | | | **3** | | | **3** | **3** | **3** |
| **Испитаник 9** | | | **3** | | | **3** | **3** | **3** |
| **Испитаник 10** | **1** | | | **1** | | | **1** | **1** |
| **Испитаник 11** | | | **3** | | | **3** | **3** | **3** |
| **Испитаник 12** | **1** | | | **1** | | | **1** | **1** |
| **Испитаник 13** | **1** | | | **1** | | | **1** | **1** |
| **Испитаник 14** | | | **3** | | | **3** | **3** | **3** |
| **СУМИРАНО** | **5** | **1** | **8** | **6** | **1** | **7** | **5+1+8** | **6+1+7** |

**Одговори - стимул:**

**1**: **Mob.1**
**2**: **Mob.2**
**3**: **Mob.3**

**Најпосакуван Мобилен телефон** според Анкетно и биосензорско мерење е:

- Анкетно истражување: **Mob.1** од **Стимулот 2 (11 први места).**
- Биометриско истражување: **Mob.1** од **Стимулот 2 (10 први места).**

Тоа е следниот **Mob.**:




**Слика**. **Mob.** рангиран на **прво** место

Следно (рангирано број 2) е: **Mob.1** од **Стимулот 1**.




**Слика**. **Mob.** рангиран на **второ** место




**Слика**. **Mob.** рангиран на **трето** место

**Прилог**: Анкетен прашалник и Стимул за биометриско мерење со користење биосензор за следење на очи

**Анкетен прашалник за избор на мобилен телефон**

АНКЕТЕН ПРАШАЛНИК (self-report)

Испитаник:

Во трите дадени Тестови, заокружи го оној мобилен телефон кој најмногу ти се допаѓа:

ТЕСТ 1

Mob 1 Mob 2 Mob 3







## ТЕСТ 2

Mob 1 Mob 2 Mob 3







## ТЕСТ 3

Mob 1



Mob 2



Mob 3



**На крај, заокружи го оној мобилен телефон, од трите избрани, кој најмногу ти се допаѓа.**

## Заклучок

Од првиот биосензор за следење на очи (eye tracking) се развија софтверски и хардверски решенија за редица биосензори: анализа на израз на лице, галванска реакција на кожа, електроенцефалографија (EEG), електрокардиографија (ECG) и други. Израснаа различни патеки за истражувачите од различни научни дисциплини: информатика, психологија, медицина, економија, безбедност, архитектура, наука за здравје, образование и други. Биометриката овозможува истражувањето да биде во чекор со светот што брзо се менува.

Апликативното софтверско решение овозможува реализирање на анализи со кои се генерира **визуелно претставување на фиксации** (за било кој испитаник и за било кој стимул) **во произволен временски интервал**. Ова овозможува **да се набљудува однесувањето на испитаниците во специфични временски интервали**, при карактеристично ниво на **проширување на зеници** и **фреквенција на трепкање** (одредени емоционални моменти: **концентрација**, **фокусираност**, **поспаност**, **ниво на интерес**, **ниво (јачина) на емоционална возбуда**, **когнитивно оптоварување**...).

Визуелното внимание покажува на кои сегменти од стимулот испитаниците стават приоритет (она што побудува интерес и она што е нај интересно). Ова е од огромна важност кога се проучува човековото однесување – да го разбереме вниманието: она што го сакаме, она што ни се допаѓа.

Биометриската технологија денес овозможува реализирање на **Online** истражувања - **Online студии во секое време и било каде (Online studies – anytime, anywhere).**

**Тешко е да се проучи човековото однесување кога човечката пристапност е толку ограничена**, но истражувањето останува животна сила на академските институции и стопанството.

**Тешко е да се проучи човековото однесување кога човечката пристапност е толку ограничена**, но истражувањето останува животна сила на академските институции и стопанството.

**Собирањето** податоци за **следење на очи** и **израз на лице може да се изврши на повеќе учесници истовремено**, **во било кој дел од светот**, само со Интернет врска.

**Снимањето емоционални одговори** (со **анализа на израз на лице** со употреба на Affectiva или RealEyes) и **податоци за внимание** (attentional data) (**со следење на очи засновано на веб-камера**) (with webcam-based eye tracking), денес може **одговорите** на стимули на **екранот лесно да се донесат, масовно**, до испитаниците што се **следат**.

