

Slovenská technická univerzita v Bratislave  
Fakulta informatiky a informačných technológií

FIIT-5212-72055

Mária Dragúňová

# **Vyhodnocovanie používateľského zážitku analýzou pohľadu a emócií**

Bakalárska práca

Študijný program: Informatika

Študijný odbor: 9.2.1 Informatika

Miesto vypracovania: Ústav informatiky, informačných systémov a softvérového inžinierstva, FIIT STU v Bratislave

Vedúca práce: prof. Ing. Mária Bieliková, PhD.

máj, 2016



## VYHODNOCOVANIE POUŽÍVATEĽSKÉHO ZÁŽITKU ANALÝZOU POHĽADU A EMÓCIÍ

Študijný program: Informatika

Autor: Mária Dragúňová

Vedúci bakalárskej práce: prof. Ing. Mária Bieliková, PhD.

Máj, 2016

Vyhodnotenie používateľského zážitku znamená podrobnú analýzu všetkých jeho jednotlivých aspektov. Keďže každý z týchto aspektov pri vyhodnotení používateľského zážitku vyžaduje osobitú pozornosť, je pomerne náročné vyhodnotiť všetky spoločne. V našej práci sa preto zameriavame len na aspekt nájditeľnosti cieľového elementu na webovej stránke, ktorého meranie je bežnou súčasťou používateľských štúdií. Nové technológie nám na analýzu ponúkajú rôzne metódy, medzi ktoré patrí aj analýza emócií a sledovanie pohľadu. Vzhľadom na naše zameranie na nájditeľnosť, využívame na meranie nájditeľnosti počet fixácií zo sledovača pohľadu ako alternatívu k reakčnému času. Ľudia sú však rôzni, a preto sa namerané hodnoty líšia. Našu prácu zakladáme práve na rôznorodosti ľudských schopností vo vizuálnom hľadaní cieľových elementov. Navrhli sme metódu, ktorej základom je vytvorenie ohodnotenia schopnosti vizuálneho hľadania participanta pomocou kalibračnej sady testov a zohľadnenie tohto ohodnotenia pri vyhodnotení nameraných metrick tohto participanta v používateľskej štúdii zameranej na nájditeľnosť. Ak budú schopnosti vizuálneho hľadania participanta vyhodnotené ako slabé, jeho horší výsledok v nameraných metrikách používateľskej štúdie nemusí bezprostredne indikovať chybu v používateľskom rozhraní, ale len jeho slabšie schopnosti vizuálneho hľadania. Na overenie nášho návrhu sme zrealizovali kvantitatívny experiment, z ktorého sme získali dáta až od 45 participantov. Správnosť a presnosť nášho ohodnotenia vizuálneho hľadania overujeme sledovaním závislosti medzi nami vytvorenou ohodnotením schopností vizuálneho hľadania participantov v experimente a ich výsledkami v úlohách na nájdenie elementov na webových stránkach.



## **EVALUATION OF USER EXPERIENCE BY EYE TRACKING AND EMOTIONS ANALYSIS**

Degree Course: Informatics

Author: Mária Dragúňová

Supervisor: Prof. Mária Bieliková

May, 2016

Evaluation of user experience is complex aggregate of many aspects. Since it is difficult to evaluate all of these aspects together, we focus only on the aspect of target findability on a website. New technologies provide a wide range of methods and tools for the analysis of user experience, including tools for evaluating emotions and eye movements. As we focus on the target findability, we use the number of fixations, which is a measure provided by eye tracking technology as an alternative to typically used reaction time. However, people are different and therefore the measured values differ. Our work is based on the natural diversity of human visual search abilities. We proposed a method based on the creation of an evaluation of a participant's visual search ability through a calibration set containing visual search tasks. This created evaluation of participant should be taken into consideration when analyzing measured metrics of this participant in a user study. If his assigned evaluation is low, participant's worse results in measuring findability would not have to indicate a problem in user interface, but only his poor visual search ability. To prove our proposal, we realized extensive quantitative experiment using eye tracking and gained data from 45 participants. The rightness of our method is analyzed through examining the dependence between our own created evaluations of visual search abilities of participants and their results in measuring target findability on several websites.



## **ČESTNÉ PREHLÁSENIE**

Čestne prehlasujem, že som svoju bakalársku prácu vypracovala samostatne a použila som len literatúru uvedenú v priloženom zozname.

V Bratislave, dňa 6. mája 2016

Mária Dragúňová





## **POĎAKOVANIE**

Chcem sa poďakovať vedúcej mojej bakalárskej práce, pani profesorky Márii Bielikovej za všetok jej vynaložený čas a odborné rady, ktorými mi pomáhala pri tvorbe tejto práce.

Tiež sa chcem poďakovať členom skupiny PeWe za ich cenné nápady a konzultácie počas práce na bakalárskom projekte.

Moje poďakovanie patrí aj mojej rodine, ktorá ma počas štúdia významne podporovala a samozrejme priateľom, ktorých prítomnosť, humor, ale tiež ich rady, prispeli k jednoduchšiemu zvládnutiu môjho štúdia.

Mária Dragúňová



# Obsah

---

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MOŽNOSTI ZAZNAMENANIA A VYHODNOTENIA POUŽÍVATELSKÉHO ZÁŽITKU</b> .....	<b>3</b>
2.1	DEFINÍCIA POUŽÍVATELSKÉHO ZÁŽITKU A JEHO ASPEKTOV .....	3
2.2	ZAZNAMENANIE POUŽÍVATELSKÉHO ZÁŽITKU SLEDOVAČOM POHLADU .....	5
2.3	SPÔSOBY VYHODNOTENIA POUŽÍVATELSKÉHO ZÁŽITKU .....	5
2.3.1	Kvalitatívna analýza .....	5
2.3.2	Kvantitatívna analýza .....	6
<b>3</b>	<b>NÁJDITEĽNOSŤ CIEĽOVÉHO ELEMENTU</b> .....	<b>7</b>
3.1	METRIKY POUŽÍVANÉ NA MERANIE NÁJDITEĽNOSTI .....	7
3.2	VIZUÁLNE HĽADANIE .....	8
3.2.1	Princíp testovania vizuálneho hľadania subjektu .....	9
3.2.2	Úlohy na vizuálne hľadanie .....	10
3.2.3	Paralelné verzus sériové spracovanie stimulu .....	13
3.2.4	Vplyv rôznych faktorov na reakčný čas a chybovosť .....	13
3.3	EXISTUJÚCE TESTY NA VIZUÁLNE HĽADANIE .....	14
3.3.1	Go Cognitive: Visual Search .....	14
3.3.2	PEBL: Vsearch .....	15
3.3.3	Millisecond: Visual Search Task .....	16
3.3.4	Zhodnotenie existujúcich testov na vizuálne hľadanie .....	17
3.3.5	Existujúci dataset .....	17
<b>4</b>	<b>NÁVRH ZLEPŠENIA MERANIA NÁJDITEĽNOSTI METÓDOU OHODNOTENIA PARTICIPANTA</b> .....	<b>19</b>
4.1	VYTVORENIE TESTOV NA VIZUÁLNE HĽADANIE .....	20
4.1.1	Vytvorenie testu podľa štandardných testov na vizuálne hľadanie .....	21
4.1.2	Vytvorenie testu na vizuálne hľadanie s prvkami z prostredia webu .....	22
4.2	VYTVORENIE OHODNOTENIA PARTICIPANTA .....	22
4.3	VYTVORENIE KALIBRAČNEJ SADY TESTOV .....	24
4.4	VYUŽITIE OHODNOTENIA PARTICIPANTA V POUŽÍVATELSKEJ ŠTÚDII .....	24
<b>5</b>	<b>OVERENIE NAVRHNUTEJ METÓDY</b> .....	<b>25</b>
5.1	PILOTNÝ EXPERIMENT V UXLAB .....	25
5.1.1	Priebeh pilotného experimentu .....	26
5.1.2	Výsledky a pozorovania .....	26
5.2	IMPLEMENTÁCIA TESTOV NA VIZUÁLNE HĽADANIE A ÚLOH NA HĽADANIE ELEMENTOV NA WEBOVÝCH STRÁNKACH .....	28
5.2.1	Implementácia úloh pre kvantitatívny experiment .....	28
5.2.2	Vytvorenie stimulov .....	31
5.3	REALIZÁCIA KVANTITATÍVNEHO EXPERIMENTU .....	32
5.3.1	Priebeh experimentu .....	32
5.3.2	Stimuly .....	34
5.3.3	Infraštruktúra a vybavenie .....	34
5.3.4	Participanti .....	35
5.4	VYHODNOTENIE KVANTITATÍVNEHO EXPERIMENTU .....	36
5.4.1	Vyhodnotenú metriky .....	36
5.4.2	Vyhodnotenie správnosti odpovedí .....	38
5.4.3	Distribúcie reakčných časov a porovnanie počtov fixácií v úlohách na vizuálne hľadanie .....	39

5.5	ZÁVISLOSŤ MEDZI OHODNOTENÍM PARTICIPANTA A JEHO VÝSLEDKAMI V ÚLOHÁCH NA WEBOVÝCH STRÁNKACH .....	40
5.5.1	Skúmanie závislosti lineárnou regresiou .....	42
5.5.2	Skúmanie závislosti vytvorením skupín .....	42
<b>6</b>	<b>ZHRNUTIE .....</b>	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>LITERATÚRA .....</b>	<b>47</b>
	<b>PRÍLOHY .....</b>	<b>49</b>

# 1 Úvod

---

Internet v dnešnej dobe obsahuje obrovské množstvo webových stránok. Pre firmy sa stali webové stránky už takmer nevyhnutnosťou, pretože zákazníkom poskytujú pohodlie dozvedieť sa to, čo potrebujú vedieť, bez nutnosti osobného kontaktu - ak určitá firma webovú stránku nemá, pri hľadaní na internete sa zákazníci ani nedozvedia o jej existencii a nájdu potrebné informácie na webovej stránke konkurencie. Nie je to však len samotný informačný obsah webovej stránky, ktorý je pre zákazníkov relevantný. Dôležitá je celá stránka ako taká – nie je podstatné, že obsahuje požadovanú funkcionálnosť alebo obsah, ak ich používatelia nedokážu v chaotickom zobrazení nájsť, či použiť. Na to, akú hodnotu má stránka pre používateľa, vplýva viacero faktorov, ktoré spolu vytvárajú komplexný používateľský zážitok.

Na to, aby bol používateľský zážitok skutočne hodnotný, je dôležitý každý z aspektov, ktorý naň vplývajú. Vyhodnocovanie používateľského zážitku je pomerne široká oblasť, v ktorej sa používa mnoho rôznych techník a možností vyhodnotenia, vrátane možnosti sledovania emócií účastníka a jeho pohľadu. Našou dôležitou úlohou bolo zúžiť naše všeobecné zadanie a zamerať sa na konkrétnu užšiu oblasť, ktorú sme schopní rozpracovať. Rozhodli sme sa preto zamerať na aspekt nájditel'nosti cieľového elementu na webových stránkach, ktorý vyhodnocujeme sledovaním pohľadu.

Či je webová stránka prehľadne koncipovaná, alebo nie, nájsť na nej svoj cieľ trvá určitý čas. Merať nájditel'nosť elementov na webovej stránke však v dnešnej dobe vieme nielen časom do indikovania nájdenia hľadaného prvku, ale aj metrikami, ktoré nám poskytujú práve technológia sledovania pohľadu, ktorá sa stala dostupnejšou začiatkom 21. storočia. Umožňuje nám zachytiť a sledovať aj nevedomý pohyb očí používateľa po obrazovke. Pri úlohách, v ktorých je cieľom nájdenie zadaného cieľového elementu, môžeme sledovať to, kam, a ako dlho sa používateľ pozerá na rôzne časti obrazovky počas procesu hľadania. Keďže dokáže ľudský zrak ostro vnímať len malú časť zorného poľa, pri hľadaní nejakého objektu oči skáču (zaostrujú) z miesta na miesto bez toho, že by sme si to uvedomovali, čím vznikajú tzv. fixácie. Práve počet fixácií do prvej fixácie na cieľový element sa v používateľských štúdiách využívajúcich sledovanie pohľadu, používa ako metrika nájditel'nosti elementu na webovej stránke [1]. Druhou metrikou, ktorú môžeme použiť na meranie nájditel'nosti cieľového elementu, je už spomínaný čas do indikovania nájdenia hľadaného elementu.

Aký je tento čas dlhý, závisí na jednej strane od dizajnu a rozloženia webovej stránky, na druhej strane to závisí aj od vlastností a schopností používateľa. Každý človek je jedinečný a od ostatných sa odlišuje mnohými črtami. Individualita človeka sa prejavuje aj vo vizuálnom vnímaní okolitého sveta, v ktorom sa bežne pohybuje.

Takmer každý deň sa dostávame do situácie, kedy potrebujeme niečo (alebo niekoho) rýchlo nájsť – dobrým príkladom je hľadanie vlastného auta na parkovisku, určitého tovaru

v obchode, či kolegu v preplnenej jedálni. Ak by určitá skupina ľudí hľadala to isté auto, napriek tomu, že podmienky na hľadanie by boli rovnaké pre všetkých, je veľmi pravdepodobné, že niekto z nich by našiel cieľ skôr ako ostatní. Podobný scenár si môžeme predstaviť aj pri hľadaní odkazu alebo ikony na webovej stránke. Môžeme pri tom využiť existujúce výsledky v oblasti vizuálneho hľadania. Skúmaním ľudského vizuálneho hľadania sa psychológovia zaoberajú už viac ako tri desaťročia a aj v súčasnosti vychádzajú nové práce zaoberajúce sa touto problematikou.

V našej práci sa zaoberáme prepojením vizuálneho hľadania s meraním a vyhodnocovaním nájditel'nosti cieľového elementu v používateľských štúdiách na webových stránkach. Podľa toho navrhujeme vytvorenie kalibračnej sady testov na vizuálne hľadanie, použiteľnej na ohodnotenie jednotlivca participujúceho v používateľskej štúdii. V testoch použijeme princíp a výzor existujúcich testov na vizuálne hľadanie, ktoré obsahujú jednoduché geometrické tvary a navrhujeme aj vlastné, s väčším počtom elementov, ktorých výzor pripomína prvky z prostredia webových stránok. Väčší počet elementov v testoch vyžaduje dlhší čas hľadania [2], vďaka čomu môžeme na rozdiel od štandardných testov na vyhodnocovanie použiť nielen reakčný čas, ale aj počet fixácií do nájdenia cieľového elementu.

Kalibračnú sadu testov vytvoríme na základe výsledkov zrealizovaného kvantitatívneho experimentu, v ktorom boli obsiahnuté dva rôzne typy testov na vizuálne hľadanie. Zámerom je vybrať z týchto testov čo najmenšiu sériu stimulov, pre ktoré sme zaznamenali najväčšie odchýlky v reakčných časoch participantov tak, aby sme na základe výsledkov kalibračného testu dokázali vytvoriť spoľahlivé ohodnotenie schopnosti vizuálneho hľadania daného človeka. Správnosť nášho ohodnotenia overujeme sledovaním závislosti s nameranými metrikami nájditel'nosti elementov na rôznych webových stránkach.

Vytvorené ohodnotenie participanta by malo čo najlepšie odzrkadľovať jeho schopnosti vizuálneho hľadania. Netvrdíme, však že ak má participat nízke ohodnotenie schopností vizuálneho hľadania, jeho výsledky sú nezaujímavé. Toto vytvorené ohodnotenie hovorí len o jeho slabších schopnostiach vo vizuálnom hľadaní, na ktoré pri vyhodnocovaní nájditel'nosti môžeme prihliadať a vďaka tomu prispôbiť metriky namerané v používateľskej štúdii, ktoré napriek horšiemu výsledku (veľkému počtu fixácií alebo dlhému reakčnému času) nemusia bezprostredne indikovať problém v používateľskom rozhraní, ale len prirodzene slabšie schopnosti daného participanta.

Používateľský zážitok sa skloňuje v mnohých prácach a zaoberať sa ním budeme aj v tomto dokumente, preto na úvod, v nasledujúcej kapitole číslo 2, uvádzame definíciu tohto pojmu spolu s jeho dekompozíciou na jednotlivé aspekty a analýzu rôznych prístupov, ktorými môžeme používateľský zážitok vyhodnocovať. Z uvedených aspektov sa v našej práci bližšie zaoberáme nájditel'nosťou, ktorej venujeme kapitolu číslo 3. V tejto uvádzame faktory, ktoré nájditel'nosť ovplyvňujú a dostatok priestoru venujeme analýze oblasti psychológie, ktorá sa zaoberá vizuálnym hľadaním. Samotný návrh našej metódy popisujeme v kapitole 4. Overenie nášho návrhu spolu s realizáciou experimentu sme rozpracovali v kapitole 5. Celkovo sme našu prácu zhrnuli v závere, ktorý je uvedený v kapitole 6.

## 2 Možnosti zaznamenania a vyhodnotenia používateľského zážitku

---

Úspech webovej stránky závisí od toho, či ju používatelia používajú. To, či webovú stránku používajú, zase závisí od toho, ako ju vnímajú. Pokiaľ ju vnímajú ako prehľadnú, funkčnú webovú stránku s príjemným dizajnom, na ktorej rýchlo dokážu nájsť to, čo potrebujú, môžeme s veľkou pravdepodobnosťou tvrdiť, že sú so stránkou spokojní a z jej používania majú kvalitný používateľský zážitok (*angl. User Experience - UX*). Pojem používateľský zážitok však v sebe zahŕňa viac ako len pekný dizajn a prehľadnú štruktúru. Ak máme napríklad záujem kúpiť si na stránke internetového obchodu mobilný telefón a v popise produktu nie je uvedená technická špecifikácia, ktorá nás zaujíma, stránka pre nás nemá hodnotu napriek tomu, že na nás na prvý pohľad zapôsobila svojim dizajnom a ľahko sme našli produkt, ktorý sme hľadali.

### 2.1 Definícia používateľského zážitku a jeho aspektov

Definovať pojem „používateľský zážitok“ nie je triviálne. Existuje viac ako 20 rôznych definícií [3], ktoré sa snažia čo najlepšie vystihnúť podstatu tohto termínu. V našej práci uvádzame dve z nich. Medzinárodná organizácia pre normalizáciu (ISO) definuje pojem „používateľský zážitok“ ako „pohľady a ohlasy osoby, ktoré sú výsledkom používania a/alebo očakávaného používania produktu, systému alebo služby“ [4]. Ďalšiu definíciu vytvorili výskumníci Norman a Nielsen zo skupiny NNGroup, ktorá sa venuje výskumu v oblasti používateľského zážitku od roku 1988, a používateľský zážitok definovali takto: „používateľský zážitok zahŕňa všetky aspekty interakcie koncového používateľa so spoločnosťou, jej službami a produktami“ [5].

Aspektov, ktoré ovplyvňujú používateľský zážitok je množstvo, avšak základom by malo byť uspokojenie potrieb používateľa bez toho, aby v ňom používanie aplikácie vyvolalo nervozitu, alebo mu spôsobilo trápenie. V ďalšom rade je dobré klásť dôraz na jednoduchosť, či eleganciu, aby bolo aplikáciu radosť používať, pretože skutočný používateľský zážitok zahŕňa viac než poskytovanie základnej funkcionality [5].

Existuje viacero prístupov, ktoré sa snažia čo najlepšie ilustrovať vplyv rôznych aspektov na používateľský zážitok a väčšina z nich sa zhoduje v tom, že samotný používateľský zážitok je priesečníkom faktorov z niekoľkých rôznych oblastí. Spája v sebe prvky marketingu, grafického dizajnu, implementácie, či informačnej architektúry. Práve informačnej architektúre v spojení s používateľským zážitkom sa venuje Peter Morville, ktorý je okrem iného aj autorom používaného „honeycomb“ diagramu – diagramu v tvare šesťhranného medového plástu (Obrázok č.1). Tento diagram znázorňuje šesť osobitných stránok používateľského zážitku, ktoré vplývajú na jeho celkovú hodnotnosť. Tieto stránky sú nasledovné:



Obrázok č.1 Diagram faktorov ovplyvňujúcich používateľský zážitok [6].

- *Nájditeľnosť* (angl. *findable* = *nájditeľný*). Vypovedá o tom, ako jednoducho dokážu používatelia nájsť obsah alebo funkcionality, o ktorej predpokladajú, že sa nachádza na danej stránke [7]. Uvádzame ju ako prvú, pretože sa ňou budeme v našej práci hlbšie zaoberať. Nasledujúce aspekty sú však tiež rovnako dôležité.
- *Použiteľnosť* (angl. *usable* = *použiteľný*). Kvalitatívny atribút hodnotiaci ľahkosť použitia používateľského rozhrania [8].
- *Príťažlivosť* (angl. *desirable* = *príťažlivý*). Obraz, identita, značka, ako aj ostatné elementy dizajnu by mali byť použité na vyvolanie emócie a uznania [6].
- *Dôveryhodnosť* (angl. *credible* = *dôveryhodný*). Používatelia musia veriť tomu, čo im je povedané [9].
- *Prospešnosť* (angl. *useful* = *prospešný*). Obsah stránky by mal byť originálny a mal by napĺňať potreby používateľov [6].
- *Prístupnosť* (angl. *accessible* = *prístupný*). Informácie a obsah stránky by mal byť dobre viditeľný aj pre ľudí s nejakým hendikepom (napr. horším zrakom).

Vyhodnocovanie zážitku pri používaní nejakej aplikácie, vykonávame v rámci používateľskej štúdie, v ktorej používateľovi zadefinujeme úlohu alebo viacero úloh, ktoré má splniť. V používateľských štúdiách, ktorých cieľom je vyhodnotiť používateľský zážitok, môžeme sledovať absenciu alebo nedostatočnosť niektorého z uvedených aspektov, čo sa prejavuje na výkone a pocitoch účastníka pri používaní aplikácie. Používateľský zážitok je subjektívny, dynamický a závislý od kontextu [10]. Z hľadiska vývoja produktov však musí byť aj odhadnuteľný a ovládateľný [11]. Preto je dôležité poznať sadu metód zameranú na jeho vyhodnocovanie. Na to, aby sme zvolili správny prístup k vyhodnoteniu používateľského zážitku, musíme si najprv ujasniť cieľ, ktorý chceme sledovať v používateľskej štúdiu, podľa neho zvoliť vhodné metódy a navrhnúť metriky, ktorými používateľský zážitok ohodnotíme.



## 2.2 Zaznamenanie používateľského zážitku sledovačom pohľadu

Sledovanie pohľadu používateľa nám poskytuje možnosť analýzy toho, kam a ako sa používateľ na obrazovke pozeral. Pohyb očí je pre každého prirodzený, vykonávame ho zväčša automaticky, nevedome. Preto je sledovanie pohľadu dobrou voľbou na odhalenie aspektov, ktoré sú pre výskumníka (resp. moderátora) ťažko pozorovateľné a používateľ nevie opísať verbálne, pretože si ich pri používaní aplikácie neuvedomuje. V našej práci uvažujeme na tento účel použitie sledovača pohľadu (*angl. eyetracker*) – ako pri kvalitatívnej, tak aj pri kvantitatívnej analýze. Tento nástroj nám poskytuje možnosť sledovať pohyby očí po obrazovke, ale aj samotné oči (veľkosť zreničky) počas sledovania obrazovky a tak presnejšie vyhodnotiť, kam sa participant pozeral počas používateľskej štúdie. Sledovanie pohľadu a použitie sledovača pohľadu pri používateľských štúdiách je opísané pomerne podrobne vo viacerých zdrojoch [1, 12, 13]. Základné fakty vyberáme v tejto stati.

Sledovač pohľadu funguje vďaka vlastnosti ľudského zraku, ktorý vždy zaostruje len na malú časť (približne 2°) zorného poľa – v tomto prípade hovoríme o tzv. najostrejšom (*foveálnom*) videní, ktoré je obklopené oblasťou nazývanou *parafovea* (veľkou približne 2-5°). Ostatné časti zorného poľa, ktoré je veľké celkovo až 180°, vidíme periférne. Počas jednej sekundy ľudský zrak môže zaostriť v priemere na 3-4 body. Jednotlivé zastavenia (zaostrenia) oka nazývame *fixácie*, tieto sú prepojené rýchlymi pohybmi oka, nazývané *sakády*. Dĺžka fixácie môže byť rôzna – od menej ako 100ms až po pol sekundy. V priemere sa však väčšinou pohybujú okolo 200-300 ms. Dlhšie fixácie môžu potom indikovať zložitejšie spracovanie informácie, či problém s porozumením zobrazenej informácii [1].

