

UNIVERZA V LJUBLJANI  
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Vid Trtnik

**Vpliv uporabniškega vmesnika pri  
igranju igre na telefonih**

DIPLOMSKO DELO

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM  
PRVE STOPNJE  
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: izr. prof. dr. Iztok Lebar Bajec

SOMENTOR: doc. dr. Jure Demšar

Ljubljana, 2019

COPYRIGHT. Rezultati diplomske naloge so intelektualna lastnina avtorja in Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Za objavo in koriščenje rezultatov diplomske naloge je potrebno pisno privoljenje avtorja, Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.

*Besedilo je oblikovano z urejevalnikom besedil L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.*

Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Tematika naloge:

Pri igranju video igre na igralni konzoli oziroma računalniku uporabnik svoj lik običajno nadzoruje s fizičnimi kontrolami (miška, tipkovnica, nadzorna palica, ...). Skozi svoja čutila ima tako igralec stalno informacijo o položaju svojih prstov in o stanju tipk ter ostalih elementov s katerimi upravlja igro. Pri mobilnih igrah so kontrole običajno implementirane skozi grafične uporabniške vmesnike prikazane na zaslonih na dotik. Pri tovrstni implementaciji ima uporabnik precej slabšo informacijo o trenutnem stanju kontrol, zaradi tega trpita tako nadzor nad likom, kot uporabniška izkušnja pri igranju. Namen naloge je implementirati različne tipe uporabniških vmesnikov, za nadzor likov pri mobilnih igrah ter preveriti kateri omogočajo uporabnikom najboljši nadzor ter izkušnjo pri igranju igre.



# Kazalo

Povzetek

Abstract

<b>1</b>	<b>Uvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Načrtovanje uporabniških vmesnikov v mobilnih igrah in aplikacijah</b>	<b>3</b>
2.1	Google Material Design . . . . .	4
2.2	Uporabniški vmesniki v igrah . . . . .	4
2.3	Smernice za razvoj uporabniških vmesnikov v igrah . . . . .	6
2.4	Trenutni trendi pri implementaciji uporabniških vmesnikov v igrah . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Mobilna igra Dejavu3x</b>	<b>15</b>
3.1	Implementacija različnih tipov uporabniških vmesnikov . . . . .	16
3.2	Oblika podatkov . . . . .	18
3.3	Zaznavanje pritiskov na zaslonu . . . . .	20
3.4	Obdelava zbranih podatkov . . . . .	21
<b>4</b>	<b>Analiza in vizualizacija podatkov</b>	<b>23</b>
4.1	Vpliv vmesnika na čas za dokončanje nivoja . . . . .	23
4.2	Število izgubljenih življenj glavnega lika . . . . .	24
4.3	Število zgrešenih gumbov . . . . .	25
4.4	Ocene uporabniških vmesnikov . . . . .	27

4.5	Privajanje na lepljive tipke . . . . .	27
4.6	Vpliv prosojnosti gumbov . . . . .	28
4.7	Pomembnost povratnega odziva . . . . .	29
4.8	Polja intenzivnosti . . . . .	30
<b>5</b>	<b>Zaključek</b>	<b>35</b>
	<b>Literatura</b>	<b>37</b>

# Seznam uporabljenih kratic

kratica	angleško	slovensko
<b>UI</b>	user interface	uporabniški vmesnik
<b>UX</b>	user experience	uporabniška izkušnja
<b>HUD</b>	Heads-up Display	polprosojni prikazovalnik



# Povzetek

**Naslov:** Vpliv uporabniškega vmesnika pri igranju igre na telefonih

**Avtor:** Vid Trtnik

V igrah za pametne telefone so kontrole običajno implementirane skozi grafične uporabniške vmesnike prikazane na zaslonu na dotik. V diplomski nalogi sem raziskal vpliv različnih postavitev gumbov in kontrol na uspešnost pri igranju iger na pametnih telefonih. Razvil sem igro Dejavu3x, ki ima vgrajen sistem telemetrije za zbiranje podatkov o uporabi različnih tipov vmesnikov in vsebuje anketo o uporabniški izkušnji pri igranju. Pridobljene podatke sem analiziral in ustvaril različne vizualizacije, grafe ter polja intenzivnosti dotikov za vsak vmesnik. Na podlagi rezultatov sem povzel značilnosti dobrih uporabniških vmesnikov v igrah za pametne telefone.

**Ključne besede:** uporabniški vmesnik, računalniške igre, pametni telefon, Android.



# Abstract

**Title:** Influence of Controllers on Gameplay in Mobile Games

**Author:** Vid Trtnik

In video games for mobile phones, controls are usually implemented through the graphical user interfaces shown on the touch screen displays. In my thesis, I have researched the effect of different interface layouts on the player's success in the game. I have developed an arcade game Dejavu3x, which has an integrated telemetry system for collecting data about the interface usage and includes a survey about the player's experience. I have analysed the collected data and have drawn various visualizations, graphs, and heatmaps for all types of interfaces. Based on the gathered results, I have drafted some general suggestions about a quality user interface design in mobile games.

**Keywords:** user interface, computer games, smartphone, Android.



# Poglavje 1

## Uvod

Pametni telefoni so v zadnjih letih postali bolj zmogljivi in finančno dostopni, kar ima velik vpliv na razvoj mobilnih iger. Na pametnih napravah lahko danes poganjamo vsebine, ki so po strojni zahtevnosti in grafični podobi primerljive s tistimi na igralnih konzolah in računalnikih.

Iznajdba pametnih telefonov je omogočila, da so danes kvalitetne in moderne igre uporabnikom na voljo kjerkoli in kadarkoli. Pred tem so bile igranju iger namenjene prenosne igralne konzole, kot so GameBoy, Nintendo 3DS in Playstation Vita. Njihov vmesnik sestavljajo fizični gumbi in manjši zaslon, pogosto večdotičen, ki služi za dvosmerno komunikacijo med igralcem in igro. Grafični uporabniški vmesnik je sestavljen iz velikih ikon in jasnih pisav, po čemer so se zgledovali tudi snovalci novejših mobilnih naprav.

Pametni telefoni v primerjavi z ročnimi konzolami niso bili namenjeni igranju iger. Razlikujejo se po strojni zmogljivosti, po drugačnem operacijskem sistemu in nameščeni programski opremi. Praviloma nimajo fizičnih gumbov, izjema sta le gumba za glasnost in vklop. Vsem pa je skupen kapacitivni zaslon na dotik, ki je pogosto tudi edini način vnosa. Zato se razvijalci mobilnih aplikacij in iger soočajo s številnimi izzivi. Ena izmed njihovih glavnih nalog je ustvariti odziven, intuitiven in preprost grafični vmesnik, ki bo kar najbolje izkoristil tako prednosti kot slabosti pametnih naprav in ustrežal vsem uporabnikom. Pomanjkanje fizičnih gumbov lahko nadomestimo z

gumbi, narisanimi na zaslonu, ali pa z uporabo senzorjev, kot so giroskop ali merilnik pospeška, ki prav tako omogočajo upravljanje iger ali aplikacij. V svoji diplomski nalogi sem se osredotočil predvsem na grafični uporabniški vmesnik pri mobilnih igrah ter na različne implementacije gumbov in postavitev grafičnih elementov na zaslonu.

V sklopu diplomske naloge sem razvil arkadno igro Dejavu3x za telefone Android, v kateri so implementirani različni načini vnosa za upravljanje igre. Igra omogoča enostavno pridobivanje povratnega odziva igralcev in statističnih podatkov o igranju. S pomočjo dobljenih rezultatov sem opredelil vpliv različnih uporabniških vmesnikov na igralno izkušnjo uporabnika in uspešnost v igri.

V 2. poglavju so predstavljeni trenutni trendi priimplementaciji uporabniških vmesnikov za platformo Android. Opisani so vmesniki najbolj priljubljenih iger v spletni trgovini Google Play. V nadaljevanju diplomskega dela sem analiziral najbolj uporabne komentarje igralcev in njihove povratne odzive glede uporabniškega vmesnika za nadzor igre. V 3. poglavju je opisana igra, ki sem jo razvil v sklopu diplomske naloge. Predstavljena je tudi tehnologija, s katero sem izdelek izdelal in postopek pridobivanja podatkov o igranju in uporabi različnih uporabniških vmesnikov. V 4. poglavju so prikazani rezultati raziskave ter analiza ankete o uporabniških vmesnikih, ki jo je moral izpolniti vsak igralec. V zadnjem poglavju je predstavljen doprinos mojega diplomskega dela.

