Razvoj usluge virtualne stvarnosti za praćenje putanje kretanja

Posavec, Filip

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering and Computing / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:168:192494

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-23**

Repository / Repozitorij:

FER Repository - University of Zagreb Faculty of Electrical Engineering and Computing repozitory

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

ZAVRŠNI RAD br. 1552

RAZVOJ USLUGE VIRTUALNE STVARNOSTI ZA PRAĆENJE PUTANJE KRETANJA

Filip Posavec

Zagreb, lipanj 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

ZAVRŠNI RAD br. 1552

RAZVOJ USLUGE VIRTUALNE STVARNOSTI ZA PRAĆENJE PUTANJE KRETANJA

Filip Posavec

Zagreb, lipanj 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

Zagreb, 4. ožujka 2024.

ZAVRŠNI ZADATAK br. 1552

Pristupnik:	**Filip Posavec (0036544078)**
Studij:	Elektrotehnika i informacijska tehnologija i Računarstvo
Modul:	Računarstvo
Mentor:	izv. prof. dr. sc. Mirko Sužnjević

Zadatak: **Razvoj usluge virtualne stvarnosti za praćenje putanje kretanja**

Opis zadatka:

Virtualna stvarnost (VR) omogućuje korisnicima da dožive prisutnost u potpuno sintetičkom okruženju. Napredne metode navigacije, poput teleportacije, hodanja u mjestu ili kontrola putem ručki, omogućuju korisnicima fluidno kretanje kroz virtualne prostore različitih svojstava i dimenzija. Međutim, ograničena polja pogleda (engl. field-of-view, skraćeno FoV) suvremenih VR sustava predstavljaju prepreku pravovremenom opažanju virtualnih objekata te orijentaciji u virtualnom prostoru. Vaš zadatak je osmisliti i implementirati više verzija različitih virtualnih okruženja s mogućnosti bilježenja korisnikovih putanja kretanja. Dodatno, potrebno je definirati koji dijelovi putanje korisnika se direktno prate, dok koji se estimiraju iz podataka. Primjerice, mogu se pratiti glava i ruke, dok se noge mogu estimirati. Dodatno, potrebno je osmisliti i provesti korisničku studiju kojom ćete na temelju prikupljenih podataka o korisničkom ponašanju i preferencijama istražiti utjecaj specifičnosti implementiranih okruženja na korisničko iskustvo.

Rok za predaju rada: 14. lipnja 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

ZAVRŠNI RAD br. 1552

Razvoj usluge virtualne stvarnosti za praćenje putanje kretanja

Filip Posavec

Zagreb, lipanj 2024.

Sadržaj

1. Uvod 1

2. Virtualna stvarnost 3

2.1. Kratka povijest virtualne stvarnosti 3

2.2. Primjena virtualne stvarnosti danas 5

2.3. Video igre u virtualnoj stvarnosti 7

2.3.1. Beat Saber 7

2.3.2. No Man's Sky 8

3. Dizajn aplikacije The Crash 10

3.1. Dizajn scena 10

3.1.1. Main menu ..... 11~~10~~

3.1.2. Main menu 1 ..... 14~~11~~

3.1.3. Intro ..... 15~~12~~

3.1.4. Demo ..... 16~~12~~

3.1.5. Demo 1 ..... 23~~20~~

3.2. Prilagodba aplikacije ..... 26~~23~~

4. Implementacija igre The Crash ..... 29~~24~~

4.1. Korištene tehnologije i alati ..... 29~~24~~

4.1.1. Unity ..... 29~~24~~

4.1.2. Microsoft Visual Studio Code ..... 30~~24~~

4.1.3. XREcho ..... 30~~25~~

4.1.4. Mixamo ..... 33~~28~~

4.1.5. Unity Asset Store ..... 33~~28~~

4.1.6. GitHub ..... 34~~28~~

4.1.7. Meta Quest 2 ..... 34~~29~~

4.2. Implementacija igre ..... 35~~29~~

4.2.1. Integracija alata XREcho ..... 35~~29~~
4.2.2. Integracija VRIF paketa ..... 35~~30~~
4.2.3. Implementacija scena ..... 36~~30~~
4.2.4. Implementacija noćne scene ..... 50~~33~~
4.2.5. Implementacija likova i animacije ..... 55~~38~~
4.2.6. Skripta GAME SCRIPT ..... 58~~41~~
4.3. Ograničenja, nedostatci i moguća proširenja igre ..... 64~~44~~
4.3.1. Ograničenja ..... 64~~44~~
4.3.2. Nedostatci ..... 64~~45~~
4.3.3. Proširenja ..... 65~~45~~
5. Metodologija korisničke studije ..... 66~~47~~
6. Rezultati i analiza ..... 80~~49~~
6.1. Rezultati ..... 80~~49~~
6.1.1. Opći dio upitnika ..... 80~~49~~
6.1.2. Dio upitnika i toplinske mape vezane za prvi scenarij ..... 83~~51~~
6.1.3. Dio upitnika i toplinske mape vezane za drugi scenarij ..... 86~~55~~
6.1.4. Završni dio upitnika ..... 90~~59~~
6.2. Analiza ..... 91~~60~~
Zaključak ..... 94~~63~~
Literatura ..... 95~~64~~
Popis slika ..... 99~~67~~
Sažetak ..... 121~~70~~
Summary ..... 122~~71~~
Privitak ..... 125~~72~~
~~1. Uvod ..... 1~~
~~2. Virtualna stvarnost ..... 3~~

2.1. Kratka povijest virtualne stvarnosti 3
2.2. Primjena virtualne stvarnosti danas 5
2.3. Video igre u virtualnoj stvarnosti 7
2.3.1. Beat Saber 7
2.3.2. No Man's Sky 8
3. Dizajn aplikacije The Crash 10
3.1. Dizajn scena 10
3.1.1. Main menu 10
3.1.2. Main menu 1 11
3.1.3. Intro 12
3.1.4. Demo 12
3.1.5. Demo 1 20
3.2. Prilagodba aplikacije 23
4. Implementacija igre The Crash 24
4.1. Korištene tehnologije i alati 24
4.1.1. Unity 24
4.1.2. Microsoft Visual Studio Code 24
4.1.3. XREcho 25
4.1.4. Mixamo 28
4.1.5. Unity Asset Store 28
4.1.6. GitHub 28
4.1.7. Meta Quest 2 29
4.2. Implementacija igre 29
4.2.1. Integracija alata XREcho 29
4.2.2. Integracija VRIF paketa 30
4.2.3. Implementacija scena 30

~~4.2.4. Implementacija noćne scene ... 33~~
~~4.2.5. Implementacija likova i animacije ... 38~~
~~4.2.6. Skripta GAME SCRIPT ... 41~~
~~4.3. Ograničenja, nedostatci i moguća proširenja igre ... 44~~
~~4.3.1. Ograničenja ... 44~~
~~4.3.2. Nedostatci ... 45~~
~~4.3.3. Proširenja ... 45~~
~~5. Metodologija korisničke studije ... 47~~
~~6. Rezultati i analiza ... 49~~
~~6.1. Rezultati ... 49~~
~~6.1.1. Opći dio upitnika ... 49~~
~~6.1.2. Dio upitnika i toplinske mape vezane za prvi scenarij ... 51~~
~~6.1.3. Dio upitnika i toplinske mape vezane za drugi scenarij ... 55~~
~~6.1.4. Završni dio upitnika ... 59~~
~~6.2. Analiza ... 60~~
~~Zaključak ... 63~~
~~Literatura ... 64~~
~~Popis slika ... 68~~
~~Sažetak ... 71~~
~~Summary ... 72~~
~~Skraćenice ... 73~~
~~Privitak ... 74~~
~~1. Uvod ... 1~~
~~2. Virtualna stvarnost ... 3~~
~~2.1. Kratka povijest virtualne stvarnosti ... 3~~
~~2.2. Primjena virtualne stvarnosti danas ... 5~~

2.3. Video igre u virtualnoj stvarnosti 7
2.3.1. Beat Saber 7
2.3.2. No Man's Sky 8
3. Dizajn aplikacije The Crash 10
3.1. Dizajn scena 10
3.1.1. Main menu 10
3.1.2. Main menu 1 11
3.1.3. Intro 12
3.1.4. Demo 12
3.1.5. Demo 1 20
3.2. Prilagodba aplikacije 23
4. Implementacija igre The Crash 24
4.1. Korištene tehnologije i alati 24
4.1.1. Unity 24
4.1.2. Microsoft Visual Studio Code 24
4.1.3. XREcho 25
4.1.4. Mixamo 28
4.1.5. Unity Asset Store 28
4.1.6. GitHub 28
4.1.7. Meta Quest 2 29
4.2. Implementacija igre 29
4.2.1. Integracija alata XREcho 29
4.2.2. Integracija VRIF paketa 30
4.2.3. Implementacija scena 30
4.2.4. Implementacija noćne scene 33
4.2.5. Implementacija likova i animacije 38

4.2.6. Skripta GAME SCRIPT 41
4.3. Ograničenja, nedostatci i moguća proširenja igre 44
4.3.1. Ograničenja 44
4.3.2. Nedostatci 45
4.3.3. Proširenja 45
5. Metodologija korisničke studije 47
6. Rezultati i analiza 49
6.1. Rezultati 49
6.1.1. Opći dio upitnika 49
6.1.2. Dio upitnika i toplinske mape vezane za prvi scenarij 51
6.1.3. Dio upitnika i toplinske mape vezane za drugi scenarij 55
6.1.4. Završni dio upitnika 59
6.2. Analiza 60
Zaključak 63
Literatura 64
Popis slika 68
Sažetak 71
Summary 72
Skraćenice 73
Privitak 74
1. Uvod 1
2. Virtualna stvarnost 2
2.1. Kratka povijest virtualne stvarnosti 3
2.2. Primjena virtualne stvarnosti danas 3
2.3. Video igre u virtualnoj stvarnosti 3
2.3.1. Beat Saber 3

2.3.2. No Man's Sky 3
3. Dizajn aplikacije The Crash 3
3.1. Dizajn scena 3
3.1.1. Main menu 3
3.1.2. Main menu 1 4
3.1.3. Intro 5
3.1.4. Demo 5
3.1.5. Demo 1 13
3.2. Prilagodba aplikacije 16
4. Implementacija igre The Crash 17
4.1. Korištene tehnologije i alati 17
4.1.1. Unity 17
4.1.2. Microsoft Visual Studio Code 17
4.1.3. XREcho 18
4.1.4. Mixamo 21
4.1.5. Unity Asset Store 21
4.1.6. GitHub 21
4.1.7. Meta Quest 2 22
4.2. Implementacija igre 22
4.2.1. Integracija alata XREcho 22
4.2.2. Integracija VRIF paketa 23
4.2.3. Implementacija scena 23
4.2.4. Implementacija noćne scene 26
4.2.5. Implementacija likova i animacije 31
4.2.6. Skripta GAME SCRIPT 34
4.3. Ograničenja, nedostatci i moguća proširenja igre 37