Pri analýze sledovaním pohľadu sa často definujú tzv. oblasti záujmu (*angl. areas of interest - AOI*). Touto oblasťou obklopíme element stránky, ktorý je pre nás z hľadiska cieľa výskumu podstatný. Po vykonaní používateľského testovania potom sledujeme pohyb očí okolo aj vnútri tejto zadanovej oblasti. Pre naše účely použijeme oblasť záujmu na obklopenie cieľového elementu, ktorý má používateľ nájsť. So zadanovaním oblasti záujmu súvisia aj metriky nájditeľnosti, ktoré opisujeme v stati 3.1.

## 2.3 Spôsoby vyhodnotenia používateľského zážitku

Podľa toho, aké dáta boli počas používateľskej štúdie nazbierané, resp. podľa formy vykonanej štúdie (formatívnej alebo sumatívnej), sa zvolí forma vyhodnotenia. V nasledujúcich odsekoch opisujeme dve rôzne formy analýzy používateľského zážitku.

### 2.3.1 Kvalitatívna analýza

Vyhodnocovať výsledky používateľskej štúdie môžeme kvalitatívne – teda podrobným sledovaním používateľa, sústredením sa na pochopenie jeho pocitov a konania. Pri takomto type vyhodnocovania máme možnosť zistiť to, nad čím používateľ premýšľa, ako aplikáciu

vníma a aký má na ňu názor, vďaka čomu môžeme detegovať a vysvetliť prípadné problémy v použiteľnosti.

### **Verbálne protokoly**

Používanie webovej stránky môže používateľ v rámci používateľskej štúdie rôznymi spôsobmi komentovať. Podľa spôsobu opisovania svojho konania rozlišujeme dva základné druhy verbálnych protokolov. Výsledky oboch protokolov sú užitočnými kvalitatívnymi dátami. Používateľ môže nahlas hovoriť o svojich myšlienkach počas používania systému – v takom prípade hovoríme o tzv. protokole vytváranom premýšľaním nahlas (*angl. think aloud protocol*). V tomto prípade sa síce dozvieme o jeho myšlienkach okamžite, nevýhodou však je, že slovné opisovanie konania nie je pre používateľa prirodzené a môže ovplyvniť výsledok štúdie, resp. konanie používateľa. Ak máme záznam sedenia, je možné použiť inú formu protokolu – tzv. retrospektívnu (*angl. retrospective verbal protocol*). V tomto prípade používateľ používa aplikáciu samostatne, bez komentára a svoje konanie opíše až po skončení používania webovej stránky (resp. aplikácie alebo systému). Výhodou tohto typu protokolu je, že je pre používateľa prirodzenejší a viac pripomína používanie aplikácie v reálnom živote.

### **2.3.2 Kvantitatívna analýza**

Ďalším spôsobom vyhodnocovania výsledkov používateľskej štúdie je kvantitatívna analýza. V rámci nej vykonávame rôzne matematické a štatistické merania na dátach, ktoré sme pri používateľskej štúdii namerali. V tomto prípade je dôležité presné zadefinovanie cieľa výskumu, aby sme mohli zvoliť vhodné metriky. Bežnými kvantitatívnymi metrikami používanými v používateľskom výskume sú napríklad dĺžka času vykonania zvolenej úlohy, či počet chýb, ktoré používateľ počas používania aplikácie urobil [14]. Kvantitatívna analýza je vhodná pri používateľských štúdiách s väčším počtom participantov, pretože nemusíme vyhodnocovať dáta jednotlivo, ale hromadne, s použitím automatizácie. Podľa Nielsena je na kvantitatívnu analýzu odporúčané otestovať 20 participantov [15]. Pri hromadnom vyhodnotení dát však len ťažko vieme dosiahnuť taký stupeň porozumenia konaniu jednotlivých používateľov, ako pri kvalitatívnej analýze. Ak však chceme v dostatočnej miere podložiť našu hypotézu, vykonanie kvantitatívnej analýzy je veľmi dôležité.

## 3 Nájditeľnosť cieľového elementu

---

Každá webová stránka sa snaží byť originálom, čo sa odráža nie len na obsahu, ale aj celkovej informačnej štruktúre, navrhnutom navigačnom systéme a dizajne. Ak sa ocitneme na webovej stránke, ktorú nepoznáme, trvá určitý čas, kým sa na nej zorientujeme a nájdeme obsah, kvôli ktorému sme ju navštívili. Ak je predpoklad, že sa na stránke obsah nachádza správny a dokážeme ho jednoducho nájsť, môžeme povedať, že nájditeľnosť tohto cieľa je dobrá.

Jednou z najčastejších príčin zlyhania používateľa je problém, kedy jednoducho nedokáže lokalizovať cieľ na webovej stránke. Ak totiž používateľ nedokáže produkt, resp. požadovanú službu, či hľadanú informáciu nájsť, nemôže naplniť svoje potreby. To je dôvod prečo sa nejedná len o závažný problém v použiteľnosti webovej stránky, ale aj o veľký problém ziskovosti prevádzkovateľa stránky [7]. Na to, aby sme našli a použili hľadaný cieľový element, musíme úspešne vykonať dva kroky [1]:

- 1.) *Lokalizácia*: Musíme nájsť cieľový element a preniesť naň svoju pozornosť (pohľad).
- 2.) *Rozpoznanie*: Musíme rozpoznať význam elementu, na ktorý sa pozeráme, v súvislosti s cieľom, ktorý chceme dosiahnuť.

Vzhľadom k tomu, že máme záujem merať efektívnosť a rýchlosť nájdenia cieľového elementu, zameriame sa na prvý z uvedených krokov. To, ako rýchlo a či vôbec dokážu používatelia cieľový element na webovej stránke nájsť, závisí od viacerých faktorov.

Prvým dôležitým faktorom, ktorý ovplyvňuje nájditeľnosť je to, kde na základe vlastnej skúsenosti, zvykov a logického usudzovania používateľa očakávajú polohu cieľového elementu. Ak cieľový element nenájdu tam, kde predpokladajú jeho prítomnosť, alebo jednoducho nevedia, kde začať hľadať, prehľadávajú obsah stránky, pri čom ich vedú procesy vizuálnej pozornosti a prirodzene používajú vizuálne hľadanie, ktoré analyzujeme a opisujeme v stati 3.2.

Ďalším faktorom, ktorý vplýva na nájditeľnosť určitého cieľového elementu je samozrejme jeho vzhľad. Použitie výrazného vzhľadu (farby) a formátovania písma však nemusí znamenať, že ho používatelia ľahko nájdu a rozoznajú. Prichádzajú totiž do styku s množstvom reklám, ktoré sa na seba snažia upútať práve spomínaným výrazným vzhľadom a takéto prvky webového obsahu sa už mnoho používateľov naučilo ignorovať [16].

### 3.1 Metriky používané na meranie nájditeľnosti

Metriky nájditeľnosti cieľového prvku používame na ohodnotenie vizuálnej dostupnosti cieľového elementu, ktorý používatelia hľadajú. Ako sme už spomenuli v úvode, hľadanie trvá určitý čas, ktorý pri meraní nájditeľnosti môžeme použiť ako jednu z vhodných metrik.

V našej štúdií sa okrem času zaujímate aj o menej konvenčné metriky, ktoré nám poskytujú sledovač pohľadu. Ich použitie má zmysel vtedy, ak má byť určitý cieľový element označený na to, aby sme úlohu označili za splnenú. V preštudovanej literatúre sa v súvislosti s meraním nájditeľnosti cieľového elementu spomínajú nasledujúce metriky [1]:

### **Percento používateľov, ktorí zaostrili na cieľový element.**

Touto metriku môžeme merať, do akej miery je cieľový element nájditeľný. Použiť ju môžeme v prípade, ak nás zaujíma, koľko z participantov dokázalo cieľ aspoň lokalizovať. Sledovať potom môžeme napríklad to, koľko participantov, ktorí zlyhali pri označení, resp. kliknutí na cieľový element, sa naň aspoň raz pozreli. Ak je malý počet tých, ktorí sa na element pozreli, problémom je nájditeľnosť. V opačnom prípade sa problém pravdepodobne týka porozumenia.

### **Počet fixácií, ktoré predchádzali prvej fixácii na cieľový element.**

Táto metrika vyjadruje efektívnosť hľadania. Čím menej fixácií bolo vykonaných pred fixáciou na cieľový element, tým bolo hľadanie efektívnejšie. Pri použití tejto metriky treba dbať na uvedenie percentuálneho počtu participantov, ktorí fixovali cieľový element aspoň raz, pretože len pre týchto môžeme túto metriku použiť. Ak je totiž len malé množstvo participantov, ktorým sa podarilo cieľ lokalizovať, efektívnosť ich hľadania je irelevantná. Podľa odporúčania z literatúry [1] má použitie tejto metriky zmysel len v prípade, že sa na cieľový element pozrela väčšina participantov (povedzme že viac ako 75%).

### **Čas do prvej fixácie na cieľový element.**

Posledná z uvádzaných metrík, ktorá spája sledovanie fixácií a meranie času, sa často zvykne používať namiesto druhej z uvedených v prípade, že sa javí ako vhodnejšia vzhľadom k predmetu výskumu. Môže sa jednať napríklad o prípady, kedy je dôležité merať každú milisekundu času hľadania cieľového elementu a preto by počet fixácií nebol dostatočujúco presnou metriku (keďže aj dĺžky fixácií počas hľadania sú rôzne).

## **3.2 Vizúálne hľadanie**

Hľadanie objektov na základe vizuálnych vnemov je súčasťou každodenného života ľudí – či už sa jedná o hľadanie známej osoby v dave, či špeciálneho znaku na klávesnici. Práve vizuálne hľadanie je už viac ako 30 rokov predmetom záujmu psychológov. Pri skúmaní tejto ľudskej schopnosti využívajú úlohy na vizuálne hľadanie, ktoré môžeme zdefinovať pomerne jednoducho – sú to tie úlohy, pri ktorých niekto niečo hľadá [2]. Táto neurčitá formulácia, ktorá však dobre vystihuje podstatu týchto úloh, indikuje, o akú širokú oblasť sa jedná.

Rôzne kombinácie výzoru objektov vo vizuálnom poli v spojení s rôznou formuláciou úlohy vytvárajú obrovskú množinu variácií, ktorú by bolo ťažké obsiahnuť v rámci jedného testovania. Preto pri testovaní vizuálneho hľadania psychológovia prispôbujú zobrazené elementy na jednotlivých stimuloch podľa cieľa ich výskumu.

Vizuálne hľadanie vychádza aj z vizuálnej pozornosti, ktorá v sebe zahŕňa dva procesy – „zdola-nahor“ (*angl. bottom-up*) a „zhora-nadol“ (*angl. top-down*). Prvý zo spomenutých, proces zdola-nahor, sa uplatňuje na základe zobrazenej scény a je neuvedomelý. Vďaka tomuto procesu je pozornosť prirodzene pritiaľnutá k elementom, ktoré sú určitým spôsobom výrazné (napr. výrazná červená farba jedného elementu medzi ostatnými modrými). Druhý proces, zhora-nadol, je uvedomelý a sústredený na vykonanie úlohy, alebo cieľa. Pri tomto sú automaticky uplatňované vedomosti a skúsenosti daného človeka. Príkladom takéhoto procesu môže byť napríklad automatické hľadanie ikony na odhlásenie v pravom hornom rohu webovej stránky, ak je používateľ zvyknutý, že sa tam na danej stránke táto ikona nachádza.

Štúdie, ktoré sú venované skúmaniu správania vizuálneho hľadania v úlohách týkajúcich sa kontroly bezpečnosti na letiskách či vyhodnocovania výsledkov lekárskeho vyšetrenia sú dobrým príkladom využitia tejto oblasti psychológie v praxi. V našej práci využijeme vizuálne hľadanie v kontexte skúmania nájditeľnosti cieľového elementu na webovej stránke, čo je bežnou súčasťou používateľského testovania.

### **3.2.1 Princíp testovania vizuálneho hľadania subjektu**

Testy na vizuálne hľadanie nevyžadujú žiadnu prípravu. Pri štandardnom vizuálnom hľadaní subjekt hľadá cieľový element medzi viacerými rušivými elementami - distraktormi (z *angl. distract – odvieť, odvrátiť pozornosť*), ktoré sú spolu zobrazené na jednej obrazovke - stimule. Celkový počet zobrazených elementov na jednom stimule nazývame veľkosť súboru (*angl. set size*). V jednom teste určitá časť stimulov obsahuje cieľový element, hovoríme, že cieľový element je prítomný. Vo zvyšnej časti, ktorú zväčša tvorí ostatných 50% stimulov, je element neprítomný, absentuje.

Pri testovaní subjekty zvolia jednu formu odpovede, ako napríklad stlačenie určitého tlačidla, ak chcú indikovať nájdenie elementu a inú formu odpovede, ak cieľový element nenašli. Pri vyhodnotení testu sa používajú dve základné metriky – reakčný čas (*RT*, z *angl. reaction time*) a presnosť. V štúdiách, v ktorých je cieľom sledovať *RT*, ostáva stimul zobrazený dovtedy, kým subjekt neodpovie. *RT* sú vo všeobecnosti analyzované ako funkcie veľkosti súboru – jedna pre prítomný a druhá pre absentujúci cieľový element [2]. Priemery (alebo mediány) reakčných časov sú užitočné pri určení štandardnej metriky efektívnosti hľadania, pri ktorej je sklon (*angl. slope*) lineárnej funkcie daný závislosťou *RT* od počtu zobrazených elementov na obrazovke (veľkosť súboru). Vzory funkcií *RT* x veľkosť súboru sa používajú pri dokazovaní rôznych modelov hľadania [17].

V prípade, že sa jedná o metódu na meranie presnosti, stimul je zobrazený len krátko. Po ňom nasleduje zobrazenie masky, ktoré ukončí hľadanie. Maskou rozumieme stimul, ktorý obsahuje len obrysy, prípadne vyznačené pozície elementov, ktoré boli zobrazené stimule, ktorý predchádzal zobrazeniu masky. Metódy na meranie presnosti sa používajú obzvlášť v prípadoch, kedy sa vyžaduje eliminovanie možného pohybu očí. Stimul môže byť zobrazený len na 50 ms, čo je na ovládateľný pohyb očí príliš krátky čas [2].

### 3.2.2 Úlohy na vizuálne hľadanie

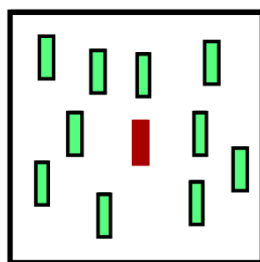
Test na vizuálne hľadanie je možné vytvoriť množstvom rôznych spôsobov v závislosti od toho, koľko elementov jednotlivé stimuly obsahujú, ako zobrazené elementy stimulov vyzerajú a akými vlastnosťami sa tieto elementy podobajú, resp. odlišujú. Medzi vlastnosti, ktorými sa elementy môžu navzájom podobať, sú napríklad farba, tvar, orientácia, pohyb, či veľkosť. Dôležité je tiež množstvo stimulov v teste, ktoré musí byť zvolené tak, aby bolo dostatočne početné na to, aby boli výsledky testu platné a zároveň nie až tak vysoké, aby vyčerpanie participanta spôsobilo, že budú výsledky na jednotlivých úlohách nesprávne.

V nasledujúcej stati opisujeme štandardné úlohy, ktoré boli použité na testovanie vizuálneho hľadania v prácach orientovaných na problematiku vizuálneho hľadania [17].

#### Hľadanie charakteristickej vlastnosti (Feature search)

Pre tento typ hľadania, ktorý sa považuje za jednoduchý, môžeme uviesť nasledujúce príklady: hľadanie červeného obdĺžnika medzi zelenými, či hľadanie modrého krúžku medzi modrými trojuholníkmi. Z uvedených príkladov je zrejmé, že sa jedná o hľadanie cieľového elementu, ktoré je možné odlíšiť od distraktorov na základe jedinej vlastnosti, ktorá je preň charakteristická – napríklad odlišenie cieľového elementu len na základe farby, alebo len na základe tvaru. Pri tomto type hľadania dochádza k tzv. „pop-out“ efektu – cieľový element „udrie do očí“ svojou odlišnosťou a tým upozorní na svoju prítomnosť [2]. Príklad takého stimulu uvádzame nižšie (Obrázok č.2).

Pri úlohách tohto typu sa sklon lineárnej funkcie RT x veľkosť súboru typicky pohybuje blízko nuly (0 ms/element). Dáta priemerných RT mnohých štúdií potvrdzujú, že sa jedná o extrémne efektívne hľadanie (*angl. efficient search*) [17]. Avšak je dobré podotknúť, že podobnosť cieľového elementu s distraktormi signifikantne ovplyvňuje efektívnosť hľadania. Niektoré štúdie upozorňujú na skutočnosť, že aj hľadanie charakteristickej vlastnosti môže byť neefektívne v prípade, ak sú distraktory veľmi podobné cieľovému elementu [18].



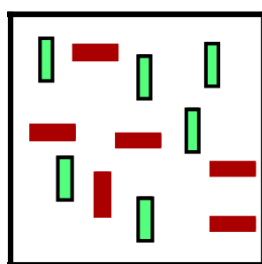
Obrázok č.2 Ukážka stimulu pre hľadanie na základe charakteristickej vlastnosti [17].

#### Hľadanie konjunkcie vlastností (Conjunction search)

Tento typ hľadania je charakteristický hľadaním cieľového elementu, ktorý spája najmenej dve rôzne vlastnosti zobrazených elementov a na základe tejto kombinácie je jednoznačne odlišiteľný od ostatných. Opäť je vhodné uviesť príklad: hľadanie cieľového elementu

modrý trojuholník medzi distraktormi, ktoré sú tvorené modrými štvorcami a červenými trojuholníkmi – z uvedeného príkladu vyplýva, že cieľový element je možné rozoznať na základe kombinácie tvaru (odlíšenie trojuholníka od štvorcov) a farby (odlíšenie modrého trojuholníka od ostatných červených trojuholníkov). Ďalší príklad, v ktorom je použité odlišenie cieľového elementu (červený horizontálne orientovaný obdĺžnik) na základe jeho farby a orientácie, uvádzame nižšie (Obrázok č.3).

Tieto úlohy typicky vytvárajú funkcie RT x veľkosť súboru s miernym sklonom – približne 10 ms/element a hľadanie konjunkcie vlastností je preto považované tiež za pomerne efektívne, aj keď je zreteľne jasné, že nie tak efektívne, ako je hľadanie charakteristickej vlastnosti [17].

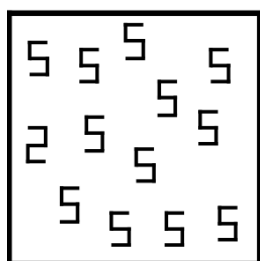


Obrázok č.3 Ukážka stimulu pre hľadanie na základe konjunkcie vlastností [17].

### Hľadanie priestorového usporiadania (Spatial Configuration Task)

Hľadanie digitálnej podoby čísla 2 medzi digitálnymi číslami 5 je dobrým príkladom úlohy tohto typu (Obrázok č.4). Cieľový element aj distraktory obsahujú rovnaké vertikálne a horizontálne komponenty (čiary), rozdiel je len v ich usporiadaní. Takéto hľadanie je neefektívne (*angl. inefficient search*).

Funkcia RT x veľkosť súboru má často strmý sklon, keďže hľadanie vyžaduje čas 30ms/element, niekedy aj viac. Takéto úlohy bývajú nazývané aj úlohami na sériové hľadanie, ale vzhľadom k rozporom medzi psychológmi ohľadom tejto terminológie, je vhodnejšie úlohy rozlišovať podľa času na identifikáciu elementu. Ak by úloha vyžadovala fixáciu na každý element, aby mohol byť identifikovaný, sklon by bol daný najmenej 125-250 ms/element [17].



Obrázok č.4 Ukážka stimulu pre hľadanie priestorového usporiadania [17].

## Prehľadávanie preplnených obrázkov (Wimmelpictures)

Obrázky, ktoré sú husto preplnené rôznymi farebnými objektami – vecami i ľuďmi, boli použité pri viacerých štúdiách. Typickým príkladom takýchto obrázkov sú tie, ktoré sú zobrazené v sérii kníh detskej literatúry – *Kde je Waldo?* (angl. *Where is Waldo?* alebo *Where is Wally?*). Na týchto obrázkoch je cieľovým elementom kreslená postavička s menom Waldo, ktorá nosí okuliare a má vždy oblečené rovnaké, červeno-biele pásikavé oblečenie. Napriek svojmu výraznému vzhľadu je problematické túto postavu v preplnenom obrázku nájsť.

Na rozdiel od štandardných úloh na vizuálne hľadanie, ktoré sme uviedli vyššie, stimuly s obsahom obrázkov *Kde je Waldo?* vždy obsahujú cieľový element (Walda). Príklad takéhoto stimulu uvádzame nižšie (Obrázok č.5).



Obrázok č.5 Ukážka časti obrázka *Kde je Waldo?*<sup>1</sup>

V štúdiách, v ktorých použili takéto stimuly, bolo cieľom sledovať stratégie hľadania, resp. správanie sa participantov pri vizuálnom hľadaní skrytého objektu a tiež sledovať vplyv použitej stratégie na výsledný čas hľadania.

Na stratégiu hľadania má vplyv počet distraktorov – podľa toho je stratégia zmenená od systematickej (pri menších počtoch) k náhodnej (pri väčších počtoch) [12]. Systematickou stratégiou nazývame organizované prehľadávanie zvoleným spôsobom – napríklad zhora nadol, či zľava doprava. Podľa výsledkov jednej z preštudovaných prác [13], v ktorej na sledovanie stratégií hľadania používali sledovač pohľadu, ako najvhodnejšia stratégia hľadania (najrýchlejšia) sa javí stratégia hľadania na základe vlastností objektov, ktorú aj použila väčšina participantov (74%). Ďalšou stratégiou hľadania bolo sekvenčné prehľadávanie (ktoré použilo 16% participantov). Zvyšná časť participantov počas hľadania menila svoju stratégiu. Autori tejto štúdie mali na použitie obrázkov *Kde je Waldo?* dobré ohlasy a povzbudzujú k ich použitiu v podobných prácach.

---

<sup>1</sup> M. Handford, „Where's Waldo?“, <http://whereswaldo.com/index.html#findwaldo/map2>



### 3.2.3 Paralelné verzus sériové spracovanie stimulu

Skúmanie spracovania vizuálnych informácií spôsobuje už po niekoľko desaťročí rozpor v správnosti používania termínov „paralelné“ a „sériové“ v oblasti vizuálneho hľadania. Pôvodná teória, opísaná ešte v roku 1980 psychológmi Treisman a Glade, ktorá je známa ako „*feature integration theory*“ (FIT), hovorí o automatickom paralelnom registrovaní vlastností elementov a na druhej strane o sériovom zameraní pozornosti na každú z relevantných oblastí, ak sa jedná o spracovanie konjunkcie vlastností [19]. Táto teória bola mnohými psychológmi zamietnutá (napr. [2]). Niektorí psychológovia však označujú zamietnutie tejto teórie za predčasné a venujú mu ďalší výskum [20].

Dr. Wolfe z Harvardského laboratória vizuálnej pozornosti vo svojich prácach zamieta používanie týchto termínov a nahradzuje ich radšej explicitným vyjadrením času potrebného na spracovanie jedného elementu (ms/element) [17]. V štúdií iných autorov však môžeme nájsť ďalší odlišný prístup: psychológovia Huang a Pashler používajú vo svojej štúdií zadaný termín „limit kapacity pozornosti“ (ang. *attentional capacity limit*) – ak je pri väčšom počte elementov spracovanie zhoršené, poukazujú, že je to spôsobené práve existenciou kapacitného limitu. Ak kvalita a rýchlosť spracovania zostane nezmenená aj pri väčšom počte elementov, kapacitný limit nie je prítomný [21].

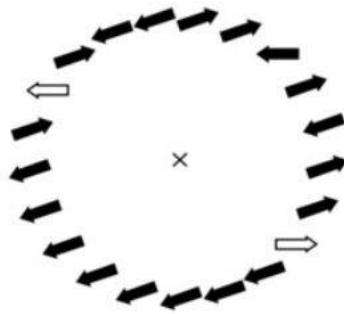
Primárnym cieľom tejto práce nie je psychologický výskum, ale napriek tomu by sme radi dodržali terminológiu používanú v tejto oblasti. Vzhľadom k existujúcej dichotómii, pri popise hľadania budeme vychádzať z priemerných časov potrebných na identifikáciu jedného elementu (ms/element).