## Poglavje 2

# Načrtovanje uporabniških vmesnikov v mobilnih igrah in aplikacijah

Uporabniški vmesnik predstavlja vezni člen med uporabnikom in računalniškim sistemom [9]. Je del aplikacije, ki ga uporabnik vidi in je z njim v interakciji. Ima pomemben vpliv na uporabniško izkušnjo (angl. user experience ali UX), ki jo Štukovnik [8] opiše kot skupek čustev in občutij, ki jih v uporabniku vzpodbudi interakcija z določeno aplikacijo ali igro. Opisuje uporabnikovo počutje med uporabo, pa tudi po uporabi določenega produkta. Ima vpliv na priljubljenost posamezne aplikacije in s tem posredno na dobiček, ki ga le-ta prinese.

Načrtovanje uporabniškega vmesnika za mobilne naprave je zapleteno, saj imamo opravka z napravami različnih velikosti, oblik in zmogljivosti. Uporabniki se razlikujejo po starosti in računalniški pismenosti, njihove želje in potrebe pa se s časom spreminjajo. Razvijalci mobilne programske opreme so se začeli zavedati, da potrebujejo enoten standard, ki bo določal celotno vizualno podobo aplikacij in bo primeren za širši krog uporabnikov.

Smernice za oblikovanje vmesnikov na operacijskih sistemih Android in iOS so se pojavile po letu 2010. Na pametnih napravah prevladujeta Google

Material Design in Flat Design. Čeprav imata različna oblikovalska pravila, strojne zahteve in vizualne standarde, oba zagotavljata dobro izkoriščenost zaslonov na dotik ter izboljšanje uporabniške izkušnje. Ker se v diplomski nalogi osredotočam predvsem na uporabniške vmesnike za telefone Android, bom v nadaljevanju podrobneje opisal Material Design, ki je na teh sistemih najbolj podprt in razširjen.

## 2.1 Google Material Design

Material Design [6] je zbirka oblikovnih filozofij podjetja Google. Izšel je leta 2014 in hitro postal popularen med programerji in oblikovalci uporabniških vmesnikov v mobilnih aplikacijah. Temelji na principu materiala, ki si ga lahko predstavljamo kot prilagodljiv list papirja. Papir ima površino, ki odbija svetlobo in meče sence. Material pa poleg tega lahko spreminja položaj, obliko in velikost ter se zliva z drugimi materiali. Conner [2] meni, da Material Design predstavlja pomemben mejnik pri razvoju mobilnih vmesnikov za aplikacije. Material Design za vsak gradnik uporabniškega vmesnika postavlja pravila oziroma priporočila. Oblikovalcem omogoča, da lahko ustvarijo unikatno in izvirno podobo aplikacije. Prednost takega pristopa je, kot meni Conner [2], poenotena uporabniška izkušnja na različnih napravah. Material Design namreč upošteva različne velikosti in ločljivosti zaslonov na pametnih telefonih in zagotavlja, da so gradniki uporabniškega vmesnika prikazani čim bolj optimalno.

## 2.2 Uporabniški vmesniki v igrah

Pri razvoju mobilnih iger obstajajo različne smernice za oblikovanje uporabniškega vmesnika v igrah. Ta je namreč odvisen od žanra igre, ciljne publike in finančnih sredstev, ki so na voljo za razvoj. Na področju mobilnih iger nekateri avtorji uporabljajo različno terminologijo. Godbold [4] ločeno definira UI (uporabniški vmesnik) in GUI (grafični uporabniški vmesnik):

- uporabniški vmesnik (UI): množica naprav, ki igralcu omogočajo upravljanje in interakcijo z igro. Sem spadajo igralni plošček, miška, tipkovnica in zaslon na dotik.
- grafični uporabniški vmesnik (GUI): podmnožica uporabniškega vmesnika, sestavljena iz gumbov, ikon in vnosnih polj, ki so izrisani na zaslon. Pod GUI v igrah štejemo tudi HUD (Head-Up Display), ki ga Fagerholt in Lorenzton [1] opišeta kot transparentni indikator na zaslonu, namenjen prikazu poteka igre in različnih atributov glavnega lika.

Godbold [4] grafični uporabniški vmesnik (GUI) v igrah še dodatno razdeli na štiri različne tipe, glede na *diegezo* (pripovednost – vmesnik je del zgodbe) in *spatialnost* (prostorskost – vmesnik se nahaja znotraj igralnega sveta):

- *nediegetični* tip vmesnika: prikazuje informacijo, namenjeno izključno igralcu in ne vpliva na stanje sveta v katerem se igra dogaja. Sem spada tudi HUD. Primer takega vmesnika je števec točk v mobilni igri Angry Birds.
- *diegetični* tip: vmesnik se nahaja v prostoru. Osebki v igri se ga zavedajo in lahko z njim rokujejo oz. komunicirajo. Primer, ki ga najdemo v mobilnih igrah, je prikaz zdravja v igri Dead Space (2011). Oklep glavnega lika spreminja barvo glede na življenjske točke, prikaz inventarja pa je implementiran kot hologram, kar je vidno tudi na sliki 2.1.
- *meta* tip: ni fizično prisoten v igralnem okolju. Izrisan je na zaslon, kjer podaja informacijo igralcu. Primer takega vmesnika je mobilni telefon v igri Grand Theft Auto IV, ki je prikazan na sliki 2.2. Protagonist uporablja mobilni telefon, ne vidi pa njegove podobe, ki se je izrisala na zaslon.
- *spatialni oz. prostorski* tip: se nahaja v igralnem prostoru, osebki se ga ne zavedajo. Tak tip vmesnika igralcu sporoča, kje se nahajajo določeni



Slika 2.1: Diegetični tip vmesnika v igri Dead Space prikazuje zdravje in strelivo (©Electronic Arts).

predmeti ali kaj je v fokusu glavnega osebka. Tipičen primer je prikaz trenutne tarče v igri Zelda: Breath of the Wild. Nad sovražniki se izriše ikona, ki je glavni lik ne vidi, namenjena je le igralcu.

Katere tipe vmesnika bomo v igri implementirali, je odvisno od izkušenosti razvojne ekipe, žanra igre in ciljne publike, kateri je igra namenjena. Od pripovednih vmesnikov je *nediegetični* tip lažji in hitrejši za izdelavo ter hitreje dojemljiv manj izkušenim uporabnikom. *Diegetični* vmesnik nudi drugačno igralno izkušnjo in prispeva h kompleksnosti in globini igre, za njegovo implementacijo pa je potrebno več načrtovanja in režije.

## 2.3 Smernice za razvoj uporabniških vmesnikov v igrah

Senzorji v pametnih telefonih, kot so merilnik pospeška, giroskop in zaslon na dotik, omogočajo nove in alternativne načine igranja iger. Zaradi pomanjkanja fizičnih gumbov mora grafični uporabniški vmesnik poleg prikaza informacij opravljati tudi vlogo fizične kontrole. Prav tako sprejema vnose



Slika 2.2: Zaslonska slika igre Grand Theft Auto IV (©Rockstar Games).

(dotike) igralca. Med razvojem mobilne igre je potrebno zato uporabniški vmesnik premišljeno zasnovati in načrtovati.

Smernice Material Designa so uporabne tudi na področju razvoja uporabniških vmesnikov v igrah. Ta oblikovni jezik uporabljajo nekateri razvijalci in oblikovalci iger, ki poleg igralnega pogona izdelajo lasten grafični pogon. Tak primer sta PaperCraft in Rontivity, arkadni igri za pametne telefone Android in pametne ure Android Watch. Odlikujeta ju minimalistični uporabniški vmesnik in stilizirana podoba, oba načrtovana po principih Material Designa. Igralci so ta slog iger dobro sprejeli, na spletu najdemo veliko pozitivnih komentarjev glede vizualne podobe in uporabniškega vmesnika. Povratni odzivi uporabnikov na straneh trgovine Google Play omenjajo odlično izrabo omejenega prostora na pametnih urah ter hvalijo izvrstno podobo in eleganten dizajn.

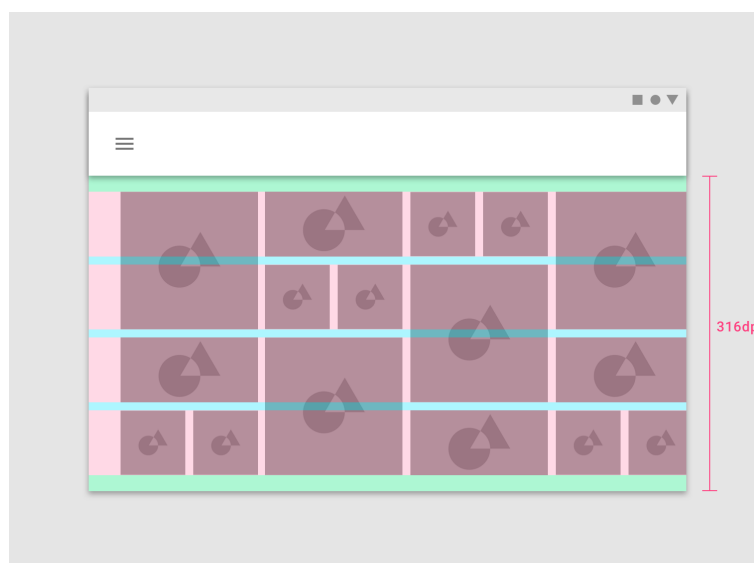
Po mnenju Geiga [3] je priporočljivo uporabniški vmesnik načrtovati zelo zgodaj v fazi razvijanja igre. Mobilni zaslon ima pri prikazu informacij še večji vpliv na uporabniško izkušnjo kot računalniški zaslon ali TV. Preveč gumbov in napisov na zaslonu povzroča nered in odvrta pozornost, premalo informacij pa igralca zmede. Najpomembnejša naloga oblikovalcev je, da poiščejo ravnovesje med elementi uporabniškega vmesnika in dogajanjem na

zaslonu.

