

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

ZAKLJUČNA NALOGA
UPRAVLJANJE RAČUNALNIŠKIH APLIKACIJ Z
UPORABO RAZLIČNIH VHODNO-IZHODNIH
NAPRAV

ANDREJ MALEČKAR

UNIVERZA NA PRIMORSKEM
FAKULTETA ZA MATEMATIKO, NARAVOSLOVJE IN
INFORMACIJSKE TEHNOLOGIJE

Zaključna naloga

**Upravljanje računalniških aplikacij z uporabo različnih
vhodno-izhodnih naprav**

(Management of computer applications with different input-output devices)

Ime in priimek: Andrej Malečkar

Študijski program: Računalništvo in informatika

Mentor: doc. dr. Peter Rogelj

Somentor: doc. dr. Matjaž Kljun

Koper, avgust 2016

Ključna dokumentacijska informacija

Ime in PRIIMEK: Andrej MALEČKAR

Naslov zaključne naloge: Upravljanje računalniških aplikacij z uporabo različnih vhodno-izhodnih naprav

Kraj: Koper

Leto: 2016

Število listov: 63 Število slik: 18 Število tabel: 6

Število prilog: 1 Št. strani prilog: 5

Število referenc: 13

Mentor: doc. dr. Peter Rogelj

Somentor: doc. dr. Matjaž Kljun

Ključne besede: interakcija človek-računalnik, računalniška miška, drsna ploščica, zaslon na dotik

Izvleček:

Zaključna projektna naloga obravnava tematiko raznolikosti interakcije brskanja po spletnih straneh in aplikacijah ter obravnava težave, s katerimi se uporabniki srečujejo pri procesu interakcije. Do raznolikosti v interakciji s spletnimi vsebinami prihaja zaradi različnih vhodno-izhodnih (VI) naprav.

Po pregledu VI naprav za različne računalniške sisteme ((i) pametne televizije z daljinskim krmilnikom, (ii) pametni telefoni in tablice s tipkovnico, sledilno kroglico, zaslonom na dotik, (iii) prenosni in osebni računalniki z miško, sledilno ploščico, kazalno paličico (*ang. Pointing stick*), (iv) e-bralniki z zaslonom na dotik in (v) igralne konzole z igralnim pripomočkom (*ang. Game controller*)) smo se odločili za raziskavo treh najpogosteje uporabljenih načinov in VI naprav za brskanje po spletu. Te naprave so: računalniška miška na namiznih računalnikih, zaslon na dotik na mobilnem telefonu in drsna ploščica na prenosnem računalniku. Za vse tri izbrane VI naprave sta predstavljena potek razvoja in osnove delovanja.

Za namene raziskave o težavah, ki jih imajo uporabniki pri interakciji s spletnimi vsebinami, smo se odločili testirati sedem pogostih nalog, ki jih uporabniki izvajamo na spletu: odpiranje spletnega URL naslova, kopiranje URL naslova slike, kopiranje in prilepljanje besedila, pomikanje vodoravnega in navpičnega drsnika na drsnem traku,

povečevanje vsebina na zaslonu in upravljanje z zemljevidom. Za izvajanje teh nalog smo izdelali spletno aplikacijo, ki smo jo testirali z 32-imi uporabniki.

V zaključni nalogi sledi predstavitev kvalitativnih in kvantitativnih podatkov, njihova razlaga in ugotovitve, zakaj prihaja do razlik in težav pri izvajanju istih nalog. Izkaže se tudi, da uporabniki še vedno najraje/najhitreje/najlažje za brskanje po spletnu uporabljajo računalniško miško. Čas, ki so ga uporabili za vsako od sedmih nalog, je bil krajši kot pri ostalih dveh VI napravah. Po priljubljenosti sledi miški zaslon na dotik, ki so ga uporabniki sicer označili kot domačega, a so bili z njim počasnejši; pri nekaterih nalogah celo počasnejši kot pri drsni ploščici. Zadnja po priljubljenosti je bila drsna ploščica, ki je povzročala uporabnikom največ težav in so jo tudi označili kot najtežjo.

Key words documentation

Name and SURNAME: Andrej MALEČKAR

Title of the final project paper: Management of computer applications with different input-output devices

Place: Koper

Year: 2016

Number of pages: 63 Number of figures: 18 Number of tables: 6

Number of appendix: 1 Number of appendix pages: 5

Number of references: 13

Mentor: Assist. Prof. Peter Rogelj, PhD

Co-Mentor: Assist. Prof. Matjaž Kljun, PhD

Keywords: human-computer interaction, computer mouse, touchpad, touchscreen

Abstract:

This work discusses the topic of diversity in browsing web pages and web applications discusses the problems which the users face during the proces of interaction. The diversity in interacting with web pages happens because of the large amount of input-output (IO) devices on the market.

After the examination of IO devices for different computer systems ((i) smart televisions with remote controllers, (ii) smarthphones and tablets with keyboard, trackball, touchscreen, (iii) laptops and desktoop computers with computer mouse, trackpad, pointing stick, (iv) e-readers with touchscreen and (v) gaming consoles with game controllers) we decided to study the three most used ways and IO devicces for web browsing. The three chosen devices are: computer moouse on desktop computers, touchscreen on smartphones and trackpad on laptops. For al three chosen devices we presented their course of development over the years and their basic functioning.

Fort he purpose of researching the problems which the users face during the interaction with web content we decided to perform our testing on seven commonly used tasks that users perform on web: opening the website URL adress, copying the URL adress of a photo, copying and pasting text, scrolling up-down and left-right, zooming the context of a web page and navigating on maps. Fort he purpose of testing this tasks we created a web app which we tested on 32 users.

Our finishing task continues with the presentation of qualitative and quantitative data, their explanations and findings on why it comes up to differences and difficulties on carrying out the same tasks. It turns out that the users still like the most using the computer mouse for web browsing. The time that they used to carry out each of the seven tasks was shorter than the time for on the two oother chosen IO devices. By means of popularity the next device is touchscreen, which the users marked as user-friendly but in means of time consumed to carry on the seven tasks was very slow. On some tasks it was even slower than the trackpad. The last in means of popularity was the trackpad that caused most trouble amongst users and was depicted as the most hardest to use.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, doc. dr. Petru Rogelju, in somentorju, doc. dr. Matjažu Kljunu, za strokovno pomoč pri izdelavi zaključne naloge. Prav tako se zahvaljujem študentom UP Famnit, družini in prijateljem za sodelovanje pri raziskavi. Zahvala gre tudi Ani Šircelj za posojeno tehnologijo za izvedbo zaključne naloge in prof. Klen Copič Pucihar za pomoč pri statistični analizi podatkov.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	PREGLED PODROČJA.....	3
2.1	Zgodovina miške, sledilne ploščice in zaslona na dotik.....	4
2.2	Delovanje miške, sledilne ploščice in zaslona na dotik.....	6
2.2.1	Računalniška miška	6
2.2.2	Drsna ploščica	7
2.2.3	Zaslon na dotik	8
2.3	Motivacija za predstavljeno raziskavo.....	9
3	METODA	12
3.1	Opis nalog	12
3.2	Uporabniki	18
3.3	Zajem in obdelava podatkov	20
3.3.1	Samodejni zajem podatkov.....	20
3.3.2	Vprašalniki	21
4	REZULTATI.....	24
4.1	Rezultati iz vprašalnika.....	24
4.2	Rezultati samodejnega zbiranja podatkov	32
4.2.1	Računalniška miška	35
4.2.2	Drsna ploščica	36
5	RAZPRAVA.....	38
6	ZAKLJUČEK	42
7	LITERATURA IN VIRI	44

KAZALO PREGLEDNIC

Tabela 1: Seznam uporabljenih vhodno-izhodnih naprav in tehnologij.....	1
Tabela 2: Navodila za rešitev posamezne naloge z določeno VI napravo na fizičnem nivoju, opisanem v podpoglavju 2.2.....	17
Tabela 3: Rezultati ANOVA poizkusa pri posameznih nalogah.....	35
Tabela 4: Povprečen čas reševanja posamezne naloge pri vmesniku računalniške miške..	35
Tabela 5: Rezultati naknadnega testiranja z Bonferroni korekcijo nad posameznimi nalogami (zaradi podvajanja podatkov so podvajani podatki označeni z: /).....	36
Tabela 6: Povprečen čas reševanja posamezne naloge pri vmesniku zaslona na dotik.....	36

KAZALO SLIK IN GRAFIKONOV

Slika 1: Izumitelj Douglas Engelbart s prvo računalniško miško	4
Slika 2: Drsna ploščica na IBM Thinkpad R51 tipkovnici.....	5
Slika 3: Eden izmed prvih zaslonov na dotik na računalniku PLATO V – predhodnik računalnika Plavo IV	5
Slika 4: Zgodovina interakcij	6
Slika 5: Prikaz uporabe interneta v odstotkih po svetu	10
Slika 6: Število ur, ki jih uporabnik preživi na socialnih omrežjih (tudi svetovni splet)	10
Slika 7: Začetni vmesnik spletne aplikacije, ki uporabniku ponuja posamično izbiro naloge	15
Slika 8: Primer vmesnika za nalogo “odpiranje povezave”	16
Slika 9: Primerjava povprečnega števila let uporabe posameznih vhodno-izhodnih vmesnikov.....	20
Slika 10: Prikaz podatkov, zajetih preko nalog v podatkovni bazi	21
Slika 11: Prikaz primerjave povprečnih SUS ocen za vsakega od testiranih vmesnikov....	25
Slika 12: Prikaz dobljenih glasov (najtežja/najlažja naloga) pri vmesniku računalniška miška pri posamezni nalogi	26
Slika 13: Prikaz dobljenih glasov (najtežja/najlažja naloga) pri vmesniku drsna ploščica pri posamezni nalogi	27
Slika 14: Prikaz dobljenih glasov (najtežja/najlažja naloga) pri vmesniku zaslon na dotik pri posamezni nalogi.....	29
Slika 15: Združitev vseh treh grafov posameznih nalog, označenih kot najlažje.....	29
Slika 16: Združitev vseh treh grafov posameznih nalog, označenih kot najlažje.....	30
Slika 17: Primerjava grafov vmesnikov, označenih kot najlažji/najbližji za uporabo, najtežji in najhitrejši	33
Slika 18: Graf razlikovanja povprečnega skupnega časa reševanja nalog med posameznimi vmesniki	34
Slika 19: Prikaz povprečnih vrednosti časa reševanja posameznih nalog za posamezen vmesnik in stopnje napake standardne deviacije za vsako nalogo	37

KAZALO PRILOG

Priloga A: Vprašalnik o uporabi interakcije z različnimi vhodnimi napravami

SEZNAM KRATIC

SUS	System Usability Scale
URL	Uniform Resource Locator
HCI	Human Computer Interaction
IBM	International Business Machines Corporation
SEGA	Service Games
GUI	Graphical User Interface
Famnit	Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije
HTML	Hyper Text Markup Language
ANOVA	Analysis of variance
SPSS	Statistics package software

1 UVOD

Uporabniku je v današnjem času na voljo širok spekter računalniško podprtih izdelkov in različnih vhodno-izhodnih naprav za njihovo upravljanje. Različni načini upravljanja z raznimi vhodno-izhodnimi napravami pri izvajanju istih nalog na različnih sistemih lahko privedejo do pozitivne ali negativne uporabniške izkušnje. Kot primer vzemimo, da uporabnik želi povečati velikost prikaza vsebine na ekranu (zoom). Na računalniku to lahko naredi z miško ali s kombinacijo tipk na tipkovnici, na napravah na dotik ter na drsni ploščici pri prenosnikih pa s kombinacijo dotika in gibanja več prstov po ekranu oz. dotika in gibanja več prstov na drsni ploščici. Poleg tega je lahko na različnih operacijskih sistemih izvedba interakcije oziroma kombinacija gibov ali tipk na tipkovnici za izvedbo iste naloge različna. Te rešitve so si med seboj sicer podobne, vendar ravno razlike med njimi lahko privedejo pri uporabnikih do zmede. Uporabniku najbolj prijazna bi bila usklajenost pri interakciji z enakimi vhodno-izhodnimi napravami med različnimi proizvajalci operacijskih sistemov (Apple, Android, Microsoft), vendar je malo verjetno, da bi do tega prišlo.

Za cilj zaključne naloge smo si zastavili med seboj primerjati tri najpogosteje uporabljene vhodno-izhodne naprave pri izvajanju istih nalog na različnih računalniških in operacijskih sistemih. Podrobneje, v istem spletnem brskalniku, nameščenem na prenosniku in pametnem telefonu, smo uporabnikom dali izvesti sedem pogosto izvajanih, a različnih nalog na svetovnem spletu in primerjali uporabniško izkušnjo (težavnost ali preprostost izvedbe) pri izvajanju le-teh s tremi različnimi vhodno-izhodnimi napravami: računalniško miško, povezano s prenosnim računalnikom (operacijski sistem Windows 10), drsno ploščico na prenosnem računalniku (operacijski sistem Windows 10) in mobilni telefon (operacijski sistem Android 5.1). Podroben seznam uporabljenih vhodno-izhodnih naprav in tehnologij je viden v Tabeli 1.

Tabela 1: Seznam uporabljenih vhodno-izhodnih naprav in tehnologij

	Operacijski sistem	Brskalnik	Naprava
Računalniška miška	Windows 8.1	Google Chrome za Windows, različica 49.0.2623	Prenosni računalnik HP ProBook 4530s
Drsna ploščica	Windows 8.1	Google Chrome za Windows, različica 49.0.2623	Prenosni računalnik HP ProBook 4530s
Zaslon na dotik	Android 6.0.1	Google Chrome za Windows, različica 49.0.2623	Samsung Galaxy S6 Edge

V ta namen smo razvili spletno aplikacijo, preko katere so uporabniki izvajali različne naloge, kot so, na primer, klik na URL povezavo, kopiranje in lepljenje besedila, večanje slike zaslona, shranjevanje URL naslova itd. Pri zajemu rezultatov smo se osredotočili na čas, potreben za izvedbo posamezne naloge s posameznim vmesnikom (kvantitativni podatki), in na subjektivno mnenje uporabnikov (kvalitativni podatki). Preko pridobljenih podatkov smo želeli ugotoviti, katere naloge (spretnosti) in pri katerem vmesniku povzročajo uporabnikom preglavice, jim vzamejo veliko časa in zakaj do tega pride. Iz zajetih kvalitativnih podatkov smo tudi poskusili izluščiti predlagane rešitve za obstoječe probleme pri določenih načinih interakcije.

V drugem poglavju je predstavljeno področje raziskave, ki se imenuje interakcija človek–računalnik (Human–Computer Interaction). Sledi opis kratke zgodovine in delovanja treh izbranih vhodno-izhodnih naprav, ki smo jih zaradi pogostosti uporabe vključili v študijo. Te naprave so računalniška miška, drsna ploščica in zaslon na dotik. Na koncu poglavja je opisana motivacija, ki je privedla do predstavljene študije.

Tretje poglavje opisuje metodo, ki smo jo izbrali pri raziskavi. Najprej je opisana aplikacija, ki smo jo izdelali v okviru zaključne naloge in za potrebe raziskave. V istem sklopu so opisane tudi naloge, ki so jih morali uporabniki izvesti. Izbrali smo naloge, s katerimi se uporabniki pogosto srečujejo med brskanjem po svetovnem spletu. V sklopu poglavja je opisan tudi postopek pridobivanja uporabnikov za raziskavo in njihov profil. Poleg tega so opisani še načini samodejnega zajemanja kvalitativnih podatkov in vprašalniki, ki so jih uporabniki izpolnjevali pred, med in ob koncu raziskave.

Cilj raziskave je bil pridobiti veliko informacij o uporabniški interakciji med brskanjem po spletu, določiti, katere naloge so uporabnikom najtežje pri posameznih vmesnikih in zakaj, kateri vmesniki povzročajo uporabnikom največ težav med brskanjem po spletu in zakaj ter predlagati rešitve, ki bi privedle do boljše uporabniške izkušnje. V četrtem poglavju so tako opisani rezultati raziskave. Peto poglavje zajema razpravo in interpretacijo rezultatov. V šestem poglavju so nato povzete ugotovitve in predlagane izboljšave.

2 PREGLED PODROČJA

Začetki raziskav na področju interakcije človek–računalnik (Human–Computer Interaction – HCI) segajo v osemdeseta leta prejšnjega stoletja, ko so računalniki postali dostopni široki množici uporabnikov. HCI raziskuje oblikovanje in uporabo računalniške tehnologije in se osredotoča predvsem na vmesnike za interakcijo med ljudmi (uporabniki) in računalniki. To raziskovalno področje opazuje, na kakšen način uporabniki upravljajo z računalniki ter na kakšen način oblikujejo tehnologije za upravljanje računalnikov. Kot raziskovalna disciplina se je začela uveljavljati leta 1983 z izidom knjige “The Psychology of Human–Computer Interaction”, avtorjev Stuart K. Card in Allen Newell iz univerze Carnegie Mellon [1].