### 3.2.4 Vplyv rôznych faktorov na reakčný čas a chybovosť

Každý z elementov, ktoré sa nachádzajú na stimule v teste na vizuálne hľadanie, je spracovaný v určitom čase, s určitým stupňom presnosti. Ak celkový počet zobrazených elementov zvýšime, celková pravdepodobnosť chyby narastie kvôli faktoru, nazývanému štatistický rozhodovací šum (angl. *statistical decisional noise*) [21].

Ďalším aspektom, ktorý by potenciálne mohol ovplyvniť nárast reakčného času, sú pohyby očí participanta pri prezeraní väčších obrazoviek. Ak sa totiž úloha stane natoľko zložitou, že spracovanie jednotlivých elementov vyžaduje fixácie, môže byť pohyb očí dostatočne silným faktorom na to, aby ovplyvnil nárast reakčného času v súvislosti s nárastom zobrazených elementov na obrazovke [21].

Pri analýze sme tiež zistili, že ľudia s vyššou hodnotou WMC (angl. *Working Memory Capacity*) sú rýchlejší pri úlohách, ktoré viac závisia od procesov zhora-nadol. Tento príklad dobre ilustruje obrázok nižšie (Obrázok č.6). Jedná sa o stimul, v ktorom sú objekty (čierny, biely) podobne orientované, pričom cieľový element je čierny (čierna horizontálna šípka ukazujúca doľava) a zároveň čierne elementy tvoria väčšiu skupinu. Tu je dôležité prekonať zavádzajúce zdola-nahor mechanizmy, kvôli ktorým je pozornosť prirodzene priťahovaná k bielym distraktorom [22].



Obrázok č.6 Ukážka stimulu pre rozlíšenie ľudí podľa hodnoty WMC [22].

### 3.3 Existujúce testy na vizuálne hľadanie

V nasledujúcej stati podrobne opisujeme tri z existujúcich riešení testov na vizuálne hľadanie, ktoré sú určené pre použitie na počítači a sú voľne dostupné prostredníctvom webu. Pri analýze existujúcich riešení sme narazili aj na aplikáciu od spoločnosti BrainBaseline<sup>1</sup>, ktorá je určená na mobilnú platformu, resp. pre tablety. Vzhľadom k zámeru sústrediť sa na aplikácie, ktoré sú použiteľné na počítači, tejto aplikácii nevenujeme ďalšiu analýzu.

#### 3.3.1 Go Cognitive: Visual Search

Na webovej stránke GoCognitive<sup>2</sup>, ktorá poskytuje rôzne edukačné nástroje a materiály z oblasti kognitívnej psychológie, je okrem iných dostupné aj demo testov na vizuálne hľadanie s rôznym výzorom stimulov. Pri začatí testu je možné zvoliť zo štyroch rôznych foriem (výzorov) stimulov:

- 1.) farebné geometrické útvary (rôzna farba – červená a modrá, rôzne útvary – štvorce a trojuholníky)
- 2.) orientované čiary (čierna farba, rôzna orientácia, rôzna hrúbka)
- 3.) rotujúce geometrické útvary (biela farba, rôzny smer rotácie, rôzne útvary – štvorce a trojuholníky)
- 4.) alfanumerické znaky (biela farba, rôzne znaky podľa voľby na začiatku testu)

Podľa toho, aké relevantné výsledky chceme z testovania získať v teste, máme možnosť vybrať z troch rôznych veľkostí testu – 64, 96 a 144 stimulov. Odpovedanie na prítomnosť elementu je vykonané stlačením príslušného tlačidla na klávesnici - buď „z“ pre indikovanie neprítomnosti cieľového elementu, alebo „/“ pre indikovanie prítomnosti. Po stlačení tlačidla je zobrazená správa o správnosti odpovede. Stimuly sú zobrazované po stlačení ľu-

---

<sup>1</sup> <https://www.brainbaseline.com/assessments/visual-search>

<sup>2</sup> <http://www.gocognitive.net>

bovoľného tlačidla na klávesnici. Na nacvičenie ovládania a sledovania stimulov je možnosť využiť cvičný mód, ktorý je nutné manuálne ukončiť, aby sa mohlo začať skutočné testovanie.

Test nie je zameraný na presnosť, nevyžaduje označenie polohy cieľového elementu. Cieľový element ostáva nezmenený počas celého trvania testu. Počas testovania sú zobrazené stimuly s veľkosťou súborov: 4, 8, 16, 32. Pri tomto teste nie je možné vylúčiť tipovanie, keďže sa od testovaného participanta nepožaduje označenie cieľového elementu (napr. kliknutím na jeho pozíciu). Pre väčšiu presnosť výsledkov preto tvorcovia odporúčajú použiť testovanie s väčším množstvom stimulov (v tomto prípade 144 stimulov).

Výsledky testu je možné zobrazíť po skončení testu vo forme čistého textu v tabuľke a tiež formou grafu. Výsledky uvedené v tabuľke sú reakčnými časmi na jednotlivých stimuloch v teste, spolu s uvedenou správnosťou odpovede a typom stimulu (tzn. o aký typ úlohy na vizuálne hľadanie bol na danom stimule zobrazený). Nástroj prepočítava aj priemerný reakčný čas na jednotlivých typoch úloh, ktoré sú tiež zobrazené v tabuľke. Vďaka jednoduchému textovému zobrazeniu je možné výsledky z tabuľky jednoducho skopírovať.

### 3.3.2 PEBL: Vsearch

Odlišnú formu testovania vizuálneho hľadania poskytuje nástroj PEBL (*The Psychology Experiment Building Language*)<sup>1</sup>, ktorý okrem testu na vizuálne hľadanie poskytuje viac ako 70 rôznych psychologických testov. Tento nástroj však nie je dostupný online a vyžaduje inštaláciu.

Test na vizuálne hľadanie, ktorý je možné vytvoriť v tomto nástroji, spája meranie RT a zároveň vyžaduje presnosť určenia cieľového elementu označením polohy na maskovanom stimule. Zobrazenými elementami na stimule sú vždy alfanumerické znaky. Indikovanie prítomnosti aj neprítomnosti cieľového elementu je vždy vykonané kliknutím. Po kliknutí je zobrazený maskovaný stimul, na ktorom sú všetky elementy, ktoré boli zobrazené na stimule, nahradené jednotnou maskou – v tomto prípade kruhom. Participant indikuje nájdenie cieľového elementu kliknutím na kruh na tej pozícii, na ktorej bol zobrazený cieľový element. Neprítomnosť cieľového elementu na stimule sa indikuje kliknutím na tlačidlo „Absent“ v hornej časti obrazovky. Po kliknutí na príslušné miesto na maskovanom stimule je zobrazený nasledujúci cieľový element. Počas testu nie sú poskytované žiadne informácie o správnosti odpovede.

Test je generovaný náhodne, po spustení sa vyžaduje zadanie identifikátora participanta. Po spustení testu nie je k dispozícii žiadny cvičný mód, všetky výsledky po spustení testu

---

<sup>1</sup> <http://pebl.sourceforge.net>

sú zaznamenávané. Zobrazenie nasledujúceho stimulu po označení cieľa na maske sa vykoná automaticky, participant má možnosť ľubovoľne dlhšej prestávky po absolvovaní tridsiatky stimulov.

Nástroj poskytuje nastavenie niektorých vlastností testu – napríklad počtu zobrazených stimulov, rozmerov stimulu, veľkosti súborov, či farby a tvaru zobrazených elementov. Je možné zadefinovanie dvoch odlišných cieľových elementov, ktoré sa počas testovania striedajú, naopak, výzor distraktorov ostáva nezmenený počas celého testovania. Na jednom stimule môže byť zobrazených viacero cieľových elementov.

Výsledky testu sú zaznamenané do súboru vo formáte csv s menom zadaného identifikátora participanta a obsahujú všetky informácie potrebné na vyhodnotenie – najmä správnosť odpovede, opis výzoru stimulu (veľkosť súboru, cieľový element, distraktory) a samozrejme reakčný čas.

### **3.3.3 Millisecond: Visual Search Task**

Voľne dostupný test na vizuálne hľadanie poskytuje aj webová aplikácia Inquisit Web<sup>1</sup>, ktorá je zameraná práve na výskumy z oblasti psychológie a správania, kde bola táto aplikácia aj využitá [23].

Pre spustenie testu na vizuálne hľadanie je vyžadované stiahnutie a spustenie nástroja. Po spustení aplikácia funguje v režime na celú obrazovku a nie je možné ju ukončiť skôr, ako po absolvovaní všetkých obsiahnutých testov. V aplikácii sú merané reakčné časy testovaných subjektov, ako aj správnosť, resp. nesprávnosť, odpovede, či informácie o stimuloch, ktoré sú v teste obsiahnuté – tj. veľkosť súboru, cieľový element, prítomnosť, resp. neprítomnosť cieľového elementu a pod. Zobrazenými elementami sú obrázky s rôznym emotívnym zameraním – veselé, strašidelné a neutrálne. Výzor elementov však možno meniť v zdrojovom kóde skriptu testu, podobne ako aj tlačidlá na indikovanie prítomnosti alebo neprítomnosti elementu. Počas celého priebehu testu je vyžadované len používanie klávesnice – ako po porozumení inštrukciám, tak aj pri samotnom teste. Predvoleným tlačidlom na indikovanie prítomnosti cieľového elementu je tlačidlo „Y“ (z *angl. yes*) a na indikovanie neprítomnosti tlačidlo „N“ (z *angl. no*).

Predvolene sú použité veľkosti súborov 3, 6 a 9, elementy sú umiestnené náhodne na bielom pozadí do kruhu okolo značky križa, ktorý sa nachádza v strede obrazovky a slúži na vycentrovanie pohľadu po skončení hľadania, pred zobrazením ďalšieho stimulu. Stimuly sú zobrazované automaticky, participant nemôže nijakým spôsobom vykonávanie testu zastaviť, pretože po indikovaní konca hľadania cieľového elementu na jednom stimule, sa automaticky zobrazí ďalší stimul.

---

<sup>1</sup> <http://www.millisecond.com/download/library/v5/VisualSearch/VisualSearch.web>

Test na vizuálne hľadanie obsahuje cvičný mód, ktorý má nastavenú dĺžku, resp. počet stimulov na 10. Počas cvičného módu je participantovi poskytnutá spätná väzba o správnosti jeho odpovede zobrazením červeného „X“. Reálny test predvolene obsahuje 108 stimulov. Spätná väzba počas reálneho testovania nie je poskytovaná, na čo je participant dopredu upozornený v bloku inštrukcií pred začatím reálneho testu. Počas testovania aplikácia participantovi neposkytuje informáciu o jeho postupe a počte vykonaných, resp. počte zostávajúcich stimulov.

### **3.3.4 Zhodnotenie existujúcich testov na vizuálne hľadanie**

Každý zo spomenutých existujúcich testov má podľa nášho úsudku svoje pozitíva aj negatíva. Pozitívom na testoch GoCognitive a PEBL je, že poskytujú participantovi informáciu o postupe (koľko stimulov prešiel, resp. koľko stimulov ostáva). Oproti tomu, počas testu na vizuálne hľadanie od Milliseconds participant počas testovania nedostáva informáciu o postupe a je doslova „uväznený“ v aplikácii, kým nesplní všetky testy, pričom prechádzanie stimulov nemôže nijako pozastaviť.

Náhodná zmena cieľového elementu v teste PEBL pred každým zobrazením stimulu podľa našej skúsenosti viedla k väčšej chybovosti, keďže sledovanie tejto zmeny vyžadovalo väčšie sústredenie na obrazovky so zobrazeným cieľovým elementom (okrem sústredenia sa na samotné hľadanie). Pozitívne hodnotíme online dostupnosť testu GoCognitive. Na základe našich skúseností s týmito testami považujeme za veľmi vhodné, aby test poskytoval aj cvičný mód pred jeho skutočným začiatkom, počas ktorého si participant zvykne na ovládanie. Pri väčšom počte stimulov je dobré nechať participantovi aj možnosť na oddych - vhodnejšie pôsobí riešenie GoCognitive, v ktorom si môže participant kedykoľvek počas testu urobiť prestávku po tom, čo odpovedal a pred tým, ako zobrazí ďalší stimul (pretože stimuly na rozdiel od testu PEBL a Milliseconds sa zobrazuje manuálne – stlačením tlačidla).

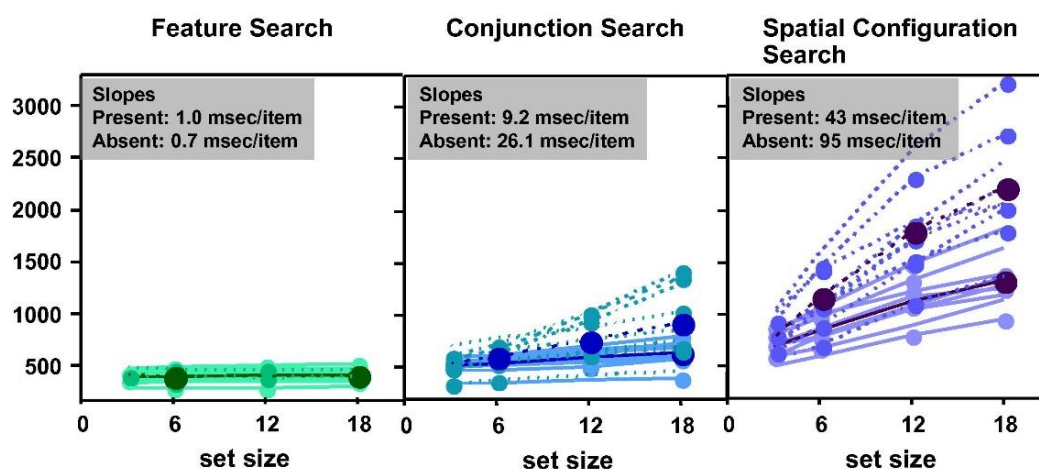
Overenie správnosti odpovede v teste na vizuálnu pozornosť pôsobí ako dobrá voľba v prípade stimulu s väčšou veľkosťou súboru (nad 30 elementov), a súčasne za predpokladu, že sa nejedná o hľadanie charakteristickej vlastnosti, ktoré je považované za extrémne efektívne pri malých aj veľkých veľkostiach súborov [17]. Predpokladáme, že pri veľkých veľkostiach súborov, ktoré vyžadujú sériové prehľadávanie, by participant radšej uprednostnil tipovanie o prítomnosti elementu pred neefektívnym prehľadávaním zobrazeného stimulu. Preto pôsobí ako vhodné riešenie aj overenie správnosti odpovede kliknutím na pozíciu cieľového elementu na maskovanom stimule.

### **3.3.5 Existujúci dataset**

Prác týkajúcich sa vizuálneho hľadania je množstvo, avšak pri analýze tejto oblasti psychológie sme narazili na jednu, ktorá je výnimočná množstvom nazbieraných dát [17]. Autormi tohto veľkého projektu sú uznávaní psychológovia z Harvardského laboratória vizuálnej pozornosti (Wolfe, Horowitz) a Oddelenia psychológie v štátnej univerzite vo Wichite v Spojených štátoch (Palmer).

Na vytvorenie tohto datasetu bolo otestovaných 10 participantov na 1000 stimuloch pre každú z použitých veľkostí súborov (použitá 4 rôzne veľkosti súborov) v každej z testovaných úloh (dohromady 3 rôzne úlohy) na vizuálne hľadanie. Tento veľký dataset teda obsahuje až 112 000 reakčných časov participantov a je voľne dostupný na webovej stránke Harvardského laboratória vizuálnej pozornosti [24]. Bol vytvorený na vybraných troch štandardných úlohách na vizuálne hľadanie, pri ktorých boli vytvorené modely distribúcií reakčných časov na jednotlivých úlohách na vizuálne hľadanie:

1. Hľadanie na základe charakteristickej vlastnosti (*Feature search*)
2. Hľadanie na základe konjunkcie vlastností (*Conjunction search*)
3. Hľadanie priestorového usporiadania (*Spatial configuration search*)



Obrázok č.7 Grafy zobrazujúce závislosti medzi dĺžkou reakčného času a veľkosťou súboru pri troch rôznych úlohách na vizuálne hľadanie [17].

Na obrázku (Obrázok č.7) sú znázornené funkcie reakčných časov v závislosti od veľkosti súboru (RT x veľkosť súboru). Bledšia farba indikuje výsledok jednotlivca, tmavšia priemerný výsledok. Neprerušované línie znázorňujú výsledky pre prítomný cieľový element, bodkované línie pre neprítomný. Cieľom práce týchto psychológov bolo ukázať, ako môžu byť distribúcie reakčných časov použité na poskytnutie nových informácií o vizuálnom hľadaní.

## 4 Návrh zlepšenia merania nájditeľnosti metódou ohodnotenia participanta

---

Používateľský zážitok je vyhodnocovaný na základe používateľských štúdií, v ktorých participujú rôzni ľudia. Každý človek má však individuálne vlastnosti a schopnosti, ktorými oproti iným ľuďom vyniká, alebo naopak zaostáva. Pri používateľskom testovaní tak môžu individuálne schopnosti človeka zohrať úlohu pri vyhodnotení výsledkov a tak aj pri vyvedení záverov testovania. V predchádzajúcich dvoch kapitolách sme upriamili pozornosť na nájditeľnosť, ako jeden z dôležitých aspektov používateľského zážitku, na ktorý sa zameriavame. V našej práci predpokladáme súvis medzi

- výsledkom participanta v meraní nájditeľnosti určitého elementu na webovej stránke a
- jeho individuálnou schopnosťou vizuálneho hľadania.

Zameriavame sa pritom na proces lokalizácie cieľového elementu, ktorý je zobrazený na obrazovke monitora – teda nie je potrebné posunutie stránky, otváranie kontextových menu, zmena aktuálne zobrazeného obsahu stránky, či iná interakcia s použitím myši alebo klávesnice na to, aby bol cieľový element lokalizovaný pohľadom. V práci uvažujeme a pracujeme len s desktopovými aplikáciami.

Predpokladáme, že presnosť metrík používaných na meranie nájditeľnosti určitého elementu na webovej stránke, môže byť zlepšená práve zohľadnením schopnosti vizuálneho hľadania participanta. Na ohodnotenie schopnosti vizuálneho hľadania participanta navrhujeme vytvorenie našej vlastnej kalibračnej sady testov na vizuálne hľadanie, ktorá bude obsahovať špeciálne vybrané stimuly. Túto sadu testov vytvoríme na základe výsledkov kvantitatívneho experimentu obsahujúceho testy na vizuálne hľadanie, pričom vyberieme tie stimuly, na ktorých je nameraná veľká variabilita reakčných časov a teda predpokladáme, že na týchto stimuloch dokážeme vytvoriť spoľahlivé ohodnotenie schopností vizuálneho hľadania participanta. Celkovo môžeme navrhovanú metódu rozdeliť na dve časti:

- 1) *Vytvorenie vhodnej sady testov na vizuálne hľadanie*
- 2) *Samotné použitie vytvorenej sady testov na ohodnotenie participanta pred začatím používateľskej štúdie.* Vytvorená kalibračná sada testov by bola predložená participantovi pred začatím používateľského testovania, ktoré by teda pozostávalo z nasledujúcich krokov:
  - *Absolvovanie kalibračného testu* participantom používateľskej štúdie
  - *Vykonanie používateľského testovania* podľa pripraveného scenára na určitej webovej stránke
  - *Kalibrácia participanta* vytvorením ohodnotenia jeho schopnosti vizuálneho hľadania na základe absolvovaného testu
  - *Zohľadnenie vytvoreného ohodnotenia participanta* pri vyhodnotení metrík nájditeľnosti sledovaných v používateľskej štúdií.

Naším cieľom je teda použiť túto nami vytvorenú sadu testov na účel kalibrácie participanta pred začatím používateľskej štúdie, v ktorej je sledovaná nájditeľnosť prvkov. Našou hypotézou je, že metóda ohodnotenia používateľa na základe jeho schopností vizuálneho hľadania, zlepši presnosť merania nájditeľnosti cieľového elementu. Ak bude schopnosť vizuálneho hľadania participanta vyhodnotená ako slabá, budeme môcť očakávať horší výsledok v používateľskej štúdii, ktorý však nemusí bezprostredne indikovať problém v používateľskom rozhraní, ale len jednoducho slabšie schopnosti daného participanta. Cieľom metódy, ktorú sme navrhli, je zlepšiť meranie nájditeľnosti cieľového elementu na webovej stránke a tým prispieť k celkovému vylepšeniu používateľskej štúdie.

## 4.1 Vytvorenie testov na vizuálne hľadanie

Na účely vytvorenia výslednej sady testov navrhujeme vytvorenie série testov na vizuálne hľadanie, ktorá bude obsahovať štandardné úlohy na vizuálne hľadanie s typicky používanými elementami (akými sú geometrické útvary) a tiež s elementami, ktoré sú špecifické pre web (napríklad rôzne ikony známe z webového prostredia).

Na základe existujúcich testov na vizuálne hľadanie, ktoré sme analyzovali v predchádzajúcej kapitole, použijeme a spojíme ich pozitíva tak, aby sme našu sériu testov na vizuálne hľadanie vytvorili čo najlepšie. Celkový scenár vykonania testov na vizuálne hľadanie opisujeme v nasledujúcich bodoch:

1. *Inštrukcie.* Participantovi sú zobrazené inštrukcie a krátky popis princípu testovania vizuálneho hľadania.
2. *Cvičný mód.* Participant absolvuje cvičný mód, aby dokonale porozumel pravidlám a stotožnil sa s ovládaním (odpovedaním, či je cieľový element prítomný, alebo nie). Výsledky a odpovede participanta v cvičnom móde nie sú pri vyhodnotení brané do úvahy. Aby boli podmienky pre všetkých participantov rovnaké, počet cvičných stimulov je pevne stanovený. Tým zabezpečujeme aj približne rovnaké časové trvanie testov.
3. *Testovanie.* Po porozumení princípu testovania a ovládania participant môže začať skutočné testovanie. Počas testovania je participantovi po každom vyriešenom stimule poskytovaná informácia o jeho postupe v teste - teda o počte absolvovaných stimulov z celkového počtu stimulov v teste.

Cieľový element ostáva rovnaký počas celej série stimulov v rámci jedného testu na vizuálne hľadanie. Predpokladáme, že nemnosť cieľového elementu vedie k väčšiemu sústredeniu na hľadanie cieľa a menšej chybovosti, ktorá by v opačnom prípade mohla byť spôsobená tým, že si participant cieľový element v danom okamihu zle zapamätal. Cieľový element je prítomný na polovici stimulov, postupnosť stimulov s prítomným cieľovým elementom je nepravidelná.

Všetky zobrazené elementy sú rovnakej veľkosti, aby každý zaberol približne rovnakú časť v zornom poli. Elementy sú na stimuloch rozmiestnené náhodne na bielom pozadí.

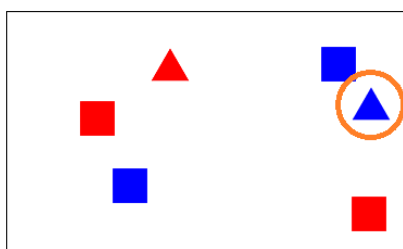


#### 4.1.1 Vytvorenie testu podľa štandardných testov na vizuálne hľadanie

Ako už bol v tejto práci spomenuté, psychológovia sa oblasti vizuálneho hľadania venujú už celé desaťročia a za tento čas preskúmali množstvo rôznych foriem testovania aj výzorov stimulov. V našej práci preto chceme využiť ich znalosti a zaužívanú formu testovania vizuálneho hľadania a vytvoriť tak test, ktorý bude množstvom stimulov aj ich výzorom pripomínať štandardne používané testy vizuálne hľadanie.

V štandardnom teste na vizuálne hľadanie použijeme úlohy na hľadanie na základe konjunkcie vlastností. Úlohy na hľadanie na základe jednej charakteristickej vlastnosti nepoužijeme, pretože ako sme už uviedli pri analýze funkcií reakčných časov v závislosti od veľkosti súboru, pri týchto úlohách sa jedná o veľmi efektívne hľadanie nezávislé na veľkosti súboru. Preto nepredpokladáme, že by úlohy tohto typu boli vhodné na ohodnotenie rôznych schopností vizuálneho hľadania participantov.