Pri oblikovanju vmesnika na telefonih je potrebno upoštevati, da dotik s prstom na gumb ni tako natančen, kot je klik na gumb z miško. Efektivnost uporabnikov pri pritiskanju na zaslon s elektronskim pisalom (angl. stylusom) je raziskoval že Fitt [10] v 50. letih prejšnjega stoletja. Ugotovil je, da velikost in razporeditev gradnikov na zaslonu znatno vplivata na čas, potreben za dokončanje računalniških nalog. Zato naj bodo gradniki vmesnika dovolj veliki in primerno razmaknjeni med seboj. Fittov zakon velja tudi pri uporabniških vmesnikih na mobilnih napravah in sistemih, ki vsebujejo moderne zaslone na dotik. Kačič [5] ugotavlja, da so zaslone občutljivi na dotik primerni takrat, ko je moč hkrati izbirati med majhnim številom različnih izbir in ko posamezna izbira zavzame dovolj velik del zaslona. Zaslone na dotik niso uporabni v aplikacijah, kjer lahko hkrati izbiramo med velikim številom izbir, saj so se zaradi nezanesljivosti pri odbiranju izbire v takšnih primerih pokazali kot nezanesljivi. Uporabniki se namreč med seboj razlikujejo v motoričnih spretnostih in imajo različne velikosti prstov, zato je preciznost ob dotiku zaslona pri vsakem uporabniku drugačna. Gumbi, ki so premajhni ali pa postavljeni preveč skupaj, bodo uporabniki z večjo verjetnostjo zgrešili.

Pri prostorski razporeditvi elementov vmesnika v igrah si oblikovalci pogosto pomagajo z žlebljeno mrežo [4], ki je prikazana na sliki 2.3. Na ta način se zagotovi uravnoteženost uporabniškega vmesnika. Elemente HUD je priporočljivo postaviti na zunanje robove mreže, v nasprotnem primeru lahko igralca motijo, ker zakrivajo pogled na osrednje dogajanje. Gumbi, ki se izrišejo na zaslon, naj bodo postavljeni ob straneh ali na spodnji rob mreže. S tem preprečimo, da bi morali igralci s prsti zakrivati osrednji pogled v igri.

Schell [7] predlaga, da ustvarimo prototipe uporabniškega vmesnika, tako da ga narišemo na karton ali papir, nato pa jih testiramo s pomočjo ciljne publike. Na tak način lahko že zgodaj v fazi oblikovanja vmesnika odkrijemo pomanjkljivosti in napake.

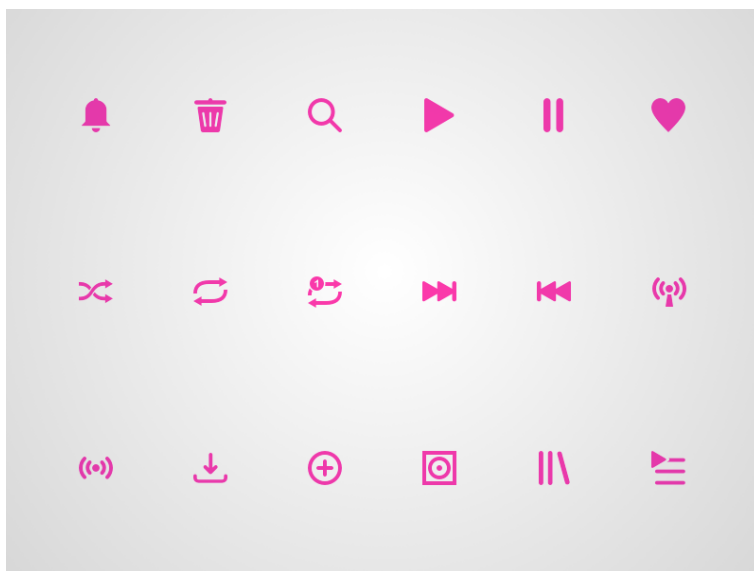


Slika 2.3: Prikaz žlebljene mreže (©Google).

Godbold [4] priporoča uporabo krajših tekstov na zaslonu. Namesto besed, s katerimi bi opisali grafične elemente na zaslonu, uporabimo metafore. Metafore so splošno znane podobe ali ikone in jih je v primerjavi s tekstom lažje razumeti. Predstavljajo akcijo, ki se bo izvedla ob izbiri gradnika uporabniškega vmesnika. Poleg tega zavzamejo manj prostora na zaslonu, ni jih potrebno prevajati v druge jezike, razumejo pa jih tudi otroci. Na sliki 2.4 so prikazane metafore iz področja predvajanja glasbe.

## 2.4 Trenutni trendi pri implementaciji uporabniških vmesnikov v igrah

V mobilnih igrah na spletni trgovini Google Play lahko opazimo, da se grafični uporabniški vmesniki zelo razlikujejo, tako z vizualnega kot funkcionalnega vidika. Tudi povratni odzivi igralcev o vmesnikih so si pogosto nasprotujoči. Isto mobilno igro igrajo ljudje različnih starosti, sposobnosti in predznanj, kar pomeni, da lahko isti način vnosa razumejo in uporabljajo popolnoma



Slika 2.4: Primer metafor (©Sketch App Sources).

drugače.

Zanimale so me lastnosti uporabniškega vmesnika v najbolj igranih igrah v trgovini Google Play in kakšni so odzivi igralcev na grafične elemente na zaslonu. S tem namenom sem ustvaril skripto, ki uporablja odprtokodni modul `google-play-scraper`, namenjen avtomatskemu pregledovanju in pridobivanju podatkov s spletne trgovine Google Play. Skripta poišče 5 trenutno najbolj igranih iger, tako brezplačnih kot plačljivih in prenese 500 najbolj koristnih komentarjev uporabnikov. Koristnost komentarjev ocenjuje Googlova umetna inteligenca, ki jih sortira glede na dolžino in primernost za objavo. Skripta nato v ločeno datoteko izvozi le kritike, ki vsebujejo besede povezane z uporabniškimi vmesniki ali kontrolami.

Opazil sem nekaj podobnosti med komentarji iger različnih zvrsti.

Odzivnost gumbov in drugih elementov uporabniškega vmesnika na zaslonu ima zelo pomemben vpliv na igralno izkušnjo. Igralce najbolj moti, če je pri pritiskanju na gumbe prisoten zamik.

Uporabniki želijo grafične elemente na zaslonu prilagoditi svojim potrebam in navadam. Aplikacije in igre z možnostjo urejanja velikosti, oblik in



Slika 2.5: Zaslonska slika igre NBA Jam (©Electronic Arts).

prosojnosti gumbov na zaslonu, so pogosto nagrajene s pozitivnimi ocenami in komentarji.

Ocene in kritike iger, ki so vsebovale besede povezane s kontrolami, so bile nižje od povprečne ocene. Iz tega lahko sklepamo, da bodo uporabniki v večini primerov podali le negativne komentarje o uporabniških vmesnikih. Če je splošen vtis o kontrolah v igri slab, bo tudi ocena nižja.

### 2.4.1 NBA Jam

NBA Jam je športna igra, v kateri igralec sodeluje v košarkarskih tekmah. Izgled igre je prikazan na sliki 2.5. Uporabniški vmesnik je sestavljen iz igralne palice (angl. joystick) na levi strani zaslona ter iz pisanih gumbov na desni strani, ki imajo različne funkcije, npr. met na koš, podaja žoge ... Večina odzivov glede uporabniškega vmesnika je negativnih, igralci kontrole opisujejo kot frustrirajoče in nadležne, kritizirajo predvsem neodzivnost gumbov in zamik ob dotikih. Nekateri uporabniki so mnenja, da so grafični elementi na zaslonu premajhni. Posledično imajo težave pri zadevanju pravih gumbov.



Slika 2.6: Zaslonska slika igre True Skate (©True Axis).

### 2.4.2 True Skate

True Skate je arkadna igra, v kateri igralec upravlja z rolko. Cilj igre je izvajati različne trike in pridobivati točke. Upravljanje rolke ne izvajamo s pritiski na zaslonske gumbе, pač pa z različnimi potegi in kretnjami prstov. Gumbi so namenjeni le navigaciji v menijih. Igralci opisujejo vmesnik in kontrole kot prijetne, intuitivne in enostavne.