4.3.1. Ograničenja ... 37
4.3.2. Nedostatci ... 38
4.3.3. Proširenja ... 38
5. Metodologija korisničke studije ... 40
6. Rezultati i analiza ... 42
6.1. Rezultati ... 42
6.1.1. Opći dio upitnika ... 42
6.1.2. Dio upitnika i toplinske mape vezane za prvi scenarij ... 44
6.1.3. Dio upitnika i toplinske mape vezane za drugi scenarij ... 48
6.1.4. Završni dio upitnika ... 52
6.2. Analiza ... 53
Zaključak ... 56
Literatura ... 57
Popis slika ... 61
Sažetak ... 64
Summary ... 65
Skraćenice ... 66
Privitak ... 67
1. Uvod ... 1
2. Virtualna stvarnost ... 2
2.1. Kratka povijest virtualne stvarnosti ... 3
2.2. Primjena virtualne stvarnosti danas ... 3
2.3. Video igre u virtualnoj stvarnosti ... 3
2.3.1. Beat Saber ... 3
2.3.2. No Man's Sky ... 3
3. Dizajn aplikacije The Crash ... 3

3.1. Dizajn scena 3
3.1.1. Main menu 3
3.1.2. Main menu 1 4
3.1.3. Intro 5
3.1.4. Demo 5
3.1.5. Demo 1 13
3.2. Prilagodba aplikacije 16
4. Implementacija igre The Crash 17
4.1. Korištene tehnologije i alati 17
4.1.1. Unity 17
4.1.2. Microsoft Visual Studio Code 17
4.1.3. XREcho 18
4.1.4. Mixamo 21
4.1.5. Unity Asset Store 21
4.1.6. GitHub 21
4.1.7. Meta Quest 2 22
4.2. Implementacija igre 22
4.2.1. Integracija alata XREcho 22
4.2.2. Integracija VRIF paketa 23
4.2.3. Implementacija scena 23
4.2.4. Implementacija noćne scene 26
4.2.5. Implementacija likova i animacije 31
4.2.6. Skripta GAME SCRIPT 34
4.3. Ograničenja, nedostatci i moguća proširenja igre 37
4.3.1. Ograničenja 37
4.3.2. Nedostatci 38

4.3.3. Proširenja 38
5. Studija 40
5.1. Cilj i izvedba studije 40
5.2. Rezultati 40
5.2.1. Opći dio upitnika 40
5.2.2. Dio upitnika i toplinske mape vezane za prvi scenarij 43
5.2.3. Dio upitnika i toplinske mape vezane za drugi scenarij 46
5.2.4. Završni dio upitnika 50
5.3. Analiza 51
Zaključak 54
Literatura 55
Popis slika 58
Sažetak 61
Summary 62
Skraćenice 63
Privitak 64
1. Uvod 1
2. Virtualna stvarnost 2
2.1. Kratka povijest virtualne stvarnosti 2
2.2. Primjena virtualne stvarnosti danas 4
2.3. Video igre u virtualnoj stvarnosti 6
2.3.1. Beat Saber 6
2.3.2. No Man's Sky 7
3. Korištene tehnologije i alati 9
3.1. Unity 9
3.2. Microsoft Visual Studio Code 9

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

3.3. XREcho 9
3.4. Mixamo 10
3.5. Unity Asset Store 10
3.6. GitHub 10
3.7. Meta Quest 2 11
4. Razvoj igre The Crash 12
4.1. Implementacija igre 12
4.1.1. Integracija i korištenje alata XREcho 12
4.1.2. Integracija VRIF paketa 15
4.1.3. Dizajn scena 15
4.1.4. Implementacija noćne scene 28
4.1.5. Implementacija likova i animacije 33
4.1.6. Skripta GAME SCRIPT 36
4.2. Ograničenja, nedostatci i moguća proširenja igre 39
4.2.1. Ograničenja 39
4.2.2. Nedostatci 39
4.2.3. Proširenja 40
5. Studija 41
5.1. Cilj i izvedba studije 41
5.2. Rezultati 41
5.2.1. Opći dio upitnika 41
5.2.2. Dio upitnika i toplinske mape vezane za prvi scenarij 44
5.2.3. Dio upitnika i toplinske mape vezane za drugi scenarij 47
5.2.4. Završni dio upitnika 51
5.3. Analiza 52
Zaključak 54

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

~~Literatura ..... 55~~

~~Popis slika ..... 58~~

~~Sažetak ..... 61~~

~~Summary ..... 62~~

~~Skraćenice ..... 64~~

~~Privitak ..... 65~~

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

Formatted: Default Paragraph Font, Check spelling and grammar

1. Uvod

Tehnologije proširene stvarnosti, koje uključuju virtualnu, proširenu i mješovitu stvarnost, sve su popularnije u područjima poput zabave, obrazovanja i marketinga [1]. Unatoč velikom interesu javnosti, istraživači se i dalje suočavaju s mnogim pitanjima, osobito u vezi s čimbenicima koji omogućuju uranjanje u ove tehnologije i njihovim potencijalnim nedostacima. Studije nastoje razumjeti ljudsko ponašanje u virtualnim okruženjima procjenjujući kognitivne odgovore poput osjećaja prisutnosti, toka, stresa i uživanja, uglavnom putem upitnika. Međutim, upitnici mogu biti nepouzdani i pristrani zbog različitih iskustava sudionika s virtualnom stvarnošću ~~[1]~~.

Motivacija za ovaj rad proizašla je iz potrebe za preciznijim i objektivnijim metodama praćenja korisnika u virtualnoj stvarnosti kako bi se bolje razumjelo njihovo ponašanje u različitim uvjetima i okolinama. Jedno takvo rješenje pruža aplikacija The Crash, razvijena u sklopu ovog rada, koja omogućuje detaljno praćenje i analizu kretanja korisnika u različitim virtualnim okruženjima. Specifično, u ovome radu se uspoređuje utjecaj svjetlosti i vidljivosti na spomenute kretnje uz pomoć dnevne i noćne scene, odnosno scenarija.

Cilj rada je istražiti kako implementirana virtualna okruženja utječu na putanje kretanja korisnika te procijeniti njihovu iskustvenu kvalitetu (engl. *Quality of Experience*, skraćeno QoE) i opterećenje scenarija nad korisnicima. Ispitivanje je uključivalo subjektivne mjere prikupljene putem upitnika i objektivne mjere praćenja vremena potrebnog da korisnik riješi određene zadatke u sklopu igre The Crash i kretanja korisnika pomoću alata XREcho [1]. Rezultati ove studije omogućit će bolje razumijevanje utjecaja različitih virtualnih okruženja na korisničko iskustvo i kretanje te pružiti smjernice za daljnje istraživanje i razvoj u području virtualne stvarnosti.

~~S time u vezi, potrebno je osmisliti novi način praćenja korisnika u virtualnoj stvarnosti kako bi bolje razumjeli njegovo ponašanje. Jedno takvo rješenje pruža aplikacija The Crash, koja je napravljena u ovom radu u svrhu praćenja kretanja korisnika u virtualnom okruženju. Cilj je napraviti više različitih virtualnih okruženja i uspoređivati njihov utjecaj na putanje kretanja korisnika.~~

Formatted: Indent: First line: 0.5"

Formatted: Indent: First line: 0.3"

Formatted: Font: Italic

Rad se sastoji od 6 poglavlja. U prvom poglavlju nalazi se kratak uvod u rad, nakon čega dolazi drugo poglavlje u kojemu se nalazi definicija pojma virtualne stvarnosti, kratki povijesni pregled, primjenu u današnjici i kratak opis video igara u virtualnoj stvarnosti. U trećem poglavlju dan je prijedlog i motivacija aplikacije The Crash. U četvrtom poglavlju nalazi se opis svih korištenih alata i tehnologija pri izradi ovoga rada te detaljna implementacija igre~~. U četvrtom poglavlju opisuje se detaljan proces razvoja igre The Crash, njen kratak opis, cilj, motivacija, implementacija~~, nedostatci, ograničenja i moguća proširenja. U petom poglavlju opisana je metodologija provedene studije. U šestom poglavlju napravljena je detaljna analiza spomenute studije~~a koja je provedena koristeći aplikaciju The Crash~~. Zaključak čini posljednje poglavlje u ovome radu i sadrži pregled rezultata rada. Iza zaključka nalazi se popis literature i slika, ~~te~~ sažetak i prilozi.

2. Virtualna stvarnost

U ovom poglavlju bit će opisana povijest razvoja virtualne stvarnosti, kakva je ona danas i koje su neke njene primjene, kao i neki primjeri video igara i sličnih radova. Virtualna stvarnost (engl. *Virtual Reality*, skraćeno VR) je umjetno računalno generirano okruženje sa scenama i objektima iz stvarnog života, stvarajući osjećaj uronjenosti kod korisnika [2]. Virtualna okruženja se doživljavaju putem uređaja poznatog kao naočale za virtualnu stvarnost (engl. *Virtual Reality headset*) ~~[2]~~. Pomoću tih naočala omogućeno nam je da se uronimo u video igre kao da smo jedan od likova, da hodamo po Mjesecu iz vlastite sobe ili prolazimo razne edukativne tečajeve. Uz virtualnu stvarnost, postoje još miješana stvarnost (engl. *Mixed reality*, skraćeno MR) i proširena stvarnost (engl. *Augmented reality*, skraćeno AR) [3].

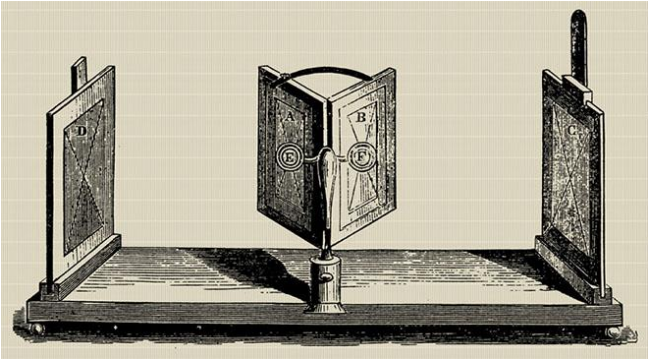
Commented [SV1]: Referenca?

Commented [FP2R1]: +

2.1. Kratka povijest virtualne stvarnosti

Sam začetak virtualne stvarnosti možemo pripisati Charlesu Wheatstoneu koji je prvi objasnio stereopsiju, fenomen pomoću kojeg mozak kombinira dvije slike istog objekta, svaku gledanu iz različitog kuta, kako bi stvorio osjećaj dubine i uronjenosti [4]. Wheatstone je koristio ovu teoriju za razvoj prvog stereoskopa, prikazanog na slici 2.1, uređaja koji je koristio par zrcala postavljenih pod kutom od 45 stupnjeva kako bi reflektirao slike prema

korisniku. Ovaj rani stereoskop omogućio je gledatelju da doživi 3D efekt, postavljajući temelje za kasniji razvoj VR tehnologija [4].



Slika 2.1: Stereoskop, slika preuzeta iz [4]

Godine 1956. kinematograf Morton Heilig stvorio je Sensoramu, prikazanu na slici 2.2, prvi VR sustav koji je patentirao 1962. godine [4]. Sensorama je bila velika kabina koja je mogla primiti do četiri osobe istovremeno i kombinirala je različite tehnologije za stimulaciju svih osjetila: 3D video u boji, zvuk, vibracije, mirise i atmosferske efekte poput vjetra. Heilig je vjerovao da je Sensorama „kino budućnosti“ i htio je potpuno uroniti ljude u svoje filmove [4].