Pri výbere elementov do štandardného testu sa z pomedzi veľkého množstva rôznych vlastností elementov zameriame na tvar a farbu, keďže tieto vlastnosti sú pre elementy na webových stránkach typickejšie, ako napríklad orientácia, či rotácia elementov. Veľkosť elementov sme sa tiež rozhodli ponechať rovnakú pre všetky elementy, aby sa návrh tohto štandardného testu podobal analyzovaným riešeniam [12, 17, 21]. Navrhujeme použitie geometrických útvarov (štvorcov a trojuholníkov) dvoch rôznych farieb (modrej a červenej) podľa vzoru existujúceho testu na vizuálne hľadanie na stránke *GoCognitive*. Veľkosť súborov v našom teste však používame podľa veľkostí súborov použitých v spomenutom existujúcom datasete [17]. Jedná sa o veľkosti súborov 6, 12, 18 - použité pri vytvorení datasetu a 32 - ktorý použijeme aj v teste na vizuálne hľadanie s ikonami a budeme tak môcť výsledky v týchto testoch (pri veľkosti súboru 32) porovnať.



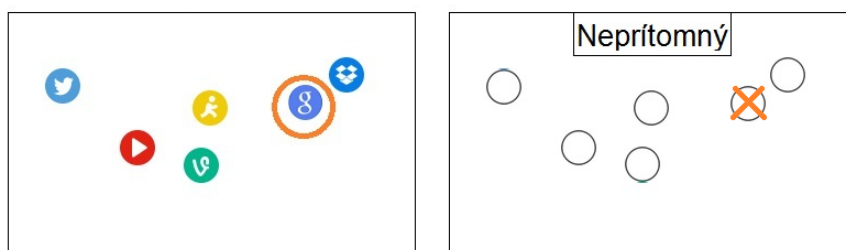
Obrázok č.8 Ukážka stimulu zo štandardného testu na vizuálne hľadanie, cieľovým elementom je modrý trojuholník (v krúžku), distraktormi sú červené trojuholníky a štvorce a modré štvorce

Aby sme čo najlepšie odhalili individuálne schopnosti vizuálneho hľadania participantov, do testu navrhujeme zahrnúť aj stimuly, v ktorých je vizuálna pozornosť prirodzene viac priťahovaná k skupine elementov, medzi ktorými sa cieľový element nenachádza (vychádzajúc z vplyvu hodnoty WMC na rýchlosť reakčného času opísanú v stati 3.2.4).

#### 4.1.2 Vytvorenie testu na vizuálne hľadanie s prvkami z prostredia webu

Keďže sa v našej práci venujeme vizuálnemu hľadaniu v kontexte nájditel'nosti elementov na webových stránkach, chceme v našom teste obsiahnuť aj tie elementy, ktoré sú na webových stránkach bežne používané. Takýmito elementami sú napríklad rôzne ikony (známych webových stránok či populárnych sociálnych sietí).

Diskutovali sme rôzne veľkosti súborov zobrazených na stimuloch, z dôvodu záujmu o sledovanie fixácií. Vzhľadom k priemerným reakčným časom pri bežne používanej veľkosti súboru (napríklad 16) v úlohách na hľadanie na základe konjunkcie vlastností, ktoré sa pohybujú okolo 700-1000 ms [17], je priemerný čas fixácie očí (200-300 ms) [1] pomerne dlhá doba. Predpokladáme, že na takomto stimule je teda možné sledovať relatívne malé množstvo (približne 2 až 5) fixácií. Použitie zložitejších elementov na väčšej zobrazovacej ploche a zvýšenie veľkosti súboru by malo viesť k zvýšenému počtu fixácií, ktoré ako predpokladáme, by boli vhodnou metrikou (okrem používaného reakčného času).



Obrázok č.9 Ukážka stimulu z testu na vizuálne hľadanie s použitím ikon z prostredia webu, cieľový element je zakrúžkovaný (vľavo), zamaskovaný stimul s vyznačenou pozíciou cieľového elementu (vpravo)

Navrhujeme preto použitie stimulov s veľkosťami súborov 32 a 64 rôznofarebných elementov, na väčšej zobrazovacej ploche ako v prípade štandardného testu. Pri použití väčšieho množstva elementov využijeme presnejšie overenie správnosti odpovede vďaka použitiu maskovaného stimulu, na ktorom je potrebné označiť miesto zobrazeného cieľového elementu podobne, ako v existujúcom riešení testu na vizuálne hľadanie PEBL (opísaný v stati 3.3.2).

### 4.2 Vytvorenie ohodnotenia participanta

Na to, aby sme mohli vytvoriť kalibračnú sadu testov, navrhujeme vykonať kvantitatívny experiment, v ktorom participanti absolvujú testy na vizuálne hľadanie navrhnuté v predošlej kapitole 4.1. Na základe tohto experimentu získame prehľad o rozptyle nameraných výsledkov na jednotlivých stimuloch v teste, z čoho budeme vychádzať pri vytvorení kalibračnej sady, aj pri jej ďalšom použití.

Primárnou metrikou pri vyhodnotení testu na vizuálne hľadanie je reakčný čas, sekundárne meriame počet fixácií do rozhodnutia o prítomnosti cieľového elementu. Z kvantitatívneho experimentu získame množstvo dát a výsledkov v rôznych testoch na vizuálne hľadanie. Je

samozrejme, že rátame stým, že pri množstve absolvovaných stimulov nie sú odpovede participantov vo všetkých úlohách správne.

Nesprávnosť odpovede môže byť spôsobená viacerými situáciami, napríklad mylným indikovaním konca hľadania pred tým, ako to participant skutočne zamýšľal (omylom preskočil daný stimul), alebo participant skutočne zamýšľane ukončil hľadanie, ale nevšimol si cieľový element, napriek tomu že bol prítomný, alebo odpovedal, že cieľový element je prítomný, napriek tomu, že sa na stimule nenachádzal.

Pre každého participanta vyhodnotíme percentuálne množstvo správnych odpovedí a na základe toho zistíme, či môžeme výsledky daného participanta použiť pri ďalšom vyhodnocovaní. V prípade, že percentuálne množstvo odpovedí je vyššie ako 90%, uvažujeme, že daný participant sa snažil odpovedať pravdivo a pri ďalšom vyhodnocovaní nenahradzujeme reakčné časy ani počty fixácií žiadnou penalizovanou hodnotou.

Vďaka dátam z experimentu získame pre každý z použitých stimulov množinu dosiahnutých výsledkov (reakčných časov a nameraného množstva fixácií). Ohodnotenie daného participanta určujeme ako číslo z intervalu  $\langle 0,1 \rangle$ . Každý reakčný čas  $t_{x,y}$  participanta  $P_x$  na stimule  $S_y$  mapujeme na interval  $\langle 0,1 \rangle$ . Vypočítame tak novú hodnotu  $h_{P_x,S_y}$  hovoriacu o tom, ako rýchly je participant  $P_x$  na stimule  $S_y$  oproti ostatným participantom z experimentu:

$$h_{P_x,S_y} = 1 - \frac{t_{P_x,S_y} - t_{min,S_y}}{R_{S_y}}$$

Rozdiel časov uvedený v čitateli tohto vzorca zabezpečí posunutie na interval  $\langle 0, R_{S_y} \rangle$ . Po vydelení variačným rozpätím získame pre každý čas jeho relatívnu pozíciu na intervale  $\langle 0,1 \rangle$ , ale keďže chceme priradiť vyššie ohodnotenie tým participantom, ktorí sú vo vizuálnom hľadaní lepší, otočíme túto hodnotu vytvorením rozdielu s 1.

Obdobným spôsobom môžeme vytvoriť ohodnotenie participanta nielen na základe jeho nameraných reakčných časov, ale aj na základe nameraných počtov fixácií do indikovania konca hľadania cieľového elementu.

Po vypočítaní ohodnotení  $h_{P_x,S_y}$  participanta  $P_x$  pre každý stimul  $S_1$  až  $S_n$ , dostaneme celkovú množinu  $h_{P_x}$  ohodnotení participanta  $P_x$ . Aby sme odstránili vplyv krajných hodnôt, vypočítame hodnotu mediánu a túto použijeme ako výsledné ohodnotenie schopností vizuálneho hľadania daného participanta ( $VSA_{P_x}$  – z angl. *visual search ability of participant  $P_x$* ):

$$VSA_{P_x} = Med(h_{P_x})$$

kde  $h_{P_x} = \{h_{P_x,S_1}, h_{P_x,S_2}, h_{P_x,S_3}, \dots, h_{P_x,S_n}\}$  a  $n$  je počet stimulov, na základe ktorých bolo ohodnotenie vytvorené.

### 4.3 Vytvorenie kalibračnej sady testov

Pri výbere stimulov do výslednej kalibračnej sady testov navrhujeme zohľadniť rozptyl nameraných hodnôt na danom stimule. Pre jednotlivé stimuly vypočítame variačné rozpätia nameraných metrík – teda rozpätia reakčných časov. Variačné rozpätie reakčných časov na stimule  $S_y$  vypočítame ako rozdiel medzi najdlhším a najkratším nameraným časom participantov:

$$R_{S_y} = t_{max,S_y} - t_{min,S_y}$$

Predpokladáme, že väčšie variačné rozpätie reakčných časov na danom stimule vypovedá o tom, že daný stimul dokáže dobre rozlíšiť schopnosti vizuálneho hľadania rôznych ľudí.

Preto zoradíme stimuly zostupne podľa veľkostí variačných rozpätí a vyberieme prvých  $N$  stimulov do výslednej sady. Keďže pracujeme na vytvorení čo najmensej sady stimulov, na základe ktorých je možné ohodnotiť schopnosť vizuálneho hľadania používateľa, snažíme sa  $N$  minimalizovať.

### 4.4 Využitie ohodnotenia participanta v používateľskej štúdiu

Uvažujme používateľskú štúdiu, v ktorej je nájditel'nosť cieľového elementu meraná počtom fixácií do indikovania nájdenia cieľového elementu alebo časom, ktorý zabral participantovi nájsť cieľový element na webovej stránke. Pred začatím samotnej používateľskej štúdie participantovi predložíme kalibračnú sadu testov obsahujúcu úlohy na vizuálne hľadanie a na základe jeho výsledkov v týchto testoch vytvoríme ohodnotenie jeho schopnosti vizuálneho hľadania.

Na základe vytvoreného ohodnotenia, budeme môcť testovanému participantovi priradiť váhu. Ak bude váha participanta nízka, čas nájditel'nosti nameraný v používateľskej štúdiu bude skrátený (alebo podobne – počet fixácií zmenšený) vzhľadom k ohodnoteniu participanta. Budeme teda považovať za prirodzené, že participantovi s horšími schopnosťami vizuálneho hľadania trvá úloha na meranie nájditel'nosti dlhšie a preto jeho celkový výsledok skrátime. Naopak – v prípade, že má participant priradenú vysokú váhu, jeho celkový čas v úlohe na nájditel'nosť bude podľa jeho váhy predĺžený (počet fixácií zväčšený).

## 5 Overenie navrhnutej metódy

---

Na overenie našej metódy je dôležitý kvantitatívny experiment, ktorý obsahuje nielen testy na vizuálne hľadanie, ale aj úlohy na nájdenie cieľových elementov na webových stránkach. Na základe výsledkov z tohto experimentu overujeme súvis medzi nami vytvoreným ohodnotením participantov a ich nameranými výsledkami v hľadaní cieľových elementov na rôznych webových stránkach. Návrh metódy, ktorý sme opísali v predchádzajúcej kapitole 4, overujeme vykonaním nasledujúcich krokov:

- *Vykonanie pilotného testovania*, na základe ktorého získame skúsenosti a poznatky pre implementáciu vlastnej aplikácie na kvantitatívne testovanie.
- *Implementácia testov* na vizuálne hľadanie a testu na meranie nájditel'nosti elementov na webových stránkach.
- *Zrealizovanie kvantitatívneho experimentu*, s použitím sledovačov pohľadu u všetkých participantov, ktorí absolvujú všetky navrhnuté implementované testy.
- *Vyhodnotenie dát* z kvantitatívneho experimentu, vytvorenie ohodnotenia participantov a overenie závislosti medzi výsledkami z testov na vizuálne hľadanie a výsledkami z úloh na hľadanie elementov na webových stránkach.

Keďže je kľúčové vytvoriť sadu testov na vizuálne hľadanie tak, aby na základe výsledkov bolo možné určiť individuálnu schopnosť vizuálneho hľadania participanta, venovali sme tejto problematike nielen pozornosť pri analýze ale aj pri výbere stimulov do testu, príprave experimentu a pri vytvorení inštrukcií pre participantov, ktoré sú nepopierateľne dôležité na vytvorenie kvalitného datasetu a tak aj pre ďalšie overenie našej metódy.

### 5.1 Pilotný experiment v UxLab

Na prvotné vyskúšanie práce so sledovačom pohľadu, vykonaním používateľského testovania a inštruovania participantov sme zvolili pilotný experiment v laboratóriu používateľského zážitku UxLab<sup>1</sup>, vybavenom pracovnou stanicou so sledovačom pohľadu Tobii TX300 (300 Hz). Otestovali sme dohromady troch participantov, participantí boli testovaní po jednom, za prítomnosti moderátora.

---

<sup>1</sup> <http://ux.fiit.stuba.sk>

### 5.1.1 Priebeh pilotného experimentu

Pred začatím experimentu participanti dostali stručný slovný opis úloh, počas priebehu experimentu pracovali samostatne. Tok jednotlivých častí experimentu bol pripravený v nástroji Tobii Studio<sup>1</sup>. Celkovo experiment obsahoval nasledujúce časti (celkový protokol k pilotnému experimentu obsahuje Príloha B):

1. Test na vizuálne hľadanie *GoCognitive*, s počtom stimulov 96 a podľa autorov testu poskytuje relatívne stabilné výsledky v trvaní približne 6 minút.
2. Test na vizuálne hľadanie s ikonami známych webových stránok (60 stimulov) a s ikonami nákupných košíkov (60 stimulov) obsahujúci dohromady 120 stimulov. Táto časť zaberala približne 8-10 minút.
3. Hľadanie zadaných elementov na živých webových stránkach. Dohromady bolo použitých 10 webových stránok a dĺžka trvania sa pohybovala okolo 5 minút.

### 5.1.2 Výsledky a pozorovania

Pilotný experiment bol vykonaný len s tromi participantami, avšak aj pri týchto sedeniach sme odhalili zopár postrehov a menších problémov, ktorých oprava viedla k bezproblémovjšiemu behu hromadného experimentu. V nasledujúcich bodoch uvádzame práve niektoré zo zistení a postrehov z pilotného testovania.

1. V prvej časti experimentu, ktorá bola vykonaná na stránke *GoCognitive*, sme narazili na menší problém s ovládaním, pretože participant mal problém nájsť správne tlačidlá na klávesnici, kvôli rozdielom medzi slovenskou a anglickou klávesnicou.
2. V druhej časti obsahujúcej obrázky s ikonami z prostredia webu sme narazili na odlišnosti, ktoré vznikli vplyvom rozlíšenia na fyzický rozmer stimulu, pretože boli vytvorené na obrazovke s nižším rozlíšením, a preto boli obrazovke s vyšším rozlíšením zobrazené menšie. Stimuly pre kvantitatívny experiment preto vytvárame tak, aby fyzickým rozmerom vyhovovali rozmerom na obrazovkách v UxClass (uvádzame v stati 5.2.2).
3. Tretia časť pilotného experimentu bola venovaná testovaniu nájditeľnosti cieľových elementov na webových stránkach. Keďže plánujeme merať počet fixácií do nájdenia cieľového elementu, je dôležité poznať presný čas, kedy sa webová stránka participantovi zobrazila, čo však nie je úplne jednoduché, pretože načítavanie všetkých komponentov webovej stránky môže trvať určitý čas. Na základe tejto skúsenosti sme v kvantitatívnom experimente použili fotografie obrazoviek (tzv. „*printscreens*“) rôznych webových stránok, vďaka čomu vieme presne merať čas zobrazenia tohto stimulu a teda aj čas, od ktorého treba začať počítať fixácie.

---

<sup>1</sup> <http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-studio/>

Všetci participanti hodnotili počet stimulov a dĺžku experimentu ako zvládnuteľnú, ale pomerne vyčerpávajúcu a neodporúčali zvýšiť počet stimulov. V tomto experimente im chýbala informácia o postupe (počte zostávajúcich obrázkov).

Z výsledkov experimentu sme vyhodnotili počty fixácií na stimuloch z testu na vizuálne hľadanie, ktorý obsahoval ikony z prostredia webu. Na vytvorenie fixácií bol použitý fixačný filter IVT [25] implementovaný v nástroji Tobii Studio. Tento fixačný filter je založený na meraní rýchlosti smerovaných pohybov oka, ktoré sú merané vo vizuálnych stupňoch za sekundu ( $^{\circ}/s$ ). Hrubé dáta sú spracované v závislosti od nastaveného prahu rýchlosti (*angl. velocity threshold*) filtra a podľa toho sú klasifikované ako sakády alebo fixácie [25]. Pri vyhodnotení fixácií bolo použité štandardné nastavenie filtra, s prahom rýchlosti 30  $^{\circ}/s$  a zamietnutím fixácií kratších ako 60 ms, pričom bol uvažovaný priemer oboch očí.

V nasledujúcej tabuľke (Tabuľka č.1) uvádzame priemerné počty fixácií do indikovania konca hľadania v teste na vizuálne hľadanie ikony jednotlivých participantov, spolu so štandardnými odchýlkami.

Veľkosť súboru		Participant 1				Participant 2				Participant 3			
		TP		TA		TP		TA		TP		TA	
		fix	RT	fix	RT	fix	RT	fix	RT	fix	RT	fix	RT
32	AVG	10	1881	18	3320	7	1413	13	2299	8	1650	18	4105
	ST.DEV	6	1126	9	1649	4	782	6	1126	5	1003	10	2175
64	AVG	24	5577	50	11112	13	2726	19	3739	12	3038	29	6639
	ST.DEV	16	3672	26	5681	7	1452	10	1911	8	1872	15	3420

Tabuľka č.1 Priemerné hodnoty (AVG) a štandardné odchýlky (ST.DEV) počtov fixácií (fix) a reakčných časov (RT) do indikovania konca hľadania v teste na vizuálne hľadanie ikony Google medzi ikonami známych webových stránok na stimuloch s prítomným cieľovým elementom (TP – Target Present) a s neprítomným cieľovým elementom (TA – Target Absent)

Keďže štandardný test na vizuálne hľadanie na webovej stránke *gocognitive.net* generuje stimuly náhodne a súčasne sme nemali záznam o presnom čase (časovej pečiatke) zobrazenia stimulov a presnom čase reakcií participantov, nevyhodnocovali sme počty fixácií na stimuloch v tomto teste. Po skončení testu sú však vyhodnotené priemerné reakčné časy, ktoré boli uložené pre všetkých participantov. Pri veľkosti súboru 32 ich preto môžeme porovnať s reakčnými časmi v nami navrhnutom teste na vizuálne hľadanie s ikonami.

Veľkosť súboru: 32	Participant 1	Participant 2	Participant 3	Priemerný nárast
TP	516	458	793	589
TA	1393	747	2759	1633

Tabuľka č.2 Nárasty priemerných reakčných časov participantov v teste na vizuálne hľadanie s ikonami oproti priemerným reakčným časom v štandardnom teste pri veľkosti súboru 32 elementov, počítané samostatne pre prítomný cieľový element (TP – Target Present) a pre neprítomný cieľový element (TA – Target Absent).

Na základe porovnaní priemerných reakčných časov zo štandardného testu na vizuálne hľadanie a reakčných časov z nami vytvoreného testu s ikonami pri veľkosti súboru 32 sme zistili, že u všetkých participantov boli reakčné časy dlhšie práve na stimuloch z nami vytvoreného testu s ikonami (Tabuľka č.2), pričom tieto reakčné časy ešte narástli pri veľkosti súboru 64 – v niektorých prípadoch až na niekoľko sekúnd (Tabuľka č.1). Vzhľadom k vyšetreným hodnotám sme sa rozhodli, že v kvantitatívnom experimente použijeme stimuly maximálne s veľkosťou súboru 64 elementov, na ktorých je pozorovateľné dostatočne veľké množstvo fixácií.

## 5.2 Implementácia testov na vizuálne hľadanie a úloh na hľadanie elementov na webových stránkach

Na základe skúseností a postrehov z pilotného experimentu sme navrhli a implementovali vlastnú webovú aplikáciu pre použitie v kvantitatívnom experimente. V rámci našej aplikácie je participant prevedený celým priebehom experimentu, inštrukcie sú zaradené pred každou úlohou a počas celého experimentu nemusí opustiť prostredie aplikácie a nie je možné vrátiť sa späť pre zmenenie odpovede. V zásade sme zachovali postupnosť toku, ktorý bol použitý v pilotnom experimente (podľa návrhu v Tobii Studiu). Testy použité v aplikácii pre kvantitatívny experiment teda v zásade zahŕňajú dve hlavné časti:

- 1.) Testy na vizuálne hľadanie, ktoré zahŕňajú:
  - Štandardný test na vizuálne hľadanie (geometrické útvary)
  - Test na vizuálne hľadanie s ikonami známych webových stránok
- 2.) Úlohy na nájdenie určitého elementu na rôznych webových stránkach

### 5.2.1 Implementácia úloh pre kvantitatívny experiment

Webovú aplikáciu<sup>1</sup> použitú v kvantitatívnom experimente sme implementovali v jazyku Ruby vo frameworku Rails, využívajúc Javascript na zachytávanie interakcie s aplikáciou a na posielanie udalostí (tzv. „eventov“) na server, odkiaľ nám sú dostupné na ďalšie spracovanie. Infraštruktúru, vďaka ktorej je možné ukladať udalosti na server počas experimentu, podrobnejšie opisujeme v stati 5.3.3. Webová aplikácia je nasadená na platforme Heroku<sup>2</sup>.

Úlohy sú implementované v dvoch za sebou idúcich častiach. Aby boli výsledky čo najmenej ovplyvnené poradím týchto dvoch častí experimentu, pre každú polovicu participantov je zvolené iné poradie – tj. jedna polovica absolvuje ako prvé testy na vizuálne hľadanie a druhá polovica vypracuje ako prvé úlohy na nájditel'nosť elementov na webových stránkach. Rozdelenie participantov na verzie experimentu riešime automatizovane. Každé

---

<sup>1</sup> <http://dragunova.herokuapp.com>

<sup>2</sup> <https://www.heroku.com>



párne zobrazenie domovskej stránky webovej aplikácie presmeruje participanta na verziu A, každé nepárne na verziu B. Jednotlivé verzie experimentu sú teda nasledujúce:

- *Verzia A:* Testy na vizuálne hľadanie → Úlohy na hľadanie elementov na webových stránkach
- *Verzia B:* Úlohy na hľadanie elementov na webových stránkach → Testy na vizuálne hľadanie

Vzhľadom k použitiu aplikácie len na účel experimentu v UxClass, dizajn webovej aplikácie nie je responzívny, veľkosť obrázkov (stimulov) je pevne stanovená tak, aby v režime prehliadača na celú obrazovku presne pokryla celú plochu obrazovky a tým uľahčila vyhodnotenie výsledkov experimentu. Webová aplikácia bola testovaná pre webový prehliadač Mozilla Firefox<sup>1</sup> v režime na celú obrazovku, pričom tento prehliadač bol potom použitý pri všetkých sedeniach experimentu.

Keďže dôležitou sledovanou metrikou v experimente je reakčný čas, dbáme na rýchle zobrazenie jednotlivých stimulov použitím popredného načítavania obrázkov a tiež kompresiou veľkosti obrázkov (najmä fotografií webových stránok), samozrejme s prihliadnutím na zachovanie kvality zobrazenia.

Pred každou z obsiahnutých úloh je blok inštrukcií, kde je vysvetlený princíp testovania a ovládanie. Pred každým z testov na vizuálne hľadanie je zaradených 10 stimulov v tzv. cvičnom móde. Na začatie aj skončenie cvičného módu je participat upozornený. Počas priebehu experimentu je participat informovaný o celkovom počte stimulov aj o počte už vyriešených stimulov. Na nasledujúci stimul sa participat posúva manuálne (stlačením tlačidla, resp. kliknutím).

### **Štandardný test na vizuálne hľadanie (geometrické útvary)**

*Počet stimulov:* 96

*Veľkosti súborov:* 6, 12, 18, 32

*Opis:* V tomto teste sú zahrnuté len úlohy na hľadanie na základe konjunkcie vlastností. Úlohou participanta je čo najrýchlejšie určiť prítomnosť cieľového elementu – modrého trojuholníka, medzi distraktormi - červenými trojuholníkmi a štvorcami a modrými štvorcami. Postupnosť stimulov s prítomným cieľovým elementom je vytvorená náhodne, avšak rovnako pre všetkých participantov. Rovnako náhodná je aj následnosť stimulov s rôznou veľkosťou súboru.