### 2.4.3 GTA San Andreas

GTA San Andreas je akcijska igra, ki je prvotno izšla na konzoli Playstation 2. Uporabniški vmesnik posledično na zaslonu izrisuje ogromno gumbov, ki so prisotni na fizičnem igralnem ploščku. Leva stran zaslona je namenjena premikanju glavnega lika, desna pa vsebuje akcijske gumbе. Uporabniki menijo, da je zaslon prenasičen z grafičnimi elementi, kar potrjuje tudi slika 2.7. Negativne kritike se nanašajo na implementacijo vožnje in premikanja glavnega lika zaradi okornosti in neodzivnosti. Z dotikom levega dela zaslona se prikaže krog, znotraj katerega s premikom prsta upravljamo lik ali vozilo.



Slika 2.7: Zaslonska slika igre GTA San Andreas (©Rockstar Games).



## Poglavje 3

# Mobilna igra Dejavu3x

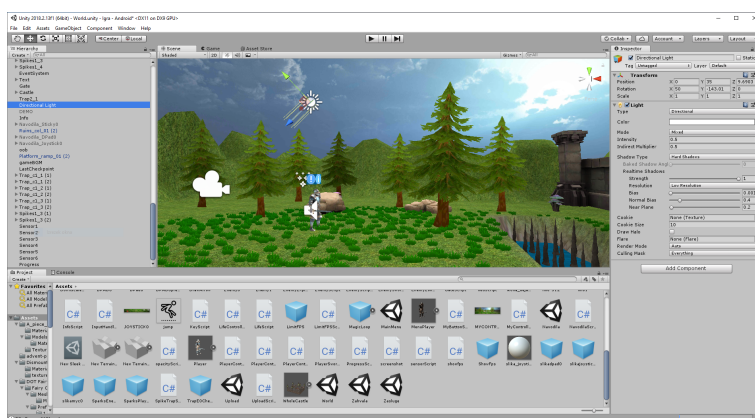
Tema moje diplomske naloge je raziskati vpliv različnih tipov uporabniških vmesnikov pri igranju mobilne igre na pametnih telefonih. V ta namen sem s pomočjo pogona Unity3D Personal razvil kratko igro Dejavu3x. Njena posebnost je integriran sistem telemetrije, ki zbira podatke o uspešnosti igralca pri uporabi različnih tipov uporabniških vmesnikov za nadzor dogajanja v igri. Okno programa Unity3D je vidno na sliki 3.1.

Žanr igre je 2.5D ploščadna arkada, ki vsebuje tudi nekaj akcijskih elementov. Igralec nadzoruje lik viteza in ga vodi mimo različnih ovir. Vitez lahko teče levo ali desno, skače ali zamahne z mečem. Cilj igre je pobrati tri ključe na koncu stopnje in vstopiti skozi grajska vrata. Vedno ko igralec pobere ključ, se lik prestavi na začetek stopnje, uporabniški vmesnik pa se zamenja. Vmesniki se dodeljujejo oziroma menjajo naključno. Isti nivo vsak igralec preigra trikrat, vedno z drugačnimi kontrolami.

Glavni lik mora s pomočjo skakanja in teka preskakovati ovire in se izogibati bodic ali vode. Na sredini nivoja se vedno prikaže sovražni vitez, ki ga je potrebno premagati, da lahko nadaljujemo pot.

Vseh ovir je šest, po težavnosti so razvrščene od lažje proti težji. Pred vsako oviro stoji nevidna nadzorna točka, kamor se prežarči glavni lik, ob padcu v vodo ali med bodice.

Kontrole za nadzor lika so implementirane skozi gumbe izrisane na za-



Slika 3.1: Okno programa Unity3D 2018.1.

slonu na dotik. Igro se upravlja izključno z gradniki uporabniškega vmesnika. Druge vnosne metode, kot so uporaba giroskopa, senzorja pospeška ali brezžičnega krmilnika, med igro ne delujejo. Uporabniški vmesniki se razlikujejo po obliki in vizualni podobi. Ne spreminjajo hitrosti teka ali višine skoka glavnega lika. Pravila igre so z vsakim tipom vmesnika enaka, spremeni se le podoba grafičnih elementov na zaslonu.

### 3.1 Implementacija različnih tipov uporabniških vmesnikov

V igri so implementirani trije različni tipi kontrol za nadzor lika. Vmesnik *Smerne tipke* prikazan na sliki 3.2, je sestavljen iz dveh akcijskih gumbov in dveh smernih tipk. Smerni tipki z ikono pušic sta namenjeni premikanju lika, gumb z ikono meča sproži napad, gumb s figuro v zraku pa skok. Vsi gumbi so digitalni in imajo dva stanja - aktiviran in neaktiviran. Na ekranu so izrisani z 10% prosojnostjo. Ob dotiku se sproži vizualni odziv. Barva gumbov se spremeni v rdečo, prosojnost pa se zniža na 0%.

Vmesnik *Igralna palica* (angl. joystick) je sestavljen iz treh grafičnih elementov. Na spodnji desni strani zaslona sta gumba za napad in skok.



Slika 3.2: Vmesnik *Smerne tipke* v igri Dejavu3x.

Ob dotiku na preostali del ekrana se izriše igralna palica, katero premikamo s prstom v vodoravni smeri in tako usmerjamo lik. Vsi gradniki so vidni na sliki 3.3. Posebnost tega tipa vmesnika je, da elementi s časom zbledijo. Po treh sekundah neaktivnosti na ekranu, igralna palica popolnoma izgine, gumba pa postaneta 75% prosojna. Ko se znova dotaknemo ekrana, se vsi gradniki polno izrišejo. Gumbi ob dotiku ne spremenijo barve.

Pri vmesniku *Lepljive tipke* (angl. sticky keys), se kontrole nahajajo ob straneh zaslona, kot prikazuje slika 3.4. Gumba z ikonama puščic premikata lik levo ali desno in delujeta po principu lepljivih tipk. Ob dotiku ostaneta aktivirana, dokler se ju igralec znova ne dotakne. Vsi gumbi se ob dotiku odzovejo - črtkana obroba spremeni barvo v rdečo.

Ker sem vsem igralcem želel zagotoviti čim bolj enake pogoje pri igranju, sem omejil število sličic na sekundo na 30 in znižal ločljivost prikaza igre na 85%. To je zmanjšalo grafično zahtevnost in omogočilo tekoče delovanje tudi na starejših in manj zmogljivih mobilnih napravah.

Ko igralec nivo odigra z vsemi tremi tipi vmesnikov na zaslonu, mora izpolniti še kratko anketo z vprašanji o zadovoljstvu in o uporabniški izkušnji med igranjem z različnimi kontrolami. Anketa je vgrajena v igro in ne zahteva uporabe brskalnika ali drugih programov. Po končani anketi se osnovni



Slika 3.3: Vmesnik *Igralna palica* v igri *Dejavu3x*.

podatki o napravi, statistični podatki o vmesnikih in odgovori na vprašanja zapišejo v datoteke, stisnejo v arhiv in pošljejo na FTP strežnik. Igra se nato zaključí.

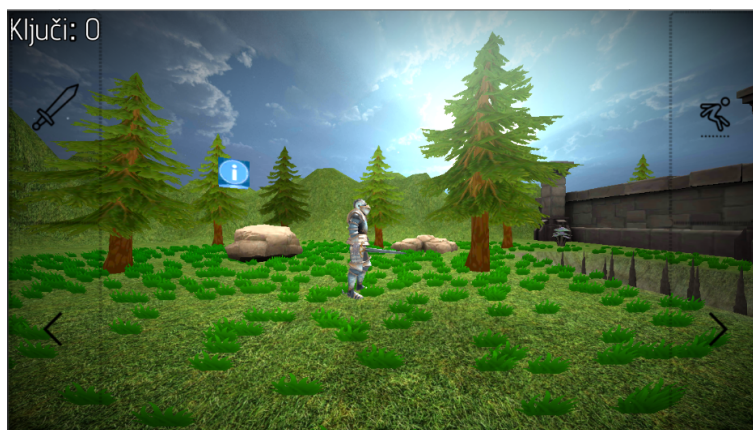
## 3.2 Oblika podatkov

Med igranjem se v ozadju zbirajo podatki o dogodkih in napredku v igri ter o igralčevih pritiskih na zaslonske gumbe. Vsak dogodek ima naslednjo obliko zapisa:

```
<vrstaDogodka> <trenutniGUI> <stIgranj> <imeObj> <cas> <pozX> <pozY>
```

Spremenljivka *vrstaDogodka* lahko zavzame 7 različnih vrednosti, glede na vrsto dogodka, ki se zgodi v igri:

- **TB** – dotik igralca s prstom na zaslon,
- **TE** – umik prsta z zaslona,
- **D** – izguba življenja glavnega lika,
- **S** – prehod skozi nadzorno točko,



Slika 3.4: Vmesnik *Lepljive tipke* v igri Dejavu3x.