Za upravljanje spletnih brskalnikov kot enega najpogosteje uporabljenih programov na (splošnonamenskih) računalniških sistemih (prenosniki, namizni računalniki, tablični računalniki, mobilni in pametni telefoni, dlančniki, naprednejši mp3 predvajalniki, pametne televizije, igralne konzole) obstaja raznolik nabor vhodno-izhodnih naprav. Med njimi so tipkovnica, miška, zaslon na dotik, vmesnik za prepoznavanje gibov, sledilna ploščica, tablica za risanje, krmilna paličica, igralni krmilnik in druge specifične naprave za namenska opravila. Najpogosteje se uporabljajo računalniška miška (na prenosnih in namiznih računalnikih), drsna ploščica na prenosnih računalnikih in zaslon na dotik na mobilnih napravah (pametni telefoni, tablice). Naloge, s katerimi se uporabniki pogosto srečujejo med brskanjem po spletu, pa so (v oklepajih je opisan osnovni postopek interakcije – pri posamezni VI napravi je lahko):

- odpiranje spletne povezave (klik na URL naslov, ločen od preostalega besedila),
- kopiranje spletne lokacije slike (odprtje kontekstualnega menuja, klik na element menuja in prilepljanje kopiranega besedila v za to namenjeno polje),
- kopiranje besedila (označiti besedilo, jo kopirati in prilepiti v za to namenjeno polje),
- pomikanje gor–dol (premikanje drsnika na navpičnem drsnem traku),
- pomikanje levo–desno (premikanje drsnika na vodoravnem drsnem traku),
- povečevanje strani (povečevanje vsebine strani za lažjo berljivost) in
- premiki po zemljevidu (povečevanje in premik vnaprej določene lokacije zemljevida (iz aplikacije Google Maps) na sredino zaslona).

V nadaljevanju poglavja bomo pregledali zgodovino treh omenjenih vhodno-izhodnih naprav, opisali njihovo delovanje in zaključili z opisom motivacije, ki je privedla do predstavljene zaključne naloge.

2.1 Zgodovina miške, sledilne ploščice in zaslona na dotik

Prvo napravo, podobno računalniški miški, je iznašel Ralph Benjamin leta 1941 kot del vojaškega projekta za radar, ki naj bi predvideval prihodnjo pozicijo letala. Potreboval je sredstvo za lahek vnos začetnih podatkov in ga poimenoval "roller ball" [2]. Prvo pravo računalniško miško (Slika 1) je leta 1960 iznašel Douglas Engelbart s pomočjo sodelavca Billa Englisha na raziskovalnem inštitutu Stanford [3]. Računalnik Xerox Alto, izdelan leta 1973, je bil prvi računalnik za splošno uporabo, ki je uporabljal računalniško miško [4]. Le-to so kasneje dodali k svojim računalnikom uspešni proizvajalci prvih osebnih računalnikov (npr. IBM PC in Apple), miška pa je tako postala poleg tipkovnice osnovna VI naprava računalnikov.



Slika 1: Izumitelj Douglas Engelbart s prvo računalniško miško

Leta 1982 so Apollo računalniki bili opremljeni z drsno ploščico na desni strani tipkovnice [5], leto pozneje pa so Gavilan SC računalniki vsebovali drsno ploščico nad tipkovnico [6]. Olivetti in Triumph Adler so predstavili prve prenosnike, opremljene z drsno ploščico, leta 1992. Z množično uporabo drsne ploščice pri prenosnikih v 90-ih letih (Slika 2) se je pojavila tudi zmeda o poimenovanju le-te. Nekateri so jo imenovali drsna ploščica (ang. touchpad), drugi sledilna ploščica (ang. trackpad), tretji pa kar na dotik občutljiva vhodna naprava (ang. touch sensitive input device). Kasneje se je omenjena ploščica pojavila tudi pri nekaterih mobilnih telefonih.

E. A. Johnson je v svoji raziskavi prvi opisal delo na kapacitivnih zaslonih na dotik, in sicer leta 1965, kasneje pa še v daljšem članku s slikami in diagrami leta 1967 [7]. Frank Beck in Ben Stumpe sta razvila prvi prozorni zaslon na dotik v zgodnjih 70-ih letih v Cernu [8]. Leta 1972 je bil uporabljen prvi zaslon na dotik v sklopu študentskega terminala Magnavox Plato IV (Slika 3) [9]. Leta 1985 je SEGA razvila Terebi Oakeki grafično

ploščico za svoje igralne konzole, kjer je uporabnik lahko s posebnim svinčnikom po ekranu premikal objekte na igralni konzoli [10].



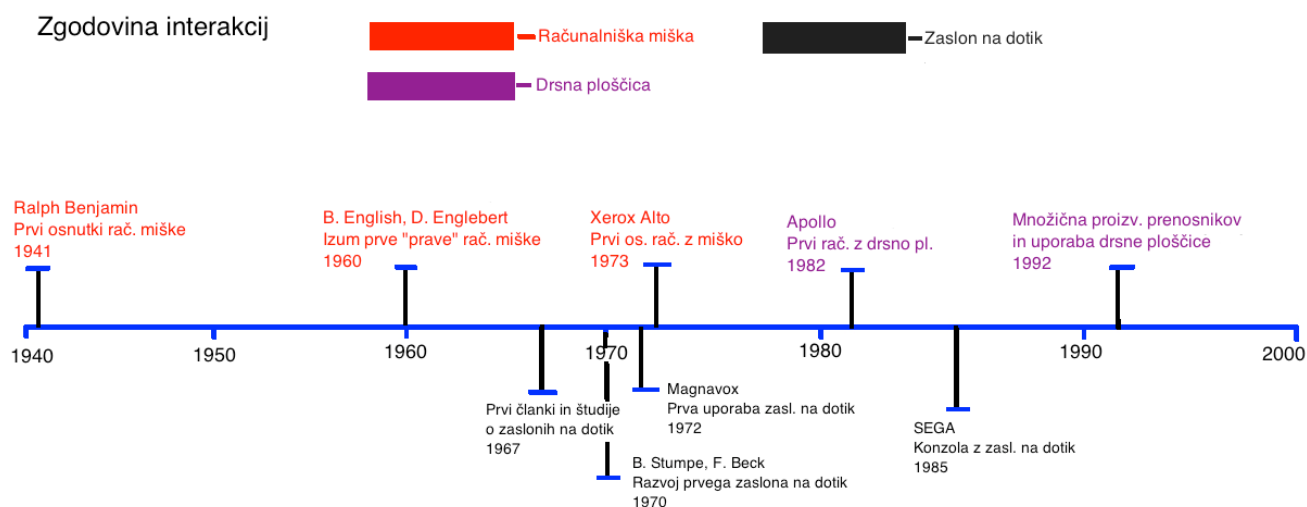
Slika 2: Drsna ploščica na IBM Thinkpad R51 tipkovnici

Leta 1986 je Atarijev 520ST barvni računalnik vseboval vmesnik zaslona na dotik. V 90-ih letih so se začeli pojavljati prvi telefoni na dotik. Čeprav je zaslon na dotik takrat veljal za zelo nenatančnega, je razvoj kapacitivne tehnologije pripomogel k njegovi širši uporabi in priljubljenosti.



Slika 3: Eden izmed prvih zaslonov na dotik na računalniku PLATO V – predhodnik računalnika Plavo IV

Za lažji pregled dogodkov zgodovine treh izbranih vhodno-izhodnih naprav smo izdelali časovnico z vsemi pomembnimi dogodki (Slika 4).



Slika 4: Zgodovina interakcij

2.2 Delovanje miške, sledilne ploščice in zaslona na dotik

Upravljanje vhodno-izhodnih naprav lahko razdelimo na tri različne nivoje. Prvi je fizični nivo. V njem se nahaja vse fizično upravljanje z napravami (npr. klik na gumb računalniške miške, vleka prsta po zaslonu na dotik, pritisk na površino drsne ploščice ...). Drugi nivo je sistemski nivo. Na njem ima vsak proizvajalec posebej implementirano, kako se sama naprava odziva na posamezne dogodke na fizičnem nivoju. Tretji nivo je aplikacijski nivo. Na tem nivoju posamezne aplikacije glede na kombinacijo klikov, pritiskov in drugih zaznanih dogodkov iz sistema nivoja le-te prevedejo v določene akcije (na primer desni klik miške v različnih programih prikaže različen kontekstualni menu ali pa izvede kakšno drugo nalogo). V naslednjih odstavkih bomo podrobneje predstavili fizični nivo delovanja vsake izbrane vhodno-izhodne naprave. Pri opisu interakcije se bomo omejili na fizični nivo, saj se na tem dogaja vsa interakcija. Opis aplikacijskega in sistema nivoja je specifičen od samega sistema in aplikacij na njemu ter presega obseg in namen zaključne naloge.

2.2.1 Računalniška miška

Računalniška miška tipično nadzira premikanje puščičnega kazalca v dveh dimenzijah na grafičnem uporabniškem vmesniku (GUI). Miška spremeni premikanje roke naprej–nazaj, levo–desno v ekvivalentne elektronske signale, ki se jih nato po vrsti interpretira in uporabi za premik puščičnega kazalca. Relativno premikanje računalniške miške po površini se doda trenutni poziciji puščičnega kazalca na ekranu, tako da konstantno spremljamo

elektronske signale računalniške miške in sproti premikamo puščični kazalec po ekranu, kar privede do iluzije posnemanja premikanja roke.

Elektronski signali, ki jih računalnik lahko prejme od standardne računalniške miške, so:

- premik miške,
- pritisk in spust levega miškega gumba (enkratna izbira, na primer, gumba v grafičnem menuju, odprtje tekstovnega padajočega menuja, odpiranje URL povezave, pritiskanje gumbov na zemljevidu ...),
- pritisk in spust desnega miškega gumba (odprtje menuja dodatnih možnosti za posamezen element),
- pritisk in premik levega miškega gumba (označevanje besedila, premikanje po zemljevidu ...) in
- vrtenje sledilnega kolesčka (pomikanje gor–dol, povečevanje zemljevida ...).

Na tej točki velja omeniti, da je izvedene akcije miškinih gumbov mogoče prilagajati in zamenjati na ravni operacijskega sistema ter jih tako prilagoditi, na primer, levičarjem. Najpogosteje se lahko obrne delovanje levega in desnega gumba. Obstajajo tudi miške z več kot dvema gumboma, ki jim lahko uporabnik sam določa akcije (lahko tudi iz nabora vnaprej pripravljenih akcij). Omeniti velja še zanimivost, da je proizvajalec računalniške tehnologije Apple dolga leta proizvajal računalniške miške z enim samim gumbom. Desni klik je bil implementiran s kombinacijo pritiska kontrolne tipke na tipkovnici (Ctrl) in klikom edinega gumba miške.

2.2.2 Drsna ploščica

Sledilne ploščice uporabljajo različne tehnologije za sledenje premikom in pritiskom prstov. Najbolj razširjeni sta tehnologiji, podobni tistim, ki se uporabljajo pri zaslonih na dotik. To sta kapacitivno zaznavanje (ang. capacitive) in zaznavanje upora (ang. resistive). Kapacitivno zaznavanje deluje tako, da je preko steklenega sloja razpet tanek prevodni material, iz vsakega kota zaslona pa elektrode vzdržujejo enakomerno količino elektronov, ki ustvarjajo homogeno električno polje, ki ob dotiku prstov s površino sproži del električnega naboja v prst in s tem zazna lokacijo pritiska. Problem omenjene tehnologije je, da ne zaznava dobro predmetov, kot so, recimo, svinčnik ali pritisk po sledilni ploščici z rokavicami, saj se pri tem ne more sprožiti električni naboj. Pri zaznavanju upora pa je ploščica sestavljena iz več slojev, pri čemer je spodnji iz stekla, zgornji iz poliestra, vmes pa sta z distančniki ločena prevodna sloja, ki ob stiku kot posledici pritiska spustita skozi električni tok.

Sledilne ploščice lahko zaznavajo absolutno pozicijo pritiska, vendar so omejene z velikostjo, zato je njihovo delovanje v večini primerov implementirano enako kot delovanje miške, kjer se premik po drsni ploščici prišteje trenutni poziciji puščičnega kazalca na ekranu. V večini primerov so strojni gumbi ekvivalentni levemu in desnemu gumbu računalniške miške, postavljeni pod ali nad sledilno ploščico. Nekatere sledilne ploščice imajo implementirano svojo strojno opremo tako, da pritisk na ploščico zaznajo kot pritisk na levi gumb računalniške miške, pritisk in premik po ploščici pa kot premikanje predmetov (računalniških ikon ...) po ekranu. Pri nekaterih gonilnikih obstajajo tudi implementacije za zaznavanje različnih premikov in pritiskov z več prsti po sledilni ploščici (večdotični zasloni). Nekatere implementacije delovanja sledilne ploščice imajo tudi tako imenovane vroče vstopne točke (*ang. hotspots*), ki omogočajo dodatne funkcionalnosti (npr. zaustavitev predvajanja glasbe, odpiranje aplikacije ...).

Elektronski signali, ki jih računalnik lahko prejme od sledilne ploščice, so:

- pritisk in spust levega gumba sledilne ploščice (enkratna izbira, na primer, gumba v grafičnem meniju, odprtje tekstovnega padajočega menuja, odpiranje URL povezave, pritiskanje gumbov na zemljevidu ...),
- pritisk in spust desnega gumba sledilne ploščice (odprtje menuja dodatnih možnosti za posamezen element),
- pritisk enega prsta na sledilno ploščico (enkratna izbira, na primer, gumba v grafičnem meniju, odprtje tekstovnega padajočega menuja, odpiranje URL povezave, pritiskanje gumbov na zemljevidu ...),
- premikanje prsta po sledilni ploščici (premikanje puščičnega kazalca po ekranu),
- drsenje dveh prstov gor in dol po sledilni ploščici (pomikanje gor–dol) in
- približevanje in odmikanje dveh prstov po sledilni ploščici (povečevanje vsebine spletne strani, povečevanje zemljevida).

2.2.3 Zaslona na dotik

Na tržišču obstaja veliko število različnih tehnologij za zaslon na dotik. Najpogosteje uporabljeni sta tehnologiji, opisani pri sledilnih ploščicah. To sta kapacitativni zaslon na dotik in uporovni zaslon na dotik. Slednji se v današnjih pametnih telefonih skorajda ne uporablja več. Najpogosteje se uporablja kapacitativna tehnologija.

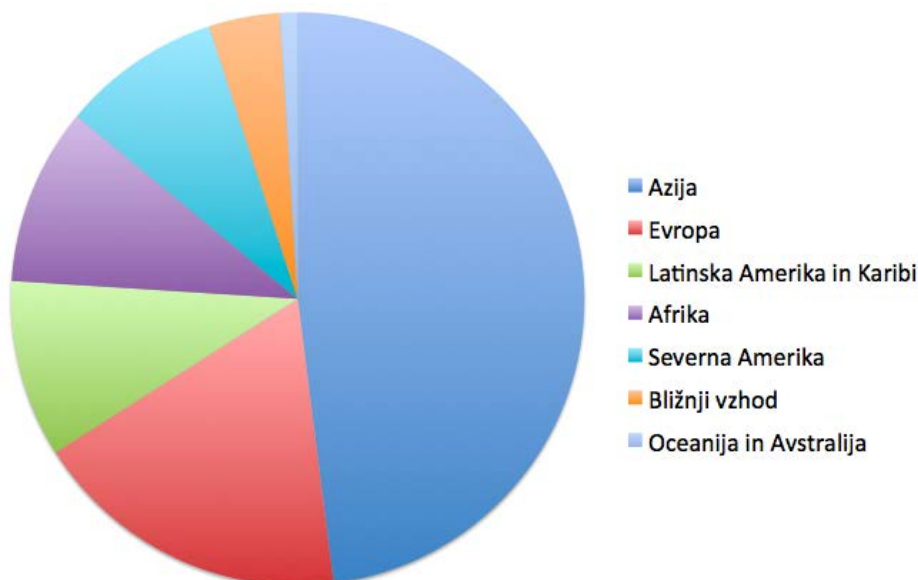
Elektronski signali, ki jih računalnik lahko prejme od zaslona na dotik, so:

- pritisk in spust enega prsta na zaslonu na dotik (enkratna izbira, na primer, gumba v grafičnem meniju, odprtje tekstovnega padajočega menuja, odpiranje URL povezave, pritiskanje gumbov na zemljevidu ...),
- podaljšani pritisk in spust enega prsta na zaslonu na dotik (odprtje dodatnih možnosti elementa, začetek kopiranja besedila),
- drsenje enega prsta gor–dol po zaslonu na dotik (premikanje gor–dol po spletni strani, premikanje po zemljevidu),
- oddaljevanje in približevanje dveh prstov po zaslonu na dotik (povečevanje vsebine spletne strani, povečevanje na zemljevidu) in
- različne geste več prstov na zaslonu na dotik.