## Користена литература


1. Chawarska, K, Macari, S., and Shic, F. (2013). Decreased spontaneous attention to social scenes in 6-month-old infants later diagnosed with ASD. *Biol Psychiatry*, Aug 1; 74(3): 195–203.
2. Van Gog, T., & Scheiter, K. (2010). Eye tracking as a tool to study and enhance multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20, 95–99.
3. Zawoyski, Andrea M., Ardoin, Scott P. & Binder, Katherine S. (2015). Using Eye Tracking to Observe Differential Effects of Repeated Readings for Second-Grade Students as a Function of Achievement Level. *Reading Research Quarterly*, 50(2), 171–184. doi: 10.1002/rrq.91.
4. Leigh J.R and Zee D.S., "The Neurology of Eye Movements", Oxford University Press, 2015.
5. Boucsein, W, "Electrodermal Activity", New York, 2012
6. Chawarska, K, Macari, S., and Shic, F. (2013). Decreased spontaneous attention to social scenes in 6-month-old infants later diagnosed with ASD. *Biol Psychiatry*, Aug 1; 74(3): 195–203.
7. Adolphs, R. (2002)."Neural systems for recognizing emotion". Current Opinion in Neurobiology 12 (2): 169–177.
8. Fox, E. (2008). "Emotion Science: An Integration of Cognitive and Neuroscientific Approaches". Palgrave MacMillan.
9. Kodra, E., Senechal, T., McDuff, D., el Kaliouby, R. (2014). "From Dials to Facial Coding: Automated Detection of Spontaneous Facial Expressions for MediaResearch",http://www.affectiva.com/wp/content/uploads/2014/09/From_Dials_to_Facial_Coding_Automated_Detection_of_Spontaneous_Facial_Expressions_fo.pdf
10. Littlewort, G., Whitehill, J., Wu, T., Fasel, I., Frank, M., Movellan, J., & Bartlett, M. (2011). "The computer expression recognition toolbox (CERT)". In Face and Gesture 2011 (pp. 298–305).
11. Matsumoto, D. (2001). "Culture and Emotion". In D. Matsumoto (Ed.), The Handbook of Culture and Psychology (pp. 171-194). New York: Oxford University Press.

**12.** Müri, R. M. (2015). “Cortical control of facial expression“. Journal of Comparative Neurology. Accepted article, ePub ahead of print.

**13.** inn, W. E. (1991).“Neuropsychology of facial expression“. In R. Feldman & B. Rime (Eds.), Fundamentals of nonverbal behavior (pp. 370). New York: Cambridge University Press.

**14.** Viola, P., Jones, M. (2004). “Robust Real-Time Face Detection“. International Journal of Computer Vision, 57, 137–154

**15.** Elisabeth Blagrove and Derrick Watson, “Ignoring real faces: Effects of valence, threat and salience”, 2014.

**16.** Sara Hodsoll et all., “ Attentional capture by irrelevant emotional distractor faces”, 2011.

**17.** Gernot Horstmann and Ulrich Ansorge, “ Visual search for facial expressions of emotions: A comparison of dynamic and static faces”, 2009.

**18.** Hosozawa, M., Tanaka, K., Shimizu, T., Nakano, T., and Kitazawa, S. (2012). How children with specific language impairment view social situations: an eye tracking study. *Pediatrics*. 129:E1453–E1460.

**19.** Ness, S. L., Manyakov, N. V., Bangerter, A., Lewin, D., Jagannatha, S., Boice, M., Skalkin, A., Dawson, G., Janvier, Y. M., Goodwin, M. S., Hendren, R., Leventhal, B., Shic, F., Cioccia, W., and Pandina, G. (2017). JAKE® Multimodal Data Capture System: Insights from an Observational Study of Autism Spectrum Disorder. *Front Neurosci*. Sep 26;11:517.

**20.** Wade, N. J. (2010). Pioneers of eye movement research. *I-Perception*, *1*(2), 33–68. http://doi.org/10.1068/i0389

**21.** Bard, C., and Fleury, M. (1976). Analysis of visual search activity during sport problem situations. *J. Hum. Mov. Stud.* 3, 214–222.