- **K** – glavni lik je premagal sovražnega viteza,
- **P** – igralec je pobral ključ,
- **F** – igralec je pobral vse ključe in stopil skozi grajska vrata.

Spremenljivka *trenutniGUI* označuje trenutno dodeljen tip uporabniškega vmesnika in skozi igro zavzame tri različne vrednosti:

- **0** – smerne tipke,
- **1** – igralna palica,
- **2** – lepljive tipke.

Spremenljivka *stIgranj* pove kolikokrat je igralec že odigral igro in izpolnil anketo. Igro je namreč možno igrati večkrat zapored. *imeObj* je niz znakov, s katerim je poimenovan objekt, na katerega se nanaša dogodek. V primeru dogodkov TB in TE lahko označuje ime gumba, ki se ga je igralec dotaknil na zaslonu, ali pa zavzame prazen niz, če je dotik zgrešil vse gumbe. Pri dogodku D označuje ime pasti zaradi katere je glavni lik izgubil življenje, pri dogodku S pa ime in zaporedno številko nadzorne točke. Pri preostalih tipih dogodkov je *imeObj* nepomemben podatek. Spremenljivka *cas* predstavlja

število sekund od začetka igranja do dogodka. Spremenljivki *pozX* in *pozY* v primeru dogodkov TB in TE označujeta koordinate dotika na zaslonu. Pri dogodku D označujeta natančen položaj izgube življenja glavnega lika, pri K pa mesto, kjer je bil premagan sovražni vitez.

### 3.3 Zaznavanje pritiskov na zaslonu

Da bi lahko podrobneje analiziral vpliv uporabniških vmesnikov pri igranju, sem moral implementirati zaznavanje tako uspešnih kot neuspešnih pritiskov na gumb, izrisane na zaslonu. Za uspešen pritisk se šteje dotik na zaslonu, ki sproži oziroma aktivira določen element uporabniškega vmesnika. Razvil sem različne procedure, ki ugotavljajo, ali določen dotik zadane gumb na zaslonu ali ne. V nadaljevanju so opisane pomembnejše funkcije.

Funkcija *GetButtonPosition()* se kliče za vsak element grafičnega uporabniškega vmesnika s katerim je igralec v interakciji. Vrne absolutne koordinate gumba glede na ločljivost in razmerje zaslona. Funkcija kot argument prejme ime elementa GUI, ki ga poišče med objekti v igri. Nato pridobi njegovo višino in širino ter pretvori njegov položaj v svetu v koordinate kamere. Dobljene koordinate nato popravi glede na ločljivost in razmerje zaslona. Funkcija vrne vektor s štirimi elementi, ki predstavljajo koordinate spodnjega levega in zgornjega desnega robu gumba.

Listing 3.1: Funkcija *GetButtonPosition()* v jeziku C#

```
public Vector4 GetButtonPosition(string name)
{
    GameObject btn = GameObject.Find(name);
    float w = btn.GetComponent<RectTransform>().rect.width;
    float h = btn.GetComponent<RectTransform>().rect.height;

    Vector2 sp = camera.WorldToScreenPoint(btn.transform.position);

    return new Vector4(
        sp.x-(w*Screen.width/800)/2, sp.y-(h*Screen.height/480)/2,
        sp.x+(w*Screen.width/800)/2, sp.y+(h*Screen.height/480)/2
    );
}
```

Funkcija *CheckIfTouchHit()* kot argument sprejme 2D vektor, ki hrani koordinate dotika na zaslonu ter 4D vektor, ki predstavlja koordinate diametralnih robov nekega gumba. Če so koordinate dotika znotraj robov, pomeni da je gumb zadet in funkcija vrne true, v nasprotnem primeru pa false.

Listing 3.2: Funkcija *CheckIfTouchHit()* v jeziku C#

```
public bool CheckIfTouchHit(Vector2 touchPos, Vector4 btnPos)
{
    if(touchPos.x >= btnPos.x &&
        touchPos.y >= btnPos.y &&
        touchPos.x <= btnPos.z &&
        touchPos.y <= btnPos.w)
        return true;

    else
        return false;
}
```

### 3.4 Obdelava zbranih podatkov

Za analizo zbranih podatkov o grafičnih uporabniških vmesnikih skrbijo različne skripte v Pythonu in R-ju. S pomočjo pythonovih skript se s strežnika, kamor so se nalagali podatki o igranju, prenesejo in razširijo vse datoteke. Te datoteke se nato obdelajo in analizirajo - sortirajo in preštejejo se odgovori iz anket, koordinate dotikov na zaslonu, pozicije izgubljenih življenj glavnega lika in podobno. Obdelane podatke se nato izvozi v datoteke .csv, ki so nared za vizualizacijo v R-ju. Posebna skripta je namenjena izrisu zgrešenih dotikov pri uporabi posameznih uporabniških vmesnikov. Skripta, ustvarjena v R-ju, skrbi za uvoz datotek .csv in grafični prikaz podatkov. V slikovne datoteke se izvozijo različni grafi, ki analizirajo zbrane podatke v igri. Pomemben del vizualizacije je tudi funkcija *drawHeatmap()*, ki ustvari polje intenzivnosti (angl. heatmap) dotikov na zaslon pri vseh treh uporabniških vmesnikih. Ločljivost polja je moč poljubno povečati ali zmanjšati za bolj ali manj podroben prikaz intenzivnosti.

Listing 3.3: Funkcija za izris polja intenzivnosti v R-ju

```
drawHeatmap <- function(fname, label, m=1280, n=720, k=15)
{
  rgb.palette <- colorRampPalette(c("darkgreen", "yellow", "red"),
    space = "rgb")

  d <- as.matrix(read.csv(fileName, sep="\n"))
  dim(d) = c(m, n)

  d = t(apply(d, 1, function(x) tapply(x, ceiling(seq_along(x)/k), sum)))

  d = t(apply(d, 1, function(x) tapply(x, ceiling(seq_along(x)/k), sum)))

  levelplot(d, xlab="X", ylab="Y", scales=list(draw=FALSE),
    col.regions=rgb.palette(100), main=label)
}
```

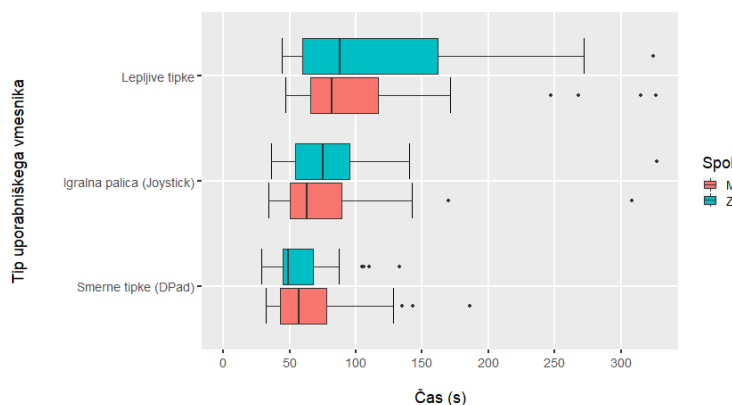
## Poglavje 4

# Analiza in vizualizacija podatkov

Igro sem objavil na svoji spletni strani in jo delil po družbenih omrežjih. V časovnem obdobju treh mesecev jo je odigralo 70 ljudi, od tega 27 žensk in 43 moških. Največ uporabnikov je imelo na svojem pametnem telefonu operacijski sistem Android 8 Oreo (44%), sledita Android 9 Pie (19%) in Android 7 Nougat (13%). Preostale (zastarele) različice operacijskega sistema je uporabljalo 24% uporabnikov. Od zastopanih znamk je na prvem mestu Samsung (33%), sledita mu Xiaomi (20%) ter Huawei (19%). Skoraj vsi uporabljeni telefoni v analizi imajo zmogljive osemjedrne procesorje, iz česar lahko sklepamo, da je igra delovala tekoče, s 30 sličicami na sekundo.