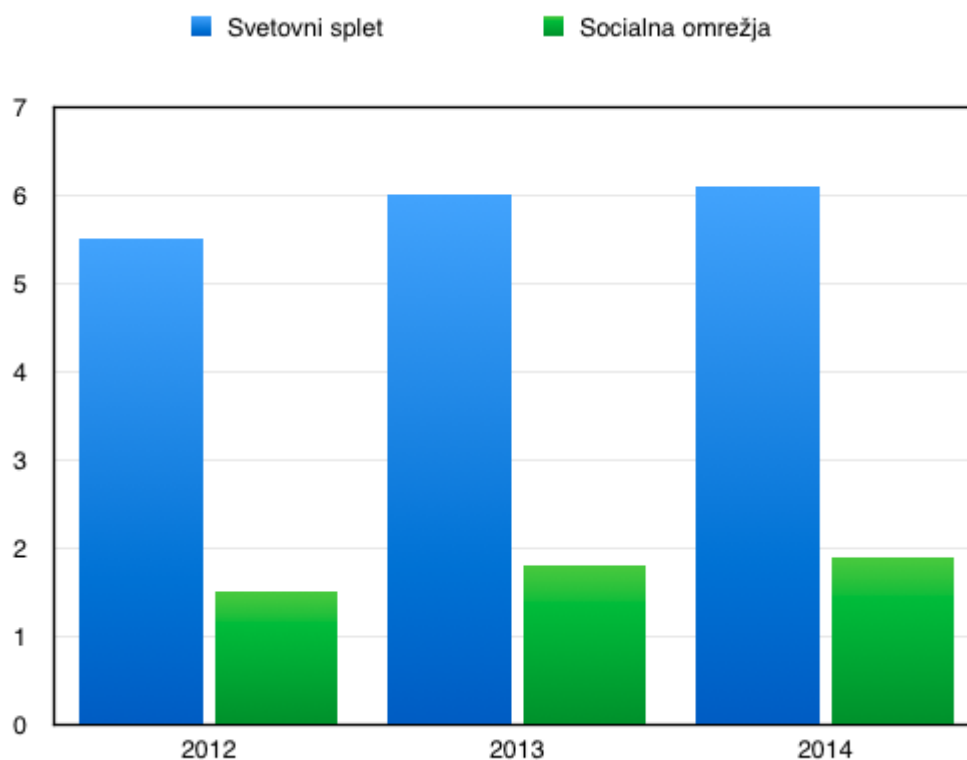
2.3 Motivacija za predstavljeno raziskavo

Do spleta danes dostopamo na različne načine, najpogosteje pa to počnemo preko namiznih, prenosnih in mobilnih računalnikov ter sistemov. Od leta 2005 do leta 2010 se je uporaba spleta podvojila. Leta 2010 je splet uporabljalo dobra dva bilijona svetovnega prebivalstva. 25. julija 2008 so raziskovalci v podjetju Google ugotovili, da na svetovnem spletu obstaja kar trilijon različnih spletnih naslovov [11]. Novembra 2015 je bilo zabeleženih 3,366,261,156 uporabnikov spleta od skupaj 7,259,902,243 svetovnih prebivalcev [12]. Na Sliki 5 lahko vidimo, da je po podatkih Internet World Stats-a največ uporabnikov spleta v Aziji, in sicer 45%, sledi ji Evropa z 18%, Južna in Srednja Amerika z dobrimi 10% ter Severna Amerika in Afrika, vsaka z 9%.

Slika 6 prikazuje čas, porabljen na spletu. Po virih *Global Web Index* naj bi uporabniki porabili dnevno tudi do 6 ur na svetovnem spletu, od tega kar 2–3 ure na socialnih omrežjih [13].



Slika 5: Prikaz uporabe interneta v odstotkih po svetu



Slika 6: Število ur, ki jih uporabnik preživi na socialnih omrežjih (tudi svetovni splet)

Ker je večina uporabnikov računalniških naprav domača v okolju svetovnega spleta, smo se pri raziskavi odločili za pregled vhodno-izhodnih naprav za interakcijo s svetovnim spletom z namenom odkriti, katere naprave/vmesniki in posamične naloge, ki jih uporabniki na spletu pogosto uporabljamo, predstavljajo uporabnikom težave, obenem pa smo si tudi prizadevali odkriti, kaj bi lahko pri posameznih napravah/vmesnikih izboljšali, da bi uporabniku olajšali interakcijo.

Če povzamemo, so nam torej vse večja uporaba svetovnega spleta (povečano število ur na spletu, pospešeno naraščanje uporabnikov) ter pospešen razvoj in velika raznolikost števila naprav, s katerimi dostopamo do njega, ter dejstvo, da uporabniki potrebujemo različna znanja za uporabo različnih vhodno-izhodnih naprav, podali ravno pravšnjo motivacijo za dotično diplomsko nalogo. V naslednjem poglavju bomo opisali metodo, ki smo jo uporabili pri raziskavi.

3 METODA

V okviru zaključne naloge smo izvedli raziskavo uporabe treh različnih vhodno-izhodnih naprav na pogostih nalogah pri uporabi svetovnega spleta. Za raziskavo smo se odločili testirati tri najpogostejše vhodno-izhodne naprave, s katerimi uporabniki brskamo po spletu. Te naprave so: računalniška miška (ki jo srečamo pri namiznih računalnikih in prenosnikih), drsna ploščica (najpogosteje nameščena na prenosnike) in zaslon na dotik (ki ga najdemo na pametnih telefonih in tabličnih računalnikih).

Metodo smo izvedli po naslednjih korakih:

- Izponjevanje prvega dela vprašalnika: vpis osnovnih podatkov (ime in priimek, spol, št. let uporabe vmesnikov). Vprašalnik je priložen v Prilogi 1.
- Opravljanje sedmih nalog z zaslonom na dotik . Naloge so podrobneje opisane v podpoglavju 3.1.
- Izpolnjevanje drugega dela vprašalnika o uporabi zaslona na dotik. Anketa je podrobno opisana v podpoglavju 3.2.2.
- Opravljanje sedmih nalog z računalniško miško. Naloge so podrobneje opisane v podpoglavju 3.1.
- Izpolnjevanje tretjega dela vprašalnika o uporabi računalniške miške. Vprašalnik je podrobno opisan v podpoglavju 3.2.2.
- Opravljanje sedmih nalog z drsno ploščico. Naloge so podrobneje opisane v podpoglavju 3.1.
- Izpolnjevanje tretjega dela vprašalnika o uporabi drsne ploščice. Vprašalnik je podrobno opisan v podpoglavju 3.2.2.
- Izpolnjevanje tretjega dela vprašalnika (splošna vprašanja o vmesnikih). Vprašanja so podrobno opisana v podpoglavju 3.2.2.

Podrobnosti metode so opisane v naslednjih podpoglavjih.

3.1 Opis nalog

Za namen raziskave smo izbrali sedem nalog, ki so pogoste pri brskanju po spletu. Kot oporo nalogam smo v okviru raziskave izdelali spletno aplikacijo, preko katere je uporabnik izvedel vseh sedem nalog.

Zaradi lažjega razlikovanja in ločenega zbiranja podatkov v podatkovni bazi (glej podpoglavje 3.3.1) smo aplikacijo namestili trikrat – za vsako vhodno-izhodno napravo

posebej (računalniška miška, zaslon na dotik in drsna ploščica). Aplikacije se nahajajo na naslednjih naslovih:

- <http://www.studenti.famnit.upr.si/~andrej.maleckar/zakljucna/>,
- <http://www.studenti.famnit.upr.si/~andrej.maleckar/dotik/> in
- <http://www.studenti.famnit.upr.si/~andrej.maleckar/drsnik1>.

Spletno aplikacijo in podatkovno bazo smo gostovali na študentskem strežniku fakultete Famnit. Ogrodje spletne strani smo napisali v programskem jeziku HTML. Za sam izgled spletne strani in njeno odzivnost (odzivnost gumbov, padajočih seznamov ...) smo uporabili JavaScript knjižnico jQuery. Za implementacijo določenih funkcionalnosti spletne strani (števec časa, porabljenega za vsako nalogo ...) smo funkcije napisali v programskem jeziku JavaScript. Za asinhrono izmenjevo podatkov v ozadju med našo spletno aplikacijo in podatkovno bazo smo uporabili skupino medsebojno povezanih spletnih razvojnih tehnik z imenom Ajax.

Začetna stran je bila sestavljena iz padajočega seznama osmih gumbov, kot je vidno na Sliki 7. Gumb številka nič je uporabnika peljal na stran za vadbo. Na njej smo vsakemu uporabniku pred začetkom testiranja ponudili možnost, da vadi uporabo vhodno-izhodnega vmesnika skozi nekaj primerov nalog (odpiranje povezave, pomikanje gor–dol, pomikanje levo–desno ter premikanje po zemljevidu, kopiranje in prilepljanje). Nihče izmed uporabnikov ni izkoristil te možnosti, saj so se počutili dovolj poučeni o uporabi vsake vhodno-izhodne naprave. Ostalih sedem gumbov padajočega seznama je uporabnika pripeljalo k posamezni nalogi.

Vsaka naloga se je začela z opisom le-te. Opis naloge je bil prirejen za vsak tip vhodno-izhodne naprave. Po prebrani nalogi je uporabnik pritisnil na gumb “Začetek”, po opravljeni nalogi pa na gumb “Konec”. Po pritisku gumba “Konec” se je uporabnik pomaknil na naslednjo nalogo s pritiskom na gumb “Naslednja naloga”. Čas opravljanja vsake naloge se je zabeležil v podatkovno bazo. Primer vmesnika ene od nalog je viden na Sliki 8.

Naloge so bile sledeče:

- Naloga 1 – Odpiranje povezave (glej Sliko 8): najprej je moral uporabnik pozorno prebrati navodila naloge. Po pritisku gumba “Začetek” je uporabnik moral pritisniti na spletno povezavo “Klikni me!”. Ob uspešnem pritisku na povezavo se mu je v prej praznem kvadratu (iFrame) prikazala spletna stran fakultete Famnit. Nato je moral uporabnik pritisniti na gumb “Konec”. S pritiskom gumba “Naslednja naloga” se je nato pomaknil na spletno stran z naslednjo nalogo.

- Naloga 2 – Kopiranje spletne lokacije slike: najprej je moral uporabnik pozorno prebrati navodila naloge. Po pritisku na gumb “Začetek” je moral uporabnik kopirati spletno lokacijo spodnje slike (logotip fakultete Famnit) in prilepiti spletno lokacijo slike v polje “Pot do slike”. Nato je moral uporabnik pritisniti na gumb “Konec”. S pritiskom na gumb “Naslednja naloga” se je nato pomaknil na spletno stran z naslednjo nalogo.
- Naloga 3 – Kopiranje besedila: najprej je moral uporabnik pozorno prebrati navodila naloge. Po pritisku gumba “Začetek” je moral kopirati besedilo “Lorem Ipsum” ter ga prilepiti v polje “Besedilo”. Nato je moral uporabnik pritisniti na gumb “Konec”. S pritiskom gumba “Naslednja naloga” se je nato pomaknil na spletno stran z naslednjo nalogo.
- Naloga 4 – Pomikanje gor–dol: najprej je moral uporabnik pozorno prebrati navodila naloge. Po pritisku na gumb “Začetek” se je moral z uporabo vhodno-izhodne naprave pomakniti enkrat do konca dol in enkrat do konca gor po danemu besedilu. Nato je moral uporabnik pritisniti gumb “Konec”. S pritiskom gumba “Naslednja naloga” se je nato pomaknil na spletno stran z naslednjo nalogo.
- Naloga 5 – Pomikanje levo–desno: najprej je moral uporabnik pozorno prebrati navodila naloge. Po pritisku na gumb “Začetek” se je z uporabo vhodno-izhodne naprave uporabnik moral pomakniti enkrat do konca levo in nato enkrat do konca desno po danem besedilu. Nato je moral uporabnik pritisniti gumb “Konec”. S pritiskom na gumb “Naslednja naloga” se je nato pomaknil na spletno stran z naslednjo nalogo.
- Naloga 6 – Povečevanje strani: najprej je moral uporabnik pozorno prebrati navodila naloge. Po pritisku na gumb “Začetek” je z uporabo vhodno-izhodne naprave uporabnik moral povečati spodnjo sliko, kolikor je mogoče, ter postaviti rdeči kvadrat (kvadrat se nahaja v spodnjem desnem kotu slike) na sredino ekrana. Ko je to storil, je moral stran vrniti na prvotno resolucijo spletne strani. Nato je moral uporabnik pritisniti gumb “Konec”. S pritiskom na gumb “Naslednja naloga” se je nato pomaknil na spletno stran z naslednjo nalogo.
- Naloga 7 – Premikanje po zemljevidu: najprej je moral uporabnik pozorno prebrati navodila naloge. Po pritisku na gumb “Začetek” je imel pod tem gumbom pripravljeno okno z google zemljevidom. Zemljevid je imel s kazalcem nastavljen na fakulteto Famnit v Kopru. Nato se je z uporabo vhodno-izhodne naprave moral

pomakniti na zelenico Kopališkega nabrežja, ki se nahaja pod fakulteto Famnit, ter zelenico na zemljevidu povečati, kolikor je mogoče. Nato je moral uporabnik pritisniti na gumb “Konec”.

Izberite Nalogo:



Pripravil: Andrej Malečkar 88091026

Mentor: Peter Rogelj

So-mentor: Matjaž Kijun

Slika 7: Začetni vmesnik spletne aplikacije, ki uporabniku ponuja posamično izbiro naloge



Priloga: Andrej Malečkar 89091026
Mentor: Peter Rogelj
So-mentor: Matjaž Kijun

Slika 8: Primer vmesnika za nalogo "odpiranje povezave"

Tabela 2: Navodila za rešitev posamezne naloge z določeno VI napravo na fizičnem nivoju, opisanem v podpoglavju 2.2

	Računalniška miška	Sledilna ploščica	Zaslon na dotik
Odpiranje povezave	puščični kazalec premaknemo na url povezavo, enkrat pritisnemo na levi miškin gumb	puščični kazalec premaknemo na url povezavo (drsimo z prstom po sl. pl.), ter nato enkrat pritisnemo na površino sl. pl.	pritisnemo z enim prstom na povezavo
Kopiranje spletne lokacije slike	puščični kazalec premaknemo na sliko, pritisnemo desni miškin gumb, z premikom in pritiskom na levi mišk. gumb iz padajočega seznama izberemo možnost »Kopiraj«	puščični kazalec premaknemo na sliko, pritisnemo desni gumb sl. pl. , nato z premikom in pritiskom na levi gumb sl. pl. iz padajočega seznama izberemo »Kopiraj«	izvedemo tako imenovani dolgi pritisk na sliko ter izberemo možnost »Kopiraj«
Kopiranje besedila	puščični kazalec premaknemo na začetek besedila, pritisnemo levi mišk. gumb, pušč. kazalec premaknemo do konca besedila, s pritiskom na desni mišk. gumb na besedilu izberemo iz padajočega seznama možnost »Kopiraj«	z puščič. kazal. se premaknemo na začetek besedila, pritisnemo na površino sl. pl. , pušč. kazalec premaknemo do konca besedila. S pritiskom na desni gumb sl. pl. na kopiranem besedilu izberemo iz padajočega seznama možnost »Kopiraj«	izvedemo tako imenovani dolgi pritisk na besedilo, nato popravimo narekovaje tako, da zajemajo celotno besedilo, ter nato pritisnemo na možnost »Kopiraj«

Pomikanje gor-dol	premikamo naprej-nazaj sredinski mišk. Koleček	z pritiskom na površino sl. pl. in vleko pušč. kazalca gor in dol po drsnem traku	z premikanjem prsta gor in dol po površini zaslona na dotik
Pomikanje levo-desno	premaknemo pušč. kazalec na drsni trak ter z premikanjem naprej in nazaj sredinskega mišk. koleščka	z pritiskom na površino sl. pl. in vleko puščič. kazalca levo in desno po drsnem traku na ekranu	Z premikanjem prstov levo in desno po površini zaslona na dotik
Povečevanje strani	pritisnemo na tipkovnici na gumb »ctrl«, pomikamo sredinski mišk. Koleček	pritisnemo z dvema prsti na površino sl. pl. ter jih oddaljemo enega od drugega	pritisnemo z dvema prsti na zaslon na dotik ter oddaljemo enega od drugega
Premiki po zemljevidu	z držanjem levega mišk. gumba in premikanjem rač. miške ter z premikanjem sredinskega mišk. Gumba	z držanjem levega gumba sl. pl. , premikanjem z enim prstom po površini sl. pl. ter z pritiskom dveh prstov na površino sl. pl. in oddaljevanjem enega od drugega	z vleko enega prsta po površini zasl. na dotik, ter pritiskom dveh prstov na zaslon na dotik in oddaljevanjem enega od drugega

