

# Študija orodij za sledenje pogleda na primeru študije meritve uporabniške izkušnje mobilne aplikacije 1,2,3 Ljubljana

Gregor Burger, Matevž Pogačnik, Jože Guna

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Tržaška 25, 1000 Ljubljana, Slovenija  
E-pošta: gregor.burger@fe.uni-lj.si, matevz.pogacnik@fe.uni-lj.si, joze.guna@fe.uni-lj.si

**Povzetek.** V delu predstavljamo študijo uporabniške izkušnje Android mobilne aplikacije 1,2,3 Ljubljana, projekta DriveGreen. Namen študije je bil preizkus uporabniške izkušnje aplikacije 1,2,3 Ljubljana z uporabo nizkocenovne naprave za sledenje pogledov (Eye Tribe). Profesionalna strojna in programska oprema se ponaša z bogatim naborom funkcionalnosti, nizkocenovna oprema je zasnovana z omejenim naborom funkcionalnosti in omejujočimi uporabniškimi licencami, kar se kaže v dodatnih izzivih. Strukturno je študija razdeljena na tri vsebinske dele. V prvem delu se uporabniki seznanijo z namenom študije in delovanjem mobilne aplikacije, v drugem izvedejo zasnovane scenarije, v tretjem delu pa izpolnijo standardizirana vprašalnika. Predstavljamo agregirane podatke opravljene raziskave desetih sodelujočih udeležencev: demografijo uporabnikov, vprašalnika vida, standardiziranih vprašalnikov UEQ in SEQ, grafov strmenja in polj intenzivnosti. Potrdili smo skladnost rezultatov testov z napravo za sledenje pogledov s podanimi odgovori in odzivi uporabnikov. Pozitivni rezultati vprašalnika uporabniške izkušnje UEQ nakazujejo, da je postopek seznanjanja uporabnikov z aplikacijo preprost, učenje rokovanja z aplikacijo pa neproblematično. Uporabniki so kot primerne označili uporabljene pisave in njihovo velikost v aplikaciji, pozitivno so ocenili obliko aplikacije, ikone pa označili kot razumljive.

**Ključne besede:** uporabniška izkušnja, eye tracker, uporabniška študija, uporabniški vmesnik, projekt DriveGreen

## Eye tracking tool evaluation based on the user experience study of the mobile application 1,2,3 Ljubljana

We present a design process and results of a user experience study of the Android mobile application named 1, 2, 3 Ljubljana. The application has been developed under the DriveGreen project. The aim of the user study was to determine suitability of a low-price eye tracking device (Eye Tribe) for the user experience studies. The professional eye tracking equipment has a rich set of features for data acquisition and analysis, however, the low-price devices are limited by the software and hardware supported functionalities. The user study is divided into three parts. In the first part, the user gets familiar with the purpose of the user study and the mobile application. The second part is dedicated to completing the study scenarios, while the last part includes completing the standardized UEQ and SEQ questionnaires. We provide the aggregated user data for the first ten test users, their demographical data, eye sight data, UEQ and SEQ questionnaires results, and heat maps and gaze path graphs analysis. The results of the eye tracking analysis are found in line with the answers given by the users. The tested application has received highly positive results on the UEQ questionnaire. This indicates that the application is simple to use and learn. The users assess the selection of the font style and size to be appropriate, the design of the application very good and the used icons easy to understand.

**Keywords:** User experience, Eye tracker, User study, User interface, DriveGreen project

## 1 UVOD

Projekt DriveGreen [1] je interdisciplinarni projekt za spodbujanje ekovožnje pri prehodu v nizkoogljično družbo. Rezultat projektnega sodelovanja inženirjev elektrotehnike in antropologov je intuitivna in uporabniku prijazna mobilna aplikacija Android za zmanjševanje izpustov CO<sub>2</sub>, spremljanje voznih navad in spodbujanje ekovožnje. Aplikacija, poimenovali smo jo 1, 2, 3 Ljubljana, je brezplačno dostopna v spletni trgovini Google Play [2]. Ta platforma operacijskega sistema Android je bila izbrana zaradi njene svetovne razširjenosti in cenovne dostopnosti mobilnih aparatov [3]. Zasnova aplikacije sledi priporočilom k uporabniku usmerjenega oblikovanja (ang. *user centered design*, UCD) in skuša uporabniku ponuditi razumljivo in za uporabo preprosto aplikacijo s prilagojenim uporabniškim vmesnikom za uporabo na poti oz. v vozilih.

Načrtovanje delovanja aplikacije in zasnova uporabniškega vmesnika imata temelje v preliminarnih raziskavah voznih navad in motivacije trajnostne mobilnosti ljudi, v okviru katerih so bile izvedene raziskave uporabniških vmesnikov in interakcije ter kvantitativnih meritev načinov vožnje [4].

Udeležence raziskav smo prosili, naj opišejo svoje zahteve, želje in pričakovanja za aplikacije trajnostne

mobilnosti, ekovožnje in zmanjševanja izpustov CO<sub>2</sub>. Ugotovitve raziskav in priporočila udeležencev so odločile glede zasnove žičnih diagramov (ang. *wire frames*), iz katerih smo oblikovali prvi papirnati prototip in z njimi preverili osnovno navigacijo mobilne aplikacije s petimi uporabniki, po minimalističnih priporočilih za teste uporabnosti (ang. *usability*) aplikacij [5]. Poglobljen opis razvoja mobilne aplikacije je sorodno delo avtorjev članka [6]. Po končani osnovni zasnovi mobilne aplikacije in uporabniškega vmesnika je aplikacija prešla v postopek implementacije.

Z večjim številom uporabnikov, razdeljenih v skupine ustreznih person in modeliranih ciljnih uporabniških skupin, smo izvedli teste uporabniške izkušnje (ang. *user experience*, UX) in teste uporabnosti z napravo za sledenje pogledov (ang. *eye tracker*).