*Ovládanie:* Klávesnicou. Pre indikovanie neprítomného cieľového elementu je potrebné stlačiť klávesu „X“, pri indikovaní prítomného cieľového elementu klávesu „M“, na ďalší stimul je možné posunúť sa ľubovoľným klávesom.

---

<sup>1</sup> <http://www.mozilla.sk/firefox/>

*Špecifická nášho riešenia:* Klávesy ovládania sme zvolili tak, aby nevznikol konflikt medzi slovenskou a anglickou klávesnicou. Do testu boli zaradené aj stimuly, v ktorých červené distraktory tvoria len jednu tretinu všetkých zobrazených elementov (dohromady 11 stimulov) a tým prirodzene priťahujú pozornosť zdola-nahor, ktorú je pre rýchlejší reakčný čas potrebné prekonať (stať 3.2.4).

### **Test na vizuálne hľadanie s ikonami (ikony známe z prostredia webu)**

*Počet stimulov:* 48

*Veľkosti súborov:* 32, 64

*Opis:* V tomto teste sú zahrnuté úlohy na hľadanie modrej ikony Google medzi inými ikonami známymi z prostredia webu. Vzhľadom k náročnosti celého spoločného experimentu a snahe obmedziť jeho dĺžku maximálne na 1 hodinu sme oproti pilotnému experimentu vynechali použitie stimulov s ikonami nákupných košíkov. Podobne ako v štandardnom teste, postupnosť stimulov s prítomným cieľovým elementom rôznou veľkosťou súboru je náhodná ale rovnaká pre všetkých participantov.

*Ovládanie:* Myšou. Po zistení prítomnosti alebo neprítomnosti cieľového elementu je potrebné kamkoľvek kliknúť myšou. Po indikovaní konca hľadania je zobrazený maskovaný stimul, na ktorom treba kliknutím označiť polohu cieľového elementu.

*Špecifická nášho riešenia:* Počas hľadania je kurzor skrytý, aby nezvádzal ku klikaniu priamo na cieľový element a tak znižoval reakčné časy. Zobrazí sa až po indikovaní konca hľadania, aby mohla byť označená pozícia cieľového elementu na maskovanom stimule. Na rozdiel od existujúceho riešenia *PEBL*: *Vsearch* nepoužívame na zobrazenie stimulu časovač.

### **Úlohy na hľadanie elementov na webových stránkach**

*Počet stimulov:* 15

*Opis:* V tomto teste sú zahrnuté úlohy na hľadanie zadaných cieľových elementov na webových stránkach. Pre účel experimentu sme vyberali webové stránky z domén, pre ktoré sme predpokladali, že ich participantí navštívia prvý raz až na experimente (domovy dôchodcov, materské školy a i.).

Cieľovým elementom môže byť text alebo ikona, avšak participantovi pri zadaní cieľového elementu nie je známy jeho výzor, len stručný textový popis (napr.: „Kontakt“). Na všetkých použitých webových stránkach je cieľový element vždy prítomný, jeho pozíciu je potrebné označiť kliknutím myšou.

*Ovládanie:* Myšou. Kurzor myši je zobrazený počas celého procesu hľadania, nájdenie elementu je indikované kliknutím priamo na jeho pozíciu na webovej stránke.

*Špecifická nášho riešenia:* Po označení cieľového elementu na webovej stránke žiadame od participanta spätnú väzbu o tom, či už webovú stránku niekedy v minulosti navštívil, aby sme mohli identifikovať príčinu prípadných odchýlok vo výsledkoch.

## 5.2.2 Vytvorenie stimulov

Na vytvorenie stimulov použitých vo vizuálnych testoch experimentu sme vytvorili jednoduchý program v jazyku Java, ktorý vytvorenie obrázkov automatizuje. Pri vytváraní obrázkov sú jednotlivé elementy umiestňované náhodne v rámci vopred nastavenej plochy na vytváranom stimule.

Vzhľadom k tomu, že poznáme presné rozlíšenie monitorov v UxClass, kde sa kvantitatívny experiment realizoval, všetky použité stimuly boli vytvorené v presnom rozlíšení 1920 x 1200 px, čo nám uľahčilo prácu pri overovaní správnosti odpovede, ktorá je urobená kliknutím na pozíciu cieľového elementu na obrazovke. Súradnice kliknutia tak presne zodpovedajú pozícii elementu na stimule a nie je potrebné ich upravovať ani počítať. Počas generovania stimulov sú všetky ich charakteristiky, medzi ktoré patria

- identifikátor obrázku,
- typ testu (štandardný alebo test s ikonami),
- mód testu (cvičný mód alebo ostrý test),
- veľkosť súboru,
- prítomnosť elementu,
- x-ová a y-ová súradnica pozície cieľového elementu daná v pixeloch,

zapisované do súboru, ktorý pri vyhodnotení výsledkov slúži na kontrolu správnosti odpovede účastníka. Elementy sú do obrázku umiestňované náhodne v rámci oblasti v strede obrázka, ktorá má špecifikované okraje v závislosti od typu testu.

Fotografie webových stránok, ktoré sú použité v úlohách na hľadanie cieľových elementov na webových stránkach, boli vyhotovené priamo v UxClass. Rozmer a zobrazenie preto presne zodpovedajú reálnemu zobrazeniu živej stránky. Podobne ako pri stimuloch z testov na vizuálne hľadanie, charakteristiky jednotlivých fotografií webových stránok sme zapísali do súboru. V tomto prípade sme však pozície cieľových elementov určovali manuálne, zadaním súradníc ľavého horného rohu a pravého dolného rohu pomysleného obdĺžnika, v ktorom sa cieľový element nachádza. Na základe týchto súradníc tak vytvoríme obdĺžnikovú oblasť záujmu (tzv. *AOI* – z *angl. Area of interest*), v ktorej sa nachádza cieľový element (Obrázok č.10).



Obrázok č.10 Ukážka zadenovania oblasti záujmu (vyznačená žltou) na výseku webovej stránky, v ktorej sa nachádza cieľový element (v tomto prípade „Nové knihy“)

## 5.3 Realizácia kvantitatívneho experimentu

Keďže potrebujeme štatisticky overiť našu hypotézu, využili sme možnosti, ktoré nám poskytuje učebňa UxClass v priestoroch našej fakulty na zrealizovanie kvantitatívneho experimentu s použitím sledovačov pohľadu. Výhodou tohto kontrolovaného kvantitatívneho experimentu je, že je možné otestovať naraz až 20 participantov a pritom sa testovanie odohráva pod dozorom moderátorov v prostredí určenom na testovanie. Ďalšou nepopierateľnou výhodou je možnosť využitia sledovačov pohľadu. Vďaka tomuto vybaveniu môžeme sledovať aj počty fixácií na jednotlivých stimuloch v teste.

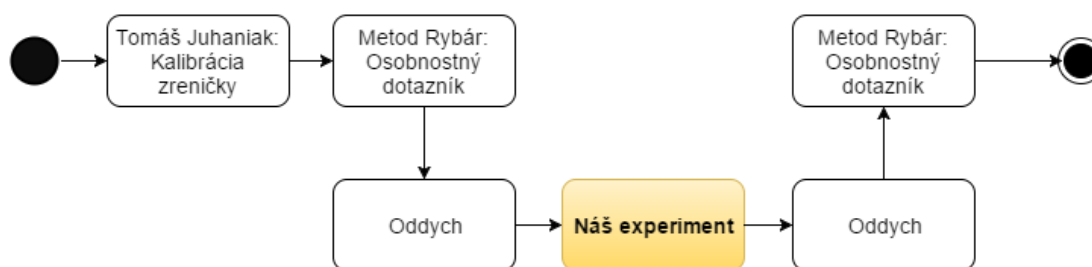
Vzhľadom k zameraniu prác ďalších dvoch študentov našej fakulty – Metoda Rybára a Tomáša Juhaniaka, ktoré tiež vyžadovali realizáciu v UxClass, sme spojili naše (dohromady tri) experimenty do jedného spoločného, vďaka čomu sme boli efektívnejší pri riešení problémov, inštruovaní participantov, dozeraní na experiment ako aj pri oslovovaní ľudí na participovanie.

### 5.3.1 Priebeh experimentu

Náš experiment tvoril strednú časť rozsiahlejšieho spoločného kvantitatívneho experimentu, ktorý celkovo trval približne 1 hodinu, zahŕňajúc

- úvodnú prezentáciu a slovné predstavenie úloh v experimente,
- kalibráciu sledovača pohľadu,
- prihlásenie do systému *Crowdex*<sup>1</sup>, v ktorom bol vytvorený tok úloh experimentu,
- vypracovanie jednotlivých úloh podľa stanovených inštrukcií (Obrázok č.11).

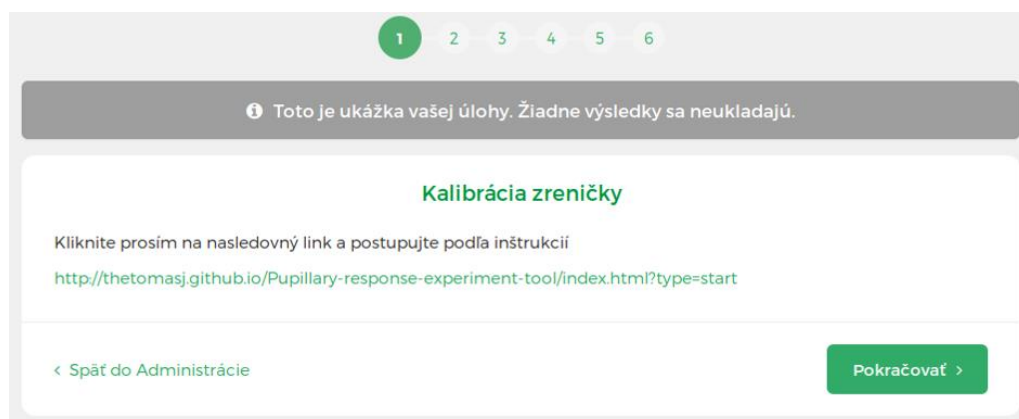
Celková dĺžka jednotlivých sedení a čas vypracovania úloh sa líšili v závislosti od individuálnych schopností participantov, či prípadných technických problémov, zriedka však trval dlhšie, ako stanovenú 1 hodinu. Naše úlohy zaberali približne 15-20 minút a boli zaradené v strednej časti spoločného experimentu, pričom pred začatím našej časti mali participanty možnosť oddychu a v ďalších úlohách pokračovali až vlastným rozhodnutím.



Obrázok č.11 Grafické znázornenie toku úloh jednotlivých experimentátorov v rámci spoločného experimentu

<sup>1</sup> <https://crowdex.fiit.stuba.sk/>

Celý priebeh experimentu bol vytvorený ako postupnosť úloh v systéme *Crowdex*, vďaka čomu sme nepotrebovali žiadne dodatočné inštrukcie na papieri a prechod medzi jednotlivými úlohami bol plynulý a automatizovaný, participant nemusel zadávať URL adresu webovej aplikácie, ani prepínať medzi záložkami prehliadača, pretože po vykonaní danej úlohy bol automaticky presmerovaný naspäť do systému *Crowdex*, kde jednoducho pokračoval v riešení ďalšej úlohy.



Obrázok č.12 Ukážka úlohy v systéme *Crowdex*

## Inštrukcie

Pred začatím experimentu boli participant informovaní o priebehu experimentu, zázname ich pohľadu, interakcie s použitými aplikáciami a o zázname obrazovky. Pre lepšie pochopenie princípu testovania vizuálneho hľadania im boli slovne okomentované a ukázané dve rôzne ukážky stimulov – ako ukážka stimulu zo štandardného testu, tak aj ukážka z testu s ikonami s následným zobrazením maskovaného stimulu. Inštrukcie k jednotlivým úlohám boli zobrazené samozrejme aj v textovej a obrazovej forme pred samotným začatím danej úlohy.

Návrh bloku inštrukcií ku každej z úloh v rámci našej časti experimentu prebehol iteratívno-inkrementálnym procesom, počas ktorého boli vyskúšané viaceré alternatívy obrazového a textového podania inštrukcií. Najviac iterácií si vyžadovali inštrukcie k testu na vizuálnu pozornosť s ikonami, pri ktorých sme vyskúšali nielen statické obrázky, ale aj nami vytvorený pohyblivý obrázok vo formáte gif. Každý z návrhov bol diskutovaný so zainteresovanými, ale samozrejme aj s nezainteresovanými osobami, najmä z radov študentov našej fakulty.

Keďže jednoduché a priamočiare porozumenie zobrazeným inštrukciám je kľúčové k plynulému prechodu celým experimentom, finálny návrh inštrukcií sme s dovoľením cvičiaceho Mariána Potočného diskutovali s približne dvadsiatimi študentami prvého ročníka po skončení ich cvičenia. Po tejto diskusii sme zároveň otestovali rýchlosť našej webovej aplikácie a rýchlosť zobrazovania stimulov pri behu na väčšine počítačov v UxClass.

### 5.3.2 Stimuly

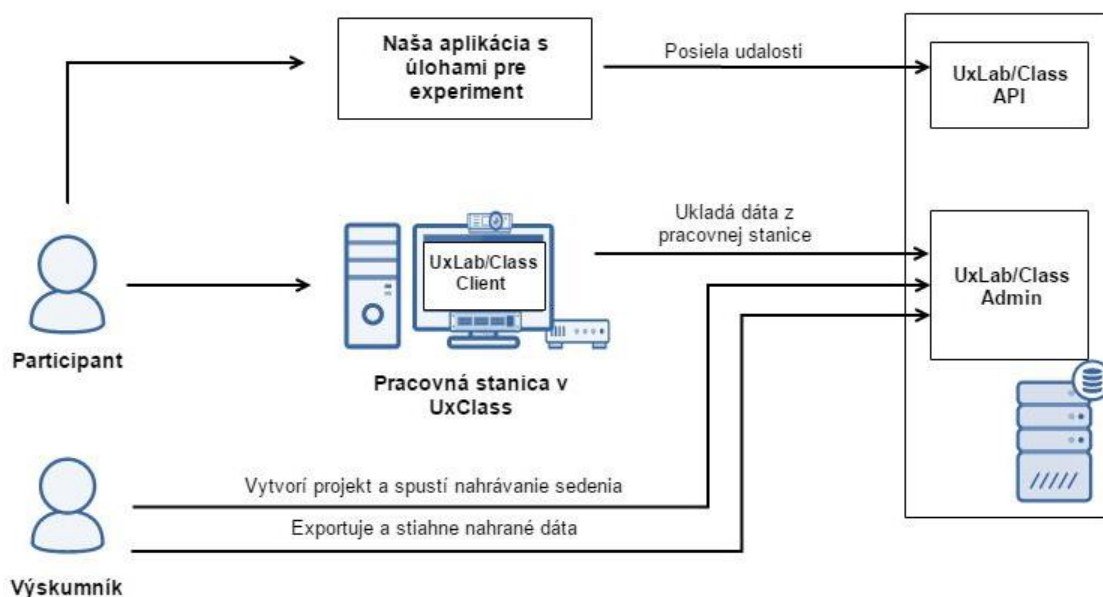
*Štandardný test na vizuálne hľadanie (geometrické útvary):* Elementami zobrazenými na stimuloch sú modré a červené trojuholníky a štvorce, každý o veľkosti 32 x 32 px, čo pri zobrazení na monitoroch v UxClass zodpovedá fyzickému rozmeru 0,84 x 0,84 cm. Elementy sú náhodne rozmiestnené na bielom pozadí na ploche o veľkosti 920 x 600 px (24,08 x 15,70 cm) v strednej časti obrazovky. V dolnej časti sú umiestnené stručné pokyny k ovládaniu.

*Test na vizuálne hľadanie s ikonami (ikony známe z prostredia webu):* Elementami zobrazenými na stimuloch sú okrúhle ikony z prostredia webu (dohromady 16 rôznych ikon v odtieňoch modrej, červenej, oranžovej, zelenej a žltej), rovnako ako v prípade štandardného testu je každá o veľkosti 32 x 32 px. Elementy sú náhodne rozmiestnené na bielom pozadí, plocha na ktorej sú rozmiestnené, je však väčšia ako v stimuloch zo štandardného testu – 1520 x 900 px (39,80 x 23,57 cm) v strede obrazovky.

### 5.3.3 Infraštruktúra a vybavenie

Všetci otestovaní participanti počas experimentu používali vybavenie učebne UxClass, v ktorej je 20 pracovných staníc vybavených sledovačmi pohľadu Tobii X2-60 (60 Hz). Stimuly boli prezentované na monitoroch Dell U2412M (24“) s rozlíšením 1920 x 1200px, všetky pracovné stanice disponujú 8 GB operačnej pamäte a procesorom Intel Core i7-4790 (3.60 GHz).

Uloženie dát z jednotlivých pracovných staníc je zabezpečené vybudovanou softvérovou infraštruktúrou [26] (Obrázok č.13), vďaka ktorej sú dáta počas testovania jednotlivých participantov ukladané na server, odkiaľ sú potom prístupné na stiahnutie a ďalšiu analýzu. V našom experimente sme využili API tejto infraštruktúry, prostredníctvom ktorej sme na server posielali udalosti priamo z našej webovej aplikácie. Tieto boli uložené k dátam jednotlivých participantov spolu so záznamom klávesnice, myši, obrazovky a samozrejme aj so záznamom zo sledovača pohľadu.



Obrázok č.13 Grafické znázornenie použitej softvérovej infraštruktúry

### 5.3.4 Participanti

Všetci participanti boli vekovo v rozmedzí od 18-30 rokov, prevažne sa jednalo o študentov a pracovníkov našej fakulty, ale aj o ďalších priateľov a známych jednotlivých experimentátorov. Ľudí sme na účasť na experimente oslovovali prostredníctvom sociálnych sietí, emailov, ale aj osobne v priestoroch fakulty. Celkovo bolo otestovaných 65 participantov, avšak kvôli zlyhaniu techniky a/alebo ľudského faktora sme museli vylúčiť dáta od 20 participantov, pretože neboli kompletné. Účasť v experimente bola dobrovoľná, participanti za účasť nedostali žiadnu finančnú odmenu.



Obrázok č.14 Fotografia participantov pri vykonávaní úloh experimentu v UxClass

## 5.4 Vyhodnotenie kvantitatívneho experimentu

### 5.4.1 Vyhodnotené metriky

V uskutočnenom kvantitatívnom experimente sme vyhodnotili dve základné metriky:

- reakčný čas (RT),
- počet fixácií do indikovania konca hľadania.

Reakčné časy participantov vyhodnocujeme na základe časových pečiatok udalostí zaslaných na server počas testovania. Medzi týmito udalosťami sú okrem iných aj udalosti *IMG\_START:x*, vyvolané zobrazením daného stimulu (s identifikátorom *x*) a *IMG\_END:x*, vyvolané indikovaním konca hľadania tj. stlačením tlačidla alebo kliknutím myšou. Výsledný reakčný čas  $RT_{P,x}$  participanta *P* na danom stimule *x* tak získame jednoducho ako rozdiel časových pečiatok *t* udalostí:

$$RT_{P,x} = t_{IMG\_END:x} - t_{IMG\_START:x}$$

### Výpočet počtov fixácií do indikovania konca hľadania

Táto metrika je pozmenením používanej metriky počtu fixácií do prvej fixácie na cieľový element [1], ktorú sme spomenuli ako jednu z používaných metrik nájditel'nosti, využívanej pri použití sledovača pohľadu. Toto pozmenenie metriky by v testoch na vizuálne hľadanie nemalo spôsobiť problémy a nepresnosť týkajúcu sa spojenia lokalizácie a rozpoznania, pretože cieľový element by mal byť rozpoznávaný okamžite po vykonanej fixácii, keďže výzor cieľového elementu je v testoch na vizuálne hľadanie zobrazený pred samotným zobrazením stimulu.

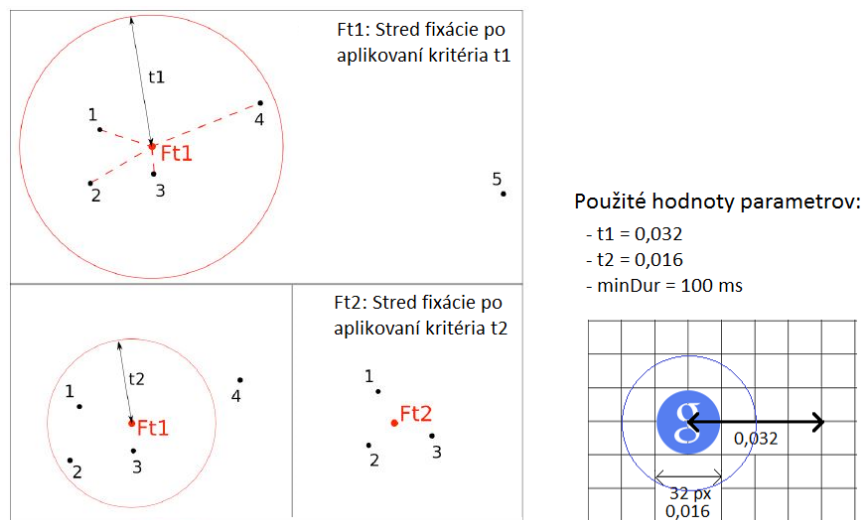
Keďže na rozdiel od pilotného experimentu nemáme pri exporte dát z kvantitatívneho experimentu v UxClass k dispozícii vyhodnotené fixácie po aplikácii fixačného filtra ale len hrubé dáta zo sledovačov pohľadu (teda polohy pohľadu zosnímané s frekvenciou 60 Hz), museli sme vybrať a aplikovať fixačný filter manuálne.

Na filtrovanie fixácií používame *EyeMMV (Eye Movements Metrics & Visualizations) Toolbox* [27] do MATLAB-u. Tento nástroj využíva fixačný algoritmus založený na priestorovom rozložení jednotlivých hrubých dát, pričom zoskupovanie jednotlivých bodov do fixácií je vykonávané na základe jedného časového a dvoch priestorových vstupných parametrov algoritmu:

- *t1* - Priestorový parameter (v jednotkách použitých sledovačom pohľadu), slúži na oddelenie zhlukov dát tvoriacich fixáciu. Pri vyhodnotení sme použili  $t1 = 0,032$ , čo je dvojnásobok šírky elementu normalizovanej podľa šírky obrazovky (tj. normalizovaná šírka obrazovky je rovná jednej).
- *t2* - Priestorový parameter (v jednotkách použitých sledovačom pohľadu), slúži na nastavenie tolerancie vzdialenosti bodov od stredu zhľuku. Pri vyhodnotení sme použili  $t2 = 0,016$ .



- *minDur* - Minimálna dĺžka fixácie v ms. V našom riešení zamietame fixácie kratšie ako 100 ms, keďže typická dĺžka fixácie je 100-500 ms [1].



Obrázok č.15 Vľavo: Aplikácia priestorových parametrov ( $t_1$ ,  $t_2$ ) na detekciu fixácie z uvažovaných bodov (hrubých dát 1, 2, 3, 4 a 5), Ft2 je stred zhlukú dát tvoriacich fixáciu po aplikácii parametra  $t_2$  [27]. Vpravo: Znárodnenie použitých hodnôt priestorových parametrov na príklade ikony Google

Nástroj okrem opísaných parametrov prijíma na vstupe aj hrubé dáta zo sledovača pohľadu (súradnice pohľadu s príslušnými časovými pečiatkami). Vstupné dáta očisťujeme tak, že z hrubých dát vyberáme tie, ktoré majú dostatočnú validitu (hrubé dáta sú značkované od 0-najlepšia validita po 4-nevalidné). V prípade, že majú obe oči validitu nula, vypočítame priemer súradníc, ak má validitu nula aspoň jedno oko a druhé má validitu rôznu od nuly, berieme súradnice práve toho oka, ktoré má validitu nula. Ak majú obe oči horšiu ako nulovú validitu, dáta nezahrnieme do vstupu pre fixačný filter.

Po vytvorení fixácií sme vypočítali počty fixácií urobených na jednotlivých stimuloch s použitím zaznamenaných časových pečiatok začiatkov  $t_{fz}$  a koncov  $t_{fk}$  jednotlivých fixácií a tiež začiatkov  $t_{sz}$  a koncov  $t_{sk}$  zobrazení stimulov. Pre daný stimul  $x$  zarátavame každú takú fixáciu, ktorá

- začala a skončila v rámci zobrazenia stimulu  $x$ :  $(t_{fz} > t_{sz,x}) \wedge (t_{fk} < t_{sk,x})$  alebo
- začala pred zobrazením stimulu, ale na stimule  $x$  pokračovala minimálne 100ms:  $(t_{fz} < t_{sz,x}) \wedge (t_{fk} > t_{sz,x}) \wedge ((t_{fk} - t_{sz,x}) \geq 100)$  alebo
- začala minimálne 100 ms pred skončením stimulu  $x$  a skončila až po skončení stimulu  $x$ :  $(t_{fz} < t_{sk,x}) \wedge (t_{fk} > t_{sk,x}) \wedge ((t_{sk,x} - t_{fs}) \geq 100)$ .