3.2 Uporabniki

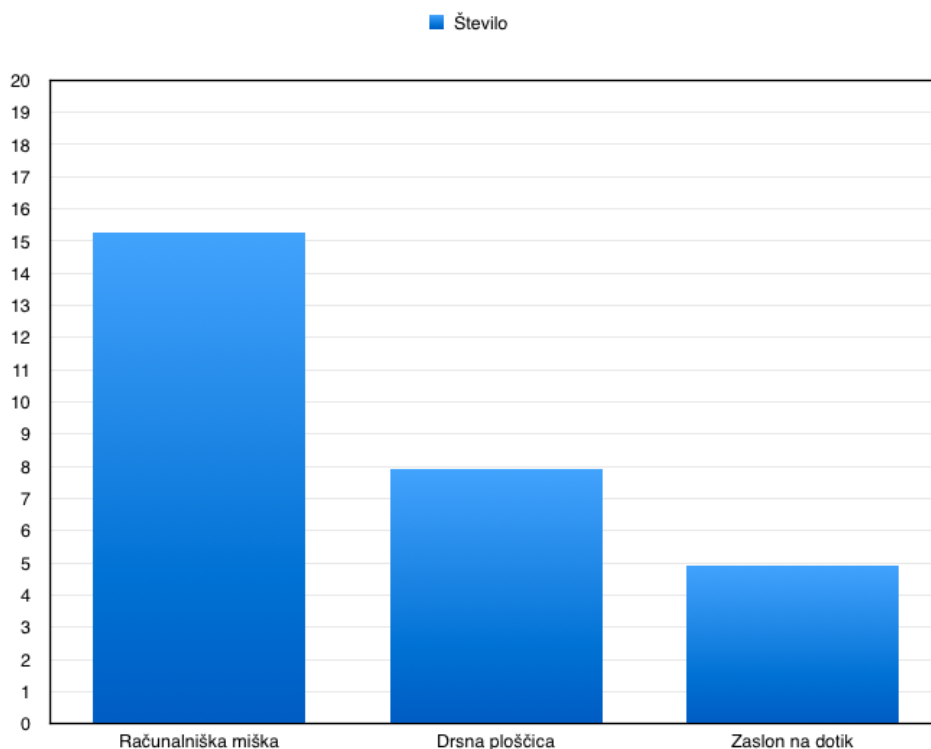
Pri raziskavi je sodelovalo 32 uporabnikov, ki smo jih novačili z metodo snežne kepe. Metoda snežne kepe sodi med tako imenovane metode ne-verjetnostnega vzorčenja. Pri tej metodi nam anketiranec predstavi bodoče anketirance med svojimi znanci. S tako metodo vzorčna množica ljudi raste kot kotaleča se snežna kepa. Uporablja se pri raziskavah, pri katerih ne poznamo dovolj številne množice ljudi s potrebnimi spretnostmi pri raziskavi.

Metoda je sestavljena iz petih korakov:

1. Naredimo osnutek programa udeležbe (seznam ljudi z zahtevanimi spretnostmi, ki bi bili pripravljene biti udeleženi v raziskavi). Za izbiro vzorca populacije smo izbrali metodo "udobnega" vzorčenja (ang. convenience sampling), pri kateri uporabimo

- ljudi, ki so nam “pri roki”, sodi pa med del metod, pri katerih ne moremo določiti verjetnosti, kakšen tip vzorca bomo dobili.
2. Testiramo zainteresirane ljudi, ki jih poznamo, ter jih vprašamo, ali mogoče poznajo koga, ki bi se bil pripravljen udeležiti raziskave.
 3. Testiramo novo pridobljene udeležence raziskave.
 4. Nadaljujemo z metodo snežne kepe, in sicer v primeru, če potrebujemo več zainteresiranih udeležencev raziskave.
 5. Zagotovimo raznolikost stikov z razširitvijo profila oseb, vključenih v metodo snežne kepe.

S to metodo smo testirali 32 uporabnikov. Od teh je bilo 11 (34 %) žensk in 21 (66 %) moških. Povprečna starost testiranih uporabnikov je 28 let. Povprečno število let uporabe računalniške miške je 15,25, povprečno število let uporabe drsne ploščice je 7,9 let, povprečno število let uporabe zaslona na dotik pa je 4,9 let (za lažjo primerjavo glej Sliko 9). Število let uporabe zaslona na dotik sovpada z množičnim pojavom teh naprav na trgu, število let uporabe miške pa presega število let uporabe drsne ploščice. To lahko razložimo tudi z dejstvom, da veliko uporabnikov tudi na prenosnikih uporablja miško, ali pa z dejstvom, da uporabniki v osnovnih in srednjih šolah še ne potrebujejo mobilnosti, ki jo omogoča prenosni računalnik, in začnejo uporabljati prenosnike šele v študentskih letih (če upoštevamo povprečno starost uporabnikov, ki je bila 28 let).



Slika 9: Primerjava povprečnega števila let uporabe posameznih vhodno-izhodnih vmesnikov

3.3 Zajem in obdelava podatkov

V grobem smo podatke v zaključni nalogi zajemali na dva načina. Nekatere podatke smo pridobili preko ankete, druge pa samodejno preko aplikacije, ki so jo uporabniki uporabljali. Oba omenjena načina sta podrobneje predstavljena v naslednjih dveh podpoglavjih.

3.3.1 Samodejni zajem podatkov

Ko je uporabnik pri vsaki končani nalogi pritisnil na gumb “Konec”, je aplikacija poslala podatkovni bazi štiri vrste podatkov. Prvi podatek je bil “uporabnik”. Ta podatek je bil identifikacijska številka, ki se je samodejno generirala ob vsakem prvem obisku spletne aplikacije. Drugi podatek je “naloga”. Podatek predstavlja številko naloge, ki ji pripada čas reševanja naloge v podatkovni bazi. Tretji podatek je “interakcija”. Ta podatek predstavlja tip interakcije. Če je podatek “interakcija” enak ena, pomeni, da sta čas in naloga reševanja pripadala interakciji z računalniško miško, če je podatek “interakcija” enak dve, pomeni, da sta čas in naloga reševanja pripadala interakciji z drsno ploščico, če pa je podatek “interakcija” enak tri, pomeni, da sta čas in naloga reševanja pripadala interakciji z

zaslonom na dotik. Zadnji podatek, ki ga je aplikacija pošiljala podatkovni bazi, je “čas” (glej Sliko 10). Podatek predstavlja čas reševanja posamezne naloge v sekundah. Čas smo pričeli meriti, ko je uporabnik pritisnil na gumb “Začetek”, končali pa, ko je uporabnik pritisnil na gumb “Konec”.

id	uporabnik	naloga	interakcija	cas
134	567a72d681261	1	3	00:00:07
135	567a72d681261	2	3	00:00:20
137	567a72d681261	3	3	00:00:35
138	567a72d681261	4	3	00:00:42
139	567a72d681261	5	3	00:00:06

Slika 10: Prikaz podatkov, zajetih preko nalog v podatkovni bazi

Obstajajo štirje tipi podatkov, s katerimi se srečujemo v analizi. To so nominalni (kategorijski) podatki, ordinalni podatki, intervalni podatki in razmerja (ang. ratio). Nominalni ali kategorijski podatki se uporabljajo za označevanje različnih kategorij. Pri nominalnih podatkih ni potrebe po urejanju. Primer nominalnih podatkov so spol (moški, ženski), tip uporabljene tehnike (tehnika A, tehnika B) itd. Drugi tip podatkov so ordinalni podatki. Ordinalne podatke lahko urejamo, vendar razlika med dvema podatkoma tega tipa ni vedno enaka. Tretji tip podatkov so intervalni podatki. Ta tip podatkov ravno tako lahko urejamo, vendar pa je razlika med dvema podatkoma vedno enaka in nimamo absolutne ničle. Zadnji tip podatkov so razmerja. Ta so zelo podobna intervalnim podatkom, le da tu obstaja absolutna ničla. To pomeni, da negativna vrednost podatkov, ki bi kaj pomenila, ne obstaja (v statistiki). Primer razmerij so, na primer, teža, višina, čas itd.

Podatka “naloga” in “interakcija” sta tipa nominalnih podatkov, podatek “čas” pa je tipa razmerje. Podatek “čas” je odvisna spremenljivka, kar pomeni, da je spremenljivka, ki jo uporabljamo za naš test. Pri testiranju imamo ponavadi samo eno odvisno spremenljivko. Podatki “uporabnik”, “naloga” in “interakcija” so torej neodvisne spremenljivke.

3.3.2 Vprašalniki

Uporabniku smo poleg spletne aplikacije, ki je vsebovala naloge za reševanje, pripravili tudi vprašalnik (sam vprašalnik je priložen v prilogi, vendar jo bom za lažje razumevanje pridobljenih rezultatov tudi podrobno opisal v tem poglavju).

Vprašalnik predstavlja eno izmed najpogostejših oblik kvantitativnega raziskovanja. Definiramo ga kot obširno raziskavo, s katero pridobimo od izbrane skupine ljudi (vzorec)

njihovo mnenje, mišljenje o določeni temi in na tak način ugotovimo razširjenost pojavov, ki nas zanimajo. Vprašalnik je sestavljen iz formalnega razporeda vprašanj, ki si sledijo eno za drugim.

Naš vprašalnik je bil sestavljen iz treh delov (glej Priloga 1). Prvi del je vseboval osebne podatke uporabnika. Najprej je uporabnik vpisal ime in priimek ter se s tem strinjal, da se bodo njegovi podatki anonimno uporabili v znanstvene namene. Nato je vpisal svojo starost, spol, število let uporabe računalniške miške, drsne ploščice in zaslona na dotik. Na koncu je bilo uporabniku še razloženo, kako bo testiranje potekalo, označeno pa je bilo tudi mesto za njegov podpis. Te podatke je uporabnik napisal na začetku testiranja. Ob koncu reševanja nalog za posamezni vmesnik (računalniška miška, zaslon na dotik in drsna ploščica) je uporabnik izpolnil dotični vprašalnik. Na začetku vsakega vprašalnika za dotični vmesnik je bilo potrebno odgovoriti na deset vprašanj. Ta vprašanja so bila del SUS (System Usability Scale) testa.

SUS testiranje je zanesljiv pripomoček hitrega testiranja uspešnosti uporabnosti naše aplikacije. Sestavljen je iz desetih trditvev, na katere uporabnik odgovori s številko od 1 do 5 (1 pomeni, da se s trditvijo nikakor ne strinja, 5 pa pomeni popolno strinjanje s trditvijo). Trditve SUS vprašalnika (opisane za vmesnik zaslona na dotik) so bile:

- menim, da bi interakcijo z zaslonom na dotik z veseljem uporabljal,
- menim, da je delo z zaslonom na dotik preveč zahtevno,
- uporaba zaslona na dotik se mi je zdela preprosta,
- menim, da bi pri uporabi zaslona na dotik potreboval tehnično pomoč,
- menim, da je interakcija pri različnih nalogah zahtevala podobne spretnosti,
- menim, da je interakcija pri različnih nalogah zahtevala različne spretnosti,
- menim, da bi se večina uporabnikov hitro naučila uporabe zaslona na dotik,
- upravljanje zaslona na dotik se mi je zdelo zelo težavno,
- menim, da upravljam z zaslonom na dotik zelo samozavestno in
- pred uporabo interakcije z zaslonom na dotik sem se moral/a veliko naučiti.

Pod SUS vprašalnikom so bila še tri vprašanja (glej Priloga 1). Prvo vprašanje je bilo, katera naloga je bila uporabniku najtežja. Naloge so bile naštet, uporabnik pa je ustrezno izbiro obkrožil. Pod vprašanjem je bil še prostor za opis razloga izbire. Drugo vprašanje je bilo, katera naloga je bila uporabniku najlažja. Naloge so bile naštet, uporabnik pa je ustrezno izbiro obkrožil. Pod vprašanjem je bil še prostor za opis razloga izbire. Tretje vprašanje je bilo, ali je uporabnik morda katero nalogo izpustil in zakaj. Zadnji del ankete je anketiranec rešil po zaključenih nalogah z vsemi tremi vmesniki, saj vsebuje splošna

vprašanja o poteku reševanja. V zadnjem delu ankete je uporabnik najprej obkrožil, s katerim vmesnikom se mu zdi, da je bil najhitrejši. Nato je pri naslednjem vprašanju pisno odgovoril, kateri vmesnik se mu je zdel najbližje – najlažji za uporabo in zakaj. Prav tako je opisno odgovoril pri naslednjem vprašanju, kateri vmesnik mu je povzročal največ težav in zakaj. Nato je anketiranec lahko obkrožil ime naloge, pri kateri mu je bilo navodilo nejasno oz. nerazumljivo. Na koncu zadnjega dela je imel anketiranec še možnost pisno opisati, ali ima kakšno idejo za izboljšanje katere od implementacij interakcij. Vprašalnik je na voljo kot priloga zaključni nalogi (glej Priloga 1).

Pridobljene podatke smo obdelali s pomočjo metod statistične analize (povprečno število, standardna deviacija, ANOVA test ...) in programa, ki nam olajša delo pri sami obdelavi velikega števila podatkov (SPSS). Same metode, uporabljeni programi in dobljeni rezultati so podrobno opisani v naslednjem poglavju.

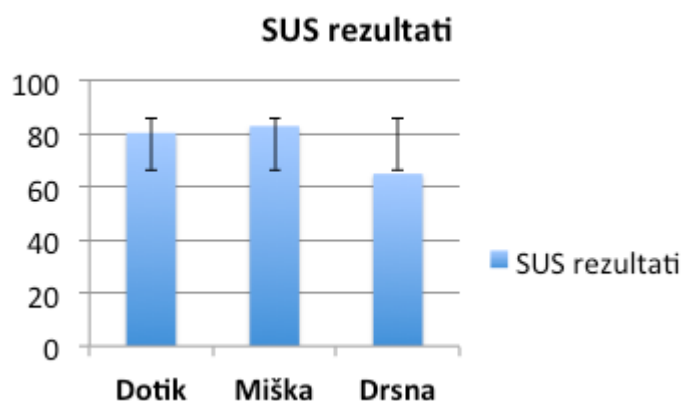
4 REZULTATI

V spodnjih podpoglavjih bomo podrobneje opisali rezultate, pridobljene iz samodejnega zbiranja podatkov na računalniku med izvajanjem nalog in vprašalnika, ki so ga uporabniki ročno izpolnjevali po uporabi vsake izmed treh vhodno-izhodnih naprav ter na koncu študije.

V prvem podpoglavju bomo podatke (ocene) SUS vprašalnika obdelali s pomočjo statističnih metod. Podatke smo se odločili statistično analizirati, da bi izvedeli, ali obstaja pomenljiva razlika med različnimi tipi interakcije. Za statistično analizo smo uporabili program SPSS Statistics podjetja IBM. Nato si bomo pogledali, kako so uporabniki odgovorili na ostala vprašanja pri posameznih vmesnikih (najtežja naloga, najlažji vmesnik ...), kakšne razloge so navedli za izbrane odgovore ter na koncu odgovore vseh vmesnikov primerjali med seboj. V drugem podpoglavju si bomo ogledali rezultate, pridobljene s samodejnim zbiranjem podatkov na spletni aplikaciji med reševanjem sedmih nalog s posameznimi vmesniki. Tudi te podatke smo najprej obdelali s pomočjo statističnih metod, da bi izvedeli, ali obstaja pomenljiva razlika med njimi. Za tem smo opisali, kakšen je bil čas reševanja nalog pri posameznih vmesnikih in nalogah, ter na koncu rezultate posameznih vmesnikov med seboj tudi primerjali.

4.1 Rezultati iz vprašalnika

V tem delu bomo opisali rezultate, ki smo jih pridobili iz podatkov vprašalnika, ki so ga uporabniki reševali pred, med in po rešenih nalogah spletne aplikacije. Odgovori na SUS vprašalnike so nam dali sledeče rezultate: povprečna ocena SUS vprašalnika za vmesnik zaslona na dotik je bila 4,1 (80,31 %), za vmesnik računalniške miške 4,5 (82,89 %), za vmesnik drsne ploščice pa 2,8 (64,92 %). Za lažjo primerjavo so rezultati prikazani na Sliki 12. Ocene SUS vprašalnika in splošna uporabnost vmesnika se oceni tako, da vsaka ocena nad 3 (nad 68 %) pomeni, da je vmesnik nad povprečjem in so ga uporabniki opredelili kot uporabnega. Iz zgornjih ocen lahko razberemo, da so uporabniki označili kot neuporaben le vmesnik drsne ploščice, računalniška miška in zaslon na dotik pa sta bila označena kot uporabna.