Za zagotavljanje uporabnosti in dobre uporabniške izkušnje so bila razvita posebna orodja in metode, ki omogočajo ustrezne meritve in postopke [7]. Vendar so takšna orodja draga in zahtevajo posebno znanja za upravljanje in razlaganje rezultatov. Prav cena in potrebno znanje sta največji omejitvi pri izvedbi študij uporabniške izkušnje in uporabnosti, še zlasti pri uporabi naprav za sledenje pogleda. V študiji smo si zadali cilj, kako z nizkocenovno opremo zasnovati in izvesti postopek evalvacije uporabniške izkušnje ter predstaviti relevantne rezultate.

## 2 RAZISKOVALNA VPRAŠANJA IN HIPOTEZE

Študija obravnava evalvacijo uporabniške izkušnje, s katero smo želeli preveriti težavnost zasnove aplikacije in ali je aplikacija dovolj preprosta, da omogoča hitro učenje in delo z njo. Izoblikovali smo raziskovalna vprašanja in hipoteze. Vrednotenje rezultatov smo izvedli na podlagi standardnih vprašalnikov in objektivnih rezultatov naprave za sledenje pogledov.

Raziskovalna vprašanja so bila naslednja:

- Ali kakovost oz. okvare vida uporabnikov vplivajo na uporabniško izkušnjo?
- Ali je aplikacija preprosta za razumevanje in uporabo?
- Kakšna je uporabniška izkušnja aplikacije?
- Ali so izbrane pisave, velikost in oblika razločne in berljive?
- Ali so izbrani dizajn, barvna shema in ikonografija ustrezni?
- Ali bi aplikacijo uporabnik znal samostojno uporabljati?
- Ali bi uporabnik še naprej uporabljal aplikacijo?

Izoblikovali smo tudi raziskovalno hipotezo, ki se glasi: »Aplikacija je dovolj preprosta, da uporabnikom omogoča samostojno in intuitivno uporabo aplikacije.«

## 3 TEHNIČNA ZASNOVA ŠTUDIJE

Profesionalna stroja in programska oprema za raziskave z napravami za sledenje pogledov je draga, visoko cena pa upravičuje s širokim naborom funkcionalnosti, zmogljivim delovanjem in številnimi podpornimi orodji za analizo podatkov [8]. Na drugem koncu spektra naprav se nahajajo nizkocenovne naprave. Te imajo omejen nabor funkcionalnosti in le osnovno programsko podporo. Uporabniku preostane možnost uporabe dopolnilnih odprtokodnih programov oz. izdelava svojih orodij za zajem in analizo podatkov. Za izvedbo študije smo želeli uporabiti napravo z najnižjo ceno, ki še omogoča uspešno izvedbo uporabniške izkušnje mobilne aplikacije. V pregledu trga smo identificirali dve ustrezni napravi: *Tobii EyeX* [9] in *The Eye Tribe Pro* [10]. Napravi delujeta na podlagi zaznavanja odbojev IR-svetlobe na zenici očesa, na podlagi česar se nato izračuna lokacija uporabnikovega pogleda. V napravi so vgrajene serije IR-diod, valovne dolžine pribl. 850 nm in kamere za zajem IR-svetlobe. Prva naprava, *Tobii EyeX*, je prilagojena področju razvoja in igranja računalniških iger. Izdelovalec je napravi namenil zelo omejujočo licenčno politiko, s katero je uporaba naprave omejena v raziskovalne namene.

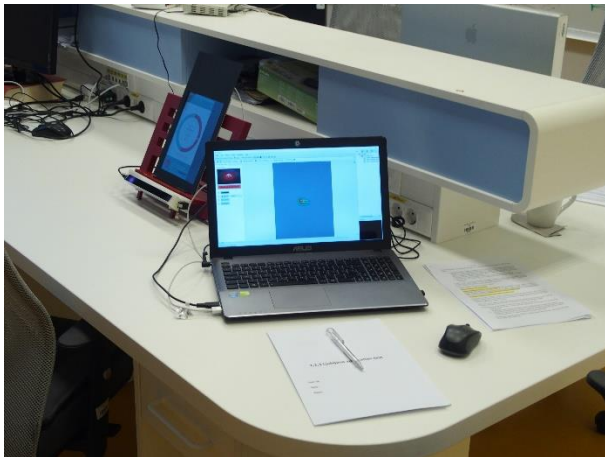
Zato smo za izvedbo študije izbrali napravo *The Eye Tribe Pro* danskega podjetja The Eye Tribe. *The Eye Tribe Pro* je nizkocenovna naprava (pribl. 199 USD), ki je zaradi nizke cene in prosto dostopnih knjižnic za C++, C# in programskega okolja Java ter odprtega aplikacijskega vmesnika postala priljubljena med raziskovalci. Tabela 1 prikazuje tehnične specifikacije naprave za sledenje pogledov *The Eye Tribe Pro*.

Tabela 1: Tehnična specifikacija naprave The Eye Tribe Pro

Frekvenca vzorčenja	30 Hz in 60 Hz
Točnost	0.5° (povprečje)
Zakasnitev od očesa do aplikacije	< 20 ms pri 60 Hz
Kalibracija	5, 9, ali 12 točk
Delovno območje	45 cm – 75cm
Vidno okno	40 cm × 30 cm pri oddaljenosti 65 cm
Maksimalna velikost zaslona	do velikosti 60 cm
API/SDK	C++, C# in Java
Podatkovni izpis	beleženje podatkov za obe očesi

Študijo smo se odločili izvesti z odprtokodnim orodjem Ogama (Open Gaze and Mouse Analyzer) [11], različica 5.0. Orodje Ogama omogoča analizo sledenja pogledov in premikov kazalca miške uporabnikov med izvedbo študije z napravo za sledenje pogledov. Razdeljena je na dva glavna sklopa modulov – za beleženje in analizo podatkov. Modula za beleženje podatkov sta: modul za zasnovo diapozitivov/zaslonov študije (angl. slide design module) in modul za

beleženje podatkov (angl. recording module). Moduli za analizo so: modul za prikaz posnetkov študije (angl. replay module), modul za območja zanimanja (angl. areal of interest, AOI), modul fiksacije (angl. fixations module), modul grafa pozornosti (angl. attention map module), modul izstopajoče točke (angl. saliency module), modul podatkovne baze (angl. database module), modul statistike (angl. statistic module) in modul poti preleta (angl. scanpath module).