### 4.1 Vpliv vmesnika na čas za dokončanje nivoja

Iz grafa na sliki 4.1 razberemo, da so igralci s smernimi tipkami igro dokončali najhitreje. Povprečni čas dokončanja stopnje s tem načinom vmesnika je 1 minuta in 4 sekunde. Rezultat je pričakovan, saj je tak vmesnik v igrah najbolj pogost in so ga igralci navajeni. Naslednji vmesnik je igralna palica. Igralci so za dokončanje stopnje s tem načinom kontrol potrebovali v pov-

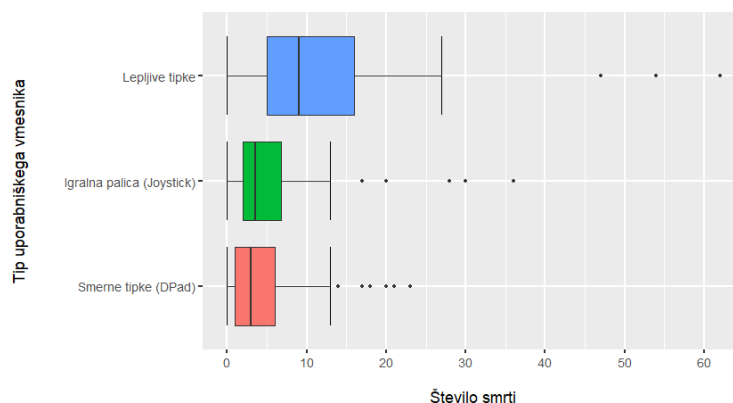


Slika 4.1: Graf, ki prikazuje porabljen čas, glede na tip vmesnika in spol igralcev.

prečju petnajst sekund več, povprečni čas igranja je 1 minuta in 20 sekund. Lepljive tipke so pri igranju terjale največ časa. Zanimiva je časovna razlika med igralci. Nekaterim je s tem načinom vmesnika uspelo igro odigrati zelo hitro, drugi pa so porabili precej več časa. To razliko pripisujem različnim izkušnjam in sposobnostim igralcev pri igranju. Lepljive tipke so za marsikoga novost in nepoznan način upravljanja igre. Od igralca zahtevajo več privajanja in izkušenj. Povprečni čas igranja pri tem načinu vmesnika je 1 minuta in 51 sekund. Pri skoraj vseh tipih vmesnikov velja, da so moški porabili manj časa za dokončanje stopnje kot ženske. Le pri uporabi Smernih tipk so bile ženske nekaj sekund hitrejše.

## 4.2 Število izgubljenih življenj glavnega lika

Na sliki 4.2 je narisana graf, ki prikazuje število izgubljenih življenj glavnega lika v odvisnosti od uporabniškega vmesnika. Pri uporabi smernih tipk je lik v igri najmanjkrat izgubil življenje - 5 življenj. Pri igralni palici je v povprečju izgubil 6 življenj. Največ izgub življenj je bilo pri igranju z lepljivimi tipkami, povprečen igralec je s tem vmesnikom izgubil 12 življenj. Menim, da so razlogi enaki kot pri času. Lepljive tipke namreč nudijo alternativni

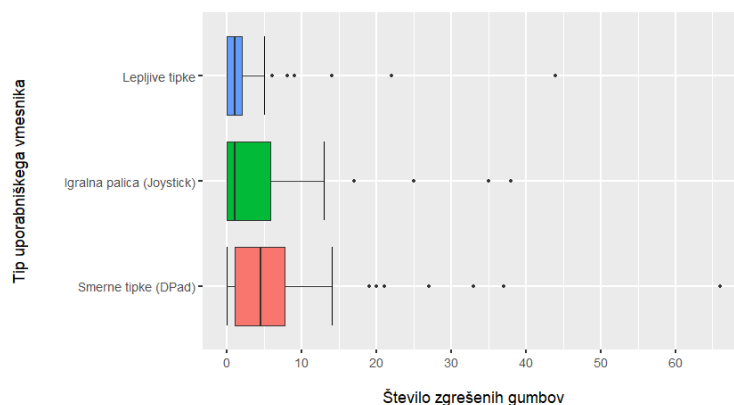


Slika 4.2: Graf, ki prikazuje število izgubljenih življenj glavnega lika, glede na tip vmesnika.

način kontroliranja lika, ki ga pri ostalih mobilnih igrah ne vidimo pogosto. Posledično igralec igra manj natančno, dokler se na tak način vnosa ne navadi. Morda je igra Dejavu3x prezahtevna in bi bil tak tip vmesnika bolj primeren v manj zahtevnih igrah.

### 4.3 Število zgrešenih gumbov

Igralci so največkrat zgrešili gumbe pri uporabi vmesnika s smernimi tipkami, najmanjkrat pa pri uporabi lepljivih tipk. Čeprav so pri slednjem vmesniku igralci dosegli najslabše rezultate v igri, so zgrešili manj gumbov, kot pri ostalih načinih vnosa. V primerjavi s smernimi tipkami je število grafičnih elementov na zaslonu enako, zato sklepam, da je razlog za večjo natančnost večja površina gumbov. Zanimiv je rezultat pri uporabi igralne palice. Pričakoval sem, da bo število zgrešenih gumbov pri tem vmesniku najmanjše, saj vsebuje le dva gumba, palica za upravljanje lika pa se izriše povsod, kjer se uporabnik dotakne zaslona. Sklepam, da so se igralci zato počutili preveč svobodno in so postali manj natančni ob dotikih. Lahko pa je razlog tudi v tem, da so elementi tega vmesnika bolj prosojni kot pri ostalih dveh, kar je posledično vplivalo na vidljivost in natančnost ob pritiskanju na



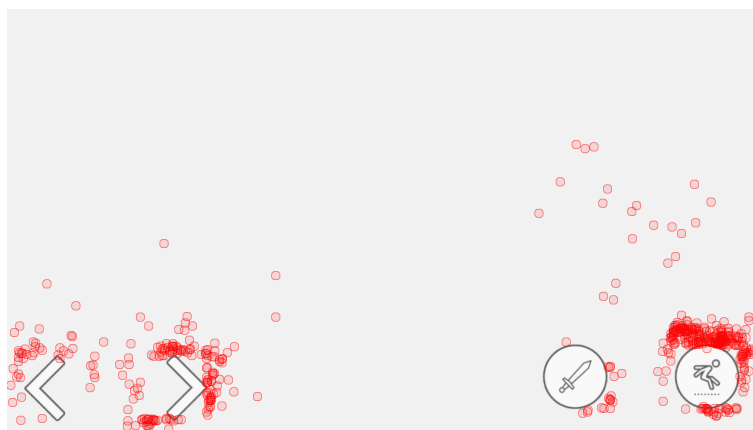
Slika 4.3: Graf, ki prikazuje število zgrešenih tipk pri posameznih vmesnikih.

gumbe.

Pri igralni palici je potrebno upoštevati, da prvi dotik na zaslon aktivira krog za upravljanje lika in se ne šteje kot zgrešen dotik, tudi če je igralec v resnici hotel pritisniti na gumb in ga je zgrešil. V realnosti bi bilo število zgrešenih gumbov pri igralni palici lahko višje. Ta lastnost vmesnika verjetno vpliva tudi na uporabniško oceno.

Zgrešene pritiske pri smernih tipkah sem še posebej analiziral in s pomočjo Pythona izvedel vizualizacijo na sliki 4.4. Ugotovil sem, da se koordinate zgrešenih dotikov nahajajo ob zgornjih robovih gumbov. Iz teh podatkov lahko sklepamo, da so gumbi postavljeni prenizko in da bi jih igralci verjetno zadeli, če bi jih pomaknili višje.

Ker igralna palica omogoča usmerjanje lika z dotiki povsod na zaslonu, me je zanimalo, kako se ta lastnost v igri uporablja. Na sliki 4.5 so z vijolično barvo označena mesta, kjer so igralci upravljali z igralno palico. Opazimo lahko, da jih je večina lik upravljala na spodnji levi polovici zaslona. Nekaterim igralcem je igro uspelo preigrati tudi tako, da so vse postorili z eno roko, v tem primeru so vsi dotiki na desni strani. Hkrati so pritiskali na gumbe za skok in napad ter vodili lik levo in desno.



Slika 4.4: Vizualizacija zgrešenih dotikov pri smernih tipkah.

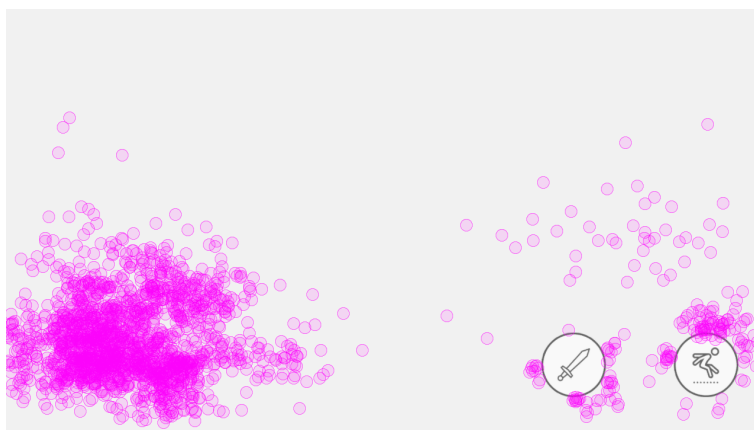
## 4.4 Ocene uporabniških vmesnikov

Anketiranci so ovrednotili uporabniške vmesnike v igri z ocenami od 1 do 5 glede na uporabniško izkušnjo pri igranju. Rezultati so prikazani na sliki 4.6. Najbolje so ocenili smerne tipke, s povprečno oceno 4,3. Sledi vmesnik Igralna palica s povprečno oceno 4,1. Najslabše so ocenjene Lepljive tipke, povprečna ocena je 1,9.