## 5.4.2 Vyhodnotenie správnosti odpovedí

Pre každú z úloh, ktoré participanti v experimente absolvovali sme vyhodnocovali, či odpovedali správne a aký je percentuálny podiel správnych odpovedí z celkového počtu odpovedí na jednotlivých stimuloch. Odpovedanie na prítomnosť elementu malo rôznu formu (resp. ovládanie) pri rôznych úlohách. U väčšiny účastníkov (38 z celkovo 45) sme odpoveď (pozíciu kliknutia alebo stlačenie klávesu) posielali vo forme udalosti na server, táto funkcionálna však bola pridaná až po otestovaní prvého sedenia (siedmich účastníkov), pre ktorých sme tieto odpovede získali priamo zo záznamu klávesnice a myši.

Pri vyhodnotení odpovedí klikaním na cieľový element – teda v prípade klikania na pozíciu na maskovanom stimule a klikania na pozíciu cieľového elementu na webovej stránke sme akceptovali nepresnosť kliknutia do 30 px od okraja elementu.

Typ úlohy (počet stimulov)	Štandard (96)		Ikony (48)		Weby (15)		Celkom	
	MIN	AVG	MIN	AVG	MIN	AVG	MIN	AVG
Správne odpovede (%)	92	97	88	96	87	97	91	97
Správne odpovede (počet)	88	93	42	46	13	14	-	-

*Tabuľka č.3 Minimá (MIN) a priemerné hodnoty (AVG) počtu, resp. percentuálnemu podielu správnych odpovedí v jednotlivých úlohách experimentu. Hodnoty sú vzaté z vyhodnotenia jednotlivých participantov.*

Z údajov uvedených v tabuľke (Tabuľka č.3) vidíme, že percentuálne počty správnych odpovedí participantov sa pohybujú v priemere na hodnote cca 97%, pričom minimálne hodnoty sa pohybujú okolo 90%. Na základe týchto výsledkov teda predpokladáme, že participanti porozumeli inštrukciám jednotlivých úloh a snažili sa odpovedať správne.

V časti obsahujúcej úlohy na nájdenie cieľového elementu na webovej stránke sme od participantov vyžadovali spätnú väzbu, či už niekedy danú webovú stránku navštívili. Táto funkcionálna bola dorobená na základe podnetu z revízie článku, a preto sme museli túto informáciu získať od 11 participantov dodatočne prostredníctvom formuláru. Až vyše 97% všetkých odpovedí znamenalo, že participant sa s danou stránkou nikdy predtým nestretol (Tabuľka č.4). Webové stránky teda boli vybrané pomerne dobre a participanti z veľkej časti nemali predošlú skúsenosť s ich používaním a orientáciou na nich.

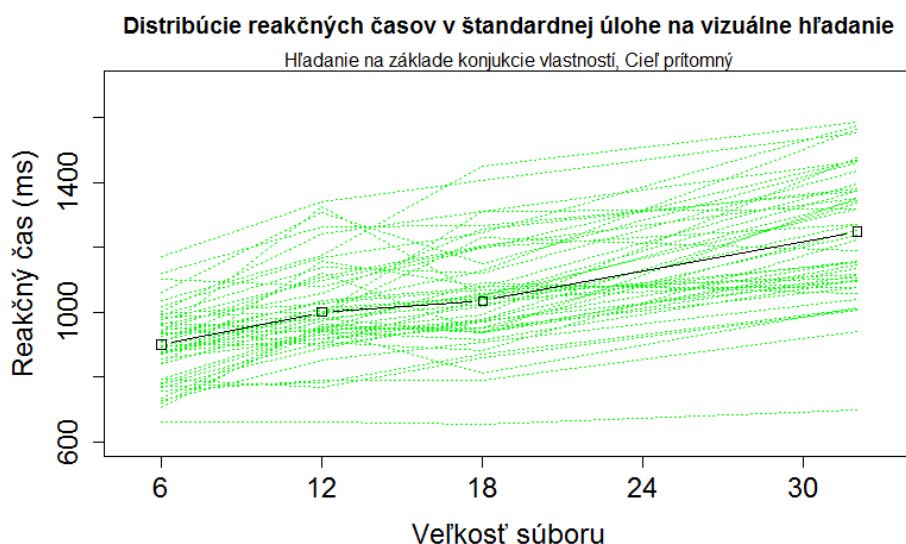
Odpoveď	Nie	Áno, raz	Áno, niekoľko krát	Áno, veľa krát
Počet odpovedí	657	12	5	1
Počet percent (%)	97,33	1,78	0,74	0,15

*Tabuľka č.4 Percentuálne zastúpenie všetkých získaných spätných väzieb od participantov na otázku: „Navštívili ste už niekedy túto webovú stránku?“*

### 5.4.3 Distribúcie reakčných časov a porovnanie počtov fixácií v úlohách na vizuálne hľadanie

Vyhodnotili sme výsledné reakčné časy participantov v jednotlivých testoch na vizuálne hľadanie a na základe týchto výsledkov sme vytvorili modely distribúcií reakčných časov podľa vzoru modelov distribúcií vytvorených na základe dát v existujúcom datasete vytvorenom psychológmi (opísaný v stati 3.3.5).

Pre vytvorenie modelu sme použili všetky namerané reakčné časy participantov bez ohľadu na správnosť ich odpovede, skúsili sme aj nahradenie tých reakčných časov, ktoré zodpovedali nesprávne zodpovedaným stimulom nahradiť maximom z reakčných časov pre daný stimul, ale ani pri tejto úprave to lineárny nárast reakčných časov s pribúdajúcim počtom elementov to neovplyvnilo. Potvrdilo sa teda, že reakčné časy majú charakter lineárne narastať s počtom pribúdajúcich elementov.



Obrázok č.16 Distribúcie RT v štandardnom teste na vizuálne hľadanie s prítomným cieľovým elementom. Výsledné mediány RT jednotlivých participantov sú znázornené zelenými líniami, čiernou je vyznačený medián RT pri jednotlivých veľkostiach súborov.

Úlohy na vizuálne hľadanie na základe konjunkcie vlastností vytvárajú funkcie RT x veľkosť súboru s mierne narastajúcim sklonom približne 10 ms/element [17]. V našom štandardnom teste má táto funkcia sklon 12,56 ms/element – teda s každým pridaným elementom reakčný čas participantov narástol v priemere o túto hodnotu. Celkový prehľad mediánov reakčných časov aj v porovnaní s počtom fixácií do indikovania nájdenia cieľového elementu uvádzame v nasledujúcej tabuľke (Tabuľka č.5).

Veľkosť súboru	Štandard				Ikony			
	TP		TA		TP		TA	
	fix	RT	fix	RT	fix	RT	fix	RT
6	3	900	3	1022	-	-	-	-
12	3	1000	4	1183	-	-	-	-
18	4	1035	5	1400	-	-	-	-
32	4	1249	7	2034	7	1954	15	4012
64	-	-	-	-	9	2747	26	7059

*Tabuľka č.5 Mediány reakčných časov (RT) a počtov fixácií do indikovania konca hľadania (fix) na stimuloch s prítomným cieľovým elementom (TP – Target Present) a neprítomným cieľovým elementom (TA – Target Absent) v oboch použitých testoch na vizuálne hľadanie.*

Výsledky kvantitatívneho experimentu potvrdili sledovania z pilotného experimentu, kde sme pri veľkosti súboru 32 vyhodnotili dlhšie reakčné časy v teste na vizuálne hľadanie s použitím ikon. Potvrdilo sa, že v štandardnom teste na vizuálne hľadanie je vzhľadom k RT v priemere pozorovateľné len pomerne malé množstvo fixácií. V nami navrhnutom teste sa počet fixácií pri veľkosti súboru 32 zvýšil takmer na dvojnásobok. Tento výsledok je spôsobený pravdepodobne zložitejším výzorom elementov [28] a väčšou plochou, na ktorej sú elementy zobrazené. Dlhšie reakčné časy a väčšie počty fixácií v prípade stimulov s neprítomným cieľovým elementom sú spôsobené individuálnym rozhodovaním, kedy sa participant rozhodne hľadanie cieľového elementu zamietnuť [29].

## 5.5 Závislosť medzi ohodnotením participanta a jeho výsledkami v úlohách na webových stránkach

Na to, aby sme mohli pracovať na vytvorení samotnej kalibračnej sady testov obsahujúcej testy na vizuálne hľadanie, musíme najprv overiť predpokladanú závislosť medzi schopnosťou vizuálneho hľadania participanta a jeho výsledkami v úlohách na hľadanie cieľového elementu na webových stránkach.

Na vytvorenie ohodnotenia schopnosti vizuálneho hľadania participanta sme použili metódu navrhnutú v kapitole 4.2. Na to, aby sme overili závislosť medzi nami vytvorením ohodnotením participanta a jeho reálnymi výsledkami v úlohách na hľadanie cieľových elementov na webových stránkach, vyskúšali sme toto ohodnotenie vytvoriť na základe rôznych metrík z oboch použitých testov na vizuálne hľadanie.

Na výpočet ohodnotenia schopnosti vizuálneho hľadania participanta  $P_x$ , ktoré sme zadefinovali ako  $VSA_{P_x}$ , sme skúsili použiť nielen namerané reakčné časy (RT), ale aj počty fixácií do indikovania konca hľadania. Počty fixácií sme na vytvorenie ohodnotenia skúsili použiť v prípade testu na vizuálne hľadanie s ikonami a samozrejme v úlohách na hľadanie elementov na webových stránkach. V štandardných testoch na vizuálne hľadanie sme sa na vytvorenie ohodnotenia participanta rozhodli vzhľadom k malému množstvu nameraných

fixácií (ktorý v priemere nepresiahol 10 fixácií na stimul) použiť len obvykle používané reakčné časy. Výpočtom ohodnotení participantov na základe oboch spomínaných metrick sme získali nasledujúce vektory:

- *vsa\_rt\_st*, ktorý obsahuje VSA participantov vytvorených na základe RT na stimuloch v štandardnom teste na vizuálne hľadanie
- *vsa\_rt\_ico*, ktorý obsahuje VSA participantov vytvorených na základe RT na stimuloch v teste na vizuálne hľadanie s ikonami,
- *vsa\_fix\_ico*, ktorý obsahuje VSA participantov vytvorených na základe počtu fixácií na stimuloch v teste na vizuálne hľadanie s ikonami,
- *vsa\_all*, ktorý obsahuje VSA participantov vytvorených na základe RT na všetkých stimuloch oboch testov na vizuálne hľadanie.

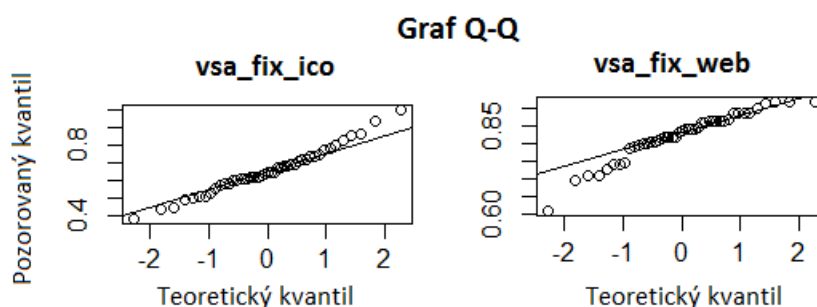
Aby sme vyhodnotili, či má nami vytvorené ohodnotenie participanta súvis s výsledkami v úlohách na hľadanie elementov na webových stránkach, vytvorili sme obdobným spôsobom aj ohodnotenie participanta podľa toho, aké výsledné RT a aké počty fixácií do indikovania nájdania cieľového elementu mal v hľadaní elementov na webových stránkach:

- *vsa\_rt\_web* je vektor, ktorý obsahuje ohodnotenia participantov vypočítaných na základe RT rovnakým spôsobom ako ohodnotenie v testoch na vizuálne hľadanie
- *vsa\_fix\_web* je vektor, ktorý obsahuje ohodnotenia participantov vypočítaných na základe počtu fixácií rovnakým spôsobom, ako ohodnotenie v testoch na vizuálne hľadanie

Keďže predpokladáme normálnu distribúciu populácie a teda aj normálne rozdelenie vytvorených ohodnotení participantov z experimentu, overili sme tento predpoklad Shapiro-Wilkovým testom normality (Tabuľka č.6) a vizualizovali sme ho vytvorením tzv. Q-Q grafu (Obrázok č.17).

VSA	<i>vsa_rt_st</i>	<i>vsa_rt_ico</i>	<i>vsa_fix_ico</i>	<i>vsa_rt_all</i>	<i>vsa_rt_web</i>	<i>vsa_fix_web</i>
p-hodnota	0,44	0.17	0,75	0,32	0.001	0.012

Tabuľka č.6 Výsledné p-hodnoty zo Shapiro-Wilkovho testu normality použitého na vytvorené ohodnotenia participantov



Obrázok č.17 Ukážka vytvorených grafov Q-Q pre dva vybrané vektory s ohodnoteniami participantov

Keďže v Shapiro-Wilkovom teste normality je nulová hypotéza postavená tak, že „distribúcia populácie má normálne rozdelenie“, túto hypotézu zamietame v prípade, že p-hodnota je nižšia ako zvolená alfa (v našom prípade 0,05). Z uvedených hodnôt teda vyplýva, že ohodnotenia participantov v testoch na vizuálne hľadanie majú normálnu distribúciu, avšak ohodnotenia vytvorené na základe výsledkov na webových stránkach normálne rozdelenie nemajú.

### 5.5.1 Skúmanie závislosti lineárnou regresiou

Závislosť medzi výsledkami participanta v testoch na vizuálne hľadanie a v úlohách na hľadanie elementov na webových stránkach sme skúsili overiť použitím lineárnej regresie. Skúsili sme pritom rôzne vektory s rôzne vytvorenými ohodnoteniami – prezentované v kapitole 5.5, ale aj ďalšie, v ktorých boli na vytvorenie ohodnotenia vybrané napríklad len stimuly s prítomným cieľovým elementom alebo stimuly s neprítomným cieľovým elementom v rámci daného typu testu, prípadne kombinácie typu testu, prítomnosti cieľového elementu a veľkosti súboru.

Lineárnou regresiou sme počítali ohodnotenie participanta podľa jeho výsledkov na webových stránkach, ako funkciu jeho ohodnotenia na základe výsledkov v testoch na vizuálne hľadanie. Na vyhodnotenie sme použili funkciu  $lm()$  implementovanú v jazyku R. V nasledujúcej tabuľke uvádzame niektoré z výsledných hodnôt lineárnej regresie vyskúšaných na rôznych formulách (zapísaných:  $Y \sim X$ , teda  $Y$  ako funkcia  $X$ ):

Formula	vsa_fix_web ~ vsa_fix_ico	vsa_rt_web ~vsa_rt_ico
R <sup>2</sup>	0,111	0,052
p-hodnota	0,024	0,129

Tabuľka č.7 Ukážka výstupných R<sup>2</sup> (angl. R-squared) opisujúcich presnosť odhadov a p-hodnôt z niektorých z vyskúšaných formul lineárnej regresie

Uvádzame len niektoré z výsledkov lineárnej regresie, avšak ani pri iných vyskúšaných formulách výsledky neukázali lepšie odhady. Na základe výsledkov lineárnej regresie usudzujeme, že použitie lineárneho regresného modelu nie je vhodné na preukázanie závislosti medzi ohodnotením participanta a jeho výsledkami v hľadaní elementov na webových stránkach.

### 5.5.2 Skúmanie závislosti vytvorením skupín

Vyskúšali sme rozdelenie participantov podľa ich vytvorených ohodnotení do skupín podľa dvoch kvantilov Q<sub>0,33</sub> a Q<sub>0,66</sub>, ktoré nám rozdelili jednotlivé súbory (vektory) na tretiny. Do každej skupiny tak pripadli dáta od 15 otestovaných participantov. Takýmto spôsobom sme rozdelili na skupiny ohodnotenia vizuálneho hľadania aj ohodnotenia výsledkov na webových stránkach. Získali sme teda dva usporiadané zoznamy, z ktorých každý bol rozdelený na tri časti, podľa výsledkov participantov na stimuloch v danej úlohe.

Zjednodušene môžeme povedať, že oba vytvorené zoznamy obsahovali

- participantov s najlepším ohodnotením – skupina *B* (z angl. *best* = *najlepší*),
- participantov so stredne dobrým ohodnotením – skupina *M* (z angl. *middle* = *stredný*) a
- participantov s najhorším ohodnotením – skupina *W* (z angl. *worst* = *najhorší*)

vytvoreným na základe danej metriky v danom teste. Následne sme pre každú zo skupín porovnali, či participanti, ktorí sa nachádzajú medzi najlepšimi v teste na vizuálne hľadanie, sú aj medzi najlepšimi v úlohách na webových stránkach. Obdobne sme porovnali aj participantov v ostatných dvoch skupinách. V porovnaní sme opäť skúmali viacero vektorov ohodnotení vytvorených na základe rôznych stimulov, v nasledujúcej tabuľke prezentujeme len niektoré z nich.

Porovnávané vektory		Počet rovnako zaradených			Rovnako zaradení (%)
Vektor 1	Vektor 2	B	M	W	
vsa_rt_ico	vsa_rt_web	8	6	7	46,67
vsa_rt_st	vsa_rt_web	5	4	3	26,67
vsa_fix_ico	vsa_fix_web	9	7	9	55,56
vsa_rt_all	vsa_rt_web	6	4	4	31,11

Tabuľka č.8 Ukážka výsledkov zo skúmania závislosti medzi skupinami vytvorenými vo vybraných vektoroch

Na základe skúmaných závislostí sa javí ako najlepšie ohodnotenie participantov vytvorené na základe počtu fixácií do nájdenia cieľového elementu v teste na vizuálne hľadanie s použitím ikon. Preto sme vyskúšali vytvorenie ohodnotenia participantov podľa všetkých kombinácií prítomného cieľového elementu a veľkostí súborov použitých v tomto type testu s porovnaním ohodnotenia na základe počtu fixácií na webových stránkach (*vsa\_fix\_web*). Napriek tomu, že vyskúšali všetky kombinácie, počet percent rovnako zaradených participantov bol maximálne 55,56 %.

Pri vytvorení ohodnotenia participantov na základe počtu fixácií do indikovania konca hľadania v testoch s ikonami (*vec\_fix\_ico*) teda na 55,56% platí, že ak bol participant na základe tohto ohodnotenia zaradený do niektorej z vytvorených skupín, je v tejto skupine zaradený aj v prípade úloh hľadania elementov na webových stránkach.





## 6 Zhrnutie

---

V našej práci sme predložili zaujímavý návrh na zlepšenie merania nájditel'nosti v používatel'ských štúdiách zohľadnením schopnosti vizuálneho hľadania testovaného partici-panta. Návrh testov sme založili na dôkladnej analýze a štúdií zdrojov týkajúcich sa vizu-álneho hľadania, s cieľom navrhnúť testy na vizuálne hľadanie čo najlepšie na rozlíšenie schopností vizuálneho hľadania rôznych ľudí. Implementovali sme vlastnú aplikáciu, v ktorej sú zahrnuté dva rôzne testy na vizuálne hľadanie – jeden štandardný a jeden nami vytvorený test s použitím ikon z webového prostredia.

Vzhľadom k zámeru použitia sledovačov pohľadu pri vytvorení ohodnotenia schopností ľudí ako aj pri sledovaní nájditel'nosti prvkov na webových stránkach, zrealizovali sme pomerne obširný kvantitatívny experiment s použitím týchto zariadení pri zázname všetkých otestovaných participantov, čím sme získali cenný dataset pre overenie správnosti nášho návrhu. Tento vytvorený dataset obsahuje dáta od 45 participantov, ktorých účasť nebolo triviálne zabezpečiť, keďže bolo nutné, aby boli pri takmer hodinovom testovaní prítomní v UxClass, kde sú sledovače pohľadu k dispozícii. Kvantitatívnemu experimentu predchádzala dôkladná príprava softvérovej infraštruktúry a inštrukcií.

Navrhli a vyhodnotili sme dve metriky sledované v experimente – reakčné časy a počty fixácií, ktoré participant vykonal do indikovania konca hľadania cieľového elementu v za-danej úlohe. Na základe vyhodnotenia týchto metrik pre všetky stimuly, ktoré boli v expe-riamente obsiahnuté sme pre každého participanta vytvorili nami vytvorené ohodnotenie ho-voriace o tom, ako dobré výsledky dosiahol v porovnaní s výsledkami ostatných partici-pantov v našom experimente.

Na to, aby sme overili predpokladaný súvis medzi schopnosťou vizuálneho hľadania parti-cipanta a jeho výsledkami v hľadaní elementov na webových stránkach, skúmali sme rôzne možnosti vytvorenia ohodnotenia participanta, zohľadňujúc pri tom typ testu na vizuálne hľadanie, prítomnosť elementu, či veľkosť súboru. Závislosť sme skúmali použitím line-árne regresného modelu, ktorého výsledky však závislosť nepreukázali, a tiež skúmaním závislosti medzi zaradením participantov do skupín podľa ich vytvorených ohodnotení, kde sme dosiahli približne 50 percentnú úspešnosť. Napriek výsledkom nezavrhuje našu hy-potézu a problematike venujeme ďalší výskum vyhodnocovaním nazbieraných dát.

Súvis medzi schopnosťou vizuálneho hľadania participanta a jeho výsledkami pri meraní nájditel'nosti elementu na webovej stránke, by sme chceli skúsiť overiť vytvorením ohod-notenia participanta vypočítaním jeho percentilu, u ktorého však je istá pravdepodobnosť, že budú výsledky podobné ako v prípade nami vytvoreného ohodnotenia. Ďalšou možnos-ťou je použitie lineárneho zmiešaného modelu, v ktorom získame pre každého participanta vypočítaný koeficient hovoriaci o jeho individuálnych schopnostiach vizuálneho hľadania. Veríme, že sa nám podarí závislosť signifikantne preukázať, aby bolo možné vytvoriť vý-slednú kalibračnú sadu testov.