Slika 1: Izbrana oprema študije

Za izvedbo študije je bilo treba izdelati še uporabniške vmesnike mobilne aplikacije. S programom *CoffeCup Image Mapper*, različica 5.0 [12], smo na visokokakovostne slike uporabniškega vmesnika mobilne aplikacije vnesli interaktivna območja. Interaktivnim območjem smo določili URL (angl. *uniform resource locator*, URL) spletne strani s predstavitevjo zaslonov uporabniških vmesnikov, ki se prikazujejo ob pritisku na izbrano interaktivno območje. Ustvarjene vmesnike smo izvozili v formatu HTML (angl. *hypertext markup language*, HTML) in jih naložili na spletni strežnik.

Preostala strojna in programska oprema, uporabljena v študiji, je bila izbrana z mislijo na nizkocenovno zasnovo.

Uporabili smo naslednjo strojno opremo:

- primerno procesorsko in grafično zmogljiv prenosni računalnik Asus X550lb,
- tablični računalnik iPad 3 s posebno masko,
- stojalo za tablico, predelano iz stojala za knjige,
- 3D natisnjen nosilec naprave za sledenje pogledov.

In uporabljeno programska opremo:

- spletni strežnik za gostovanje strani HTML,
- aplikacijo za pretakanje videovsebine iz prenosnika na tablični računalnik.

Po tehtnem premisleku smo se odločili za izdelavo posebne kartonske maske, s katero smo zakrili model in izdelovalca tablice, tablica pa je tako postala le zaslon za prikaz uporabniških vmesnikov. Pomisleki in potreba po zakritju tablice z masko se je pokazala po ugotovitvi, da je od razpoložljive opreme za izvedbo študije primeren le iPad 3. Različna operacijska sistema tablice in aplikacije 1, 2, 3 *Ljubljana* (aplikacija je Android) bi lahko pomenila nelogično neskladje in potencialno težavo za testne uporabnike.

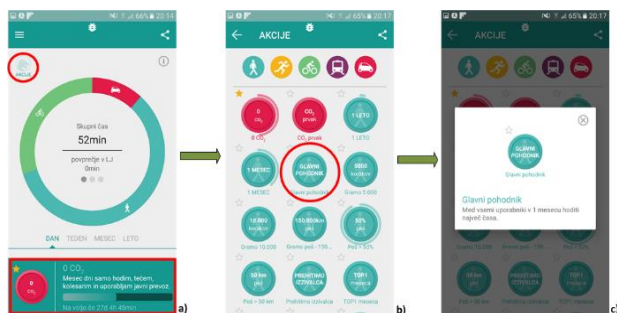
#### 4 IZVEDBA ŠTUDIJE UPORABNIŠKE IZKUŠNJE

Osnovna vira priporočil in informacij pri zasnovi metodologije študije uporabniške izkušnje sta bila: poročilo o izvedbi študije *How to Conduct Eyetracking Studies*, Nielsen Norman Group [13] in knjiga *Eye Tracking The User Experience; A Practical Guide to Research*, avtorice Age Bojko [14].

Študijo smo razdelili na tri sklope. V prvem delu (i) smo uporabnikom predstavili namen študije in delovanje aplikacije. Testni uporabniki so podpisali pristopno izjavo k študiji in se strinjali z uporabo podatkov, zbranih v študiji, v raziskovalne namene ter izpolnili vprašalnike demografskih podatkov in kakovosti vida ter test barvne slepote Ishihara [15]. Drugi sklop (ii) se nanaša na izvedbo scenarijev in delo z opremo. V zadnjem, tretjem sklopu (iii), so uporabniki izpolnili standardizirane vprašalnike uporabniške izkušnje in ter podali svojo oceno videnja aplikacije.

Študijo smo zasnovali v obliki pol-strukturiranih intervjujev z vključenimi scenariji z napravo za sledenje pogledov in izpolnjevanjem vprašalnikov. Skupno število zasnovanih scenarijev je bilo 13, v scenarijih so zajete vse poglobitve funkcije aplikacije. Ob zasnovi študije smo želeli preprečiti vpliv učenja testnih uporabnikov skozi reševanje scenarijev aplikacije po enem vrstnem redu, zato smo uporabili metodo uravnovešenosti (angl. *counterbalancing*) scenarijev študije [16]. Metoda predvideva različno zaporedje izvedbe scenarijev za posameznega testnega uporabnika.

Primer zasnovanega testnega scenarija prikazuje slika 2. Testnega uporabnika prosimo: »Poiščite in izberite »Akcijo« »Glavni pohodnik« ter poiščite navodila za izpolnitev zahtev izbrane akcije.« Uporabnik na osrednjem zaslonu aplikacije izbere ikono »Akcije«, odpre se mu nov zaslon, na katerem so prikazane akcije, vsebovane v aplikaciji. Nato poišče in izbere akcijo »Glavni pohodnik«, odpre se mu nov zaslon z navodili za izpolnitev akcije in ikono akcije.



Slika 2: Akcija Glavni pohodnik

Podoben primer drugega scenarija je tisti, v katerem želimo od uporabnika izvedeti točno številsko vrednost prihranka izpustov CO<sub>2</sub> zaradi hoje v določenem časovnem obdobju. Navodilo scenarija se glasi »Poiščite informacijo o zmanjšani količini izpustov CO<sub>2</sub> zaradi hoje v tretjem tednu januarja.«

Po izvedbi vsakega scenarija smo uporabnike prosili za opis težavnosti izvedbe scenarija in za kvantizirano oceno težavnosti v obliki polstrukturiranih intervjujev. Ocena scenarijev temelji na teoriji merjenja zadovoljstva uporabnikov s preprostim vprašanjem (angl. *single ease question*, SEQ) [17]. Enak pristop smo uporabili pri vprašanjih o oceni primernosti izbrane velikosti in sloga pisave, primernosti barvne palete in grafične podobe aplikacije. Kvantizirano oceno so uporabniki podali s številsko vrednostjo na 7-stopenjski Likertovi lestvici. Vrednost 1 na lestvici pomeni zelo težak scenarij in vrednost 7 zelo preprost scenarij.