Eno izmed vprašanj igralcem v anketi je bila njihova ocena, s katerim vmesnikom so bili v igri najbolj uspešni. Največ igralcev je bilo mnenja, da je igro najbolj uspešno odigralo s smernimi tipkami, najslabše pa z lepljivimi tipkami. Odgovori na to vprašanje so očitno povezani s časom igranja in s številom izgubljenih življenj v igri, ujemajo pa se tudi z uporabniškimi ocenami vmesnikov. Zato sklepam, da igralci hitro prepoznajo, s katerim vmesnikom so najbolj uspešni, četudi igra ne poda povratnega odziva oziroma ne izpiše rezultatov.

## 4.5 Privajanje na lepljive tipke

Ker sem predvideval, da bodo lepljive tipke marsikomu povzročale težave, sem v anketo vključil vprašanje o privajanju na le-te. Odgovore prikazuje



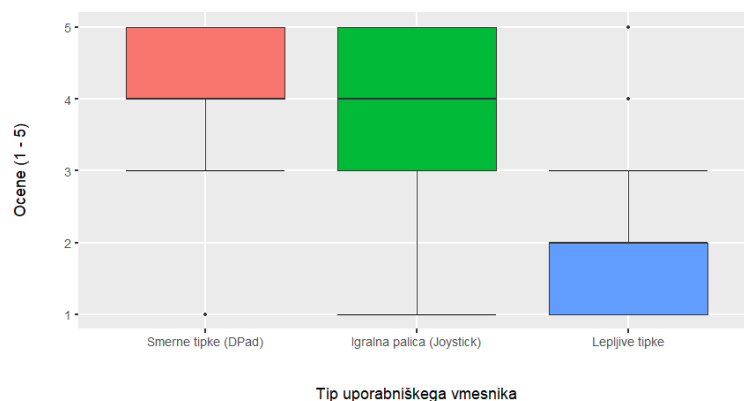
Slika 4.5: Vizualizacija koordinat dotikov, kjer so igralci upravljali z igralno palico

graf na sliki 4.7. Večina anketirancev (44%) je odgovorila, da so potrebovali več časa, da so se privadili na tak način upravljanja igre. Tretjina (33%) jih je mnenja, da se nikoli ne bi mogla zares privaditi na lepljive tipke in da bi pri igranju raje izbrala drugačen tip vmesnika. Na drugi strani 23% igralcev meni, da so se na kontrole zelo hitro privadili. Nadaljnja analiza je pokazala, da so to večinoma moški igralci, stari med 19 in 29 let, ki vsaj eno uro na dan igrajo igre na mobilnih telefonih. Pri igrah za to populacijo lahko razvijalci implementiramo tudi alternativne in neobičajne grafične vmesnike in s tem odkrivamo nove načine igranja mobilnih iger.

## 4.6 Vpliv prosojnosti gumbov

Pri uporabniškem vmesniku Igralna palica so gumbi bolj prosojni kot pri preostalih dveh vmesnikih. Poleg tega ob neaktivnosti zbledijo še za dodatnih 50%. Zanimalo me je, kako igralci ocenjujejo to lastnost in ali po njihovem mnenju vpliva na vidljivost v igri. Analiza vprašanja je prikazana na sliki 4.9.

60% vprašanih je mnenja, da večja prosojnost grafičnih elementov vme-

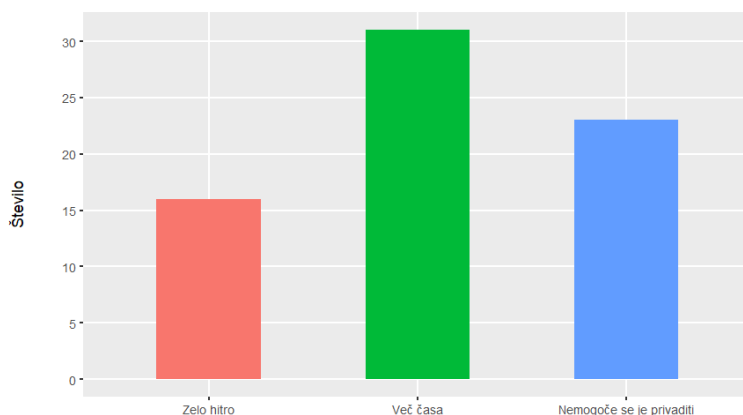


Slika 4.6: Ocene uporabniških vmesnikov v igri.

snika omogoča boljši pogled v igri. 40% anketirancev meni nasprotno. Ker so v mobilnih igrah gumbi izrisani na zaslonu, bodo nedvomno zakrivali del dogajanja v igri. Z ustrezno nastavitvijo prosojnosti zagotovimo, da ne bodo motili ali zastirali pogleda na glavno dogajanje.

## 4.7 Pomembnost povratnega odziva

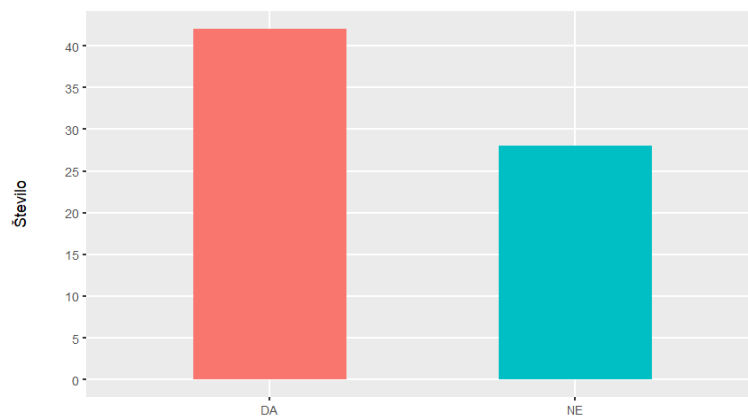
V anketi igralce sprašujemo ali se jim vizualni efekt gumba ob pritisku zdi pomemben. Pri vmesnikih Smerne tipke in Lepljive tipke namreč gumbi ob dotiku spremenijo barvo v rdečo. Več kot 75% vprašanih je mnenja, da je povratni odziv gumbov ob pritiskih pomemben, četrtina pa meni, da ne. Sklepamo lahko, da želijo igralci med igro imeti jasno informacijo, ali uspešno pritiskajo na gumbe na zaslonu. Med igranjem z igralnimi ploščki se gumb ob dotiku vdre ali klikne, medtem ko pri gumbih na zaslonih tak fizičen odziv ni možen. Podobne efekte lahko poustvarimo z uporabo vibracij pametnega telefona ali z vizualnim odzivom ob pritisku na gumb.



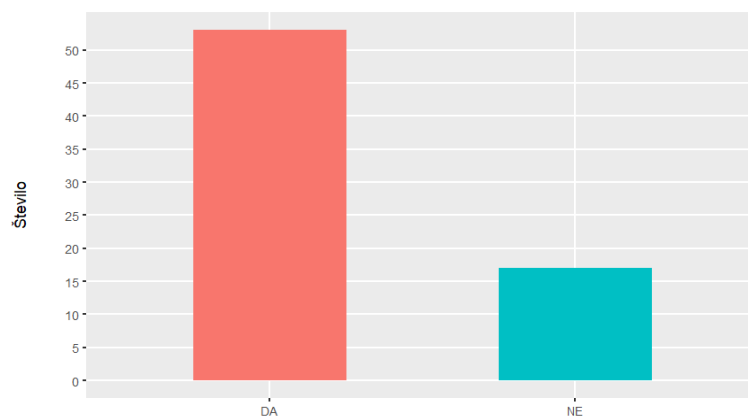
Slika 4.7: Vprašanje 7: Kako hitro ste se privadili na upravljanje igre z lepljivimi tipkami?