Slika 11: Prikaz primerjave povprečnih SUS ocen za vsakega od testiranih vmesnikov

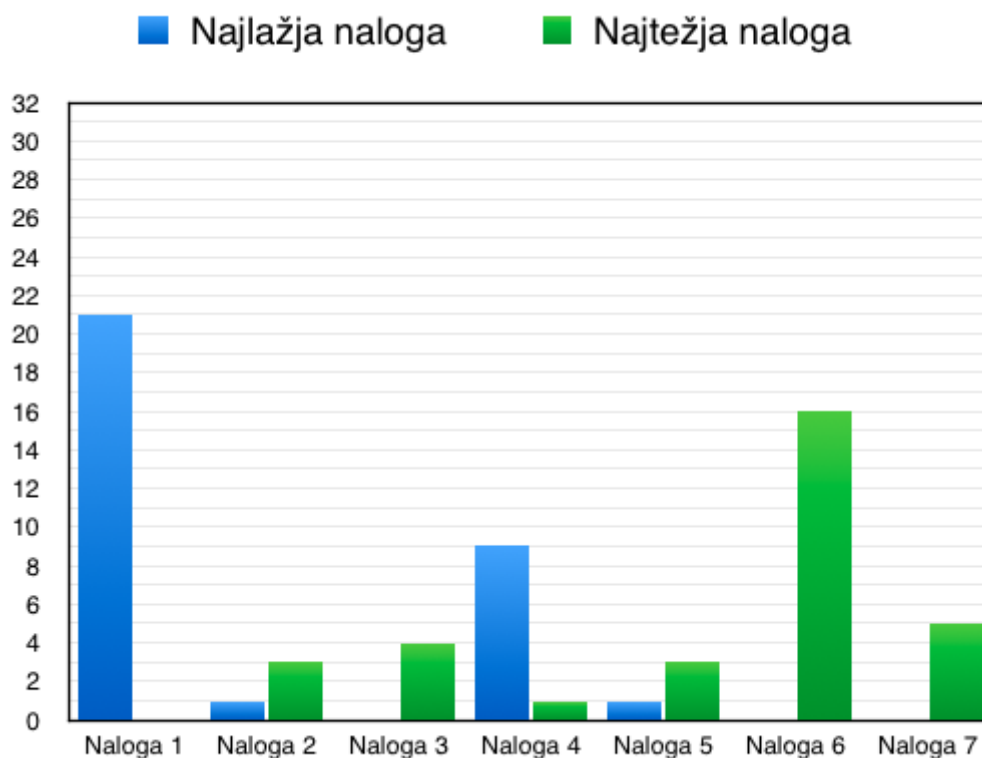
ANOVA test s privzeto homogenostjo varianc (sfernost) je določil, da so se povprečne vrednosti rezultatov SUS vprašalnika statistično bistveno razlikovale med posameznimi tipi vmesnikov ($F = 18,838$, $p < 0.0005$). Naknadna testiranja z uporabo Bonferroni korekcije so pokazala, da se je čas reševanja nalog pomembno razlikoval med vmesnikoma zaslona na dotik in sledilne ploščice ($p < 0.0005$) ter med vmesnikoma drsne ploščice in računalniške miške ($p < 0.0005$). Čas reševanja nalog se ni pomembno razlikoval med zaslonom na dotik in drsno ploščico ($p = 0.867$). Samo delovanje in razlago postopka ANOVA testiranja ter programa SPSS za računanje statistične analize bomo podrobneje opisali v začetku naslednjega poglavja.

Pri vmesniku računalniške miške se je uporabnikom s 16-imi od 32-ih glasov zdela najtežja naloga šest (povečevanje strani), druga najtežja pa naloga sedem s 5-imi od 32-ih glasov (premiki po zemljevidu). Število glasov, ki jih je prejela vsaka naloga, ocenjena kot najtežja, je za lažjo primerjavo mogoče videti v Sliki 12, kjer so označeni z zeleno barvo. Najpogostejši razlogi, da so uporabniki izbrali šesto nalogo kot najtežjo pri uporabi računalniške miške, so bili:

- za rešitev naloge je potrebnih preveč “klikov” oz. pritiskov na miškin gumb,
- najbolj počasna naloga,
- nenatančen vmesnik,
- za rešitev naloge je bila potrebna tudi uporaba tipkovnice,
- moti me poravnava strani,
- ni samoumevno, kako povečati stran in
- za rešitev naloge je bilo potrebno uporabiti več različnih stvari.

Pri vmesniku računalniške miške se je uporabnikom z 21-imi od 32-ih glasov zdela najlažja naloga ena (odpiranje povezave), druga najlažja pa naloga štiri z 9-imi od 32-ih glasov (pomikanje gor–dol). Število glasov, ki jih je prejela vsaka naloga, označena kot

najlažja, je za lažjo primerjavo mogoče videti v Sliki 12, kjer so označeni z modro barvo. Najpogostejši razlogi, da so uporabniki izbrali nalogo ena kot najlažjo nalogo pri uporabi računalniške miške, so bili, da je klikanje z miško zelo enostavno, da je za rešitev naloge potreben le en enostaven klik ter da je ta naloga najmanj motorično zahtevna.



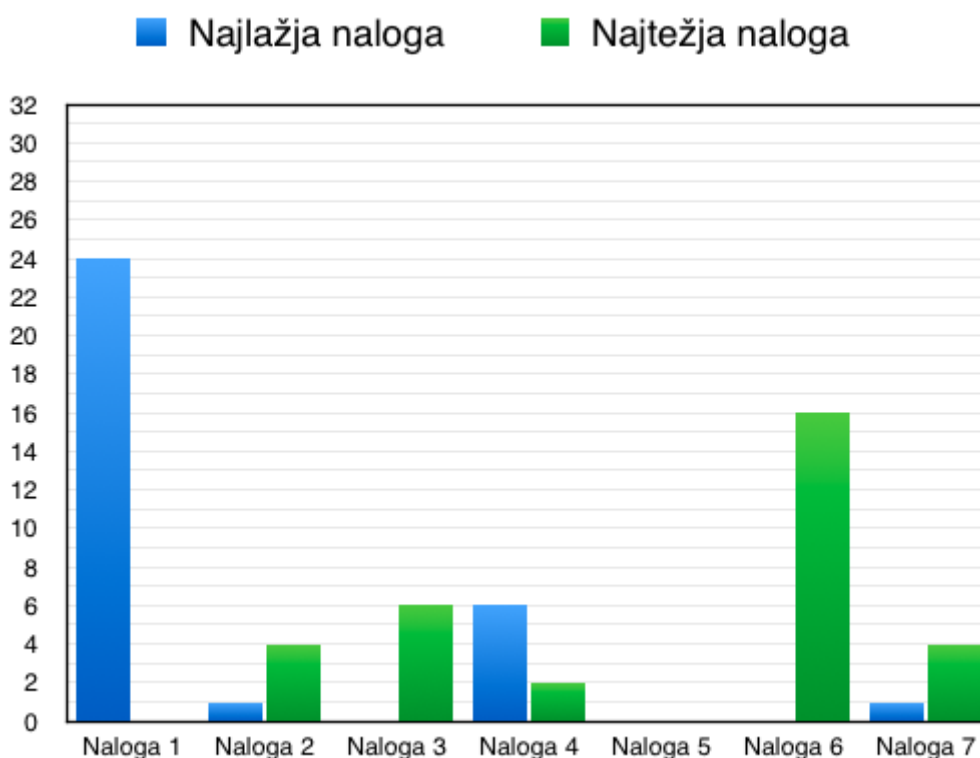
Slika 12: Prikaz dobljenih glasov (najtežja/najlažja naloga) pri vmesniku računalniška miška pri posamezni nalogi

Pri vmesniku drsne ploščice se je uporabnikom s 16-imi od 32-ih glasov zdela najtežja naloga šest (povečevanje strani), druga najtežja pa naloga tri s 6-imi od 32-ih glasov (kopiranje besedila). Število glasov, ki jih je prejela vsaka naloga, označena kot najtežja, je za lažjo primerjavo mogoče videti v Sliki 13, kjer so označeni z zeleno barvo. Najbolj pogosti razlogi, da so uporabniki izbrali nalogo šest kot najtežjo nalogo pri uporabi drsne ploščice, so bili:

- ovira me težka uporaba funkcije povečevanja (nenatančna drsna ploščica),
- težka uporaba dveh prstov (nenatančna),
- neroden in nenatančen vmesnik,
- drugačna naprava (implementacija), kot sem je vajen,
- nerodna kombinacija uporabe prstov za povečavo,
- neintuitivne nastavitve ploščice za pomikanje gor–dol,
- nenatančno odzivanje in

- zelo počasna odzivnost na premik s prstom po drsni ploščici.

Pri vmesniku drsne ploščice se je uporabnikom s 24-imi od 32-ih glasov zdela najlažja naloga ena (odpiranje povezave), druga najlažja pa naloga štiri s 6-imi od 32-ih glasov (pomikanje gor–dol). Število glasov, ki jih je prejela vsaka naloga, označena kot najlažja, je za lažjo primerjavo mogoče videti v Sliki 13, kjer so označeni z modro barvo. Najpogostejši razlogi, da so uporabniki izbrali nalogo ena kot najlažjo nalogo pri uporabi drsne ploščice, so bili, da je klikanje z drsno ploščico zelo enostavno ter da je za rešitev naloge potreben en sam enostaven klik.



Slika 13: Prikaz dobljenih glasov (najtežja/najlažja naloga) pri vmesniku drsna ploščica pri posamezni nalogi

Pri vmesniku zaslona na dotik se je uporabnikom z 22-imi od 32-ih glasov zdela najtežja naloga tri (kopiranje besedila), druga najtežja pa naloga dve s 4-imi od 32-ih glasov (kopiranje spletne lokacije slike). Število glasov, ki jih je prejela vsaka naloga, označena kot najtežja, je za lažjo primerjavo mogoče videti v Sliki 14, kjer so označeni z zeleno barvo. Najpogostejši razlogi, da so uporabniki izbrali nalogo tri kot najtežjo nalogo pri uporabi zaslona na dotik, so bili:

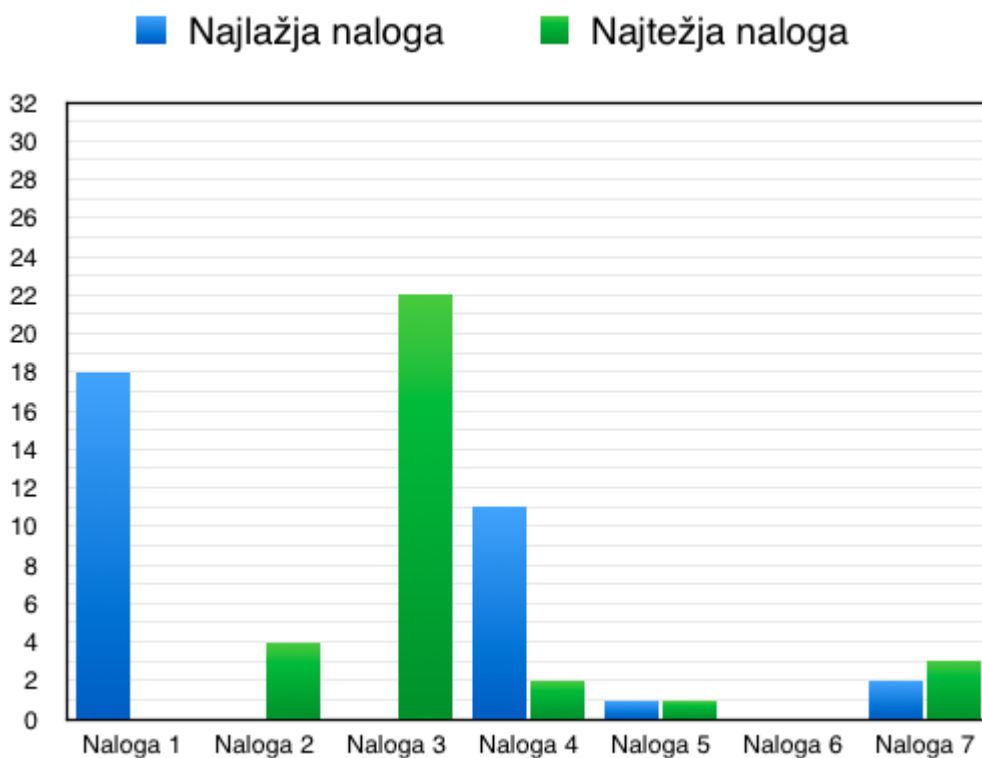
- zahteva po delu z vsemi rokami,
- nenatančna,
- težko se vse označi,
- vzame največ časa,

- slabo in nenatančno implementirano na Android,
- predebeli prsti za natančno označevanje besedila,
- ni jasno vidno, kateri gumb je namenjen kopiranju,
- največje število dotikov in
- premajhna ikona za izbiro funkcije “Kopiranje”.

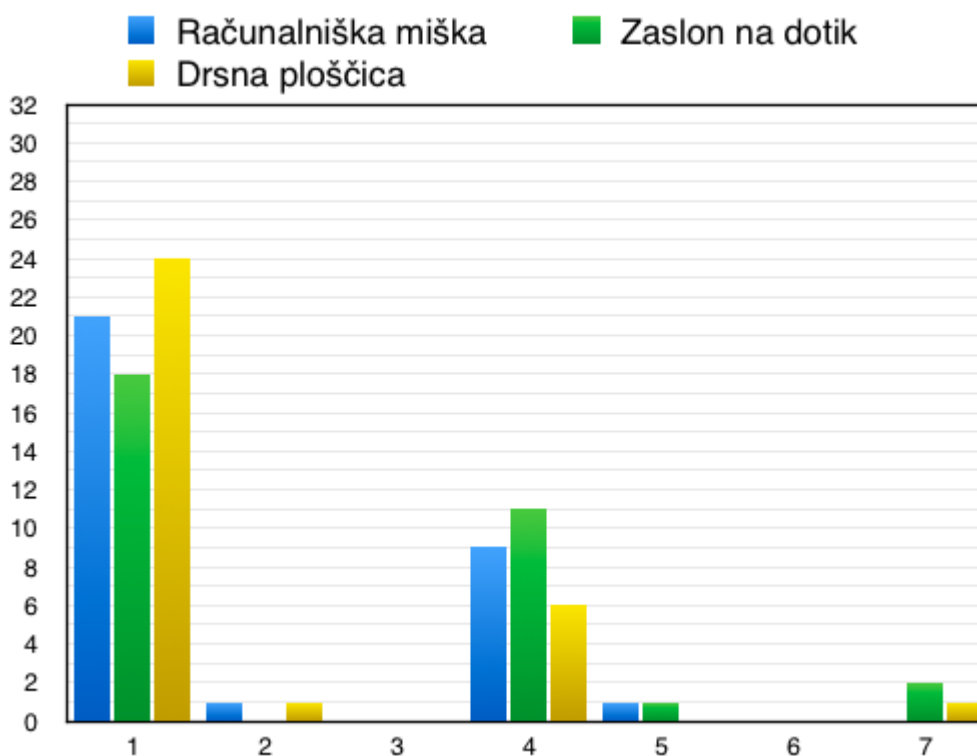
Pri vmesniku zaslona na dotik se je uporabnikom z 18-imi od 32-ih glasov zdela najlažja naloga ena (odpiranje povezave), druga najlažja pa naloga štiri z 11-imi od 32-ih glasov (pomikanje gor–dol). Število glasov, ki jih je prejela vsaka naloga, označena kot najlažja, je za lažjo primerjavo mogoče videti v Sliki 14, kjer so označeni z modro barvo. Najpogostejši razlogi, da so uporabniki izbrali nalogo ena kot najlažjo nalogo pri uporabi zaslona na dotik, so bili, da je klikanje na zaslonu na dotik zelo enostavno ter da je za rešitev naloge potreben en sam enostaven pritisk s prstom na zaslon.

Če bolj podrobno pogledamo, so uporabniki pri vseh treh vmesnikih vhodno-izhodnih naprav označili kot najlažjo nalogo ena (odpiranje povezave). To boljše vidimo, če združimo vse tri grafe najlažjih nalog skupaj, kar je vidno na Sliki 15.