Preverili smo tudi splošen vtis uporabnikov o aplikaciji in njeni uporabi. Uporabnikom smo zastavili vprašanja o primerno izbrani velikosti pisave v aplikaciji in njenem slogu, primerno izbrani barvni paleti, o razumljivosti uporabljenih ikon in o splošnem vtisu same aplikacije. Uporabniki so odgovore podali v obliki komentarja in jih tudi številsko ovrednotili, znova smo uporabili metodo SEQ.

Uporabniško izkušnjo smo izmerili s standardiziranim vprašalnikom UEQ (angl. User Experience Questionnaire, UEQ) [18] v angleškem jeziku. Vprašalnik nima ustrezne slovenske oblike in je zato relevanten v svoji izvorni obliki.



Slika 3: Udeleženec med izvajanjem študije

Vprašalnik UEQ je namenjen merjenju uporabniške izkušnje in je sestavljen iz 26 nasprotujočih si besednih parov, besedni pari so med seboj ločeni s 7-stopenjsko Likertovo lestvico. Analiza podatkov uporabnikove ocene besednih parov vprašalnika pretvori v številске vrednosti, ki se na koncu razvrstijo v šest reprezentativnih lestvic. Dodatno smo predlagali slovenske termine za dimenzije vprašalnika UEQ: Privlačnost (angl. Attractiveness), Razumljivost (angl. Perspicuity), Učinkovitost (angl. Efficiency), Zanesljivost (angl. Dependability), Stimulativnost (angl. Stimulation) in Nôvost (angl. Novelty).

V študiji smo ves čas uporabljali enako strojno in programsko opremo. Študija je potekala v istem prostoru. Zaradi zmanjševanja zunanjih svetlobnih vplivov na natančnost zaznavanja naprave za beleženje pogledov je bila svetloba v prostoru kontrolirana (luči, zasenčena okna). Posebno pozornost smo namenili udobju udeležencev. Poskus je v povprečju trajal približno eno uro.

## 5 REZULTATI

### 5.1 Demografski podatki

Navajamo rezultate desetih testnih uporabnikov (N = 10). Dve testni uporabnici sta bili ženski, osem testnih uporabnikov pa je bilo moških. Njihova skupna povprečna starost je bila 28,5 leta, standardna deviacija pa 10,02. Najnižja starost testnega uporabnika je bila 20 let, najvišja pa 53 let. Vsi imajo dokončano vsaj srednješolsko ali višjo izobrazbo. Šest (75 %) moških uporabnikov in ena ženska uporabnica se odlično spoznajo na delovanje pametnega telefona, en uporabnik in ena uporabnica pogosto in brez težav uporabljata telefone, en uporabnik pa pozna osnovne funkcije telefona. Polovica moških uporabnikov uporablja telefon 1–2 uri ali manj na dan, 12,5 % moških uporablja telefon 2–4 ure ali pa več kot 7 ur, 25 % pa jih uporablja telefon 4–7 ur. Ena (50 %) ženska uporabnica uporablja telefon od 2 do 4 ure, druga uporabnica (50 %) pa uporablja telefon več kot sedem ur na dan. Moška populacija največ uporablja mobilne aplikacije za vreme, zdravje in fitnes, novice, izobraževanje; ženska populacija pa za zdravje in fitnes, zabavo, glasbo, finance, vreme, hrano in popotovanja. Primarna uporaba pametnega telefona uporabnikov so klici, sporočila SMS ter branje elektronske pošte, manj pogosto pa igranje igrice in branje novic. Šestdeset odstotkov vseh uporabnikov uporablja pametne telefone Android, 20 % jih uporablja telefone Apple, preostalih 20 % uporabnikov pa telefone Windows Phone.

### 5.2 Vprašalnik o vidu uporabnikov

Vsi uporabniki so imeli ustrezen vid oz. niso potrebovali posebnih orodij za pomoč pri izvedbi študije. En uporabnik je za vid na deleč uporabljal očala, drugi je uporabljal korekcijske leče. Preostali uporabniki niso imeli očesnih bolezni in napak vida. Prav tako tudi test barvnih pomanjkljivosti vida,



Ishihara test, ni pokazal odstopanj oz. omejitev za izvedbo študije. Za 70 % udeležencev je test Ishihara pokazal manjše odstopanje – 3 % rdeče-zelenega deficita vida. Samo v enem primeru smo zaznali nekoliko večje odstopanje – 17 % možnost zelene slepote.

### 5.3 Vprašalnik težavnosti scenarijev

Scenarij z najnižjo povprečno oceno uporabnikov (SEQ) je bil scenarij št. 6 (namenjen za iskanje informacije o času prehojene poti uporabnika za ponedeljek), s povprečno oceno 5. Najvišjo povprečno oceno ima scenarij 3, scenarij zaslona aplikacije za pregled zaslona s podatki o gibanju uporabnika in naštetje funkcijskih delov zaslona, s povprečno oceno 6.7.

Uporabniki so podali najnižjo posamezno oceno težavnosti scenarija, s tem pa tudi opozorili na njegovo največjo težavnost, oceno 3. V dveh primerih je oceno z vrednostjo 3 prejel scenarij (i) iskanja vrednosti za skupen čas uporabnikovega gibanja, uporabnikovo skupno opravljeno razdaljo in njegov prihranek izpustov CO<sub>2</sub> na dnevni ravni. Tretjo oceno z vrednostjo 3 je prejel drugi scenarij (ii) o informaciji prehojene poti uporabnika na ponedeljek. Oceno 7, s katero je bil scenarij označen kot zelo preprost, je prejel vsak od 13 scenarijev vsaj enkrat.