Slika 2.2: Sensorama, slika preuzeta iz [5]

Uz Sensoramu, Heilig je također patentirao „Telesphere Mask“, prvi zaslon koji se nosi na glavi (engl. *Head mounted display*, skraćeno HMD) koji je pružao stereoskopske 3D slike sa širokim vidnim poljem i stereo zvukom. Iako „Telesphere Mask“ nije imao praćenje pokreta, postavio je temelje za budući razvoj HMD-ova [4].

Idući veći razvoj VR-a uslijedio je 1965. godine kada je računalni znanstvenik Ivan Sutherland predstavio svoju viziju „Ultimate Display“ [4]. Njegova ideja bila je stvoriti virtualni svijet koji se može gledati kroz HMD i koji replicira stvarnost tako dobro da korisnik ne može razlikovati virtualni svijet od stvarnog života. Sutherlandov koncept uključivao je računalnu opremu za stvaranje i održavanje virtualnog okruženja u stvarnom vremenu, omogućujući korisniku interakciju s objektima ~~[4]~~.

2.2. Primjena virtualne stvarnosti danas

Osim najčešće primjene u zabavne svrhe, VR je pronašao različite primjene i u područjima poput zdravstva, obrazovanja, arhitekture, vojne obuke i marketinga [6]. Zdravstveni stručnjaci koriste VR za pripremu za operacijsku salu i praksu operacija, dok tvrtke poput Osso VR omogućuju interaktivno korištenje medicinskih uređaja u VR-u [7]. S druge strane, tvrtke poput Altoida koriste XR i strojno učenje za razvoj digitalnih biomarkera za bolesti poput Alzheimerove, što omogućuje ranu dijagnozu i precizno praćenje napretka bolesti. VR se također koristi u terapiji mentalnih zdravstvenih problema, posebno u liječenju PTSP-a i anksioznosti ~~[7]~~.

VR transformira obrazovanje omogućujući studentima iskustveno učenje iz bilo kojeg dijela svijeta [7]. Primjerice, Victory XR i Engage partnerstvom omogućuju digitalne kampuse, prikazane na slici 2.3, u stvarnom vremenu za interaktivnu nastavu. RTC Antwerpen projekt opremat će 150 tisuća učenika u 690 škola s mogućnostima imerzivnog učenja. Također, tvrtke poput Tech Row omogućuju studentima putovanje na Pluton, istraživanje Antarktike i doživljavanje čuda Machu Picchua iz svoje učionice ~~[7]~~.

Slika 2.3: Digitalni kampus, slika preuzeta iz [7]

VR postupno mijenja način na koji arhitekti dizajniraju i eksperimentiraju sa svojim radom tako što im omogućuje da vide kako će zgrada ili prostor izgledati [7]. Primjerice, ako netko želi dodati proširenje svojoj nekretnini, mogu vidjeti prostor i kako će izgledati prije nego što fizički bude izgrađen te napraviti promjene u stvarnom vremenu (slika 2.4). To štedi vrijeme i novac klijentu i arhitektu, a također povećava i zadovoljstvo. Arhitekti već godinama koriste 3D modele, ali korištenje imerzivnih alata omogućuje im razumijevanje i istraživanje prostora na najdubljoj mogućoj razini ~~[7]~~.

Slika 2.4: VR arhitektura, slika preuzeta iz [8]

2.3. Video igre u virtualnoj stvarnosti

S razvojem virtualne stvarnosti razvile su neke nove industrije, pa tako i industrija video igara za virtualnu stvarnost (engl. *Virtual reality gaming*). VR gaming je pojam koji opisuje novu generaciju računalnih igara s VR tehnologijom, koja igračima pruža potpuno uranjajuće iskustvo igre iz prvoga lica [9]. Sudionici doživljavaju i utječu na svoje virtualno okruženje putem raznih VR uređaja i dodataka, uključujući VR naočale, rukavice sa senzorima i ručne kontrolere. VR igre se mogu igrati na samostalnim sustavima, poput uređaja *Meta quest 2*, specijaliziranim konzolama za igre, kao što je *PlayStation VR* ili na naprednim prijenosnim i stolnim računalima koja podržavaju vodeće VR naočale i tehnologije [9]. U nastavku će biti opisane dvije dobro poznate VR igre, *Beat Saber* i *No Man's Sky*.

Commented [SV3]: Italic
Commented [FP4R3]: +
Formatted: Font: Italic
Formatted: Font: Italic

Commented [SV5]: Zašto baš specifično ove dvije igre? Jesu li one po ikojim značajkama bliske temi rada? Rekla bih da nisu, a The Stranded Deep jest, a nije opisan ovdje.
Commented [FP6R5]: -

2.3.1. Beat Saber

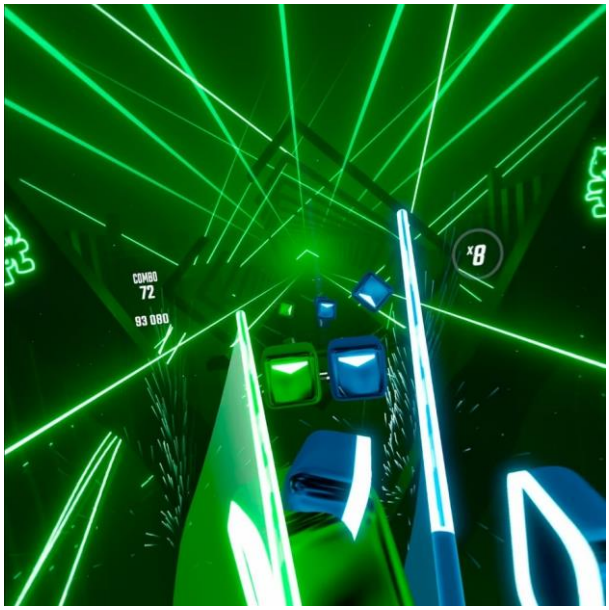
Beat Saber [1] je VR igra u kojoj igrači svjetlosnim mačevima režu blokove koji stižu u obliku ritma, kako je prikazano na slici 2.5. Igrači započinju igru s dva svjetlosna mača, crvene i plave boje, nakon čega odabiru pjesmu. Kod odabira pjesme moguće je izabrati težinu, brzinu pjesme, broj mačeva, ukupan broj života i slične parametre kako bi još više prilagodili svoje igrače iskustvo (engl. *Gaming experience*). Tijekom igre prema igraču u ritmu pjesme dolaze blokovi koji mogu doći u jednoj ili dvije boje, ovisno s koliko mačeva igrač igra. Cilj je prerezati obojene blokove s mačem odgovarajuće boje. Sami blokovi su kockastog oblika i obično su označeni strelicama ili točkicama.

Commented [SV7]: Link na stranicu se može stavit kao footnote (službena stranica igre, ako nema onda Steam/Meta store link)
Commented [FP8R7]: +

Ako je blok označen strelicom igrač mora taj blok posjeći u smjeru u kojem pokazuje strelica, a ako je označen točkom to znači da taj blok igrač smije posjeći u proizvoljnom smjeru. Osim blokova igrača mogu dočekati mine, barijere, isprekidani blokovi, prateće linije i ostale prepreke koje čine igru zabavnijom i izazovnijom. Rezultat igre ovisi o bijeloj liniji koja se nalazi ispod staze i predstavlja igračev život. Kad igrač uspješno prereže neki blok bijela linija se puni, a kada igrač presiječe minu ili ga pogodi barijera, linija se prazni. Kada se linija isprazni do kraja smatra se da je igrač izgubio i prekida se igra.

[1] https://www.beatsaber.com/

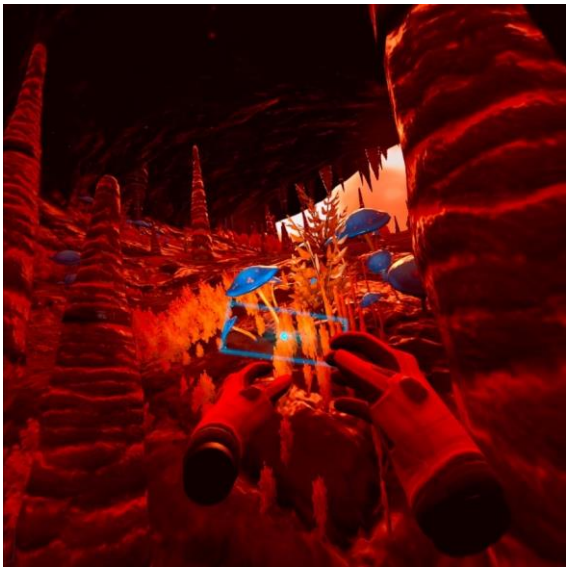
Formatted: Croatian (Croatia)



Slika 2.5: Isječak iz igre Beat Saber

2.3.2. No Man's Sky

No Man's Sky je VR igra, prikazana na slici 2.6, o istraživanju i preživljavanju u beskonačnoj galaksiji [10]. Igrači mogu istraživati otvoren svemir gdje se svaka zvijezda i planet mogu posjetiti, a svako stvorenje, geološka formacija, biljka i svemirski brod su jedinstveni. Preživljavanje u opasnoj okolini ključni je aspekt igre, s prijetnjama koje vrebaju posvuda, od dubokog svemira do gustih šuma, pustih pustinja i mračnih oceana. Igrači mogu skupljati dragocjene materijale i trgovati njima za bolje svemirske letjelice i nadogradnje, pripremajući se za epsko putovanje do središta galaksije. Igra nudi i zajednički svemir u kojem igrači mogu dijeliti svoja otkrića na karti galaksije, kretati se prema neistraženim područjima ili jačati svoje snage u poznatom svemiru ~~[10]~~. No Man's Sky drži rekord za najveći broj VR igrača ikad u iznosu od 212,613 igrača [11].



Slika 2.6: Isječak iz igre No Man's Sky

3. ~~Korištene tehnologije i alati~~Dizajn aplikacije The Crash

U ovome poglavlju opisana je ideja igre „The Crash“, njen žanr i dizajn. The Crash je VR igra preživljavanja i istraživanja za jednog igrača (engl. *Singleplayer*) koja je napravljena u svrhu istraživanja korisničkog kretanja u virtualnom prostoru. Igra je inspirirana drugom igrom *Stranded Deep* [23]. *Stranded Deep* je igra preživljavanja (engl. *Survival game*) za jednog ili više igrača gdje se radi o zrakoplovnoj nesreći koja se dogodila iznad oceana. Igrači imaju ulogu preživjelih i zadatak im je prilagoditi se i preživjeti u novoj okolini. Moguće se kretati po otocima, po moru u spasilačkom čamcu ili ispod površine mora. Igrači moraju paziti na četiri komponente, a to su glad, žeđ, umor i zdravlje. Na otocima igrači mogu pronaći izvore hrane i vode te si mogu sagraditi sklonište gdje mogu spavati. Za razliku od *Stranded Deepa*, The Crash nudi samo jedan otok za kretanje i nije moguće ulaziti u ocean. Cilj igrača je pomoći svojim trima prijateljima i osigurati hranu i vodu, drva za vatru i saznati nešto više o otoku i naselju u kojem se nalaze.