**22.** Ryu D., Abernethy B., Mann D. L., Poolton J. M. (2014). The contributions of central and peripheral vision to expertise in basketball: how blur helps to provide a clearer picture. *J. Exp. Psychol*. 41, 167–185. 10.1037/a0038306

**23.** Mann D. L., Spratford W., Abernethy B. (2013). The head tracks and gaze predicts: how the world’s best batters hit a ball. *PLOS ONE* 8:e58289. 10.1371/journal.pone.0058289

**24.** Vansteenkiste P., van Hamme D., Veelaert P., Philippaerts R., Cardon G., Lenoir M. (2014). Cycling around a curve: the effect of cycling speed on

steering and gaze behavior. PLoS ONE9:e102792. 10.1371/journal.pone.0102792

**25.** Milazzo N., Farrow D., Ruffault A., Fournier J. F. (2016). Do karate fighters use situational probability information to improve decision-making performance during on-mat tasks? J. Sports Sci.34, 1547–1556. 10.1080/02640414.2015.1122824

**26.** R. Kredel, C. Vater, A. Klostermann, and E.J. Hossner. (2017). Eye-Tracking Technology and the Dynamics of Natural Gaze Behavior in Sports: A Systematic Review of 40 Years of Research. *Frontiers in psychology, 8*, 1845.

**27.** Stefanie Hüttermann, Daniel Memmert & Fabian Liesner (2013) Finding the Happy Medium: An Analysis of Gaze Behavior Strategies in a Representative Task Design of Soccer Penalties, Journal of Applied Sport Psychology, 26:2, 172-181, DOI: 10.1080/10413200.2013.816892

**28.** Castaneda, L., Sidhu, M. K., Azose, J. J., & Swanson, T. (2016). Game Play Differences by Expertise Level in Dota 2, A Complex Multiplayer Video Game. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations (IJGCMS), 8*(4), 1-24. doi:10.4018/IJGCMS.2016100101

**29.** Díaz, C. M. C., Dorner, B., Hussmann, H., and Strijbos, J-W. (2015). Scientific Heroes: Multiplayer Online Battle Arenas Foster Players' Hypothetico-Deductive Reasoning. *Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, 481-485, DOI: 10.1145/2793107.2810313

**30.** Balconi, M., Rezk, S., Leanza, F. (2015). Environment Impact based on functional and aesthetical features: what is their influence on spatial features and rewarding mechanisms?, *Abstract de VI International Conference on Spatial Cognition*, 16 (S1): 83-83.

**31.** Higuera-Trujillo, J. L., Marín-Morales, J., Rojas, J-C., and Tarruella-Maldonado, J. L. (2016). Emotional maps: neuro architecture and design applications. *IFDP`16 – Systems & Design:Beyond Processes and Thinking.* DOI: 10.4995/IFDP.2016.3170.

**32.** Ciani, O., et al., (2015). De innovatione: The concept of innovation for medical technologies and its implications for healthcare policy-making. *Health Policy Technol*. 5, 47e64. http://dx.doi.org/10.1016/j.hlpt.2015.10.005.

**33.** J. Currie, R. R. Bond, P. McCullagh, P. Black, D. D. Finlay and A. Peace. (2018). “Eye Tracking the Visual Attention of Nurses Interpreting Simulated Vital Signs Scenarios: Mining Metrics to Discriminate Between Performance Level”, *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, vol. 48, no. 2, pp. 113-124, doi: 10.1109/THMS.2017.2754880.

**34.** John, K. K., Jensen, J. D., King, A. J., Pokharel, M., and Grossman, D. (2018). Emerging applications of eye-tracking technology in dermatology. *Journal of Dermatological Science*, https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2018.04.002.

**35.** Balslev T, Jarodzka H, Holmqvist K. et al. (2012). Visual expertise in paediatric neurology. *Eur J Paediatr Neurol*, 16(2):161–166.

**36.** Benjamin Law, M. Stella Atkins, A. E. Kirkpatrick, and Alan J. Lomax. (2004). Eye gaze patterns differentiate novice and experts in a virtual laparoscopic surgery training environment. In *Proceedings of the 2004 symposium on Eye tracking research & applications* (ETRA ’04). ACM, New York, NY, USA, 41-48. DOI=http://dx.doi.org/10.1145/968363.968370.