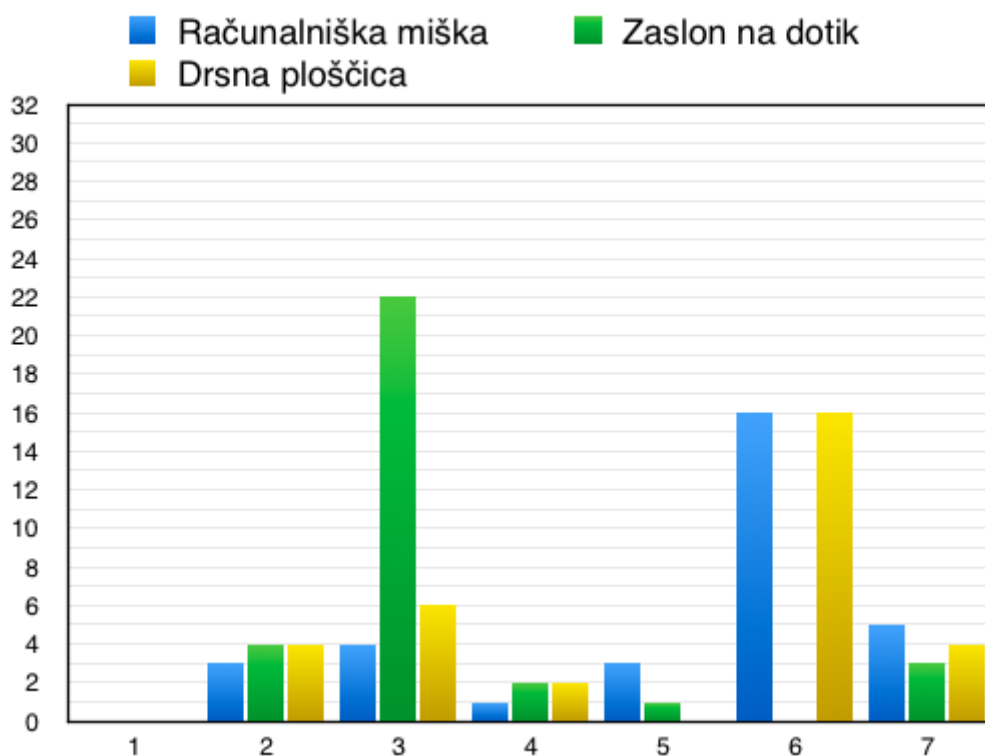
Prav tako lahko iz grafov razberemo, da je tako pri vmesniku računalniške miške, kot tudi pri vmesniku drsne ploščice kot najlažja označena naloga šest (povečevanje strani). Le pri vmesniku zaslona na dotik je kot najtežja naloga označena naloga tri (kopiranje besedila). To lahko lepše razberemo, če združimo vse tri grafe nalog vmesnikov, označenih kot najtežje (Slika 16).



Slika 14: Prikaz dobljenih glasov (najtežja/najlažja naloga) pri vmesniku zaslon na dotik pri posamezni nalogi



Slika 15: Združitev vseh treh grafov posameznih nalog, označenih kot najlažje



Slika 16: Združitev vseh treh grafov posameznih nalog, označenih kot najlažje

Uporabnikom je z 20-imi od 32-ih odgovorov bil najbližji – najlažji za uporabo vmesnik računalniška miška, drugi najbližji – najlažji z 8-imi od 32-ih odgovorov je bil vmesnik zaslona na dotik ter zadnji najbližji vmesnik s 4-imi od 32-ih odgovorov pa vmesnik drsne ploščice. To je razvidno tudi iz SUS vprašalnika in iz rezultatov, predstavljenih na Sliki 12. Za lažjo ponazoritev so rezultati vprašanja prikazani na Sliki 17. Razlogi, zakaj jim je bil najbližji vmesnik računalniška miška, ki so jih uporabniki navedli v odgovorih, so:

- največ izkušenj,
- najdlje uporabljam,
- najbolj praktična,
- najbolj natančna,
- zahteva najmanj fizične aktivnosti,
- dober ergonomski položaj.

Razlogi, zakaj je uporabnikom bil najbližji vmesnik zaslona na dotik, so:

- hitro lahko dostopam do datotek,
- ves čas ga imam pri sebi,
- največ ga uporabljam in
- uporabljam ga vsakodnevno in mi gre najhitreje.

Uporabnikom je s 25-imi od 32-ih odgovorov bil najtežji za uporabo vmesnik drsna ploščica, drugi najtežji za uporabo je bil s 4-imi od 32-ih odgovorov vmesnik računalniška miška, zadnji najtežji pa s 3-emi od 32-ih odgovorov vmesnik zaslona na dotik. Rezultati odgovorov so za lažje interpretiranje prikazani na Sliki 17. Razlogi, zakaj je uporabnikom bil najtežji vmesnik drsna ploščica, so:

- nisem dovolj hiter in je ne uporabljam,
- zelo nenatančna,
- zahtevna uporaba,
- premikanje se zatika,
- najmanj uporabljam,
- slaba kakovost drsne ploščice,
- počasna,
- uporabniški vmesniki niso prilagojeni moji uporabi,
- drugačen način delovanja, kot sem ga vajen,
- nepraktična,
- od samega uporabnika zahteva pri uporabi malce več spretnosti,
- ni bila nastavljena tako, kot sem je navajen,
- uporabljam samo, ko nimam miške pri roki,
- premajhna velikost same ploščice, slaba odzivnost in
- nikakor se je ne morem navaditi.

Razlogi, zakaj je uporabnikom bil najtežji vmesnik računalniška miška, so:

- ne uporabljam je pogosto,
- nerodna za prenašanje s seboj, zato je ne uporabljam.

Razlogi, zakaj je uporabnikom bil najtežji vmesnik zaslon na dotik, so:

- majhna velikost,
- težko ga uporabljam,
- ne deluje vedno tako, kot bi hotela.

Uporabniki so z 22-imi od 32-ih odgovorov glasovali, da so bili najhitrejši z vmesnikom računalniške miške, v 4-ih od 32-ih odgovorov so menili, da so najhitrejši z vmesnikom sledilne ploščice, s 5-imi od 32-ih odgovorov pa so se strinjali, da so najhitrejši z vmesnikom zaslona na dotik. Rezultati odgovorov o tem, s katerim vmesnikom uporabniki menijo, da so bili najhitrejši, so za lažjo ponazoritev in razumevanje prikazani na Sliki 17.

Od 22-ih uporabnikov, ki so glasovali, da so bili najhitrejši z vmesnikom računalniške miške, jih je bilo 21 res najhitrejših z glasovanim vmesnikom. En uporabnik je označil, da je bil najhitrejši z vmesnikom računalniške miške, vendar je bil najhitrejši z vmesnikom zaslona na dotik. Od štirih uporabnikov, ki so glasovali, da so bili najhitrejši z vmesnikom drsne ploščice, sta bila res najhitrejša z glasovanim vmesnikom le dva uporabnika. Ostala dva uporabnika sta bila najhitrejša z vmesnikom računalniške miške. Nihče od petih uporabnikov, ki so označili, da so bili najhitrejši z vmesnikom zaslona na dotik, ni bil s tem načinom res najhitrejši. Vseh pet je bilo najhitrejših z vmesnikom računalniške miške.

Pri zadnjem vprašanju vprašalnika – ali imajo uporabniki mogoče kakšno idejo za izboljšati katero od implementacij interakcij – so podali dva odgovora, in sicer:

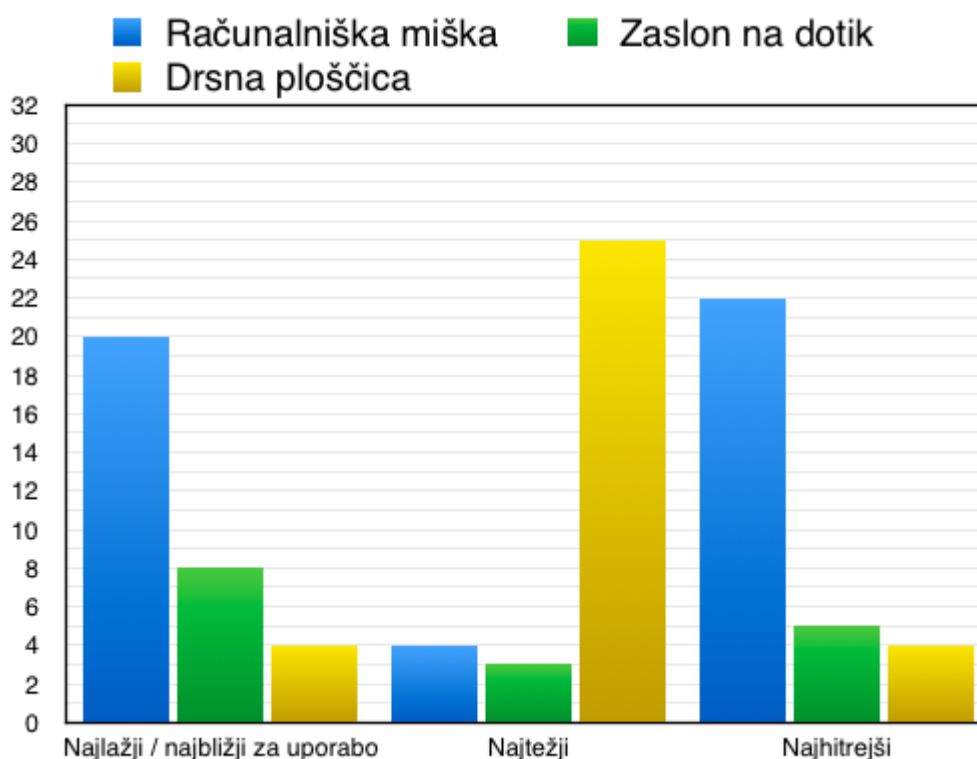
- drsna ploščica bi lahko bila bolj natančna in uporabniku bolj prijazna ter
- izboljšal bi kopiranje pri zaslonu na dotik, saj se mi zdi, da je prepočasno (kako izboljšati, pa ne vem).

Rezultati na Sliki 17 so bili pričakovani in se ujemajo z rezultati SUS vprašalnika ter rezultati, pridobljenimi s samodejnim zajemanjem časa reševanja posameznih nalog. Uporabniki so popolnoma enako ocenili, kateri vmesniki so jim najlažji/najbližji za uporabo (Slika 17 levo) ter s katerim vmesnikom se jim zdi, da so bili najhitrejši (Slika 17 desno). V obratnem sorazmerju je graf, v katerem so uporabniki ocenjevali, kateri vmesnik jim je bil najtežji v primeravi z ostalima dvema (Slika 17 sredina).

4.2 Rezultati samodejnega zbiranja podatkov

V tem delu bomo opisali rezultate, ki smo jih pridobili iz samodejnega zajemanja podatkov reševanja posameznih nalog preko vmesnikov na izdelani spletni aplikaciji. Podatke smo

najprej računalniško obdelali s pomočjo statističnih metod, da smo izvedeli, ali so pomembni (signifikantni).



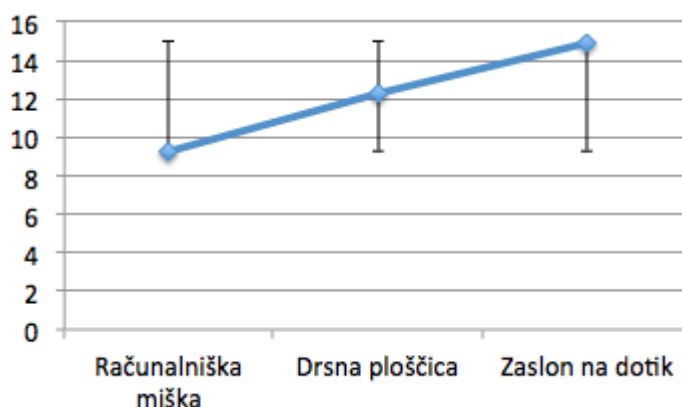
Slika 17: Primerjava grafov vmesnikov, označenih kot najlažji/najbližji za uporabo, najtežji in najhitrejši

Ker pri podatkih iz samodejnega pridobivanja podatkov (čas reševanja nalog na spletni aplikaciji) želimo primerjati več kot dve ujemajoči se skupini podatkov in ker imamo glavni podatek, ki nas je zanimal pri meritvah – čas (podatkovni tip razmerje, privzamemo, da velja normalnost – razporejenost populacije, iz katere smo pridobili podatke, je normalna), smo se odločili uporabiti statistični poizkus z imenom Repeated measures ANOVA. Analiza variance – ANOVA je eden najpogosteje uporabljenih statističnih preizkusov na področju interakcije človek–računalnik. Čeprav so metodo poimenovali analiza variance in je ANOVA metoda za primerjavo več linearnih modelov, se jo zelo pogosto uporablja za testiranje povprečnih vrednosti med več kot dvema skupinama podatkov. Repeated measures pomeni, da test vključuje dejstvo, da meritve opravljamo v različnih pogojih nad istimi anketiranci. ANOVA test vključuje nekaj predpostavk o naših podatkih:

- normalnost: razporejenost populacije, iz katere smo pridobili podatke, je normalna,
- homogenost varianc: variance vsake skupine si morajo biti dovolj podobne in
- podatkovni tip: odvisna spremenljivka mora biti intervalnega tipa ali razmerje.

Program SPSS nam kot rešitev poda dve pomembni tabeli. Prva tabela se imenuje Tests of Within-Subject Effects in nam pove, ali je med podatki na splošno bila pomembna razlika med povprečnimi vrednostmi med različnimi vmesniki. Ta podatek razberemo iz p vrednosti, ki mora biti manjša od 0.05, če želimo, da je razlika signifikantna. Če so rezultati iz tabele potrdili, da je razlika signifikantna, se lotimo nadaljnje raziskave, saj ne vemo natančno, kje prihaja do razlik v naših podatkih. Druga tabela predstavlja rezultate Bonferroni naknadnega testiranja. Tabela natančno predstavlja, med katerimi vmesniki je prišlo do pomembne razlike med povprečnimi vrednostmi.

ANOVA test s privzeto homogenostjo varianc (sfernost) je določil, da so se povprečne vrednosti časa reševanja nalog bistveno statistično razlikovale med posameznimi tipi vmesnikov ($p < 0.0005$). Naknadna testiranja z uporabo Bonferroni korekcije so pokazala, da se je čas reševanja nalog pomembno razlikoval med vmesnikoma zaslona na dotik in računalniške miške ($p < 0.0005$) ter med vmesnikoma drsne ploščice in računalniške miške ($p < 0.0005$). Čas reševanja nalog se je manj pomembno razlikoval (ampak še vedno precej) med zaslonom na dotik in drsno ploščico ($p = 0.009$)(Slika 18).



Slika 18: Graf razlikovanja povprečnega skupnega časa reševanja nalog med posameznimi vmesniki

Ker je bila razlika med povprečnim časom merjenja reševanja nalog dovolj pomenljiva, smo se odločili zadevo bolj podrobno raziskati in pognali ANOVA test nad vsako posamezno nalogo, da ugotovimo, kakšne so razlike med posameznimi vmesniki pri posameznih nalogah. Razlike med povprečnimi časi merjenja reševanja nalog so bile pri vseh nalogah pomembne, razen pri šesti nalogi (Tabela 3).

Tabela 3: Rezultati ANOVA poizkusa pri posameznih nalogah

	p
naloga 1	< 0.0005
naloga 2	0.001
naloga 3	< 0.0005
naloga 4	< 0.0005
naloga 5	0.002
naloga 6	0.175
naloga 7	0.049

Podrobneje smo si pogledali tudi, natančno med katerimi vmesniki je prišlo do pomembne razlike med povprečnim časom pri posamezni nalogi (Tabela 4).

4.2.1 Računalniška miška

Na Tabeli 4 je prikazan povprečen čas reševanja posamezne naloge pri vmesniku računalniške miške.

Tabela 4: Povprečen čas reševanja posamezne naloge pri vmesniku računalniške miške

Naloga 1	5,69 sekund
Naloga 2	11,39 sekund
Naloga 3	9,31 sekund
Naloga 4	6,96 sekund
Naloga 5	5.15 sekund
Naloga 6	12,81 sekund
Naloga 7	11,03 sekund

Tabela 5: Rezultati naknadnega testiranja z Bonferroni korekcijo nad posameznimi nalogami (zaradi podvajanja podatkov so podvajani podatki označeni z: /)

Naloga 1	Rač. Miška	Drсна. pl	Dotik	Naloga 3	Rač. miška	Drсна pl.	Dotik
Rač. miška	/	< 0.0005	0.001	Rač. miška	/	0.086	< 0.0005
Drсна pl.	/	/	1	Drсна pl.	/	/	< 0.0005
Naloga 2	Rač. miška	Drсна pl.	Dotik	Naloga 4	Rač. miška	Drсна pl.	Dotik
Rač. miška	/	0.311	0.005	Rač. miška	/	0.009	0.004
Drсна pl.	/	/	0.054	Drсна pl.	/	/	0.123
Naloga 5	Rač. miška	Drсна pl.	Dotik	Naloga 7	Rač. miška	Drсна pl.	Dotik
Rač. miška	/	0.003	0.003	Rač. miška	/	0.098	0.017
Drсна pl.	/	/	1	Drсна p.	/	/	1

4.2.2 Drсна ploščica

Na Tabeli 6 je prikazan povprečen čas reševanja posamezne naloge pri vmesniku zaslona na dotik.