### 5.4 Vprašalnik splošnega vtisa

Najnižja povprečna ocena odgovorov vprašalnika SEQ je bila 5.26, najvišja pa 6.86. Uporabniki so podali pozitivne in negativne odzive na zasnovano aplikacijo.

Pozitivno so bili označeni: izbira pisave in slog pisave; razumljive ikone; po opravljenih scenarijih bi uporabniki z zelo veliko gotovostjo znali samostojno uporabljati aplikacijo; uporabnikom se zdi dizajn, izbira barvne palete in grafike, primerna; uporabnikom se zdi navigacija po aplikaciji logična in se počutijo suvereno pri njeni uporabi.

Negativno označena, s priporočili za izboljšavo: priporočilo za spremembo ikone za javni promet, ker trenutna ikona preveč spominja na vlak, primernejša bi bila ikona avtobusa; uporabnike občasno bega izbira ikone »Akcija« in ne razpoznavajo takoj njene namembnosti; aplikacija bi bila uporabnejša, če bi omogočala uvoz podatkov iz različnih naprav za beleženje aktivnosti uporabnika ali drugih aplikacij; v krogu za prikaz podatkov o skupnem času gibanja, skupni premagani razdalji in zmanjšanih izpustih CO<sub>2</sub> uporabniki lahko spregledajo indikatorje za dodatne zaslone; indikatorji morajo postati bolj vpadljivi.

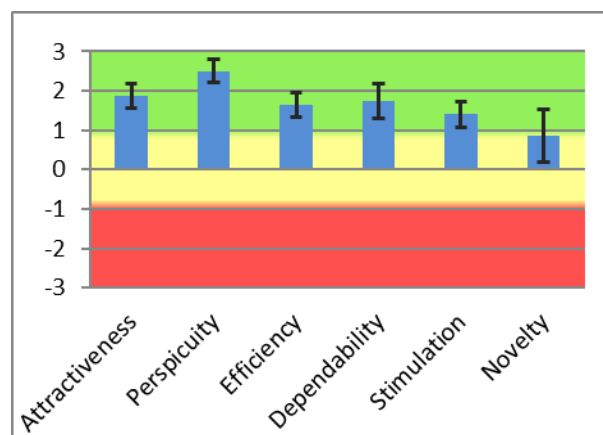
### 5.5 Uporabniška izkušnja (UEQ)

V nadaljevanju podrobneje predstavljamo rezultate standardiziranega vprašalnika UEQ. Analiza podatkov pokaže, da so vse lestvice vprašalnika pozitivne. Lestvica z najvišjo oceno je lestvica *Razumljivosti*, ki označuje preprostost uporabe in nezahtevnost dela z aplikacijo. Najnižjo oceno ima lestvica *Nôvosti*, ki podaja oceno o nôvosti izdelka, storitve oz. aplikacije na

trgu. Vrednosti lestvic vprašalnika UEQ prikazujeta tabela 2 in slika 4.

Tabela 2: Lestvice UEQ vprašalnika s predlaganimi prevodi

Lestvice UEQ	
Privlačnost (angl. Attractiveness)	1,867
Razumljivost (angl. Perspicuity)	2,500
Učinkovitost (angl. Efficiency)	1,650
Zanesljivost (angl. Dependability)	1,750
Stimulativnost (angl. Stimulation)	1,400
Nôvost (angl. Novelty)	0,850



Slika 4: Graf lestvic vprašalnika UEQ

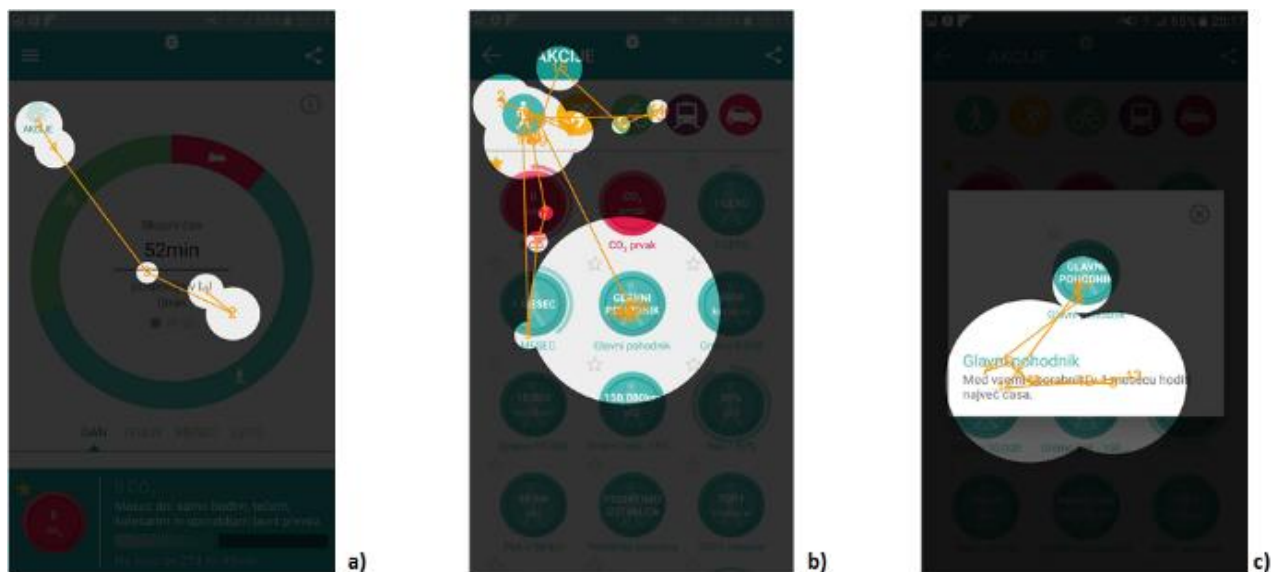
### 5.6 Polja intenzivnosti (Heat map)

Prej opisani rezultati opisujejo subjektivno merjenje podatkov, podatke pa je mogoče izmeriti tudi objektivno z napravo za sledenje pogledov. Med objektivno izmerjene podatke prištevamo najprej podatke o poljih intenzivnosti uporabnikov (angl. Heat map). Polja intenzivnosti z obarvanjem prikazujejo območja na uporabniškem vmesniku, ki jim je uporabnik namenil največ pozornosti.