Cilj igre je stvoriti dva različita virtualna okruženja, odnosno scene, kako bismo kroz njih mogli uspoređivati kretanje igrača u različitim uvjetima. S time u vezi, provedena je studija u kojoj su prikupljeni podatci kretanja manjeg broja igrača u oba scenarija igre.~~Unity~~

3.1. Dizajn scena

Igra se sastoji od 5 scena: *Main menu*, *Main menu 1*, *Demo*, *Demo1* i *intro*. ~~Unity je vodeće svjetsko razvojno okruženje za više platformi koje pruža sveobuhvatan skup softverskih rješenja za kreiranje interaktivnog 2D i 3D sadržaja u stvarnom vremenu. Stvoren je 2005. godine u sklopu američke tvrtke Unity Technologies, a danas ga koristi preko 2.7 bilijuna korisnika i preuzima se preko 5 bilijuna Unity aplikacija mjesečno. Jedan je od najboljih alata za početnike i služi se intuitivnim grafičkim sučeljem kako bi olakšao korisnicima upravljanje svojim aplikacijama. Kako je količina korisnika rasla, tako je nastala velika zajednica koja se sastoji od mnogo foruma gdje se mogu pronaći razni priručnici i vodiči koji dodatno olakšavaju korištenje alata. Unity je temeljen na programskom jeziku C# u~~

Commented [SV9]: Prema uputama s radionice za pisanje radova, razdvojila bih opis zadatka od samog razvoja. Opis zadatka, koncept i detalji igre, žanr, cilj, narativ, vizualni dizajn pa čak i način kretanja i slično mogu biti definirani u zasebnom poglavlju. Potom imate poglavlje u kojem opišete konkretne tehnologije i specifične detalje same implementacije. Tako da se rad može prepiliti na pola tako da u teoriji netko tko ga čita može napraviti isto rješenje u nekoj svojoj tehnologiji i ignorirati Vaše implementacijske detalje.

Commented [FP10R9]: +

Commented [SV11]: Bilijuna? Pa ne baš toooooliko 😀 Paziti na prijevod! Billion je milijarda na hrvatskom 😊

Commented [FP12R11]: Da sam dobio kunu svaki puta kad sam napravio ovu grešku mogao bih počastiti cijeli ured pizzama 😅

Commented [SV13]: Koji je originalni izvor ove informacije? Je li to možda originalno objavljeno u Unity Reportsima, a ne u Kevuru games blogu?

~~kojem se pišu skripte koje zatim opisuju funkcionalnosti i ponašanje objekata u aplikaciji [12]. Igra opisana u ovome radu napravljena je u Unity inačici 2022.3.11f1.~~

3.1.1. Main menu

Scena *Main menu* , prikazana na slici 3~~4~~.1~~2~~, je scena koja predstavlja glavni izbornik u kojem igrač može započeti igru ili izaći iz igre. Igrač je smješten na nevidljivoj platformi okružen maglom i oblacima kako bi dobio bolji ugođaj. Također, u pozadini može čuti tihu mističnu ambijentalnu glazbu. Nakon pritiska gumba *Start* igraču se nude 2 nova gumba, *Scenario 1* i *Scenario 2* kao što je prikazano na slici 3~~4~~.2~~3~~. Nakon što igrač izabere neki scenarij igra ga vodi u novu scenu, *intro*.

~~3.2.~~ Slika 3.1~~12~~: Prikaz glavnog izbornika ~~Microsoft Visual Studio Code~~

~~Alat Visual Studio Code je integrirano razvojno okruženje IDE (engl. *Integrated Development Environment*) koje je razvila tvrtka Microsoft. Podržava velik broj programskih jezika kao što su: C, C++, C#, Python, Ruby i ostali. Visual Studio Code se koristi kao glavni alat za pisanje, uređivanje i ispravljanje koda. Uključuje program za otklanjanje pogrešaka (engl. *Debugger*) i podršku za IntelliSense, sučelje koje automatski čita, ispravlja, nadopunjuje i poboljšava estetiku koda [13]. U sklopu izrade igre opisane u~~

Formatted: Font: 11 pt
Formatted: Font: 11 pt
Formatted: Font: (Default) Times New Roman, 11 pt
Formatted: Font: 11 pt
Formatted: Centered

~~ovome radu Visual Studio Code korišten je kao alat za pisanje i uređivanje C# skripti. Korištena je inačica Visual Studio Code 1.89.1.~~

~~3.3. XREcho~~

~~Alat „XREcho“ je Unity dodatak (engl. *Plugin*) za snimanje, reproduciranje i vizualizaciju korisničkog ponašanja i interakcija u XR sesijama. prikazan je na slici 3.1 i~~ ~~**3.1:** XREcho objekt~~

~~Alat se koristi na sljedeći način. Na početku igre u gornjem lijevom kutu iskače grafičko korisničko sučelje (engl. *Graphical user interface*, skraćeno GUI) prikazano na slici 3.2, koji na sebi ima 3 kartice: Snimanje, Reprodukcija i Analiza. Na kartici za snimanje moguće je odabrati ime projekta i sesije za koju snimamo igru, a zatim pritiskom gumba pokrećemo ili zaustavljamo snimanje. Ako igrač prelazi iz jedne scene u drugu, snimanje se zaustavlja automatski.~~

~~**Slika 3.2:** Kartica za snimanje~~

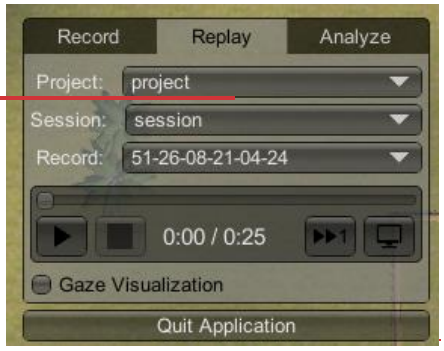
~~Na kartici reprodukcije prikazanoj na slici 3.3 ponuđene su opcije za biranje određene snimke, to su ime projekta i sesija. Ispod toga nalazi se sučelje za premotavanje snimke i gumb za vizualizaciju pogleda (engl. *Gaze Visualization*). U sučelju za premotavanje je moguće pokrenuti i zaustaviti reprodukciju, ubrzani brzinu reprodukcije 2 ili 8 puta te promijeniti perspektivu (engl. *Point of view*, skraćeno POV) gledanja snimke. Moguće je pratiti snimku iz perspektive glavne kamere ili iz perspektive igrača. Ako se odabere opcija za vizualizaciju pogleda i snimka sadrži potrebne podatke, bit će prikazana zraka od glave igrača do točke interesa [1].~~

Commented [SV14]: Da, mislim da to ima smisla.

Commented [FP15R14]: Korištenje alata potrebno premjestiti u korištene tehnologije +

Formatted: Centered

Formatted: Centered



~~**Slika 3.3:** Kartica za reprodukciju~~

~~**Slika 3.4:** Kartica za analizu~~

~~Na kartici analize prikazanoj na slici 3.4 možemo odabrati dvije glavne opcije, a to su trajektorije i toplinska mapa (engl. *Heatmap*). Pritiskom na neku od navedene dvije opcije, na projekcijskoj ravnini koja se nalazi ispod glavne kamere i prekriva područje u kojemu se igrač kretao iscrta se tražena komponenta. Komponente je moguće modificirati pomoću parametara prikazanih na slici 3.4. Linije koje prikazuju trajektorije se mogu podebljati ili suziti, moguće je povećavati ili smanjivati njihovu kvalitetu i povećati~~

Formatted: Centered

~~granicu tolerancije za prikaz linija teleportacije. Kod toplinskih mapa moguće je utjecati na njihovu transparentnost, povećati ili smanjiti minimalne i maksimalne vrijednosti koje se mogu prikazati te je moguće stopiti sve toplinske mape iz zadanog projekta u jednu. Omogućeno je prisilno ponovno crtanje mape i dohvat podataka, kao i mogućnost uzimanja snimke ekrana.~~

~~Dodatak prilikom snimanja omogućuje praćenje proizvoljnog broja objekata u sceni, uključujući i pokrete uređaja proširene stvarnosti (engl. *Extended Reality*, skraćeno *XR*), pa tako i praćenje pokreta očiju na podržanim uređajima. Tijekom reprodukcije dodatak omogućuje promjenu brzine reprodukcije, zumiranje i promjenu perspektive iz trećeg lica u prvo lice. Kod vizualizacije alat nudi opciju iscrtavanja trajektorije i toplinske mape (engl. *Heatmap*) koje vizualiziraju put i mjesta kretanja korisnika [1]. Pri izradi ovog rada alat je korišten za snimanje i vizualizaciju korisnika i njegovog kretanja u virtualnom okruženju uz pomoć toplinskih mapa i trajektorija.~~

Formatted: Centered, Indent: First line: 0.5"

Slika 3.2~~23~~: Gumbi Scenario 1 i Scenario 2 ~~(slike uzeti iz igre, umjesto simulacije?)~~

Commented [SV16]: To malo prirodnije izgleda, ali ne mislim da je neki ludi prioritet u ovom trenutku

~~3.3.1.~~3.1.2. Main menu 1

Scena Main menu 1, prikazana na slici 3.4~~3.4~~, predstavlja kraj igre. Igrač dospijeva u ovu scenu tek kad riješi sve tri misije u odabranom scenariju. Kao i kod scene *Main menu*, igrač se nalazi na nevidljivoj platformi, a ispred njega čekaju ga sretni likovi iz scenarija koji

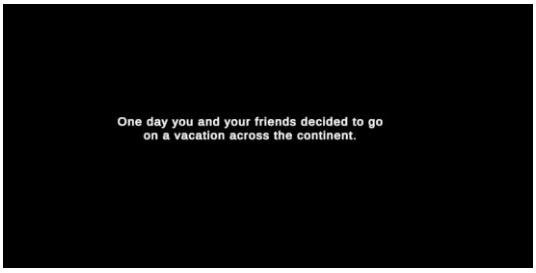
plešu. Igrač se više ne nalazi u magli i oblacima već je u prelijepom zalasku Sunca gdje se u pozadini može čuti vesela glazba.

Slika 3.~~3~~34: Scena Main menu 1

Formatted: Tab stops: Not at 4.99"

~~3.3.2.~~3.1.3. Intro

U sceni *Intro* igraču se na ekranu ispisuje tekst koji ga uvodi u priču. Primjer prve rečenice možemo vidjeti na slici 3~~4~~.4~~5~~. Svaka nova rečenica dolazi na red svakih 4,5 sekundi. U pozadini igrač može čuti Kada završi uvodna priča, igrač se stvara na otoku.