## 7 Literatúra

---

- [1] BOJKO A., Eye tracking the user experience, Brooklyn, New York: Rosenfeld Media, 2013. ISBN 1-933820-10-1
- [2] WOLFE J. M., Visual Search, 1998, s. 1–41.
- [3] ALL ABOUT UX, User experience definitions, <http://www.allaboutux.org/ux-definitions>
- [4] ISO, *ISO 9241-210:2010*, International Organization for Standardization, 2010.
- [5] NIELSEN, J., NORMAN D. The Definition of User Experience, <http://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience>
- [6] MORVILLE, P. 2004. User Experience Design, [http://semanticstudios.com/user\\_experience\\_design/](http://semanticstudios.com/user_experience_design/)
- [7] CARDELLO, J. 2014. Low Findability and Discoverability: Four Testing Methods to Identify the Causes, NNGroup, <http://www.nngroup.com/articles/navigation-ia-tests/>
- [8] NIELSEN, J. 2012. Usability 101: Introduction to Usability, NNGroup, <http://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>
- [9] usability.gov, User Experience Basics, <http://www.usability.gov/what-and-why/user-experience.html>.
- [10] LAW, ROTO, HASSENZAHN: Understanding, scoping and defining user experience, In: *Proceedings of the 27th International Conference on Human Factors in Computing Systems*, Boston, USA, 2009.
- [11] ROTO V., HASSENZAHN M., VÄÄNÄNEN-VAINIO-MATTILA K., Towards Practical User Experience Evaluation Methods, In: *5th COST294-MAUSE Open Workshop on Valid Useful User Experience Measurement*, 2008.
- [12] CREDIDIO H. F. et al. Statistical patterns of visual search for hidden objects, *Scientific Reports*, 2012.
- [13] LIEGL S., FRITSCH R., TULLIUS G., Where Is Waldo ?, 2015.
- [14] SAURO J., LEWIS J., Quantifying the User Experience, Waltham, USA: Elsevier, 2012.
- [15] NIELSEN J. 2006. Quantitative Studies: How Many Users to Test?, NNGroup, <https://www.nngroup.com/articles/quantitative-studies-how-many-users/>

- [16] NIELSEN J. 2007. Fancy Formatting, Fancy Words = Looks Like a Promotion = Ignored, NNGroup, <http://www.nngroup.com/articles/fancy-formatting-looks-like-an-ad/>
- [17] WOLFE J. M., PALMER E. M., HOROWITZ T. S., Reaction time distributions constrain models of visual search, In: *Vision Research*, 2010, pp. 1304–1311.
- [18] NAGY A. L. SANCHEZ R. R., Critical color differences determined with a visual search task, In: *Journal of Optical Society of American*, 1990, pp. 1209–1217.
- [19] TREISMAN A. M., A Feature-Integration Theory of Attention, In: *Cognitive Psychology*, 1980, , pp. 97–136.
- [20] THORNTON T. L., GILDEN D. L., Parallel and serial processes in visual search, In: *Psychological Review*, vol. 114, 2007, no.4, pp. 71–103.
- [21] HUANG L., PASHLER H., Attention capacity and task difficulty in visual search, In: *Cognition*, 2005, pp. 101–111.
- [22] SOBEL K. V. et al., Individual differences in working memory capacity and visual search: the roles of top-down and bottom-up processing, In: *Psychonomic Bulletin & Review*, 2007, pp. 840–845.
- [23] BECKER M., Panic Search: Fear Produces Efficient Visual Search for Non-threatening Objects, In: *Psychological Science*, vol. 20, 2009, no. 4, pp. 435-437
- [24] WOLFE J. M., Data Sets and Stimulus Sets, [http://search.bwh.harvard.edu/new/data\\_set\\_files.html](http://search.bwh.harvard.edu/new/data_set_files.html).
- [25] OLSEN A. 2012. The Tobii I-VT Fixation Filter, <http://www.acuity-ets.com/downloads/Tobii%20I-VT%20Fixation%20Filter.pdf>
- [26] MÓRO R.DARÁŽ J, BIELIKOVÁ M.: Visualization of Gaze Tracking Data for UX Testing on the Web, In: *Late-breaking Results, Doctoral Consortium and Workshop Proceedings of the 25th ACM Hy-pertext and Social Media Conference*, 2014
- [27] KRASSANAKIS V., FILIPPAKOPOULOU V., NAKOS B. EyeMMV toolbox: An eye movement post-analysis tool based on a two-step spatial dispersion threshold for fixation identification. In: *Journal of Eye Movement Research* vol. 7, 2014, no.1, pp. 1-10
- [28] PASHLER, H. Target-distractor discriminability in visual search. In: *Perception & Psychophysics*, vol. 41, 1987, no.4, pp. 285-292.
- [29] COUSINEAU, D; SHIFFRIN, R M. Termination of a visual search with large display size effects. In: *Spatial Vision*, vol.17, 2004, no.4: pp. 327-352.

## Prílohy

---

- A. Technická dokumentácia
- B. Protokol pilotného experimentu
- C. Protokol kvantitatívneho experimentu
- D. Ukážky stimulov z experimentov
- E. Článok publikovaný na študentskej vedeckej konferencii IIT.src 2016
- F. Rozpracovaný článok na vedeckú konferenciu IUI 2017
- G. Obsah elektronického média

## Príloha A Technická dokumentácia

---

### A.1 Webová aplikácia pre kvantitatívny experiment

Webová aplikácia na účel otestovania participantov v kvantitatívnom experimente v Ux-Class bola vytvorená v jazyku Ruby (verzia 2.2.2) vo frameworku Rails (verzia 4.4.4). Celkový priebeh cez úlohy obsiahnuté v tejto aplikácii je možný v dvoch rôznych tokoch podľa verzie experimentu (A alebo B). Automatické rozdelenie participantov na dve rôzne verzie je riešené počítadlom na strane servera a následným priradením verzie experimentu. Uvádzame ukážku tohto jednoduchého riešenia, ktoré uľahčilo priebeh experimentu:

```
class StaticPagesController < ApplicationController

  def home
    if $counter % 2 == 0
      @version = 'A'
    else
      @version = 'B'
    end
    $mutex.synchronize do
      $counter = $counter + 1
    end
  end
end
```

#### Zasielanie udalostí na server

Pri interakcii s aplikáciou sú pomocou Javascriptu zachytávané viaceré udalosti, ktoré sú počas bežiacieho experimentu (tzv. *session*) zasielané na server, kde sú spolu s časovými pečiatkami uložené pre ďalšie vyhodnotenie. Pre zasielanie udalostí na server používame nasledujúcu funkciu:

```
function sendEventValue(value) {
  $.ajax({
    type : "POST",
    url : "http://localhost:55555/api/UXS/SendEvent",
    crossDomain : true,
    data : {
      "Token" : "12345-dynamic-aoi",
      "Value" : value,
      "ValidFrom" : new Date().toISOString()
    },
    dataType : 'json',
    success : function(response) {
      console.log("Success: " + value);
    },
    error : function(error) {
      console.log("Error: " + value + " : " + error.statusText);
    }
  });
}
```

Zdroj: Bc. Metod Rybár

Hodnota (*value*) v tejto funkcii sa líši podľa toho, aká udalosť bola zachytená a vyžaduje zaslanie na server. V našej aplikácii zachytávame viacero udalostí, kľúčové udalosti popisujeme v nasledujúcom zozname:

- *CLICK*:<identifikátor obrázka>\_XPOS:<x-ová súradnica kliknutia(px)>\_YPOS:<y-ová súradnica kliknutia (px)>
  - Hodnota zachytáva súradnice kliknutia myši na obrazovke, je vyvolaná len pri kliknutí na maskovaný stimul alebo webovú stránku
- *EXPERIMENT\_START*:<verzia experimentu>
  - Udalosť vyvolaná pri začatí experimentu, tj. zobrazení domovskej stránky
- *EXPERIMENT\_END*:<verzia experimentu>
  - Udalosť vyvolaná pri skončení experimentu, tj. pri zobrazení stránky ukončujúcej experiment
- *IMG\_START*:<identifikátor obrázka>
  - Udalosť vyvolaná pri zobrazení každého obrázka (stimulu) z testu na vizuálne hľadanie
- *IMG\_END*:<identifikátor obrázka>
  - Udalosť vyvolaná stlačením klávesy „M“/„X“ v štandardnom teste na vizuálne hľadanie alebo kliknutím v teste na vizuálne hľadanie s ikonami a v úlohách na hľadanie elementov na webových stránkach
- *MASK\_START*: <identifikátor obrázka, ku ktorému prislúcha maska>
  - Udalosť vyvolaná pri zobrazení maskovaného stimulu
- *MASK\_END*: <identifikátor obrázka, ku ktorému prislúcha maska>
  - Udalosť vyvolaná kliknutím na ľubovoľné miesto na maskovanom stimule
- *WEB\_START*:<identifikátor webu>
  - Analogicky k *IMG\_START*
- *WEB\_END*:<identifikátor webu>
  - Analogicky k *IMG\_END*
- *WEB\_FEEDBACK*:<identifikátor webu>\_VAL:<odpoveď>

kde:

- <identifikátor obrázka> = unikátne číslo obrázka, hodnoty: 1-164
- <identifikátor webu> = unikátne číslo fotografie webovej stránky, hodnoty: 1-15
- <odpoveď> = odpoveď účastníka, či už niekedy navštívil danú webovú stránku, hodnoty: *NIE*, *ANO\_RAZ*, *ANO*, *NIEKOLKO*, *ANO*, *VELA*
- <verzia experimentu> = verzia v závislosti od poradia stimulov, hodnoty: *A/B*

## A.2 Program na vyhodnotenie dát z kvantitatívneho experimentu

Dáta z kvantitatívneho experimentu sme spracovali programom napísaným v jazyku Python (verzia 2.7), prostredníctvom ktorého sme zo surových dát získali:

- *reakčné časy* na jednotlivých stimuloch pre všetkých participantov,
- *počty fixácií* do indikovania konca hľadania na jednotlivých stimuloch pre všetkých participantov
- *vyhodnotené správne a nesprávne odpovede* na jednotlivých stimuloch pre všetkých participantov
- *vyhodnotené spätné väzby* participantov na to, či poznali jednotlivé webové stránky použité v experimente
- *celkové informácie* o priebehu testovania všetkých participantov (verzia experimentu, celkový čas)

Na vyhodnotenie fixácií z hrubých dát zo sledovača pohľadu sme použili EyeMMV Toolbox pre Matlab. V nasledujúcej ukážke uvádzame funkciu napísanú v Pythone, z ktorej voláme funkciu fixačného filtra v Matlabe a výsledok je opäť vrátený do Pythonu, pričom:

- *userfolder* – jednoznačné meno priečinka s dátami daného participanta
- *filter* – názov použitého filtra (iný ako *EYEMMV* nakoniec nebol použitý)
- *expstart, expend* – začiatok a koniec našej časti spoločného experimentu
- *createinputmmv()* – funkcia na vytvorenie vstupného súboru pre fixačný filter

```
def fixations(userfolder, filter, expstart, expend) :
    fname = parse.getfname(userfolder, "FIX")
    if not csvhlp.existsfile(fname) :
        if filter == "EYEMMV" :
            #create input for eye mmv function
            eyemmvinput = parse.getfname(userfolder, "EYEMMV")
            createinputmmv(userfolder, expstart, expend)
            #call eyemmv function in matlab
            print "EyeMMV algorithm: Fixation detection..."
            eng = matlab.engine.start_matlab()
            fixations =
eng.fixation_detection(eyemmvinput,0.032,0.016,100,1.00,1.00);
            #save fixations in csv
            header =
['Xcenter', 'Ycenter', 'Nt1', 'N3s', 'StartTime', 'EndTime', 'Duration']
            csvhlp.writerows(header, fname, ';')
            csvhlp.appendrows(fixations, fname, ';')
```

Na ďalšie štatistické pozorovania a vizualizácie vyhodnotených metrík sme použili funkcie jazyka R, v ktorom sme tiež pracovali a experimentovali s vytvorením ohodnotenia participanta na základe jeho výsledkov na rôznych stimuloch a skúmaním závislosti medzi týmto ohodnotením a výsledkami v úlohách na webových stránkach.



### A.3 Program na vyhodnotenie dát z pilotného experimentu

Z dát nazbieraných v pilotnom experimente sme mali záujem vyhodnotiť počty fixácií do indikovania cieľového elementu v teste na vizuálne hľadanie s ikonami. Vzhľadom k tomu, že fixačný filter je implementovaný priamo v prostredí Tobii Studia a jednotlivé fixácie sú oindexované, mali sme zjednodušenú prácu vyhodnocovaní ich počtu. Uvádzame ukážku časti kódu, kde počítame vykonané fixácie na danom stimule pre jedného participanta, kde

- *selection* je vstupný csv súbor s dátami vyfiltrovanými podľa stimulov, ktoré máme záujem sledovať (stimuly s ikonami) a podľa toho či bola vykonaná fixácia (tj. dáta sú označené indexom fixácie),
- *MediaName* je názov stĺpca vstupného csv súboru, v ktorom sú názvy názov zobrazených obrázkov (stimulov)
- *FixationIndex* je názov stĺpca vstupného csv súboru, v ktorom sú indexy vykonaných fixácií počas testovania

```
for row in selection:
    if prewRow == '':
        prewRow = row
    if (prewRow['MediaName'] == row['MediaName']):
        #the same stimul
        if (prewRow['FixationIndex'] != row['FixationIndex']):
            #next fixation
            fixationCounter = fixationCounter + 1
    else:
        #the stimul has changed, start new counter
        results.append([prewRow['MediaName'], fixationCounter])
        fixationCounter = 1
    prewRow = row
results.append([prewRow['MediaName'], fixationCounter]) #append last
writeToCsv(results)
```

## **A.4 Program na vytvorenie obrázkov (stimulov)**

Všetky stimuly, ktoré boli v experimentoch použité boli vytvorené našim programom na vytváranie obrázkov, ktorý sme implementovali v Java. Program pracuje na základe náhodného umiestňovania menších obrázkov (elementov) z vybraného priečinka do plochy samotného stimulu, ktorý má vo všetkých prípadoch biele pozadie a nastavenú veľkosť (v našom prípade 1920 x 1200 px). Po vytvorení stimulov sú zapísané informácie o ich opise do csv súboru, ktorý obsahuje pre každý z vytvorených stimulov:

- identifikátor obrázku,
- typ testu (štandardný alebo test s ikonami),
- mód testu (cvičný mód alebo ostrý test),
- veľkosť súboru,
- prítomnosť elementu,
- x-ovú a y-ovú súradnicu pozície cieľového elementu danú v pixeloch.



## Príloha B Protokol pilotného experimentu

---

**Kľúčové slová** vizuálne hľadanie, nájdiťnosť, počet elementov

**Cieľ experimentu** Vyskúšať si prácu so sledovačom pohľadu, otestovať návrh scenára. V teste na vizuálne hľadanie sledovať počet fixácií v závislosti od počtu a výzoru zobrazených elementov.

### Hypotézy experimentu

1. V teste na vizuálne hľadanie, v ktorom sú stimuly tvorené len dvojfarebnými elementami na malej zobrazovacej ploche, nebudú pozorovateľné fixácie, resp. budú pozorovateľné len malé počty fixácií do nájdenia cieľového elementu (predpokladáme paralelné spracovanie stimulu, efektívne).
2. Pri 32 rôznofarebných elementoch na väčšej ploche budú pozorovateľné dlhšie reakčné časy a väčšie počty fixácií do nájdenia cieľového prvku (predpokladáme sériové spracovanie stimulu, neefektívne).

**Sledované metriky** V experimente budeme sledovať počet fixácií do nájdenia cieľového elementu a reakčné časy.

### Scenár experimentu

Experiment je vytvorený ako postupnosť prvkov v Tobii studiu. Nasledujúce testy (1-3) nasledujú za sebou bez prerušenia nahrávania.

**Test 1.** Každý z participantov absolvuje existujúci test na vizuálne hľadanie na webovej stránke [gocognitive.net](http://gocognitive.net), na ktorom pochopí princíp testovania a my preňho zároveň získame výsledky, ktoré si uložíme na ďalšie vyhodnotenie.

*Inštrukcie pre participantov:* Na nasledujúcej stránke je test na vizuálnu pozornosť. Vyberte test s modrými a červenými útvarmi (colored shapes) - s veľkosťou 96 trialov. Pred začatím testu zvolte cvičný mód Practice. Keď sa stotožníte s ovládaním, ukončíte cvičný mód a absolvujte test. Po skončení testu uložte zobrazené výsledky do textového súboru so svojim menom.

*Predpokladaný čas trvania:* 6 minút

**Test 2.** Nasledovať bude test vytvorený zo stimulov, ktoré obsahujú ikony z prostredia webu - budem sledovať počet fixácií pre nasledujúce stimuly

- 30 stimulov: farebné ikony sociálnych sietí - veľkosť súboru 32 elementov
- 30 stimulov: farebné ikony sociálnych sietí - veľkosť súboru 64 elementov
- 30 stimulov: nákupné košíky - veľkosť súboru 32 elementov
- 30 stimulov: nákupné košíky - veľkosť súboru 64 elementov

Test obsahuje dohromady 120 stimulov, pričom každý bude nasledovaný maskou, v ktorej bude potrebné kliknutím označiť cieľový element.

*Inštrukcie pre participantov:* Nasleduje test na vizuálne hľadanie, ktorého obsahom sú rôzne ikony. Test je ovládaný klikaním myšou. Cieľový element je vždy len jeden, počas testu sa nemení a je zobrazený pred každým obrázkom. Po nájdení elementu okamžite kliknite myšou. Po kliknutí je zobrazený maskovaný obrázok, na ktorom kliknutím označíte polohu cieľa tam, kde ste ho pri nájdení videli. Nasleduje niekoľko cvičných obrázkov. Začiatok skutočného testu začne až po cvičných obrázkoch.

*Predpokladaný čas trvania:* 8 minút

**Test 3.** Sledovanie a meranie nájditel'nosti zvoleného cieľového elementu na webovej stránke (príklady sú uvedené v tabuľke). Pred zobrazením stránky bude zobrazená obrazovka s inštrukciami:

*Inštrukcie pre participanta:* Na nasledujúcej webovej stránke označte kliknutím nasledujúci prvok (môže sa jednať o ikonu alebo text): ... Po označení cieľa zatvorte okno prehliadača.

*Predpokladaný čas trvania:* 5 minút

V nasledujúcej tabuľke uvádzame zoznam všetkých použitých webových stránok.

Web	Cieľ
<a href="http://www.vajnory.sk">http://www.vajnory.sk</a>	Zberný dvor
<a href="http://www.ber nolakovo.sk">http://www.ber nolakovo.sk</a>	Starosta a facebook
<a href="http://www.theatre.sk/sk/sluzby-2/kniznica/">http://www.theatre.sk/sk/sluzby-2/kniznica/</a>	Online katalóg knižnice
<a href="http://www.sek.euba.sk">http://www.sek.euba.sk</a>	Tlač stránky
<a href="http://www.starlib.sk">http://www.starlib.sk</a>	Verzia pre slabozrakých
<a href="https://www.kis3g.sk">https://www.kis3g.sk</a>	Knižnica BIBIANA
<a href="http://www.ulib.sk/sk/">http://www.ulib.sk/sk/</a>	odkaz na Facebook
<a href="http://www.akademiapz.sk/sluzby/kniznica/kniznica-akademie-pz-v-bratislave">http://www.akademiapz.sk/sluzby/kniznica/kniznica-akademie-pz-v-bratislave</a>	odkaz na zaslanie emailu
<a href="http://www.kniznica-cadca.sk">http://www.kniznica-cadca.sk</a>	odkaz na Facebook
<a href="https://www.telekom.sk">https://www.telekom.sk</a>	Kontakt

# Príloha C Protokol kvantitatívneho experimentu

---

**Kľúčové slová** vizuálne hľadanie, nájdiťnosť, individuálne schopnosti

## Cieľ experimentu

Nazbierať dáta na overenie prepojenia medzi reakčnými časmi a počtom fixácií v testoch na vizuálne hľadanie a v úlohách na nájdenie cieľových elementov na webových stránkach.

## Hypotézy

1. Metóda ohodnotenia používateľa na základe jeho schopností vizuálneho hľadania zlepšuje presnosť merania nájdiťnosti cieľového elementu.
2. Dlhšie reakčné časy a väčšie počty fixácií účastníka v teste na vizuálne hľadanie budú korelovať s dlhšími časmi hľadania a väčšími počtami fixácií pri hľadaní elementov na webových stránkach.

## Parametre experimentu

Experiment bude realizovaný v dvoch rôznych variantoch, ktoré sú navzájom odlišné poradím vykonávaných testov. Rozdelenie účastníkov na tieto dve časti je riešené automaticky priamo na webovej stránke.

- *Verzia A:* V tejto verzii účastník najskôr absolvuje testy na vizuálne hľadanie a po nich úlohy na hľadanie prvkov na webových stránkach.
- *Verzia B:* V tejto verzii účastník najskôr absolvuje úlohy na hľadanie prvkov na webových stránkach a až po nich budú nasledovať testy na vizuálne hľadanie.

## Účastníci

Experimentu sa v niekoľkých sedeniach zúčastní naraz maximálne 20 účastníkov, čo je kapacita UxClass, kde bude experiment realizovaný.

## Sledované metriky

- *Reakčný čas* - Reakčný čas je základnou metrikou, ktorá je používaná v testoch na vizuálnu pozornosť. Podľa tejto metriky budú sledované rozdiely v hľadaní rôznych ľudí.
- *Počet fixácií do indikovania prítomnosti cieľového elementu* - Počty fixácií budú merané na každom stimule v testoch na vizuálne hľadanie a tiež pri sledovaní nájdiťnosti cieľového elementu na webových stránkach.

## Scenár experimentu

Celkový scenár nášho experimentu je zasadený do strednej časti väčšieho spoločného experimentu pripravovaného spolu s Metodrom Rybárom, ktorý skúma odhaľovanie podvádzania v dotazníkoch a Tomášom Juhaniakom, ktorý pracuje na odhaľovaní kognitívnej záťaže na základe rozšírenia zreničky.

Celý scenár experimentu vrátane inštrukcií je pripravený na našej webovej stránke. Celkovo môžeme scenár rozdeliť na dve časti:

1. Testy na vizuálne hľadanie
2. Úlohy na hľadanie cieľového prvku na webových stránkach

### 1. Testy na vizuálne hľadanie

V tejto časti participant absolvuje dva rôzne testy na vizuálne hľadanie. Oba testy na vizuálne hľadanie obsahujú 10 cvičných stimulov, na ktorých si participant precvičí ovládanie.

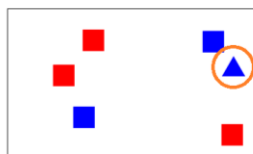
**Štandardný test (geometrické útvary)** - V tomto teste na vizuálne hľadanie používame veľkosti súborov: 6, 12, 18 a 32. Dohromady test obsahuje 96 stimulov. Veľkosti súborov 6, 12 a 18 boli zvolené kvôli porovnaniu výsledkov s existujúcim datasetom. Stimuly s veľkosťou súboru 32 môžeme porovnať so stimulmi s rovnakou veľkosťou súboru z druhého testu na vizuálne hľadanie s ikonami z webového prostredia.

*Ovládanie:* Test je ovládaný pomocou klávesnice - stlačením klávesy X participant indikuje neprítomný cieľový element, stlačením klávesy M indikuje prítomný cieľový element.

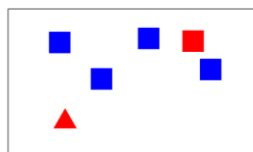
*Popis stimulov:* Elementy (modré a červené trojuholníky a štvorce) na bielom pozadí sú náhodne rozmiestnené na ploche o veľkosti 24,84 x 16,2 cm (920 x 600 px) - zo vzdialenosti 60 cm sa jedná o pozorovací uhol cca 23,4°.

*Predpokladaný čas:* Predpokladáme, že táto časť zaberie participantovi približne 6 minút.

*Inštrukcie:* Inštrukcie sú participantovi predložené pred začatím tejto časti experimentu v textovej aj obrazovej forme. Obrazová forma inštrukcií je nasledovná:



Cieľový prvok je PRÍTOMNÝ  
Stlač M



Cieľový prvok je NEPRÍTOMNÝ  
Stlač X

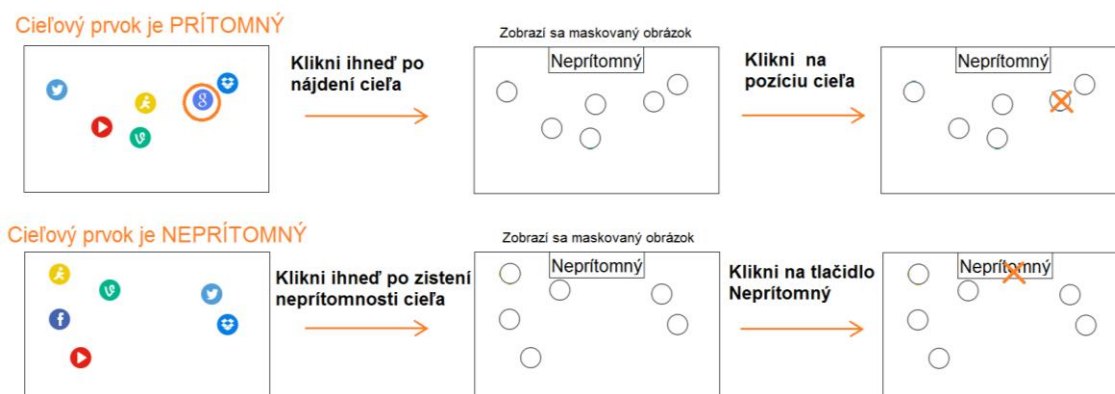
**Test s ikonami z webového prostredia** - Tento test obsahuje 48 stimulov, s veľkosťami súborov 32 a 64 elementov. V tomto teste je sledovaná aj presnosť odpovede - po každom zobrazenom stimule je zobrazený aj zamaskovaný stimul, na ktorom musí participant označiť pozíciu cieľového elementu, v prípade, že ho našiel alebo kliknúť na tlačidlo “Nepřítomný” ak cieľový element nenašiel.

*Ovládanie:* Test je ovládaný klikaním myšou, počas hľadania je kurzor skrytý, zobrazí sa až po kliknutí (indikovaní konca hľadania) aby mohla byť označená pozícia cieľa na maskovanom stimule.