Slika 5: Polja intenzivnosti (angl. heat maps) scenarija

Primer polj intenzivnosti scenarija *Glavni pohodnik* prikazuje slika 5. Na sliki 5a) so prikazana polja intenzivnosti zaslona celotne skupine testnih uporabnikov, na sliki 5b) polja intenzivnosti samo enega uporabnika, uporabnika z oznako U107. Polja intenzivnosti podajajo informacijo o območjih z največ



Slika 6: Grafi strmenja (angl. gaze path)

prejetimi pogledi uporabnikov, ne podajajo pa nobene informacije o zaporedju pogledov, ki so jih uporabniki namenili vmesniku aplikacije. Zadnje, informacijo o zaporedju pogledov, vsebujejo t. i. grafi strmenja (angl. *gaze path*).

### 5.7 Grafi strmenja (*Gaze path*)

Grafi strmenja podajo informacijo o območjih koncentracije pogledov in njihovem zaporedju. Slika 6 prikazuje primer grafov strmenja za scenarij *Glavni pohodnik* na vseh treh zaslonih scenarija. Zvezna oranžna črta nakazuje potek uporabnikovih pogledov, številke ob črti pa prikazujejo oštevilčeno zaporedje pogledov. Na zaslonu uporabniškega vmesnika so vidni krogi spremenljivih premerov. Premer kroga oz. njegova velikost nakazuje različno koncentracijo pogledov, večji ko je krog, več pogledov so uporabniki namenili temu območju uporabniškega vmesnika.

## 6 RAZPRAVA

### 6.1 Demografski podatki

Starostna struktura udeležencev ni enotna, a med izvedbo študije nismo zaznali težav pri izvedbi scenarijev, ki bi jih lahko korelirali s starostjo udeležencev. Opažanje pripisujemo dobri tehnični ozaveščenosti uporabnikov, saj so vsi razen enega svojo tehnično ozaveščenost glede uporabe mobilnih naprav in (mobilnih, spletnih) aplikacij opisali kot dobro oz. odlično. Potrjuje se dejstvo o preprosti zasnovi in hitrem učenju uporabnikov rokovanja z aplikacijo *1, 2, 3 Ljubljana*.

### 6.2 Vprašalnik o vidu uporabnikov

Pri opazovanju izvedbe scenarijev, rezultatov vprašalnika vida in testu percepcije barvnih pomanjkljivosti vida ocenjujemo, da kakovost vida

udeležencev ni bistveno vplivala na izvedbo scenarijev in oceno uporabniške izkušnje aplikacije. To si razlagamo z dobljenimi rezultati, kjer med uporabniki ni bilo zaznani večjih odstopanj glede kakovosti vida.

Vsi udeleženci so dosegli najmanj minimalno zahtevano raven kalibracije naprave za sledenje pogledov. Prenehanje beleženja pogledov in problemi s kalibracijo so izvirali predvsem iz spremenjenega položaja sledenja po kalibraciji ali zakrivanja naprave za sledenje pogledov z rokami.

### 6.3 Vprašalnik težavnosti scenarijev

Rezultati vprašalnika SEQ o težavnosti scenarijev podajajo visoke pozitivne vrednosti rezultatov. Rezultati odražajo dejstvo o preprosti zasnovi scenarijev in njihovi razumljivosti. Uporabniki so izvedli vse scenarije in se po uri dela z aplikacijo počutili dovolj samozavestne za samostojno nadaljnjo uporabo aplikacije. Noben scenarij ni bil ocenjen nižje kot z oceno 3, povprečna ocena scenarijev pa se giblje med 5 in 6,7. Na podlagi predstavljenih ugotovitev sklepamo, da je aplikacija *1, 2, 3 Ljubljana* preprosta in razumljiva za uporabo.

Uporabniki so v nekaterih primerih poročali o težavah z navigacijo in razumevanjem uporabniškega vmesnika, a so se njihove težave pri navigaciji in razumevanju uporabniškega vmesnika izboljšale z izvedbo podobnega scenarija. Reprezentativni primer je scenarij št. 4 za iskanje vrednosti skupnega časa uporabnikovega gibanja, uporabnikove skupne opravljene razdalje in njegov prihranek izpustov CO<sub>2</sub> na dnevni ravni. Uporabniki so scenarij označili kot najtežjega za izvedbo izmed vseh opravljenih scenarijev, saj so pogosto spregledali indikatorje na zaslonu za prikaz dodatnih vsebin.

#### 6.4 Vprašalnik splošnega vtisa

Vprašalnik splošnega vtisa aplikacije podaja korelacijo med kvantizirano oceno in odgovori uporabnikov. Aplikacija se uporabnikom zdi primerljiva s sorodnimi aplikacijami s funkcionalnostjo beleženja aktivnosti uporabnika. Uporabniki so v aplikaciji prepoznali pozitivne funkcionalnosti in elemente dizajna, opozorili pa so tudi na mesta za izboljšavo. Najzahtevnejše je bilo vprašanje o uporabi aplikacije. Aplikacija je zasnovana za Android OS, uporabniki drugih OS pa imajo le možnost načelne opredelitve do uporabe aplikacije.

#### 6.5 Uporabniška izkušnja (UEQ)

Lestvica *razumljivosti* vprašalnika UEQ s svojo visoko vrednostjo poudarja preprostost uporabe, razumljivost in nezahtevnost dela z aplikacijo. Z istimi pojmi pa opisujemo tudi dobro uporabniško izkušnjo. Na trgu že obstajajo mobilne aplikacije s podobnimi funkcionalnostmi, a niso prilagojene lokalnemu okolju, kot je aplikacija *1,2,3 Ljubljana*. Posledično ima lestvica *Nôvosti* nižjo vrednost, čeprav še vedno izkazuje pozitivno vrednost.