Slika 3.4~~5~~5: Intro tekst

~~3.3.3.~~3.1.4. Demo

Scena *Demo* predstavlja scenu u kojoj se odvija prvi scenarij. Radnja se odvija na otoku koji se nalazi usred oceana, bez drugih vidljivih površina kopna u blizini kao što je prikazano na slici 3.5~~4.7~~. Igrač se stvara ispred ulaza u naselje kraj 3 prijatelja, kao što je označeno crvenom kružnicom na slici 3~~4~~.6~~8~~. Igra počinje kad igrač započne razgovor s prijateljima, što možemo vidjeti na slici 3~~4~~.7~~9~~. Kroz razgovor se likovi dogovore kako će pristupiti situaciji i raspodijele poslove. Remy postaje zadužen za osiguravanje smještaja, Charlie će istraživati povijest naselja, dok će Elsa potražiti hranu. Zadatak igrača je da pomogne svim prijateljima, čime završava igru.

Slika 3.5~~57~~: Scena Demo

Slika 3.668: Tlocrt naselja i početna lokacija

Slika 3.779: Početni razgovor

Igrač može započeti zadatke bilo kojim redoslijedom. Prvi zadatak zahtjeva od igrača da pronađe 3 knjige koje su skrivene negdje u kućama, kao što je prikazano na slikama 3.84.10 i 34.911. Knjige je potrebno odnijeti na ormar koji je prikazan na slici 34.10. U igračevom vidnom polju nalazi se žuta točka, prikazana na slikama 34.911 i 34.102, koja služi kao pomoć tako što ispisuje napredak određenog zadatka kako ga igrač rješava. Dok

igrač pomaže jednom prijatelju, ne može istovremeno pomagati nekom drugom, što je prikazano na slici 34.1113.

Slika 3.8810: Prvi zadatak

Slika 3.9911: Primjer skrivene knjige

Slika 3.101012: Primjer stavljene knjige i napretka

Slika 3.11~~11~~~~13~~: Prioritet zadataka

Drugi zadatak od igrača traži da pronađe 4 cjepanice koje su smještene negdje vani u naselju, kao što je prikazano na slici 3~~4~~.1~~2~~4. Ukupno u sceni postoji 6 cjepanica, kako bi olakšali potragu. Pronađene cjepanice je potrebno odnijeti u kućicu pokraj Remya na klupicu, koja je prikazana na slici 3~~4~~.1~~3~~5.

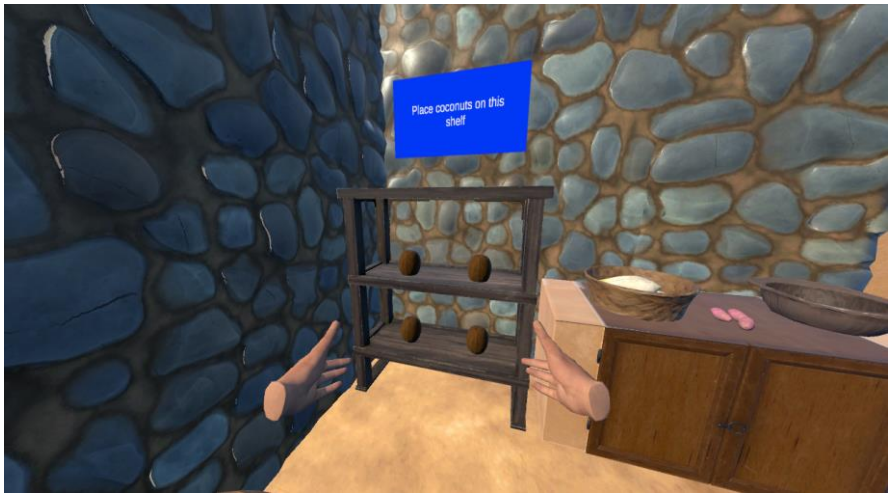
Slika 3.12~~12~~~~14~~: Skrivena cjepanica

Slika 3.131315: Klupica za cjepanice

Treći zadatak koji igrač treba riješiti je traženje kokosa. Kokosi su skriveni u kutijama koje su prikazane na slici 34.146. Na otoku se nalazi 13 kutija koje igrač može razbiti čekićem sa slike 34.146 ili rukom, ali samo ih je 12 moguće razbiti. Kutija sa slike 34.146 služi kao primjer kako bi igrači znali točno kakve kutije trebaju tražiti. Na slici 34.157 možemo vidjeti kako izgleda primjer kutije koja sadrži kokos i kutije koja ne sadrži. Cilj igrača je da šeće naseljem i otvara kutije dok ne pronađe sva 4 kokosa. Kokose je potrebno odnijeti u kuću koja predstavlja kuhinju na policu koja je prikazana na slici 34.168.

Slika 3.141416: Kutija s kokosom i čekić

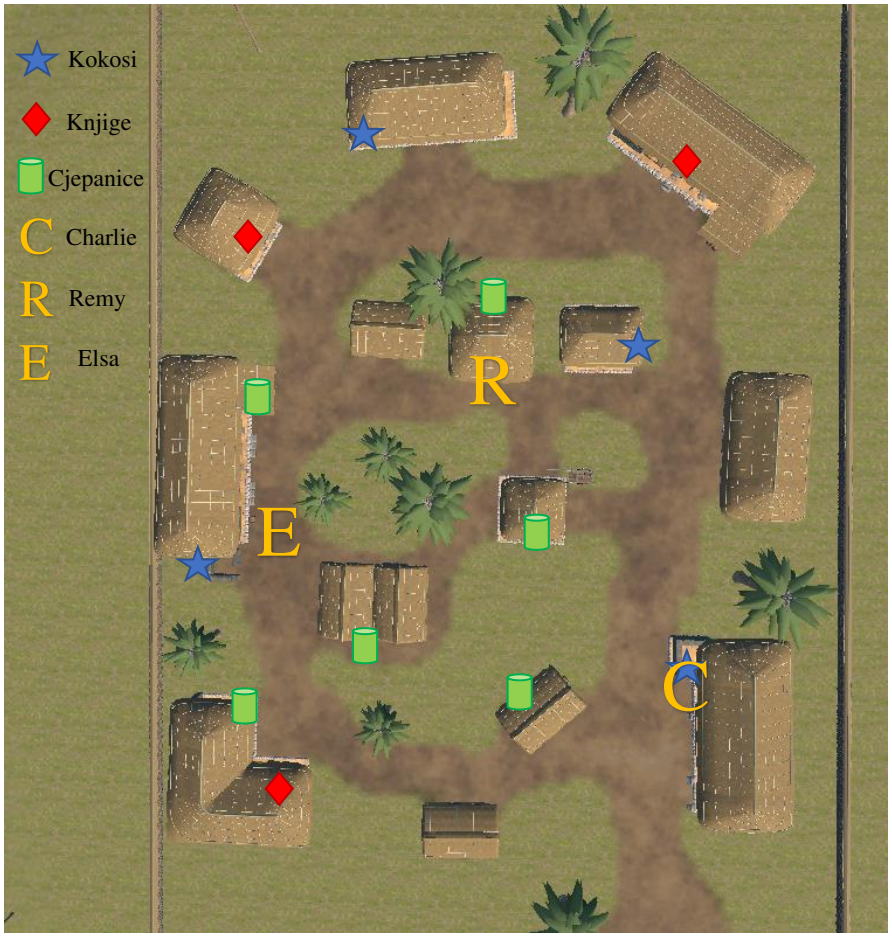
Slika 3.15~~15~~~~17~~: Kutija koja sadrži kokos i kutija koja ne sadrži kokos



Slika 3.16~~16~~~~18~~: Polica s kokosima

Nakon što igrač riješi sva 3 zadatka i priča s prijateljima, biti će prebačen u scenu *Main menu 1*. Svi skriveni predmeti su označeni na slici 3~~4~~.17~~9~~. Tijekom igre na otoku se mogu čuti ambijentalni zvukovi ptica i vjetra.

Formatted: Indent: First line: 0.5"



Slika 3.17~~17~~~~19~~: Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo ~~(dodati i lokacije likova?)~~

Commented [SV17]: Možete ako želite

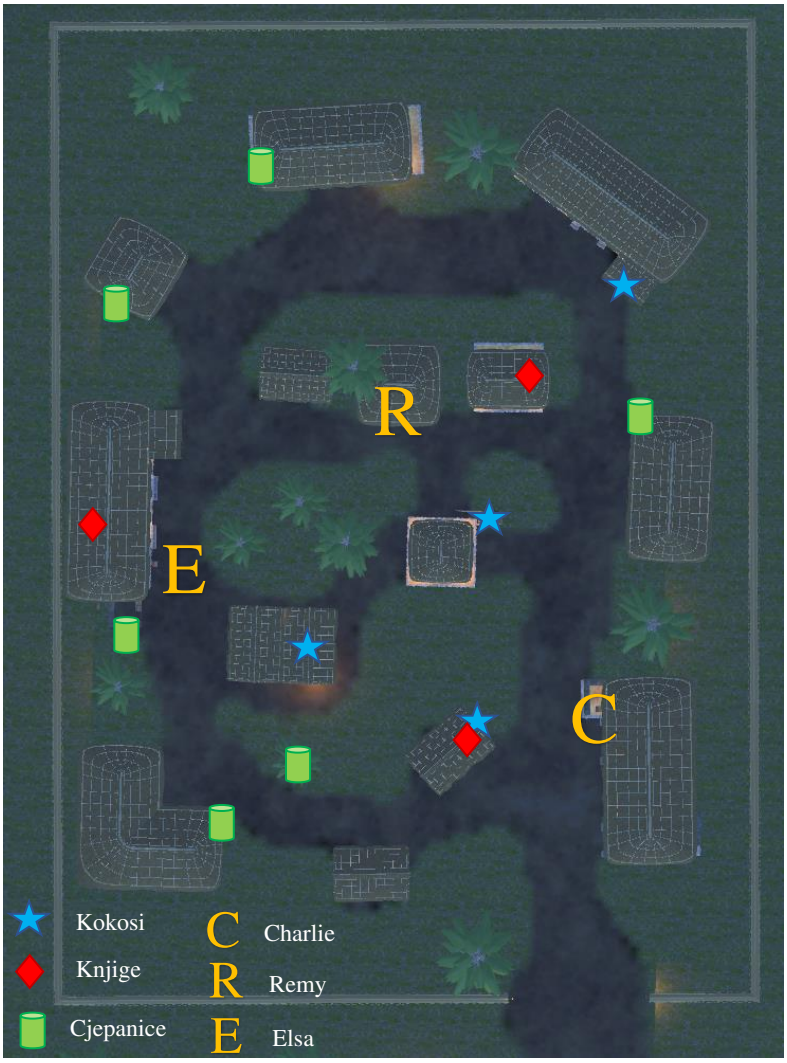
Commented [FP18R17]: +

~~3.3.4.~~3.1.5. Demo 1

Scena *Demo 1* , prikazana na slici 3~~4~~.18~~20~~, predstavlja scenu u kojoj se odvija drugi scenarij. Scena je identičnog rasporeda kao i scena *Demo*, samo što je sada noć, a ne dan, što je prikazano na slici 3~~4~~.19~~21~~. Igrač se stvara na istom mjestu gdje se stvorio i u prvom scenariju, ali ovoga puta mu je omogućeno da preskoči uvodni razgovor kako bi mogao brže proći igru. Glavna razlika osim osvjetljenja između scena *Demo* i *Demo 1* je razmještaj skrivenih predmeta i ambijentalna pozadinska glazba. Razmještaj skrivenih predmeta možemo vidjeti na slici 3~~4~~.20~~2~~.