*Popis stimulov:* Elementy (rôznofarebné okrúhle ikony známe z webového prostredia) na bielom pozadí sú náhodne rozmiestnené na ploche o veľkosti 1520 x 900 px (39,80 x 23,57 cm) - zo vzdialenosti 60 cm sa jedná o pozorovací uhol cca 36,7°. Všetky ikony pochádzajú z voľne dostupnej sady ikon<sup>1</sup>, z ktorej boli vybrané nasledujúce:



*Inštrukcie:* Inštrukcie sú participantovi predložené pred začatím tejto časti experimentu v textovej aj obrazovej forme. Obrazová forma inštrukcií je nasledovná:



## 2. Úlohy na hľadanie elementov na webových stránkach

V tejto časti experimentu participant absolvuje 15 úloh na nájdenie cieľového prvku na rôznych webových stránkach. Pred samotným zobrazením stránky bude cieľový element stručne popísaný, a je potrebné si ho zapamätať.

<sup>1</sup> <http://medialoot.com/item/round-social-media-icons/>



*Ovládanie:* Webovú stránku zobrazí participant kliknutím na tlačidlo. Podobne, kliknutím označí aj cieľový prvok. Po označení cieľového prvku je od participanta vyžadovaná spätná väzba, či už niekedy danú webovú stránku nevidel.

*Popis stimulov:* Stimulmi sú fotografie vybraných 15 webových stránok, ktoré sú spolu s vybranými cieľovými elementami uvedené v nasledujúcej tabuľke:

Web	Cieľ
<a href="http://www.dieta-shop.com/sk/">http://www.dieta-shop.com/sk/</a>	Kontakt
<a href="http://www.kebabdrive.sk/cennik.html">http://www.kebabdrive.sk/cennik.html</a>	Odkaz na facebook
<a href="http://www.culture.gov.sk/">http://www.culture.gov.sk/</a>	Nový autorský zákon
<a href="http://www.domdochodcov.sk/zoznam-zariadeni/denne-stacionarne-pre-seniorov/obec-ivanka-pri-dunaji_244">http://www.domdochodcov.sk/zoznam-zariadeni/denne-stacionarne-pre-seniorov/obec-ivanka-pri-dunaji_244</a>	Registrácia
<a href="http://www.dominikno.sk/">http://www.dominikno.sk/</a>	Email (pošta)
<a href="http://www.nspsl.sk/">http://www.nspsl.sk/</a>	Objednávky MR a CT
<a href="http://www.senec.sk/">http://www.senec.sk/</a>	Kalendár akcií
<a href="http://www.mrkebab.eu/">http://www.mrkebab.eu/</a>	Jedlo pre deti
<a href="http://www.duhovaskolka.sk/">http://www.duhovaskolka.sk/</a>	Vyhľadávanie na stránke
<a href="http://www.citybabycare.sk/">http://www.citybabycare.sk/</a>	Odkaz na Facebook
<a href="http://www.hair-salons.sk/">http://www.hair-salons.sk/</a>	Dodanie nábytku
<a href="http://www.theatre.sk/sk/sluzby-2/kniznica/">http://www.theatre.sk/sk/sluzby-2/kniznica/</a>	Cenník služieb
<a href="http://www.vajnory.sk">http://www.vajnory.sk</a>	Harmonogram pristavenia kontajnerov
<a href="https://www.kis3g.sk">https://www.kis3g.sk</a>	Podtatranská knižnica v Poprade

*Inštrukcie:* Inštrukcie sú participantovi predložené pred začatím tejto časti experimentu v textovej aj obrazovej forme. Obrazová forma inštrukcií je nasledovná:

Zadaným cieľovým prvkom môže byť text alebo ikona

Cieľový prvok:  
Zamestnanci



**Nájdený cieľový prvok označiť kliknutím**

## **Priebeh experimentu**

### **Piloty**

*Sedenie 1 (19.2.2016)* Pri prvom pilotnom experimente, ktorého sa zúčastnili 2 účastníci, sme odhalili problém s porozumením bloku inštrukcií, ktorý sa týkal testu na vizuálne hľadanie s použitím ikon. Participanti boli zmätení zo zmiznutého kurzora počas tohto testu, takže na zmiznutie kurzora vopred upozorňujeme. Pri tomto experimente bolo cieľom otestovať plynulosť a nadväznosť jednotlivých častí experimentu a porozumenie napísaným inštrukciám.

*Sedenie 2 (25.2.2016)*. Druhého pilotného experimentu sa zúčastnili traja študenti, cieľom bolo opäť otestovať celkový tok častí experimentu, porozumenie inštrukciám a tiež už nazbierať prvé dáta. Pri jednom z participantov vznikol problém s porozumením inštrukciám k hľadaniu elementu na webovej stránke, takže som do inštrukcií explicitne doplnila, že cieľový element je v týchto úlohách prítomný vždy. Pri exporte dát z tohto sedenia som narazila na problém, pretože v exportovaných súboroch sa nenachádzali žiadne z udalostí, ktoré počas testovania zasielame na server. Tento problém sa však podarilo vyriešiť a pri otestovaní v UxLab sme overila funkčnosť a bezproblémovosť zasielania udalostí pri vykonaní experimentu v prehliadači Google Chrome.

### **Testovanie**

*Sedenie 1 (9.3.2016)*. Prvého testovania sa zúčastnilo 7 participantov. Pred začatím experimentu sme otestovali funkčnosť zasielania udalostí na server aj z jedného uzla v UxClass. Keďže sa opäť vyskytol problém kvôli použitiu iného prehliadača, pri vyhodnotení konca hľadania, budeme uvažovať ako koniec hľadania stlačenie tlačidla zaznamenané v zázname z klávesnice, nie zaslanú udalosť. Samotné testovanie prebehlo bez problémov. Pri exporte dát nastal problém s konverziou videa záznamu obrazovky, a z neznámych technických príčin neboli dostupné údaje zo sledovačov pohľadu, myši, ani klávesnice. Tento problém sa však našťastie podarilo opraviť a dáta od týchto účastníkov napokon získať.

Ďalšie testovania sa uskutočnili v nasledujúcich sedeniach:

*Sedenie 2 (9.3.2016)*

*Sedenie 3 (16.3.2016)*

*Sedenie 4 (21.3.2016)* – Na tomto sedení sa zúčastnilo až 20 účastníkov, avšak kvôli zlyhaniu techniky a ľudského faktora bolo nahrávanie v polovici sedenia prerušené.

*Sedenie 5 (30.3.2016 o 16,00)*

*Sedenie 6 (30.3.2016 o 18,00)*

*Sedenie 7 (4.4.2016 o 10,00)*

*Sedenie 8 (4.4.2016 o 12,00)*

*Sedenie 9 (6.4.2016 o 16,00)*

*Sedenie 10 (6.4.2016 o 18,00)*

*Sedenie 11 (8.4.2016)*



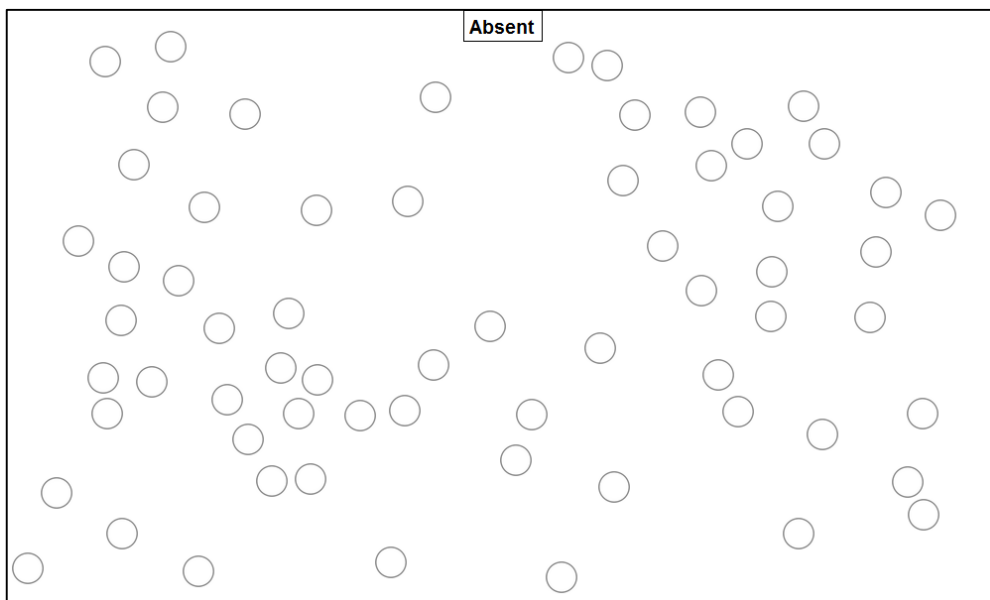
## Príloha D Ukážky stimulov z experimentov

---

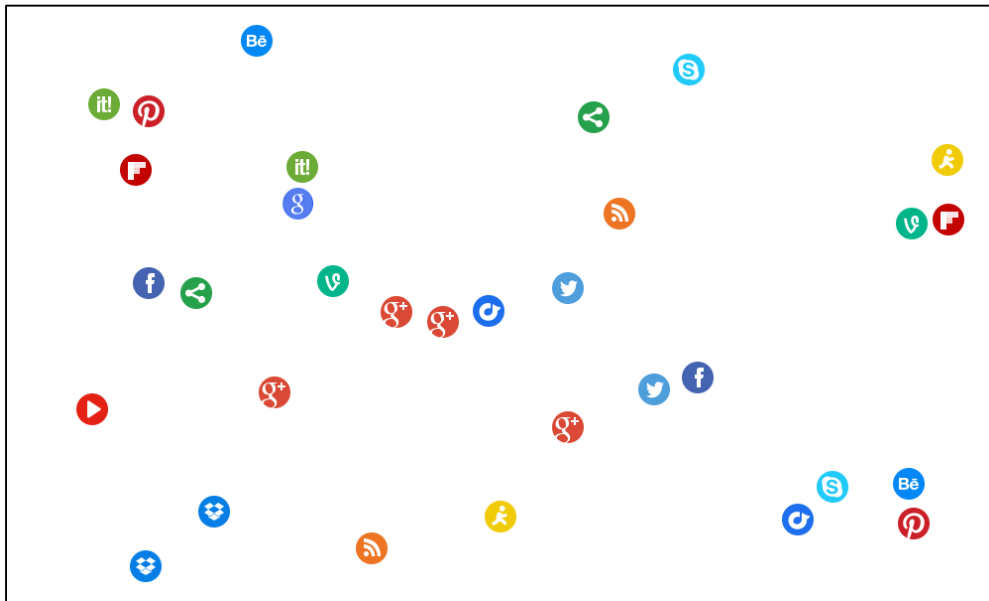
### D.1 Ukážky stimulov z pilotného experimentu v UxLab



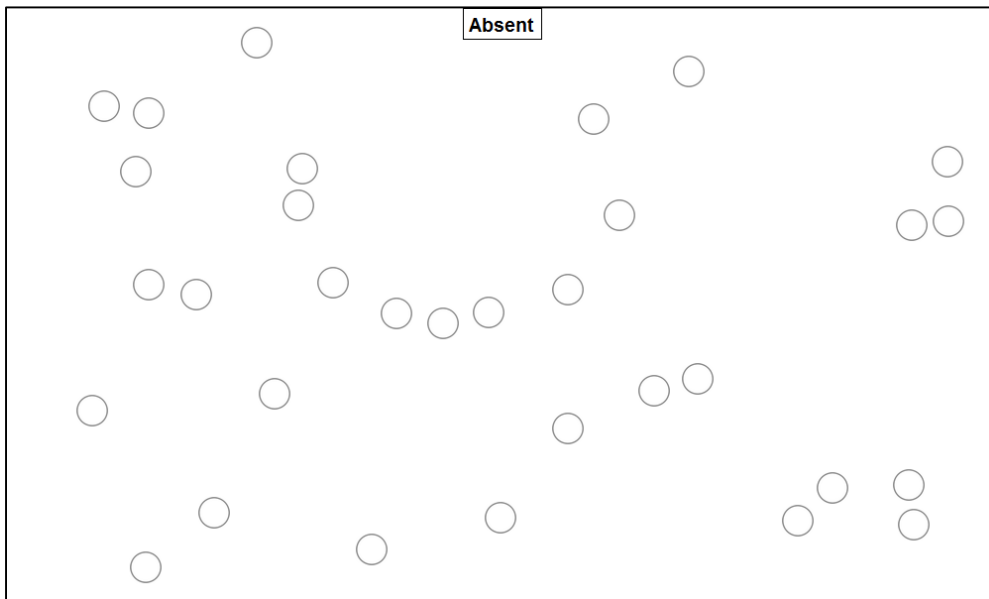
Obrázok P1 Ukážka stimulu z druhej časti pilotného experimentu, s použitím elementov nákupných košíkov, veľkosť súboru 64



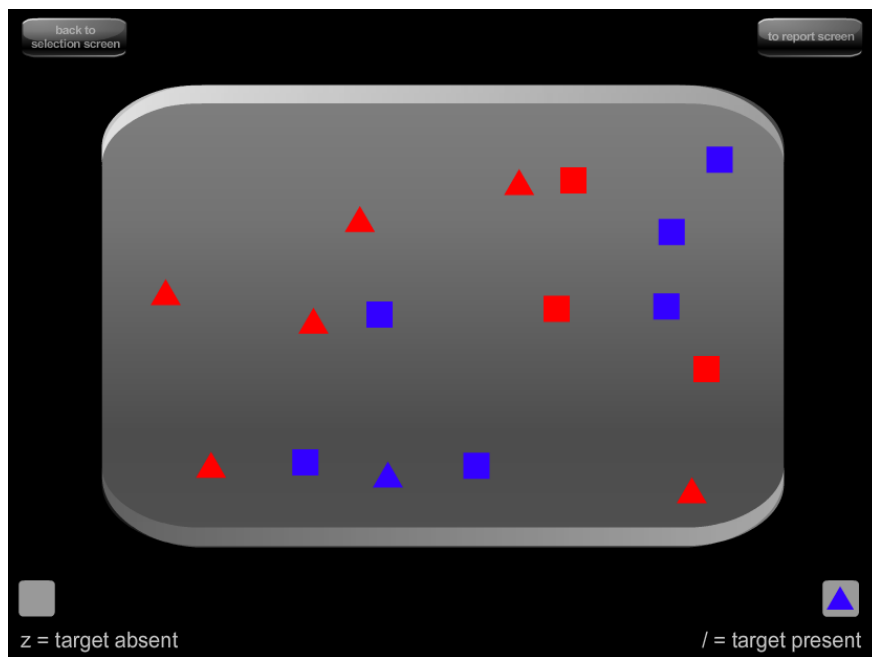
Obrázok P2 Ukážka maskovaného stimulu, ktorý zodpovedá stimulu, ktorý je uvedený ako Obrázok P1



Obrázok P3 Ukážka stimulu z druhej časti pilotného experimentu, s použitím elementov známych webových stránok, veľkosť súboru 32. Stimul bol zobrazený v strednej časti obrazovky.

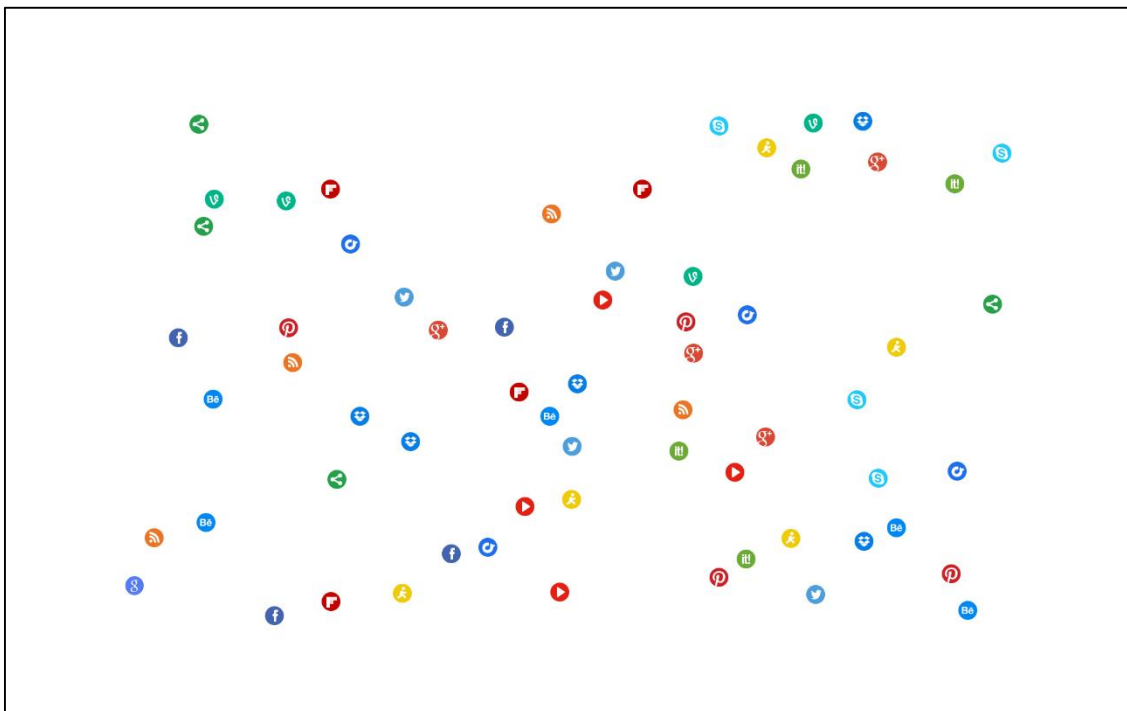


Obrázok P4 Ukážka maskovaného stimulu, ktorý zodpovedá stimulu, ktorý je uvedený ako Obrázok P3

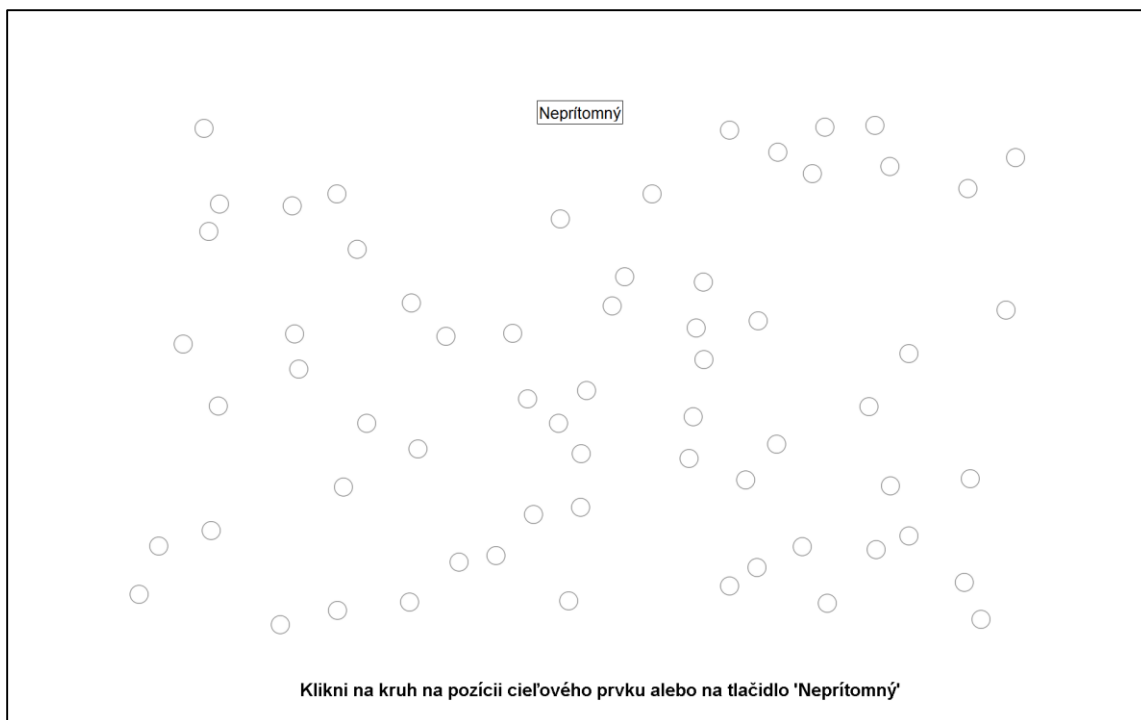


Obrázok P5 Ukážka stimulu z prvej časti pilotného experimentu, ktorá bola uskutočnená na webovej stránke [gocognitive.net](http://gocognitive.net). Na obrázku sa nachádza stimul vizuálneho hľadania cieľového elementu modrého trojuholníka medzi distraktormi – červenými trojuholníkmi a štvorcami a modrými štvorcami

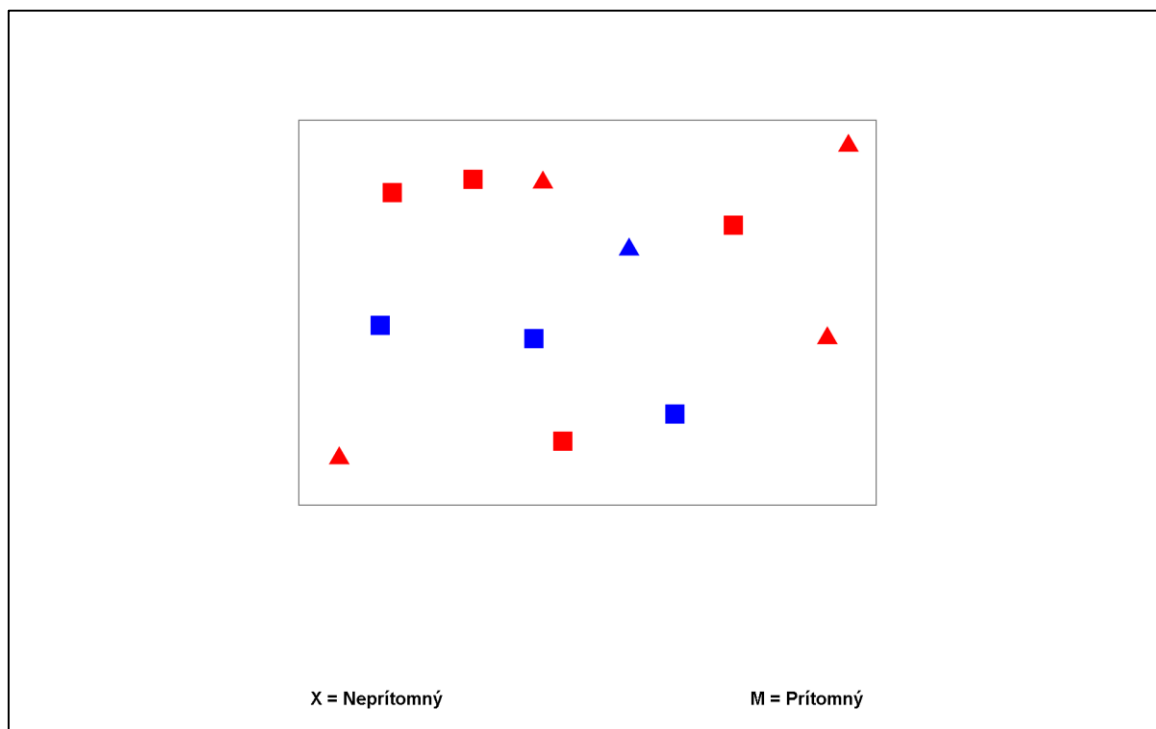
## D.2 Ukážky stimulov z kvantitatívneho experimentu



Obrázok P6 Ukážka obrazovky so zobrazeným stimulom z testu na vizuálne hľadanie ikony Google, veľkosť súboru 64.



Obrázok P7 Ukážka obrazovky so zobrazeným maskovaným stimulom, ktorý je dopĺňujúci k stimulom, ktorý je uvedený ako Obrázok P6



Obrázok P8 Ukážka obrazovky so zobrazeným stimulom zo štandardného testu na vizuálne hľadanie s geometrickými útvarmi (hľadanie konjunkcie vlastností). V dolnej časti obrazovky sa nachádza informácia k ovládaniu.



**Príloha E Príspevok publikovaný na konferencii  
IIT.src 2016**

---



**Príloha F Rozpracovaný článok na vedeckú  
konferenciu IUI 2017**

---



## Príloha G Obsah elektronického média

---

- **Bakalárska práca** – elektronická verzia dokumentu
- **Článok publikovaný na študentskej vedeckej konferencii IIT.src 2016** – elektronická verzia spolu s prezentačným plagátom
- **Rozpracovaný článok na vedeckú konferenciu IUI 2017** – elektronická verzia
- **Zdrojové kódy** – Zdrojové kódy programov použitých pri realizácii bakalárskej práce
- **Stimuly** – Obrázky všetkých stimulov použitých v experimentoch
- **Dáta** – Dáta nazbierané v kvantitatívnom experimente a vyhodnotené metriky