## 4.8 Polja intenzivnosti

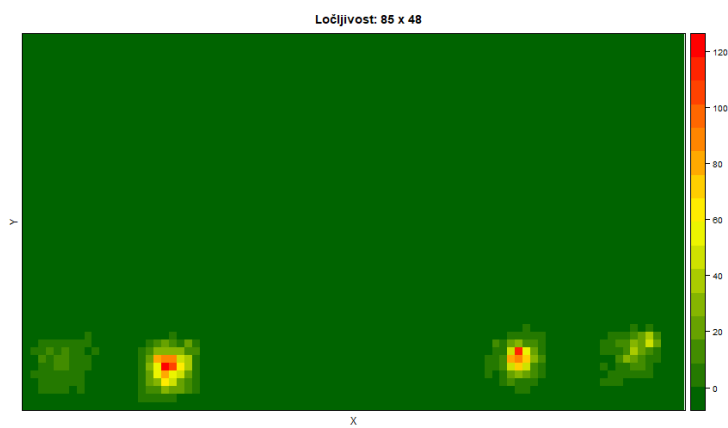
Polja intenzivnosti prikazujejo število pritiskov v določenem segmentu zaslona. Iz zbranih podatkov sem ustvaril različna polja intenzivnosti za vsak uporabniški vmesnik posebej. Prikazani so na slikah 4.10, 4.11 in 4.12. Rezultati kažejo, da so dotiki zgoščeni v območjih ob gumbih, ki se jih v igri najbolj uporablja. Pri smernih tipkah je najbolj obremenjeno območje okoli gumba za premik v desno, najmanj pa območje okoli gumba za premik v levo. Pri lepljivih tipkah je intenzivnost dotikov enakomerneje razporejena po vseh gumbih, najmanj pa je obremenjeno območje gumba za premik v desno. To je razumljivo, saj pri tem načinu vmesnika gumba za smer po dotiku ostaneta aktivirana, dokler ju spet ne pritisnemo. Posledično je možno igro odigrati najmanj z dvema pritiskoma na desni gumb (za preskok predzadnje pasti je namreč potrebno v igri zamenjati smer). To je uspelo izvesti enemu igralcu v analizi.



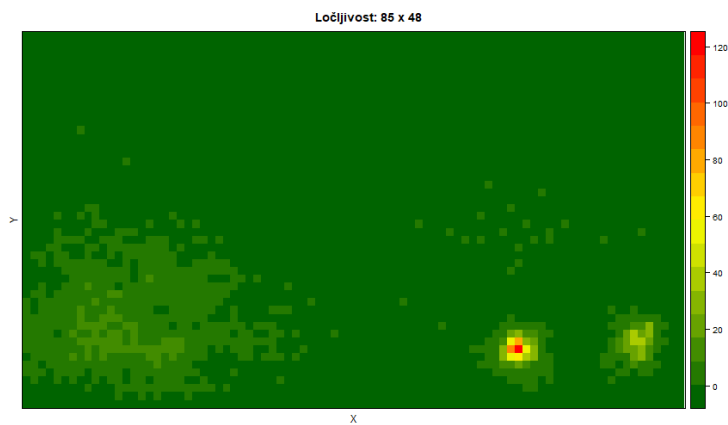
Slika 4.8: Vprašanje 6: Ali prosojnost uporabniškega vmesnika vpliva na vidljivost sveta v igri?



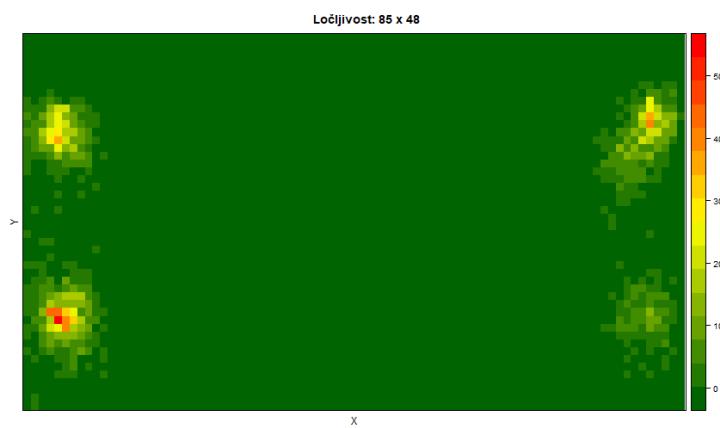
Slika 4.9: Vprašanje 8: Je vizualni povratni odziv ob pritisku na gumb pomemben?



Slika 4.10: Polje intenzivnosti pri smernih tipkah.



Slika 4.11: Polje intenzivnosti pri igralni palici.



Slika 4.12: Polje intenzivnosti pri lepljivih tipkah.



# Poglavje 5

## Zaključek

V diplomskem delu sem raziskoval vpliv uporabniškega vmesnika pri igranju iger na pametnih telefonih. Ugotovil sem, da so uporabniški vmesniki mobilnih iger zelo različni. Vmesniki imajo velik vpliv na igralno izkušnjo uporabnikov, posredno vplivajo tudi na kritike in finančni uspeh igre. Zato je potrebno njihov razvoj dobro načrtovati. Na osnovi predelane literature in analize zbranih informacij igralcev igre Dejavu3x, lahko povzamem ključne značilnosti vmesnika, ki zagotavlja dobro uporabniško izkušnjo in udobno igranje:

- Uporabniški vmesnik mora biti lično oblikovan. Priporočljivo se je zgledeovati po oblikovnih filozofijah kot je Google Material Design.
- Elementi vmesnika naj bodo postavljeni ob straneh zaslona, vendar dovolj odmaknjeni od roba, saj jih v nasprotnem primeru uporabniki bolj verjetno zgrešijo.
- Vmesnik naj bo odziven. Kodo je potrebno optimizirati tako, da je zamik pri vnosu čim manjši in da je igro možno upravljati tudi na manj zmogljivih napravah.
- Gumbi naj se izrisujejo delno transparentno, potrebno je paziti, da so med igranjem dovolj vidni. Uporaba dinamične transparentnosti v igri

Dejavu3x ni pozitivno vplivala na uspešnost igralcev, ima pa vpliv na vidljivost sveta.

- Igralci želijo imeti jasno informacijo, ali uspešno pritiskajo na gumbe na zaslonu. Med igranjem z igralnimi ploščki se gumb ob dotiku vdre ali klikne, medtem ko pri gumbih na zaslonih tak fizičen odziv ni možen. Pri mobilnih igrah lahko podobne efekte poustvarimo z uporabo vibracij pametnega telefona ali z vizualnim odzivom ob pritisku na gumb.
- Vmesnik naj bo enostaven in intuitiven. Na ta način bo privlačen večini uporabnikov. Alternativni načini delovanja gumbov, na primer po principu lepljivih tipk, so neprimerni za večino igralcev. Lahko pa predstavljajo večji izziv in višjo težavnost v igrah za odraslejšo publiko.

Mobilna igra Dejavu3x, ki sem jo razvil v okviru diplomske naloge, ponuja veliko možnosti za nadaljnje izboljšave. Sistem telemetrije bi lahko še izboljšali in dodali nove funkcionalnosti, na primer merjenje sile ob pritisku na gumbe ali upoštevanje površine dotikov. V igro bi lahko implementirali alternativne načine kontrol, ki bi povezovali vmesnik na zaslonu in druge senzorje v pametnih napravah in dodali možnost prilagajanja grafičnih elementov na zaslonu.

Telefoni postajajo iz leta v leto zmogljivejši. Tudi mobilne igre so vedno bolj kompleksne. Pričakujemo lahko razvoj novih načinov upravljanja iger, pri čemer ne moremo napovedati, kako bodo izgledali uporabniški vmesniki v prihodnosti. Principi razvoja le-teh pa bodo ostali podobni. Če bodo razvijalci dali prednost uporabniški izkušnji ter upoštevali omejitve pametnih naprav in hkrati ohranili izvirnost, bo uporabniški vmesnik v igri gotovo deležen pohvale.

# Literatura

- [1] Erik Fagerholt and Magnus Lorentzon. Beyond the hud-user interfaces for increased player immersion in fps games. Master's thesis, 2009.
- [2] Conner Forrest. Google material design: A cheat sheet for professionals. <https://www.techrepublic.com/article/google-material-design-the-smart-persons-guide>, 2018. [Online; accessed 19-January-2019].
- [3] M. Geig. *Unity 2018 Game Development in 24 Hours, Sams Teach Yourself*. Sams Teach Yourself. Pearson Education, 2018.
- [4] A. Godbold. *Mastering UI Development with Unity: An in-depth guide to developing engaging user interfaces with Unity 5, Unity 2017, and Unity 2018*. Packt Publishing, 2018.
- [5] Z. Kačič, B. Horvat, and G. Lešnjak. *Komunikacija človek-stroj*. Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Inštitut za elektrotehniko, 1995.
- [6] K. Mew. *Learning Material Design*. Community experience distilled. Packt Publishing, 2015.
- [7] J. Schell. *The Art of Game Design: A book of lenses*. CRC Press, 2008.
- [8] Jurij Štukovnik. Dobra uporabniška izkušnja in dostopnost kot konkurenčna prednost spletnih strani. B.S. Thesis, Univ. v Mariboru, 2010.

- [9] Polona Vilar and Maja Žumer. Uporabniški vmesniki sistemov za poizvedovanje in uporabniška prijaznost. *Knjižnica*, 1(52):41–61, 2008.
- [10] Wikipedia contributors. Fitts’s law — Wikipedia, the free encyclopedia, 2019. [Online; accessed 22-January-2019].