Slika 3.18~~18~~~~20~~: Scena Demo 1

Slika 3.19~~19~~~~21~~: Scena Demo 1 iz perspektive igrača



Slika 3.202022: Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo 1

~~3.4.~~3.2. Prilagodba aplikacije

Kako je cilj aplikacije napraviti podlogu na kojoj će biti provedena korisnička studija, potrebno je prilagoditi aplikaciju tako da se studija može provesti. Za to je prvo potrebno ugraditi sustav koji može pratiti, snimiti i analizirati korisničke kretnje u virtualnom prostoru. Potrebno je implementirati i igrača koji će moći uspostaviti interakciju s likovima i predmetima oko sebe. Njime upravljaju ispitanici i tako prolaze kroz implementirane scenarije. Temeljem navedenog sustava za snimanje korisnika i implementiranog igrača prikupljaju se konkretni podatci, odnosno pozicije igrača u svakom trenutku igre, koji će detaljnije biti analizirani u studiji.

~~3.5. Mixamo~~

~~Mixamo Inc. je tvrtka za 3D računalnu grafiku sa sjedištem u San Franciscu koja razvija i prodaje web-bazirane usluge za animaciju 3D likova. Koristeći strojno učenje, Mixamo automatizira proces animacije, uključujući 3D modeliranje, postavljanje skeleta (engl. *Rigging*) i animaciju. Tvrtka je prikupila preko 11 milijuna dolara od investitora i 2015. ju je preuzeo Adobe Systems. Mixamo nudi „Auto-Rigger“, internetsku uslugu koja koristi strojno učenje za postavljanje skeleta u 3D model. Također, imaju online trgovinu animacija s 3D modelima i animacijama kreiranim kombinacijom tehnologije snimanja pokreta (engl. *Motion capture*) i ključnih (engl. *Key frame*) animatora [14]. U izradi ovog rada Mixamo je korišten kao izvor likova i njihovih animacija.~~

~~3.6. Unity Asset Store~~

~~Unity Asset Store je platforma koja sadrži brojne pakete i resurse koji se mogu kupiti ili preuzeti besplatno i koristiti u vlastitim Unity projektima [15]. Paket *KHS Naganeupseong Walled Town, Suncheon* je korišten kao glavni izvor kuća i zidova koji čine selo u igri The Crash [16]. *Crashed Boeing C-17 Globemaster III* korišten je kao model aviona koji se srušio [17]. *Dreamteck Splines* korišten je kao alat za generiranje krivulja po kojima se likovi kreću [18]. *Palm Tree Pack Free* korišten je kao izvor palmi koje se nalaze na otoku [19]. *VR Interaction Framework* korišten je za implementaciju interakcija igrača i predmeta u virtualnom okruženju [20].~~

~~3.7. GitHub~~

~~GitHub je web-platforma koja pohranjuje izvorni programski kod na serveru u obliku repozitorija te koristi Git za kontrolu verzija programskog koda. Članovi repozitorija mogu pratiti aktivnosti drugih, ocjenjivati njihove radove te komunicirati putem javnih ili privatnih poruka. Ključne naredbe uključuju *Fork* (stvaranje kopije repozitorija), *Pull request* (zahtjev za integraciju promjena), *Merge* (spajanje promjena u originalni repozitorij), *Push* (slanje lokalnih promjena na online repozitorij) i *Commit* (spremanje pojedinačnih promjena u datotekama). Također, korisnici mogu klonirati repozitorije kako bi imali lokalnu kopiju i kako bi radili na projektima izvan mreže. Korištenjem GitHuba, olakšano je vođenje rada, radi jednostavnog pristupa različitim verzijama koda, što znatno olakšava praćenje promjena i ispravljanje grešaka [21].~~

~~3.8. Meta Quest 2~~

~~Meta Quest 2 je napredni „sve u jednom?“ (engl. *All in one*) VR sustav koji može raditi samostalno s naočalama za prikaz virtualne stvarnosti i kontrolerima, što je prikazano na slici 3.1, ili se može povezati s računalom putem Link kabla za pristup *Oculus Rift* naslovima. Pruža povećanu gustoću piksela i glatku igru zahvaljujući dinamičkom skaliranju rezolucije, te šest stupnjeva slobode za precizno praćenje pokreta bez vanjskih senzora. Novo dizajnirani *Touch* kontroleri nude poboljšanu ergonomiju i stabilnost, dok mekani remen osigurava udobnost. Ugrađeni 3D zvuk i podrška za naočale čine iskustvo još ugodnijim, a dostupan je s kapacitetom pohrane od 128 GB ili 256 GB [22].~~

Commented [SV19]: Mislim da bi bilo bolje italic

Commented [FP20R19]: +

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Formatted: Font: Italic

Commented [SV21]: Mislim da se "all in one" može izostaviti

Commented [FP22R21]: +

~~**Slika 3.5:** Meta Quest 2~~

4. ~~Razvoj~~Implementacija igre The Crash

U ovome poglavlju opisana je ~~ideja~~ implementacija igre „The Crash“ ~~i njen razvoj, dizajn~~ i neke osnovne mehanike. Na kraju poglavlja opisani su nedostaci i proširenja aplikacije. ~~The Crash je VR igra za jednog igrača (engl. *Singleplayer*) koja je napravljena u svrhu istraživanja korisničkog kretanja u virtualnom prostoru.~~ Aplikacija~~Igra~~ je napravljena u programu Unity za kojeg je namijenjen alat XREcho koji snima i analizira kretanje igrača. ~~Igra je inspirirana drugom igrom *Stranded Deep* [23]. *Stranded Deep* je igra preživljavanja (engl. *Survival game*) za jednog ili više igrača gdje se radi o zrakoplovnoj nesreći koja se dogodila iznad oceana. Igrači imaju ulogu preživjelih i zadatak im je prilagoditi se i preživjeti u novoj okolini. Moguće se kretati po otocima, po moru u spasilačkom čamcu ili ispod površine mora. Igrači moraju paziti na četiri komponente, a to su glad, žeđ, umor i zdravlje. Na otocima igrači mogu pronaći izvore hrane i vode te si mogu sagraditi skloništе gdje mogu spavati. Za razliku od *Stranded Deepa*, The Crash nudi samo jedan otok za kretanje i nije moguće ulaziti u ocean. Cilj igrača je pomoći svojim trima prijateljima i osigurati hranu i vodu, drva za vatru i saznati nešto više o otoku i naselju u kojem se nalaze.~~

4.1. ~~Cilj igre je stvoriti dva različita virtualna okruženja, odnosno scene, kako bismo kroz njih mogli uspoređivati kretanje igrača u različitim uvjetima. S time u vezi, provedena je studija u kojoj su prikupljeni podatci kretanja manjeg broja igrača u oba scenarija igre.~~Korištene tehnologije i alati

4.1.1. Unity

Unity je vodeće svjetsko razvojno okruženje za više platformi koje pruža sveobuhvatan skup softverskih rješenja za kreiranje interaktivnog 2D i 3D sadržaja u stvarnom vremenu. Stvoren je 2005. godine u sklopu američke tvrtke Unity Technologies, a danas ga koristi preko 2.7 milijardi korisnika i preuzima se preko 5 milijardi Unity aplikacija mjesečno [29]. Jedan je od najboljih alata za početnike i služi se intuitivnim grafičkim sučeljem kako bi

Commented [SV23]: Prema uputama s radionice za pisanje radova, razdvojila bih opis zadatka od samog razvoja. Opis zadatka, koncept i detalji igre, žanr, cilj, narativ, vizualni dizajn pa čak i način kretanja i slično mogu biti definirani u zasebnom poglavlju. Potom imate poglavlje u kojem opišete konkretne tehnologije i specifične detalje same implementacije. Tako da se rad može prepiliti na pola tako da u teoriji netko tko ga čita može napraviti isto rješenje u nekoj svojoj tehnologiji i ignorirati Vaše implementacijske detalje.

Commented [FP24R23]: +

Commented [SV25]: Bilijuna? Pa ne baš toooooliko 😀 Paziti na prijevod! Billion je milijarda na hrvatskom 😊

Commented [FP26R25]: Da sam dobio kunu svaki puta kad sam napravio ovu grešku mogao bih počastiti cijeli ured pizzama 🥳

Commented [SV27]: Koji je originalni izvor ove informacije? Je li to možda originalno objavljeno u Unity Reportsima, a ne u Kevuru games blogu?

Commented [FP28R27]: +

olakšao korisnicima upravljanje svojim aplikacijama. Kako je količina korisnika rasla, tako je nastala velika zajednica koja se sastoji od mnogo foruma gdje se mogu pronaći razni priručnici i vodiči koji dodatno olakšavaju korištenje alata. Unity je temeljen na programskom jeziku C# u kojem se pišu skripte koje zatim opisuju funkcionalnosti i ponašanje objekata u aplikaciji [12]. Igra opisana u ovome radu napravljena je u Unity inačici 2022.3.11f1.

4.1.2. Microsoft Visual Studio Code

Alat Visual Studio Code je integrirano razvojno okruženje IDE (engl. *Integrated Development Environment*) koje je razvila tvrtka Microsoft. Podržava velik broj programskih jezika kao što su: C, C++, C#, Python, Ruby i ostali. Visual Studio Code se koristi kao glavni alat za pisanje, uređivanje i ispravljanje koda. Uključuje program za otklanjanje pogrešaka (engl. *Debugger*) i podršku za IntelliSense, sučelje koje automatski čita, ispravlja, nadopunjuje i poboljšava estetiku koda [13]. U sklopu izrade igre opisane u ovome radu Visual Studio Code korišten je kao alat za pisanje i uređivanje C# skripti. Korištena je inačica Visual Studio Code 1.89.1.

4.1.3. XREcho

Alat „XREcho“ [1] je Unity dodatak (engl. *Plugin*) za snimanje, reproduciranje i vizualizaciju korisničkog ponašanja i interakcija u XR sesijama. Objekt koji dodatak koristi u sceni prikazan je na slici 4.1 i sastoji se od glavne kamere (*MonitorigCamera*), snimača (*RecordingManager*), alata za reprodukciju (*ReplayManager*) i upravljača grafičkog sučelja (*GUIManager*). Glavna kamera služi kao očište u sceni iz kojega promatramo sve što se snima. Snimač ima zadatak da preko glavne kamere snimi sve zadane objekte i zabilježi sve putanje i mjesta koja je igrač posjetio dok se kretao. Pri tome mu pomažu objekti koji se nalaze na nižoj razini hijerarhije. Alat za reprodukciju služi za reprodukciju snimljenog materijala koji time pomaže kod analize podataka.

Commented [SV29]: Na nižoj razini hijerarhije

Commented [FP30R29]: +

Slika 4.1: XREcho objekt

Alat se koristi na sljedeći način. Na početku igre u gornjem lijevom kutu iskače grafičko korisničko sučelje (engl. *Graphical user interface*, skraćeno GUI) prikazano na slici 4.2, koji na sebi ima 3 kartice: Snimanje, Reprodukcija i Analiza. Na kartici za snimanje moguće je odabrati ime projekta i sesije za koju snimamo igru, a zatim pritiskom gumba pokrećemo ili zaustavljamo snimanje. Ako igrač prelazi iz jedne scene u drugu, snimanje se zaustavlja automatski.