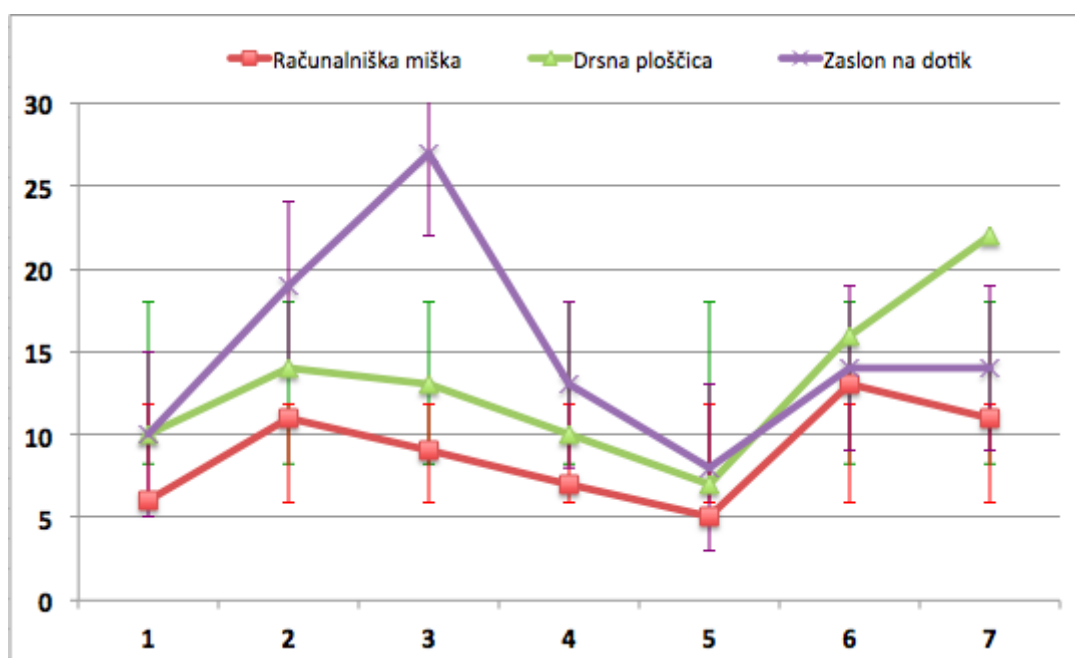
Tabela 6: Povprečen čas reševanja posamezne naloge pri vmesniku zaslona na dotik

Naloga 1	10,43 sekund
Naloga 2	18,75 sekund
Naloga 3	24,68 sekund
Naloga 4	12,61 sekund
Naloga 5	7,68 sekund
Naloga 6	13,68 sekund
Naloga 7	14,34 sekund

Uporabniki so skupno največ časa porabili za reševanje nalog pri vmesniku drsne ploščice (66 minut in 33 sekund), na drugem mestu je reševanje nalog pri vmesniku zaslona na

dotik (55 minut in 18 sekund), najmanj časa pa so porabili za reševanje nalog pri uporabi računalniške miške (32 minut in 33 sekund).

Graf na Sliki 19 predstavlja povprečno vrednost časa reševanja posamezne naloge za vsak vmesnik vhodno-izhodne naprave (računalniška miška, zaslon na dotik in drsna ploščica). Prav tako je ob vsaki povprečni vrednosti reševanja posamezne naloge dodana standardna deviacija. Standardna deviacija je grafična predstavitev variabilnosti podatkov in se jo uporablja za predstavitev napak in negotovosti v merjenih podatkih. Za prikaz odstopanja od povprečja smo si izbrali merilo standardne deviacije. Standardna deviacija je meritev, ki kvantificira stopnjo variacije oz. stopnjo razpršenosti podatkov. Majhna standardna deviacija pomeni, da so podatki blizu povprečne vrednosti. Velika standardna deviacija pa pomeni, da so podatki bolj razpršeni okoli povprečne vrednosti.



Slika 19: Prikaz povprečnih vrednosti časa reševanja posameznih nalog za posamezen vmesnik in stopnje napake standardne deviacije za vsako nalogo

5 RAZPRAVA

Iz zgornjih rezultatov smo od uporabnikov pridobili veliko informacij o težavah pri izvajanju določenih nalog ob brskanju po spletu s pomočjo treh izbranih vhodno-izhodnih naprav (računalniška miška, zaslon na dotik in drsna ploščica). Iz podatkov je razvidno, kaj uporabnike najbolj moti pri vsaki izmed prej naštetih vhodno-izhodnih naprav, kaj jim povzroča največ težav (katere naloge so najbolj kritične izmed sedmih izbranih) in kako bi lahko te težave odpravili (predlogi uporabnikov).

Vmesnik drsne ploščice je izmed izbranih treh vhodno-izhodnih naprav dosegel najslabše rezultate. Uporabniki so z njim porabili največ časa za reševanje nalog, dosegel pa je tudi najslabše ocene pri vprašalniku (SUS ocena 2,8 in 25 od 32-ih glasov kot najtežji vmesnik). Drsna ploščica se uporabnikom zdi zelo nenatančna, nepraktična, počasna in precej zahtevna za uporabo. Razlogov za takšen neuspeh je veliko. Glavni problem drsne ploščice je ta, da jo uporabniki čedalje manj uporabljajo (precej bolj pogosta je uporaba pametnih telefonov (zaslon na dotik) in uporaba računalniške miške pri uporabi prenosnikov ter v šolah na namiznih računalnikih) in so zato pri reševanju nalog med brskanjem po spletu precej počasnejši in bolj neizkušeni. Tehnološka izvedba same drsne ploščice na uporabljenem prenosniku je bila po oceni uporabnikov, pa tudi pri opazovanju interakcije slaba, saj se je pojavilo zatikanje med uporabo, uporabniki pa so njeno odzivnost označili kot zelo slabo. Tehnologija uporabljenega drsne ploščice na prenosniku je tehnologija zaznavanja upora in je zato za interakcijo potreben močnejši pritisk. Če uporabniki niso navajeni omenjene tehnologije, je izvedba nalog lahko zelo težavna, saj uporabnik potrebuje veliko časa, da se nauči, da je za izvedbo interakcije potrebno močnejše pritisniti. To je vidno tudi iz odgovorov uporabnikov o najtežji nalogi in iz izmerjenega časa reševanja nalog. Tudi sama velikost drsne ploščice se je uporabnikom zdela neustrezna oziroma premajhna. Uporabljena drsna ploščica je standardne velikosti in je uporabljena na vseh modelih prenosnikov uporabljenega proizvajalca. Uporabnike moti, da morajo za določene gibe in premike roko oddaljiti od drsne ploščice, premakniti roko ter jo nato ponovno položiti na drsno ploščico. Omenjeno ravnanje privede do tega, da zahteva od uporabnika malce več spretnosti pri reševanju nalog. Velika napaka je tudi ta, da različni proizvajalci nimajo enako implementiranih funkcionalnosti pri drsni ploščici (različna smer pomikanja prstov pri pomikanju gor–dol, povečevanje, različna izvedba gumbov, drsnikov, večdotične možnosti ...), kar privede pri uporabnikih do zmede in posledično do tega, da se izogibajo sami uporabi drsne ploščice. Uporabnikom se je s 16-imi od 32-ih glasov zdela najtežja naloga šest (povečevanje strani), kar so potrdili tudi rezultati merjenja časa. Druga naloga, ki se je uporabnikom zdela najtežja, je naloga sedem (premikanje po zemljevidu). Tudi čas merjenja je potrdil, da je bila to druga najtežja naloga. Naloga vsebuje podobne kombinacije premikanja prstov po drsni ploščici kot

povečevanje strani. Razlog za takšen neuspeh pri dotičnih nalogah je v tem, da je sama drsna ploščica nenatančna (počasna) in zelo nerodna. Tudi sama kombinacija premikov prstov za povečevanje strani (oddaljevanje dveh prstov – enega od drugega po drsni ploščici) je zelo nerodna (posledica zatikanja uporabe pri uporabljeni tehnologiji) in uporabnikom neintuitivna (uporabniki ne vedo, da deluje specifična kombinacija premikov prstov za izvedbo naloge tudi na drsni ploščici). Uporabnikom se je zdela najlažja naloga odpiranje povezave, saj je za rešitev naloge potreben le en klik na povezavo. Čas reševanja nalog pa je to mišljenje uporabnikov zavrnil. Uporabniki so bili najhitrejši pri nalogi pet (pomikanje levo–desno) in pri nalogi štiri (pomikanje gor–dol). Razlog za takšno razlikovanje med uporabniškimi glasovi in izmerjenim časom je ta, da je za rešitev nalog štiri in pet enaka kombinacija premikov prstov po drsni ploščici kot pri zaslonu na dotik, uporabniki pa so je vajeni iz vsakodnevne uporabe (na primer pomikanje gor–dol po TIMELINE na spletnih straneh socialnih omrežjih).

Najboljše rezultate je tako pri merjenju časa kot pri samem vprašalniku pridobil vmesnik računalniške miške (SUS ocena 4,5 in kar 20 od 32-ih glasov pri vprašanju, kateri vmesnik je bil najlažji/najbližji za uporabo). Rezultate lahko povežemo z dejstvom, da imajo uporabniki veliko izkušenj z uporabo računalniške miške (povprečno kar 15,25 let uporabe) in da so na delo z njo zelo navajeni. K velikemu številu let povprečne uporabe lahko pripišemo dejstvo, da so že vse osnovne šole opremljene z računalniško učilnico z namiznimi računalniki in se otroci zelo zgodaj začnejo učiti uporabe računalniške miške. Prav tako je delo z računalniško miško zelo natančno (zelo natančno lahko označimo, kateri del besedila želimo kopirati, kar je glavni problem pri zaslonu na dotik), ne zatika se in delo poteka gladko (eden glavnih problemov pri drsni ploščici). Uporabniki so pri uporabi računalniške miške imeli največ težav pri nalogi šest (povečevanje strani). Nalogo so označili kot najtežjo, kar je potrdil tudi čas reševanja nalog. Motilo jih je, da je za izvedbo naloge potrebna uporaba tipkovnice (držanje tipke “ctrl”) in da brez predhodnega branja navodil ni samoumevno, kako povečati stran. Naloga se jim je zdela zelo počasna. Motila jih je tudi poravnava strani, ki se je med povečavo strani obnašala nenavadno. Druga naloga, ki so jo uporabniki označili kot najtežjo, je naloga sedem (premiki po zemljevidu). To je potrdil tudi čas reševanja nalog. Za povečevanje zemljevida so izvajali pritiskanje na gumba + in -, namesto da bi približevanje izvedli s preprostim vrtenje sledilnega kolesčka. To je privedlo do velikega reševalnega časa sledeče naloge. Če izpustimo reševanje naslednjih nalog, je računalniška miška dosegla najboljše rezultate pri merjenju časa reševanja nalog (skupno 32 minut in 33 sekund). Uporabniki so menili, da je bila najlažja naloga odpiranje povezave, kar je potrdil tudi čas reševanja nalog. Druga naloga, ki se je uporabnikom zdela najlažja, je bila naloga štiri (pomikanje gor–dol), čas reševanja nalog pa je trditev zavrnil, saj so druge najboljše rezultate uporabniki dosegli pri nalogi pet (pomikanje levo–desno). Tak rezultat lahko pripišemo dejstvu, da so nalogo

lahko rešili le s preprostim premikom sledilnega koleščka ter s puščičnim kazalcem, postavljenim na drsnem traku, in da so podobno reševali v prejšnji nalogi ter tako vedeli, kaj natančno morajo narediti.

Sledi vmesnik, ki je zelo priljubljen med uporabniki, vendar pa je dosegel srednje dobre rezultate. Vmesnik zaslona na dotik je dobil dobre rezultate pri vprašalniku (SUS rezultat 4,1 in bil kar z 8-imi od 32-ih odgovorov označen kot najlažji/najbližji vmesnik), vendar pa je dosegal slab čas pri reševanju posameznih nalog (skupno kar 55 minut in 18 sekund). Take rezultate lahko pripišemo dejstvu, da je zaslon na dotik zelo priljubljen med uporabniki, saj ga vsakodnevno zelo veliko uporabljajo. Slab reševalni čas pa lahko v tem primeru pripišemo dejstvu, da so nekatere naloge na zaslonu na dotik slabo implementirane (recimo nenatančno kopiranje besedila) in temu, da uporabniki določenih nalog (označevanje, kopiranje) ne uporabljajo pogosto ter so zaradi tega pri teh nalogah precej počasni. Uporabnikom sta se zdeli najtežji nalogi tri (kopiranje besedila) in dve (kopiranje spletne lokacije slike), kar je potrdil tudi čas reševanja nalog. Razlog za take rezultate je v tem, da je označevanje besedila pri kopiranju besedila zelo zahtevno in nenatančno ter da uporabniki niso vedeli, kateri gumb pritisniti za kopiranje besedila. Uporabnikom se je zdela najlažja naloga odpiranje povezave, vendar je čas reševanja nalog pokazal, da so bili najhitrejši pri nalogi pet (pomikanje levo–desno). Razlog za tak rezultat gre iskati v tem, da se je uporabnikom sicer navidezno zdela najlažja naloga ena (odpiranje povezave), in sicer zaradi enostavnega pritiska na besedilo, vendar pa so zaradi izkušenj in vsakodnevne uporabe (pomikanje gor–dol ter levo–desno po TIMELINE na spletnih omrežjih) dosegli boljše rezultate pri nalogi pet (pomikanje levo–desno).

Zanimive so razlike med ocenami uporabnosti vmesnikov in časom reševanja nalog. Vmesnik drsne ploščice je dobil najslabše ocene pri SUS vprašalniku, vendar so uporabniki z njim bili hitrejši kot z vmesnikom zaslona na dotik, ki je dosegel odlične ocene pri SUS vprašalniku. Razlog za tak rezultat je, da uporabniki niso navajeni uporabljati zaslona na dotik za določene naloge (kopiranje besedila, premikanje po zemljevidu) in so zato zelo počasni pri reševanju, kar se doda k zamujenemu času zaradi nenatančnosti vmesnika in privede do najpočasnejših rezultatov. Najmanjši razkorak med časom reševanja nalog in oceno uporabnosti je dosegel vmesnik računalniške miške, ki je dosegel najboljši čas tako pri reševanju nalog kot tudi pri SUS vprašalniku.

V grafu povprečnih vrednosti reševanja posameznih nalog pri posameznih vmesnikih (Slika 26) je prišlo do zelo velikih razlik pri drugi, tretji in sedmi nalogi. Pri drugi in tretji nalogi (kopiranje spletne lokacije slike in kopiranje besedila) je prišlo do največje razlike, saj je bil povprečni čas, ki so ga uporabniki porabili za reševanje nalog, zelo dolg pri vmesniku zaslona na dotik proti drugima dvema izbranim vmesnikoma. Razlog je ta, da

sta dotični nalogi bili izbrani za najtežji nalogi pri vmesniku zaslona na dotik, in ta, da vključujeta najbolj pogost problem zaslona na dotik – nenatančnost (težko kopiranje besedila in premikanje puščic zajetega besedila). Pri sedmi nalogi (premikanje po zemljevidu) je bil povprečni čas reševanja naloge bistveno višji od ostalih dveh pri vmesniku drsne ploščice. Razlog takšnega rezultata lahko pripišemo dejstvu, da je uporabnike zelo motilo zatikanje drsne ploščice med povečevanjem strani (ista izvedba pri povečevanju zemljevida). Drugi razlog je ta, da niso vedeli, da kombinacija premikov prstov za hitrejšo povečevanje strani deluje tudi pri povečevanju zemljevida in so zaradi tega uporabljali gumba plus in minus.

Pri nalogi ena (odpiranje povezave) je bila največja razlika med vmesnikoma računalniške miške in drsne ploščice, saj uporabniki pri drsni ploščici niso vedeli, da obstaja kombinacija premikov prstov za pomikanje navzdol po spletni strani. Pri nalogi tri (kopiranje besedila) je prišlo do velikih razlik med vmesnikom zaslona na dotik in obema drugima vmesnikoma, saj je kopiranje besedila predstavljalo največjo težavnost pri vmesniku zaslona na dotik zaradi nenatančnosti in neuporabljenosti med uporabniki. Pri nalogah štiri in pet (pomikanje gor–dol in levo–desno) je prišlo do velikih razlik med vmesnikom drsne ploščice in ostalih dveh vmesnikov, saj uporabniki niso vedeli, ali deluje kombinacija premikov prstov za premikanje gor–dol in levo–desno tudi na uporabljenem prenosniku, in so zaradi tega bili počasni.

Pri primerjavi grafov nalog, označenih za najlažje pri vseh vmesnikih skupaj (Slika 16), vidimo, da so se vsi uporabniki strinjali, da sta jima najlažji bili naloga ena (odpiranje povezave) in naloga štiri (pomikanje gor–dol). Nalogi sta se zdeli uporabnikom lahki, ker sta zelo preprosti in ju vsakodnevno največ uporabljajo pri brskanju po spletu. Graf nalog, označenih kot najtežje za vse vmesnike skupaj (Slika 17), je precej bolj razpršen kot graf za naloge, označene kot najlažje. Razlog je v tem, da ima vsak vmesnik določene pomankljivosti, ki vplivajo na brezskrbno reševanje določenih nalog (nenatančnost, zatikanje ...), zaradi česar je tudi graf tako razvejan.