#### 6.6 Polja intenzivnosti (Heat map)

Strokovna literatura v primeru dobre uporabniške izkušnje navaja ujemanje polj intenzivnosti enega uporabnika s polji intenzivnosti celotne skupine testnih uporabnikov [14]. Primerjava slik 5a) in 5b) potrjuje navedbe literature. Polja intenzivnosti obeh slik se ujemajo, iz česar lahko sklepamo na dobro uporabniško izkušnjo.

#### 6.7 Grafi strmenja (Gaze path)

Grafi strmenja podajajo dodatne informacije, ki jih polja intenzivnosti ne podajajo. Poleg nakazanega območja koncentracije pogledov podajajo še čas zadrževanja in zaporedje premikanja pogledov uporabnikov. Izvajalcu študije omogočajo odkrivanje potencialnih napak v zasnovi aplikacije, ko je uporabnik pravilno izvedel scenarij, a analiza scenarija poudari potencialna problematična mesta, na katerih se je zadržal uporabnik in porabil veliko časa za odločanje o pravilnosti svojih odločitev.

Slika 6 prikazuje rezultate grafov strmenja scenarija *Glavni pohodnik*. Izmerjeni podatki podajajo korelacijo s komentarji uporabnikov o dobro zasnovani uporabniški izkušnji. Na prvi sliki scenarija, slika 6a), je prikazan glavni zaslon za prikaz aktivnosti uporabnika s pogledi uporabnika, kako išče ikono *Akcije*. Uporabnik je začel ikono iskati na delu zaslona za prikaz skupnega časa gibanja, skupni opravljeni razdalji in zmanjšanju izpustov CO<sub>2</sub> ter se nato usmeril na ikono hoje, ki jo nakazuje ime akcije *Glavni pohodnik*. Sledil je pogled proti ikoni *Akcije* in njeni izbiri. Uporabniku se je prikazal zaslon trenutno omogočenih akcij, slika 6b), na katerem sta opazni dve koncentraciji pogledov. Prva je na ikoni za aktivnost *Hoja* in druga koncentracija na iskani ikoni akcije *Glavni pohodnik*, kar potrjuje tudi

slika 5b) polj intenzivnosti uporabnika U107. Uporabnik je začetno pozornost namenil ikonama aktivnosti hoje in teka. Sledil je premik proti ikoni akcij *1 mesec*. Ker pa trenutno opazovana ikona ni bila pravilna, je pogled znova usmeril proti ikonam na aktivnosti. Šele nato je našel iskano ikono in jo izbral. Na sliki 6c) vidimo premikanje pogledov med branjem navodila akcije.

Med opaznimi posebnostmi grafov strmenja poudarjamo dva primera. V scenariju 10, v katerem uporabnike prosimo, naj poiščejo informacije o aplikaciji, kot sta na primer verzija aplikacije in izdajatelj aplikacije, smo opazili, da se uporabniki odločajo med izbiro ikone za nastavitve in ikone za pomoč v aplikaciji. Ikona pomoči v aplikaciji je črka »i« v krogu in se nahaja v zgornjem desnem kotu osnovnega zaslona aplikacije. Uporabniki so pojasnili, da se jim je ob pogledu na črko *i* pogosto porodila asociacija na »info« - dodatne informacije. Pojav smo zaznali pri uporabnikih, ki scenarija pomoči v aplikaciji še niso izvedli. Scenarij 4, scenarij iskanja vrednosti za skupen čas uporabnikovega gibanja, uporabnikovo skupno opravljeno razdaljo in njegov prihranek izpustov CO<sub>2</sub> na dnevni ravni je poudaril možnost izboljšanja indikatorjev za dodatne vsebine na zaslonu. Osrednji del kroga za prikaz podatkov pod izpisanimi podatki vsebuje indikatorje za pod zaslone v obliki treh zaporednih horizontalnih pik. Poudarjena je pika, katere zaslon je trenutno prikazan. Uporabniki, ki takšnega načina označevanja dodatnih zaslonov niso vajeni, so sicer namenili pozornost indikatorjem, a jih niso prepoznali kot pomembne.

#### 6.8 Omejitve študije in rešitve

Del težav pri izvedbi študije je izhajal iz omejitev izbrane aplikacije za zajem in analizo – Ogama. Izzivi so se kazali v pripravi vsebin za scenarije v obliki spletnih strani in njihovega prikaza na pametni tablici. Aplikacija Ogama se je izkazala za sicer koristno in zmogljivo orodje, ki pa je precej nestabilno. To lahko potencialno vpliva na odnos udeležencev. Rešitev smo našli v optimizaciji in tehnični poenostavitvi implementacije scenarijev brez večjega vpliva na namen scenarijev. Prav tako smo veliko pozornost namenjali udobju udeležencev s sproščenim okoljem in primernim časovnim tempom izvajanja študije.

Druga potencialna tehnična težava se kaže v natančnosti naprave za sledenje pogledov in zunanjih svetlobnih vplivov. V ta namen smo uporabljali isti prostor ob približno enakih urah ter kontrolirali svetlobne vplive v prostoru (luči, senčila). Pri vsakem scenariju je bila prej izvedena kalibracija naprave za sledenje pogledov. S scenarijem smo nadaljevali samo v primeru uspešno izvedene kalibracije.

Tretja potencialna omejitev so vprašalniki v angleškem jeziku. V ta namen smo vsakemu udeležencu pred študijo natančno razložili pomen in namen vprašalnikov. Za zagotavljanje konsistentnosti smo uporabili dosegljive slovenske prevode vprašalnikov.

Uporabniki so bili tudi mlajši in večji v angleškem jeziku.

## 7 SKLEP

V študiji smo pokazali, da je vzpostavitev metodologije in postopka evalvacije uporabniške izkušnje z uporabo nizkocenovne naprave za sledenje pogledov in programskih orodij mogoča. Vendar pa to prinaša določene omejitve v izvedbo študije v primerjavi s profesionalno strojno in programsko opremo. Te se kažejo predvsem v funkcionalnih omejitvah, možnosti izbire vhodnih formatov vsebin za evalvacijo ter robustnosti izvedbe. Kljub temu so končni rezultati dovolj dobri, da je mogoča objektivna interpretacija v smislu ocene uporabniške izkušnje. Druga omejitev se kaže v času in zahtevnosti izvedbe, ki v primerjavi s profesionalnimi orodji zahteva bistveno več energije.