Commented [SV31]: Da, mislim da to ima smisla.

Commented [FP32R31]: Korištenje alata potrebno premjestiti u korištene tehnologije +

Slika 4.2: Kartica za snimanje

Na kartici reprodukcije prikazanoj na slici 4.3 ponuđene su opcije za biranje određene snimke, to su ime projekta i sesija. Ispod toga nalazi se sučelje za premotavanje snimke i gumb za vizualizaciju pogleda (engl. *Gaze Visualization*). U sučelju za premotavanje je moguće pokrenuti i zaustaviti reprodukciju, ubrzani brzinu reprodukcije 2 ili 8 puta te promijeniti perspektivu (engl. *Point of view*, skraćeno POV) gledanja snimke. Moguće je pratiti snimku iz perspektive glavne kamere ili iz perspektive igrača. Ako se

odabere opcija za vizualizaciju pogleda i snimka sadrži potrebne podatke, bit će prikazana zraka od glave igrača do točke interesa [1].

Slika 4.3: Kartica za reprodukciju

Slika 4.4: Kartica za analizu

Na kartici analize prikazanoj na slici 4.4 možemo odabrati dvije glavne opcije, a to su trajektorije i toplinska mapa (engl. *Heatmap*). Pritiskom na neku od navedene dvije opcije, na projekcijskoj ravnini koja se nalazi ispod glavne kamere i prekriva područje u

kojemu se igrač kretao iscrta se tražena komponenta. Komponente je moguće modificirati pomoću parametara prikazanih na slici 4.4. Linije koje prikazuju trajektorije se mogu podebljati ili suziti, moguće je povećavati ili smanjivati njihovu kvalitetu i povećati granicu tolerancije za prikaz linija teleportacije. Kod toplinskih mapa moguće je utjecati na njihovu transparentnost, povećati ili smanjiti minimalne i maksimalne vrijednosti koje se mogu prikazati te je moguće stopiti sve toplinske mape iz zadanog projekta u jednu. Omogućeno je prisilno ponovno crtanje mape i dohvat podataka, kao i mogućnost uzimanja snimke ekrana.

Pri izradi ovog rada alat je korišten za snimanje i vizualizaciju korisnika i njegovog kretanja u virtualnom okruženju uz pomoć toplinskih mapa i trajektorija.

4.1.4. Mixamo

Mixamo Inc. je tvrtka za 3D računalnu grafiku sa sjedištem u San Franciscu koja razvija i prodaje web-bazirane usluge za animaciju 3D likova. Koristeći strojno učenje, Mixamo automatizira proces animacije, uključujući 3D modeliranje, postavljanje skeleta (engl. *Rigging*) i animaciju. Tvrtka je prikupila preko 11 milijuna dolara od investitora i 2015. ju je preuzeo Adobe Systems. Mixamo nudi „Auto-Rigger“, internetsku uslugu koja koristi strojno učenje za postavljanje skeleta u 3D model. Također, imaju online trgovinu animacija s 3D modelima i animacijama kreiranim kombinacijom tehnologije snimanja pokreta (engl. *Motion capture*) i ključnih (engl. *Key frame*) animatora [14]. U izradi ovog rada Mixamo je korišten kao izvor likova i njihovih animacija.

4.1.5. Unity Asset Store

Unity Asset Store je platforma koja sadrži brojne pakete i resurse koji se mogu kupiti ili preuzeti besplatno i koristiti u vlastitim Unity projektima [15]. Paket *KHS-Naganeupseong Walled Town, Suncheon* je korišten kao glavni izvor kuća i zidova koji čine selo u igri The Crash [16]. *Crashed Boeing C-17 Globemaster III* korišten je kao model aviona koji se srušio [17]. *Dreamteck Splines* korišten je kao alat za generiranje krivulja po kojima se likovi kreću [18]. *Palm Tree Pack Free* korišten je kao izvor palmi koje se nalaze na otoku [19]. *VR Interaction Framework* korišten je za implementaciju interakcija igrača i predmeta u virtualnom okruženju [20].

4.1.6. GitHub

GitHub je web-platforma koja pohranjuje izvorni programski kod na serveru u obliku repozitorija te koristi Git za kontrolu verzija programskog koda. Članovi repozitorija mogu pratiti aktivnosti drugih, ocjenjivati njihove radove te komunicirati putem javnih ili privatnih poruka. Ključne naredbe uključuju *Fork* (stvaranje kopije repozitorija), *Pull request* (zahtjev za integraciju promjena), *Merge* (spajanje promjena u originalni repozitorij), *Push* (slanje lokalnih promjena na online repozitorij) i *Commit* (spremanje pojedinačnih promjena u datotekama). Također, korisnici mogu klonirati repozitorije kako bi imali lokalnu kopiju i kako bi radili na projektima izvan mreže. Korištenjem GitHuba, olakšano je vođenje rada, radi jednostavnog pristupa različitim verzijama koda, što znatno olakšava praćenje promjena i ispravljanje grešaka [21].

Commented [SV33]: Mislim da bi bilo bolje italic

Commented [FP34R33]: +

~~4.1.1.~~4.1.7. Meta Quest 2

Meta Quest 2 je napredni VR sustav koji može raditi samostalno s naočalama za prikaz virtualne stvarnosti i kontrolerima, što je prikazano na slici 4~~3~~.5~~1~~, ili se može povezati s računalom putem Link kabla za pristup *Oculus Rift* naslovima [22]. Pruža povećanu gustoću piksela i glatku igru zahvaljujući dinamičkom skaliranju rezolucije, te šest stupnjeva slobode za precizno praćenje pokreta bez vanjskih senzora. Novo dizajnirani *Touch* kontroleri nude poboljšanu ergonomiju i stabilnost, dok mekani remen osigurava udobnost. Ugrađeni 3D zvuk i podrška za naočale čine iskustvo još ugodnijim, a dostupan je s kapacitetom pohrane od 128 GB ili 256 GB ~~[22]~~.

Commented [SV35]: Mislim da se "all in one" može izostaviti

Commented [FP36R35]: +

Slika 4.5: Meta Quest 2

Formatted: Indent: First line: 0"

4.2. Implementacija igre

4.2.1. Integracija alata XREcho

Alat XREcho implementiran je po uputama koje se nalaze na službenom GitHub repozitoriju [24]. Potrebno je preuzeti izvorni kod i uvesti ga (engl. *Import*) u Unity. Kada se sve potrebno instalira, dovoljno je samo povući objekt u scenu i dobit ćemo objekt prikazan na slici 3.1.

4.2.2. Integracija VRIF paketa

VR Interaction Framework [10] paket je koji je poslužio kao glavna podrška i izvor interakcija igrača s virtualnom stvarnošću. Informacije o instalaciji mogu se pronaći na poveznici: https://wiki.beardedninjagames.com/en/Overview/InstallationGuide. Nakon instalacije potrebno je u scenu postaviti gotov objekt *XR Rig Advanced* koji predstavlja igrača. Na slici 4.6~~1~~ možemo vidjeti strukturu navedenog objekta. Ona se sastoji od komponenti *PlayerController* koja ima ugrađenu kameru, *Locomotion* koja upravlja

kretanjem igrača i *HeadCollision*. Igrač se može kretati hodajući ili putem teleportacije, za što ima plavu zraku koja pokazuje iduće mjesto teleportacije.

Slika 4.66~~1~~: XR Rig objekt

4.2.3. Implementacija~~Dizajn~~ scena

U igri postoji pet scena: *Main menu*, *Main menu 1*, *Demo*, *Demo1* i *intro*.

Scena „Main menu“

Scena *Main menu*~~, prikazana na slici 4.2,~~ je scena koja predstavlja glavni izbornik u kojem igrač može započeti igru ili izaći iz igre. ~~Igrač je smješten na nevidljivoj platformi okružen maglom i oblacima kako bi dobio bolji ugođaj. Također, u pozadini može čuti tihu mističnu ambijentalnu glazbu.~~ Nakon pritiska gumba *Start* igraču se nude 2 nova gumba, *Scenario 1* i *Scenario 2*~~, kao što je prikazano na slici 4.3. Nakon što igrač izabere neki scenarij igra ga vodi u novu scenu, *intro*.~~ Korištenjem funkcija *scene1()* i *scene2()* koje su prikazane u isječku koda 4.1 i izvrše se nakon što igrač pritisne jedan od dva ponuđena gumba~~ sa slike 4.3~~, postavlja se varijabla `scenario` u vrijednost 1 ili 2, ovisno o tome što je igrač izabrao. Varijabla se kasnije koristi kroz igru kako bi ispravno postavili scenarije.

```
public void scene1()
    {
        GlobalMemory.scenario = 1;
    }
public void scene2()
    {
        GlobalMemory.scenario = 2;
```

Formatted: Indent: Left: 0"

}

```
public void scene1()
    {
        GlobalMemory.scenario = 1;
    }
public void scene2()
    {
        GlobalMemory.scenario = 2;
    }
```

Kod 4.1 – Funkcije *scene1* i *scene2* za postavljenje scenarija

~~**Slika 4.2:** Main menu~~

Formatted: Kôd

Formatted: Kôd, Left

Commented [SV37]: Prikaz glavnog izbornika

Commented [FP38R37]: +

~~**Slika 4.3:** Gumbi Scenario 1 i Scenario 2 (slike uzeti iz igre, umjesto simulacije?)~~

Commented [SV39]: To malo prirodnije izgleda, ali ne mislim da je neki ludi prioritet u ovom trenutku

Formatted: Caption

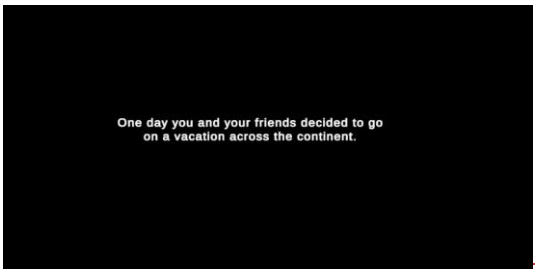
Scena „Main menu 1“

Scena Main menu 1~~, prikazana na slici 4.4~~, predstavlja kraj igre. Igrač dospijeva u ovu scenu tek kad riješi sve tri misije u odabranom scenariju. Scena je implementirana tako da se~~Kao i kod scene *Main menu*, igrač se nalazi na nevidljivoj platformi, a ispred njega čekaju ga sretni likovi iz scenarija koji plešu. Igrač se više ne nalazi u magli i oblacima već je u prelijepom zalasku Sunca gdje se u pozadini, može čuti vesela glazba. Nakon~~ nakon~~što prođe~~ 15 sekundi ~~,~~igrač ~~se~~ automatski vraća u početni izbornik, gdje zatim može odabrati idući scenarij.