**37.** Garry, Jonah et al. (2016). A pilot study of eye-tracking devices in intensive care. *Surgery*, Volume 159, Issue 3, 938 – 944.

**38.** White, M., Howes, D., Egan, R., Braund, H., & Szulewski, A. (2017). P128: The novel application of eye-tracking for the cognitive task analysis of expert physician decision-making while leading real-world traumatic resuscitations. *CJEM, 19*(S1), S121-S121. doi:10.1017/cem.2017.330.

**39.** Harezlak K., Kasprowski P. (2017). Application of eye tracking in medicine: a survey, research issues and challenges. *Computerized Medical Imaging and Graphics*. doi: 10.1016/j.compmedimag.2017.04.006.

**40.** Tseng P.-H., Cameron I. G. M., Pari G., Reynolds J. N., Munoz D. P., Itti L. (2013). High-throughput classification of clinical populations from natural viewing eye movements. *Journal of Neurology*. 260(1):275–284. doi: 10.1007/s00415-012-6631-2.

**41.** Laurent Itti. (2015). New Eye-Tracking Techniques May Revolutionize Mental Health Screening. *Neuron*, Volume 88, Issue 3, Pages 442-444, https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.10.033.

**42.** Duque, A., & Vázquez, C. (2015). Double attention bias for positive and negative emotional faces in clinical depression: evidence from an eye-tracking study. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry, 46*, 107-14.

**43.** Holzman, P. S., Proctor, L. R., and Hughes, D. W. (1973). Eye-Tracking Patterns in Schizophrenia. *Science*, 13, 7: 179-181.

**44.** Hutton, J. T., Nagel, J. A., and Loewenson, R. B. (198). Eye tracking dysfunction in Alzheimer-type dementia. *Neurology*, Jan, 34 (1) 99; DOI: 10.1212/WNL.34.1.99.

**45.** Yang, F., Tsai, M., Chiou, G., Lee, S., Chang, C., & Chen, L. (2018). Instructional Suggestions Supporting Science Learning in Digital Environments Based on a Review of Eye Tracking Studies. *Journal of Educational Technology & Society, 21*(2), 28-45.

**46.** Bakker, J., Pechenizkiy, M., & Sidorova, N. (2011). What's your current stress level? Detection of stress patterns from GSR sensor data. In Proceedings - IEEE International Conference on Data Mining, ICDM (pp. 573–580).

**47.** Benedek, M., & Kaernbach, C. (2010). Decomposition of skin conductance data by means of nonnegative deconvolution. Psychophysiology, 47, 647–658.

**48.** Boucsein, W., Fowles, D. C., Grimnes, S., Ben-Shakhar, G., Roth, W. T., Dawson, M. E., & Filion, D. L. (2012). Publication recommendations for electrodermal measurements. Psychophysiology, 49(8), 1017–1034.

**49.** Critchley, H. D. (2002). Electrodermal responses: what happens in the brain. The Neuroscientist : A Review Journal Bringing Neurobiology, Neurology and Psychiatry, 8(2), 132–142.

**50.** Dawson, M. E., Schell, A. M., and Filion, D. L. The electrodermal system. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, and G.B. Bernston, editors, Handbook of Psychophysiology: second edition, pages 200–223. Cambridge Press, Cambridge, 2000.

**51.** Gravenhorst, F., Muaremi, A., Tröster, G., Arnrich, B., & Gruenerbl, A. (2013). Towards a Mobile Galvanic Skin Response Measurement System for Mentally Disordered Patients. In Proceedings of the 8th International Conference on Body Area Networks (pp. 432–435).

**52.** Groeppel-Klein, A. (2005). Arousal and consumer in-store behavior. Brain Research Bulletin, 67(5), 428–37.

**53.** Guo, R., Li, S., He, L., Gao, W., Qi, H., & Owens, G. (2013). Pervasive and Unobtrusive Emotion Sensing for Human Mental Health. Proceedings of the ICTs for Improving Patients Rehabilitation Research Techniques, 436–439.