Subjektivna analiza z uporabo vprašalnikov in polstrukturiranih intervjujev ter objektivna analiza z napravo za sledenje pogledov, potrjuje hipotezo o dobri uporabniški izkušnji mobilne aplikacije 1, 2, 3 Ljubljana. Trditev o dobri uporabniški izkušnji aplikacije podpirajo visoka vrednost rezultatov lestvice razumljivosti vprašalnika UEQ in podobnost med slikami polja intenzivnosti posameznega testnega uporabnika ter skupine testnih uporabnikov.

V prihodnjem delu bomo študijo iz desetih testnih uporabnikov razširili na 32 testnih udeležencev ter tako povečali relevantnost rezultatov. Zanimiva bi bila tudi primerjava nizkocenovne programske in strojne opreme s profesionalno opremo.

*Projekt 'DriveGreen: Razvoj aplikacije za spodbujanje ekovožnje pri prehodu v nizkoogljeno družbo' (L7-6858) je sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije („ARRS - Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije“ 2017) iz državnega proračuna.*

## LITERATURA

- [1] DriveGreen spletna stran, <http://www.drivegreen.si>, (1.8.2014).
- [2] 1, 2, 3 Ljubljana mobilna aplikacija, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.cvs.mobile.dri vegreen.prod>, (1.7.2017).
- [3] Smartphone OS Market Share, <https://www.idc.com/promo/smartphone-market-share/os> (8. 4. 2015).
- [4] Burger Gregor, Sysoev Mikhail, Stojmenova Emilija, Pogačnik Matevž, Guna Jože »Methodology recommendations for subjective and objective assessment of driving style«, Traditions zbornik Inštituta za slovensko narodopisje in Glasbeno-narodopisnega inštituta ZRC SAZU. V procesu objave, 2017.
- [5] Nielsen Jakob »Why You Only Need to Test with 5 Users« <https://www.ngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>.
- [6] Burger Gregor, Pogačnik Matevž, Guna Jože "Načrtovanje aplikacije za vzpodbujanje trajnostne mobilnosti v mestnih jedrih – projekt DriveGreen" v Zbornik petindvajsete mednarodne Elektrotehniške in računalniške konference ERK 2016. B. Zajc, ur., A. Trost, ur. Ljubljana: IEEE Region 8, Slovenska sekcija IEEE, 2016, vz. A, str. 77–80.

- [7] William Albert, Tullis Thomas, »Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics. Newnes«, 2013.
- [8] New eye-tracking glasses show others what you're looking at in real time, spletna stran <https://www.engadget.com/2014/05/19/tobii-glasses-2/>, (1. 6. 2015).
- [9] Tobii EyeX for PC Gaming. Now at only €109, Tobii Gaming, <https://tobiigaming.com/product/tobii-eyex/>. (1. 8. 2015).
- [10] The Eye Tribe, <https://s3.eu-central-1.amazonaws.com/theeyetribe.com/theeyetribe.com/index.html>, (5. 6. 2015).
- [11] OGAMA (OpenGazeAndMouseAnalyzer): An open source software designed to analyze eye and mouse movements in slideshow study designs | open gaze and mouse analyzer, <http://www.ogama.net/>, (3. 4. 2016).
- [12] Image Mapper *CoffeeCup Software*. <http://www.coffeecup.com/image-mapper/>, (4. 4. 2016).
- [13] How to conduct Eyetracking Studies | Free Nielsen Norman Group Report, <https://www.ngroup.com/reports/how-to-conduct-eyetracking-studies/> (6. 4. 2016).
- [14] Bojko Aga, »Eye tracking the user experience: A practical guide to research« Rosenfeld Media; 2013.
- [15] Cibermitaños (EN): Ishihara color vision test online, <http://en.cibermitanos.com.ar/2015/04/ishihara-color-vision-test-online.html> (8. 12. 2016).
- [16] Latin Squares - Williams Design, <http://statpages.info/latinsq.html> (6. 4. 2016).
- [17] Sauro J., Dumas J. S. Comparison of Three One-question, Post-task Usability Questionnaires, 2009 In Proceedings of CHI 2009, Boston, MA, pp. 1599–1608. ACM, Boston.
- [18] UEQ - User Experience Questionnaire, <http://www.ueq-online.org/> (8. 4. 2016).

**Gregor Burger** je diplomiral na drugostopenjskem študijskem programu Elektrotehnika v letu 2017. Zaposlen je kot raziskovalec na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Njegova raziskovalna zanimanja vključujejo telemedicino, m-zdravje, raziskave uporabniške izkušnje in uporabnosti, zasnove uporabniških vmesnikov. Je tudi član mednarodne elektrotehniške organizacije IEEE.

**Dr. Matevž Pogačnik** je diplomiral leta 1997 in doktoriral leta 2004 na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Zaposlen je kot izredni profesor na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Njegovo področje dela obsega raziskave in razvoj interaktivnih multimedijskih storitev, še zlasti razvoj sistemov z uporabniku prilagojeno vsebino. Sodeloval je pri evropskih projektih za razvoj interaktivnih storitev na različnih napravah, področju e-učenje, e-turizma, interaktivne digitalne televizije, sistemov P2P. Je tudi član mednarodne elektrotehniške organizacije IEEE.

**Dr. Jože Guna** je docent na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Njegovo področje dela obsega raziskave uporabniške izkušnje, multimedijskih sistemov ter rešitev s področij navidezne, izboljšane in mešane realnosti. Vodi več nacionalnih in mednarodnih projektov ter je nosilec industrijsko priznanih certifikatov podjetij Apple, Cisco in Comptia. Je senior član organizacije IEEE ter svetovalec študentske veje IEEE Ljubljana.