6 ZAKLJUČEK

Iz zaključne naloge smo izvedeli, da se zaradi same mobilnosti in priljubljenosti uporabniki najraje odločajo za brskanje po spletu s pomočjo zaslona na dotik (mobilni aparati, tablice ...). Iz zajetih kvalitativnih podatkov smo tudi poskusili izluščiti predlagane rešitve za obstoječe probleme pri določenih načinih interakcije. Čeprav imajo uporabniki z zaslonom na dotik najmanj let izkušenj uporabe, so dosegli srednje dobre rezultate reševanja nalog (le malo slabše rezultate kot z vmesnikom računalniške miške). Za izboljšanje uporabe zaslonov na dotik bi proizvajalci programske opreme morali uporabnikom nuditi prijaznejši uporabniški vmesnik (izboljšana natančnost, bolj razumljive kombinacije premikov prstov, bolj razumljiv vmesnik), saj so uporabniki nezadovoljni z večino nalog, ki jih morajo opraviti na samih zaslonih na dotik. Prav tako bi se proizvajalci morali poenotiti, saj raznolikost vmesnikov produktov (pa četudi tako majhna) privede uporabnike do velike zmede. Naloge, ki so pri vmesniku zaslona na dotik uporabnikom povzročale največ težav (najdaljši čas reševanja nalog, mnenja uporabnikov v anketi), so kopiranje besedila, kopiranje spletne lokacije slike in premiki po zemljevidu.

Uporabniki se najmanj radi odločijo za brskanje po spletu z uporabo drsne ploščice. Prvi razlog za tako izbiro je ta, da imamo pri prenosnih računalnikih možnost priklopiti tudi računalniško miško, s katero imajo uporabniki največ izkušenj, zaradi česar so pri delu z njo bolj samozavestni. Uporabnike pri drsni ploščici najbolj moti sama odzivnost (zatikanje drsne ploščice, počasna odzivnost), razlikovanje kombinacij premikov prstov med posameznimi proizvajalci (smer premikanja prstov za pomikanje strani gor–dol) in premajhna velikost drsne ploščice. Zgornje težave bi proizvajalci lahko izboljšali z boljšo kakovostjo izdelave drsne ploščice, poenotenostjo implementacije kombinacij premikov prstov drsne ploščice med vsemi proizvajalci na tržišču ter povečano velikostjo drsne ploščice.

Naloge, ki so pri vmesniku drsne ploščice uporabnikom povzročale največ težav (najdaljši čas reševanja nalog, mnenja uporabnikov v anketi), so kopiranje besedila, kopiranje spletne lokacije slike in povečevanje strani.

Najboljše rezultate je dosegla računalniška miška. Slednje lahko pripišemo dejstvu, da imajo uporabniki z njo največ izkušenj uporabe in so se zaradi takratnega pomanjkanja ostale tehnologije privadili na določene napake. Naloge, ki so pri vmesniku računalniške miške uporabnikom povzročale največ težav (najdaljši čas reševanja nalog, mnenja uporabnikov v anketi), so povečevanje strani in premiki po zemljevidu. Razlog omenjenih problemov tiči v tem, da je vmesnik za reševanje nalog nenatančen, sama rešitev nalog ni samoumevna, za reševanje nalog pa je potrebna tudi uporaba tipkovnice. Uporabniki so za

rešitev povečevanja strani predlagali, da bi bilo implementirano s pritiskom na sledilni kolesček ter premikanjem sledilnega kolesčka gor in dol.

Zaslon na dotik je dosegel srednje dobre rezultate. Bil je zelo priljubljen med uporabniki, vendar je dosegel slab reševalni čas nalog, in sicer zaradi pomanjkanja števila let uporabe ter nenatančnosti vmesnika pri določenih nalogah.

V prihodnosti bo zaslon na dotik dosegal vedno boljše rezultate, saj ga uporabniki začenjajo uporabljati vedno bolj zgodaj v otroštvu. Dokazano je bilo, da je 36 odstotkov anketiranih otrok uporabljalo zaslon na dotik pred svojim prvim rojstnim dnevom [14]. Prav tako v nižjih razredih osnovnih šol uveljavljajo v izobraževanje tudi tablične računalnike z zaslonom na dotik, preko katerih se otroci lahko na zabaven način učijo [15]. Prav tako so otroci zamenjali normalne igrače za igranje v prostem času z zasloni na dotik [16].

Iz zaključne naloge smo pridobili zelo veliko koristnih informacij iz področja treh vhodno-izhodnih naprav. Mislimo, da bi lahko predlagane rešitve in pridobljena problematika zelo koristile vsakemu proizvajalcu vhodno-izhodne tehnologije, saj bi s tem lahko izboljšali uporabniško izkušnjo. Prav tako bi predlagali poenotenje tehnologij med posameznimi proizvajalci, vendar se zavedamo, da je to iz marketinškega vidika zelo težko dosegljivo. Ugotovili smo tudi, da vmesniki niso povsem zamenljivi, saj se vsak od njih izkaže manj/bolj primeren za opravljanje določenih nalog ali uporabo v specifičnih situacijah. Glede na navedeno lahko zaključimo, da je izbira vmesnika odvisna od načina uporabe naprave in da bi bilo v prihodnosti smiselno več poudarka nameniti integraciji več senzorjev. Prav tako bi s povečanjem poučevanja o uporabi vseh treh vmesnikov in izboljšavi na področju izdelave in implementacije delovanja vmesnikov z leti bistveno izboljšali dobljene rezultate.

S pridobljeno raziskavo in podatki se zavedamo problematike ter upamo, da se bodo s pomočjo zaključne naloge določene napake odpravile.

7 LITERATURA IN VIRI

- [1] A. Dix, J. Finlay, G. Aboud in R. Beale, *Human-Computer Interaction* (3rd Edition), PRENTICE HALL (2004).
- [2] J. Copping, *Briton: I invented the computer mouse 20 years before the Americans*, 11. 7. 2013. Dostopno 2. 7. 2016 na: <http://www.telegraph.co.uk/technology/news/10174366/Briton-I-invented-the-computer-mouse-20-years-before-the-Americans.html>.
- [3] B. Edwards, *The computer mouse turns 40*, (9. 12. 2008). Dostopno 1. 7. 2016 na: <http://www.macworld.com/article/1137400/input-devices/mouse40.html>.
- [4] C. P. Thacker, E. M. Mccreight, B. W. Lampson, R. F. Sproull in D. R. Boggs, *Alto: A personal computer*, CSL-79-11 (1979). Dostopno 1. 7. 2016 na: <http://research.microsoft.com/en-us/um/people/blampson/25-Alto/25-Alto.pdf>.
- [5] APOLLO COMPUTER INC., *Getting started with your DOMAIN system*, Chelmsford (1985). Dostopno 1. 7. 2016 na: http://www.tenox.net/docs/apollo/Apollo_Getting_Started_With_Your_DOMAIN_System.pdf.
- [6] P. Lemmons, *The Gavilan Mobile Computer*, SAN FRANCISCO (1983). Dostopno 1.7.2016 na: http://archive.org/stream/byte-magazine-1983-06/1983_06_BYTE_08-06_16-Bit_Designs#page/n75/mode/2up.
- [7] E. A. Johnson, *Touch Display – A novel input/output device for computers*, Electronics Letters 1 (8): 219–220. doi:10.1049/el:19650200 (1965).
- [8] CERN DOCUMENT SERVER, *Another of CERN's many inventions! – CERN Document Server* (2015).
- [9] W. Sorlie, *Basic Medical Sciences PLATO IV Project – An Evaluation*, Journal of Computer-Based Instruction (CIJE)(1979).
- [10] T. Oakeki, *Sega graphic Board* (1985). Dostopno 1. 7. 2016 na: <http://www.smspower.org/Articles/TerebiOekaki>.
- [11] A. Lafrance, *How many websites are there?* (2015). Dostopno 1. 7. 2016 na: <http://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/09/how-many-websites-are-there/408151/>.
- [12] INTERNET WORLD STATS, *Internet Users in the World by Regions* (1. 6. 2016). Dostopno 1. 7. 2016 na: <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>.
- [13] J. Mander, *Daily time spent on social network rises to 1.72 hours* (26. 1. 2015). Dostopno 3. 7. 2016 na: <http://www.globalwebindex.net/blog/daily-time-spent-on-social-networks-rises-to-1-72-hours>.
- [14] A. Cristia, A. Seidl, *Parental Reports on Touch Screen Use in Early Childhood* (17. 6. 2015). Dostopno 3. 7. 2016 na: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4470913/>.

[15] C. Dillow, *Students learn better with star trek – style touchscreen desks* (27. 11. 2012). Dostopno 5. 7. 2016 na: <http://www.popsoci.com/science/article/2012-11/classroom-future-turns-desks-multi-user-touchscreen-tablets>.

[16] M. Prigg, *How the iPad replaced the toy chest: Researchers find children play with touchscreens more than traditional toys* (21. 2. 2014). Dostopno 3. 7. 2016 na: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2565061/How-iPad-replaced-toy-chest-Researchers-children-play-touchscreens-traditional-toys.html>

PRILOGE

PRILOGA A: VPRAŠALNIK O UPORABI INTERAKCIJE Z RAZLIČNIMI NAPRAVAMI

Vprašalnik o uporabi interakcije z različnimi vhodnimi napravami

Spodaj podpisani _____ se strinjam, da se lahko moji podatki anonimizirano uporabijo v znanstvene namene.

Starost: _____

Spol: M Ž

Število let uporabe računalniške miške: _____

Število let uporabe drsne ploščice (prenosniki): _____

Število let uporabe zaslona na dotik (pametni telefoni, tablice): _____

Vprašalnik je sestavljena iz treh delov. Za vsak način interakcije (miška, sledilna ploščica, zaslon na dotik) izpolnete svoj vprašalnik. Na koncu je še nekaj splošnih vprašanj. V naprej se vam zahvaljujemo za vaš čas in napisane odgovore. Na koncu študije vas čaka manjša nagrada.

Podpis: _____

Vprašanja pri uporabi računalniške miške:

Pri vsakem vprašanju obkrožite številko od 1 (se nikakor ne strinjam) do 5 (se popolnoma strinjam).

1.	Menim, da bi interakcijo z miško z veseljem uporabljal pogosto.	1	2	3	4	5
2.	Menim, da je delo z miško preveč zahtevno.	1	2	3	4	5
3.	Uporaba miške se mi je zdela preprosta.	1	2	3	4	5
4.	Menim, da bi pri uporabi miške potreboval tehnično pomoč.	1	2	3	4	5
5.	Menim, da interakcija pri različnih nalogah zahteva podobne spretnosti.	1	2	3	4	5
6.	Menim, da je interakcija pri različnih nalogah zahteva različne spretnosti.	1	2	3	4	5
7.	Menim, da bi se večina uporabnikov hitro naučila uporabe miške.	1	2	3	4	5
8.	Upravljanje miške se mi je zdelo zelo težavno.	1	2	3	4	5
9.	Menim, da upravljam z miško zelo samozavestno.	1	2	3	4	5
10	Pred uporabo interakcije z miško sem se moral/a veliko naučit. Zakaj? _____	1	2	3	4	5

<p>Katera naloga je bila najtežja?</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1. Odpiranje povezave • 2. Kopiranje spletne lokacije slike • 3. Kopiranje besedila • 4. Pomikanje gor-dol • 5. Pomikanje levo-desno • 6. Povečevanje strani • 7. Premiki po zemljevidu <p>Zakaj? _____</p>	<p>Katera naloga je bila najlažja?</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1. Odpiranje povezave • 2. Kopiranje spletne lokacije slike • 3. Kopiranje besedila • 4. Pomikanje gor-dol • 5. Pomikanje levo-desno • 6. Povečevanje strani • 7. Premiki po zemljevidu <p>Zakaj? _____</p>
--	--

<p>Ali ste morda kakšno nalogo izpustili, če katero?</p> <p>_____</p>	<p>Zakaj?</p> <p>_____</p>
---	----------------------------

Vprašanja pri uporabi drsne ploščice:

Pri vsakem vprašanju obkrožite številko od 1 (se nikakor ne strinjam) do 5 (se popolnoma strinjam).

1.	Menim, da bi interakcijo z drsno ploščico z veseljem uporabljal pogosto.	1	2	3	4	5
2.	Menim, da je delo z drsno ploščico preveč zahtevno.	1	2	3	4	5
3.	Uporaba drsne ploščice se mi je zdela preprosta.	1	2	3	4	5
4.	Menim, da bi pri uporabi drsne ploščice potreboval tehnično pomoč.	1	2	3	4	5
5.	Menim, da interakcija pri različnih nalogah zahteva podobne spretnosti.	1	2	3	4	5
6.	Menim, da je interakcija pri različnih nalogah zahteva različne spretnosti.	1	2	3	4	5
7.	Menim, da bi se večina uporabnikov hitro naučila uporabe drsne ploščice.	1	2	3	4	5
8.	Upravljanje drsne ploščice se mi je zdelo zelo težavno.	1	2	3	4	5
9.	Menim, da upravljam z drsno ploščico zelo samozavestno.	1	2	3	4	5
10	Pred uporabo interakcije z drsno ploščico sem se moral/a veliko naučit. Zakaj? _____	1	2	3	4	5

<p>Katera naloga je bila najtežja?</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1. Odpiranje povezave • 2. Kopiranje spletne lokacije slike • 3. Kopiranje besedila • 4. Pomikanje gor-dol • 5. Pomikanje levo-desno • 6. Povečevanje strani • 7. Premiki po zemljevidu <p>Zakaj? _____</p>	<p>Katera naloga je bila najlažja?</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1. Odpiranje povezave • 2. Kopiranje spletne lokacije slike • 3. Kopiranje besedila • 4. Pomikanje gor-dol • 5. Pomikanje levo-desno • 6. Povečevanje strani • 7. Premiki po zemljevidu <p>Zakaj? _____</p>
--	--

<p>Ali ste morda kakšno nalogo izpustili, če katero?</p> <p>_____</p>	<p>Zakaj?</p> <p>_____</p>
---	----------------------------

Vprašanja pri uporabi zaslona na dotik:

Pri vsakem vprašanju obkrožite številko od 1 (se nikakor ne strinjam) do 5 (se popolnoma strinjam).

1.	Menim, da bi interakcijo z zaslonom na dotik z veseljem uporabljal pogosto.	1	2	3	4	5
2.	Menim, da je delo z zaslonom na dotik preveč zahtevno.	1	2	3	4	5
3.	Uporaba zaslona na dotik se mi je zdela preprosta.	1	2	3	4	5
4.	Menim, da bi pri uporabi zaslona na dotik potreboval tehnično pomoč.	1	2	3	4	5
5.	Menim, da interakcija pri različnih nalogah zahteva podobne spretnosti.	1	2	3	4	5
6.	Menim, da je interakcija pri različnih nalogah zahteva različne spretnosti.	1	2	3	4	5
7.	Menim, da bi se večina uporabnikov hitro naučila uporabe zaslona na dotik.	1	2	3	4	5
8.	Upravljanje zaslona na dotik se mi je zdelo zelo težavno.	1	2	3	4	5
9.	Menim, da upravljam z zaslonom na dotik zelo samozavestno.	1	2	3	4	5
10	Pred uporabo interakcije z zasl. na dotik sem se moral/a veliko naučit. Zakaj? _____	1	2	3	4	5

<p>Katera naloga je bila najtežja?</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1. Odpiranje povezave • 2. Kopiranje spletne lokacije slike • 3. Kopiranje besedila • 4. Pomikanje gor-dol • 5. Pomikanje levo-desno • 6. Povečevanje strani • 7. Premiki po zemljevidu <p>Zakaj? _____</p>	<p>Katera naloga je bila najlažja?</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1. Odpiranje povezave • 2. Kopiranje spletne lokacije slike • 3. Kopiranje besedila • 4. Pomikanje gor-dol • 5. Pomikanje levo-desno • 6. Povečevanje strani • 7. Premiki po zemljevidu <p>Zakaj? _____</p>
--	--

<p>Ali ste morda kakšno nalogo izpustili, če katero?</p> <p>_____</p>	<p>Zakaj?</p> <p>_____</p>
---	----------------------------

S katerim vmesnikom se vam zdi, da ste bili najhitrejši?

- Miška
- Drsna ploščica
- Zaslon na dotik

Kateri vmesnik vam je najbližje – najlažji za uporabo – in zakaj?

Kateri vmesnik vam je povzročal največ težav in zakaj?

Ali se vam je morda katero od navodil bilo nejasno/nerazumljivo, če katero?

- 1. Odpiranje povezave
- 2. Kopiranje spletne lokacije slike
- 3. Kopiranje besedila
- 4. Pomikanje gor-dol
- 5. Pomikanje levo-desno
- 6. Povečevanje strani
- 7. Premiki po zemljevidu

Imate mogoče kakšno idejo za izboljšati katero od implementacij interakcij?