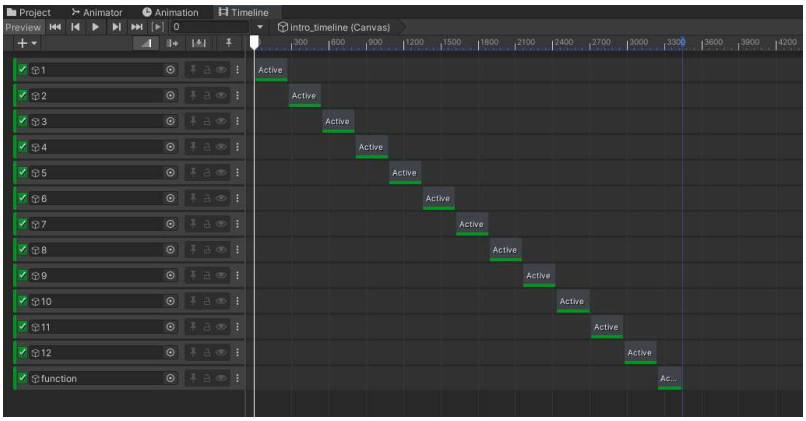
~~**Slika 4.4:** Scena Main menu 1~~

Scena „Intro“

U sceni *Intro* igraču se na ekranu ispisuje tekst koji ga uvodi u priču. ~~Primjer prve rečenice možemo vidjeti na slici 4.5.~~ Sve ~~nove~~ rečenice koje se pojavljuju dolaze na red svakih 4,5 sekundi. To je omogućeno vremenskom crtom (engl. *Timeline*) kao što je prikazano na slici 4.7~~6~~. Prilikom toga korištene su aktivacijske trake (engl. *Activation track*) koje deaktiviraju prethodni tekst i aktiviraju novi nakon što prođe određeni broj sekundi ili okvira (engl. *Frame*). Na kraju se poziva zadnja aktivacijska traka koja aktivira prazan objekt *function*, koji zatim pomoću skripte *sceneTransition* pomiče igrača u odgovarajući scenarij. Isječak koda možemo vidjeti u kodu 4.2.



~~**Slika 4.5:** Intro tekst~~



Slika 4.7~~6~~: Vremenska crta

```
void OnEnable()
    {
        if (GlobalMemory.scenario == 1)
        {
            SceneManager.LoadScene("Demo",
LoadSceneMode.Single);
        }
        else
        {
            SceneManager.LoadScene("Demo 1",
LoadSceneMode.Single);
        }
}
```


```
void OnEnable()
    {
        if (GlobalMemory.scenario == 1)
        {
            SceneManager.LoadScene("Demo",
LoadSceneMode.Single);
        }
        else
        {
            SceneManager.LoadScene("Demo 1",
LoadSceneMode.Single);
        }
    }
```


Kod 4.2 – skripta SceneTransition

Scena „Demo“

Scena *Demo* predstavlja scenu u kojoj se odvija prvi scenarij. ~~Radnja se odvija na otoku koji se nalazi usred oceana, bez drugih vidljivih površina kopna u blizini kao što je prikazano na slici 4.7. Igrač se stvara ispred ulaza u naselje kraj 3 prijatelja, kao što je označeno crvenom kružnicom na slici 4.8. Igra počinje kad igrač započne razgovor s prijateljima, što možemo vidjeti na slici 4.9. Kroz razgovor se likovi dogovore kako će pristupiti situaciji i raspodijele poslove. Remy postaje zadužen za osiguravanje smještaja, Charlie će istraživati povijest~~

Formatted: Indent: Left: 0"

Formatted: Kôd

Formatted: Kôd, Left

Commented [SV40]: Super da je kod u tekstualnom obliku. Preporuka bi ipak bila staviti ga u neki text box s vidljivim okvirom oko njega.

Commented [FP41R40]: +

~~naselja, dok će Elsa potražiti hranu. Zadatak igrača je da pomogne svim prijateljima, čime završava igru.~~

~~**Slika 4.7:** Scena Demo~~

~~**Slika 4.8:** Tloert naselja i početna lokacija~~

Formatted: Justified, Don't keep with next

Formatted: Normal

Formatted: Justified, Don't keep with next

Formatted: Normal

~~**Slika 4.9:** Početni razgovor~~

~~Igrač može započeti zadatke bilo kojim redoslijedom. Prvi zadatak zahtjeva od igrača da pronađe 3 knjige koje su skrivene negdje u kućama, kao što je prikazano na slikama 4.10 i 4.11. Knjige je potrebno odnijeti na ormar koji je prikazan na slici 4.10. U igračevom vidnom polju nalazi se žuta točka, prikazana na slikama 4.11 i 4.12, koja služi kao pomoć tako što ispisuje napredak određenog zadatka kako ga igrač rješava. Dok igrač pomaže jednom prijatelju, ne može istovremeno pomagati nekom drugom, što je prikazano na slici 4.13.~~

Formatted: Justified, Don't keep with next

Formatted: Normal

Formatted: Indent: First line: 0"

Formatted: Justified, Don't keep with next

~~**Slika 4.10:** Prvi zadatak~~

~~**Slika 4.11:** Primjer skrivene knjige~~

~~**Slika 4.12:** Primjer stavljene knjige i napretka~~

Formatted: Normal

Formatted: Justified, Don't keep with next

Formatted: Normal

Formatted: Justified, Don't keep with next

Formatted: Normal

~~**Slika 4.13:** Prioritet zadataka~~

~~Drugi zadatak od igrača traži da pronađe 4 cjepanice koje su smještene negdje vani u naselju, kao što je prikazano na slici 4.14. Ukupno u sceni postoji 6 cjepanica, kako bi olakšali potragu. Pronađene cjepanice je potrebno odnijeti u kućicu pokraj Remya na klupicu, koja je prikazana na slici 4.15.~~

~~**Slika 4.14:** Skrivena cjepanica~~

Formatted: Justified, Don't keep with next

Formatted: Normal

Formatted: Indent: First line: 0"

Formatted: Justified, Don't keep with next

Formatted: Normal

~~**Slika 4.15:** Klupica za cjepanice~~

~~Treći zadatak koji igrač treba riješiti je traženje kokosa. Kokosi su skriveni u kutijama koje su prikazane na slici 4.16. Na otoku se nalazi 13 kutija koje igrač može razbiti čekićem sa slike 4.16 ili rukom, ali samo ih je 12 moguće razbiti. Kutija sa slike 4.16 služi kao primjer kako bi igrači znali točno kakve kutije trebaju tražiti. Na slici 4.17 možemo vidjeti kako izgleda primjer kutije koja sadrži kokos i kutije koja ne sadrži. Cilj igrača je da šeće naseljem i otvara kutije dok ne pronađe sva 4 kokosa. Kokose je potrebno odnijeti u kuću koja predstavlja kuhinju na policu koja je prikazana na slici 4.18.~~

~~**Slika 4.16:** Kutija s kokosom i čekić~~

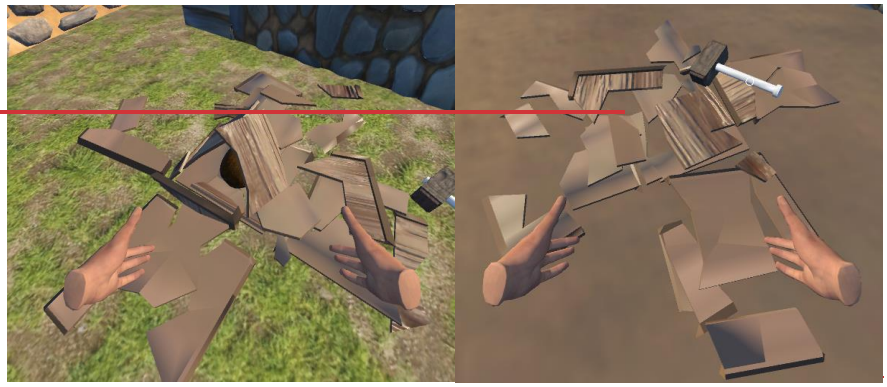
Formatted: Justified, Don't keep with next

Formatted: Normal

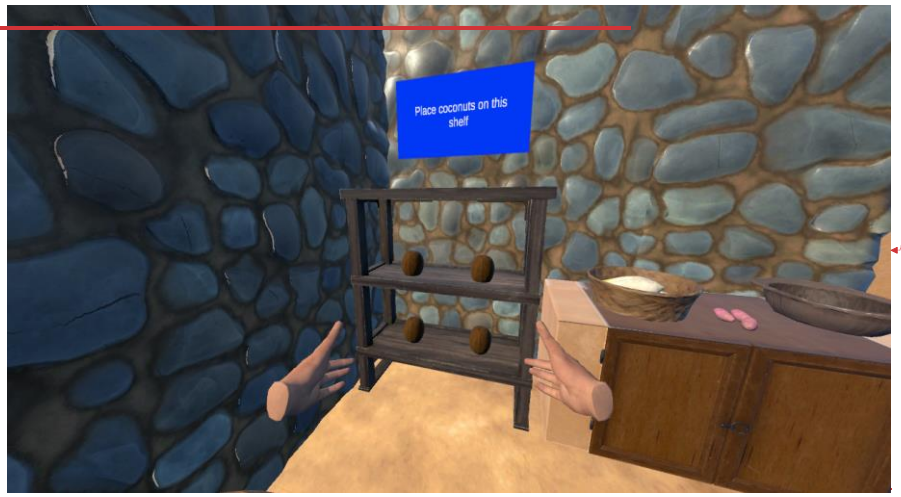
Formatted: Indent: First line: 0"

Formatted: Justified, Don't keep with next

Formatted: Normal



~~**Slika 4.17:** Kutija koja sadrži kokos i kutija koja ne sadrži kokos~~



~~**Slika 4.18:** Polica s kokosima~~

~~Nakon što igrač riješi sva 3 zadatka i priča s prijateljima, biti će prebačen u scenu *Main menu*~~ ~~*1*. Svi skriveni predmeti su označeni na slici 4.19.~~ Tijekom igre na otoku se mogu čuti ambijentalni zvukovi ptica i vjetra kojima upravlja skripta *Biome sound* čiji kod je prikazan u kodu 4.3. Skripta je stavljena na prozirnu kocku koja prekriva cijeli otok i ima ulogu barijere koju igrač uvijek dira, jer se nalazi u njoj. Na ovaj način je implementiran zvuk u svakoj sceni osim u sceni *intro*.

Formatted: Justified, Don't keep with next

Formatted: Normal

Formatted: Don't keep with next

Formatted: Normal

Formatted: Indent: First line: 0"

```
public AudioSource audio;

    void OnTriggerEnter(Collider other)
    {
        if (other.CompareTag("Player") && !audio.isPlaying)
        {
            audio.Play();
        }
    }

    void OnTriggerExit(Collider other)
    {
        if (other.CompareTag("Player") && audio.isPlaying)
        {
            audio.Stop();
        }
}
```


```
public AudioSource audio;

    void OnTriggerEnter(Collider other)
    {
        if (other.CompareTag("Player") &&
!audio.isPlaying)
        {
            audio.Play();
        }
    }

    void OnTriggerExit(Collider other)
    {
        if (other.CompareTag("Player") &&
audio.isPlaying)
        {
            audio.Stop();
        }
    }
```


Formatted: Indent: Left: 0"

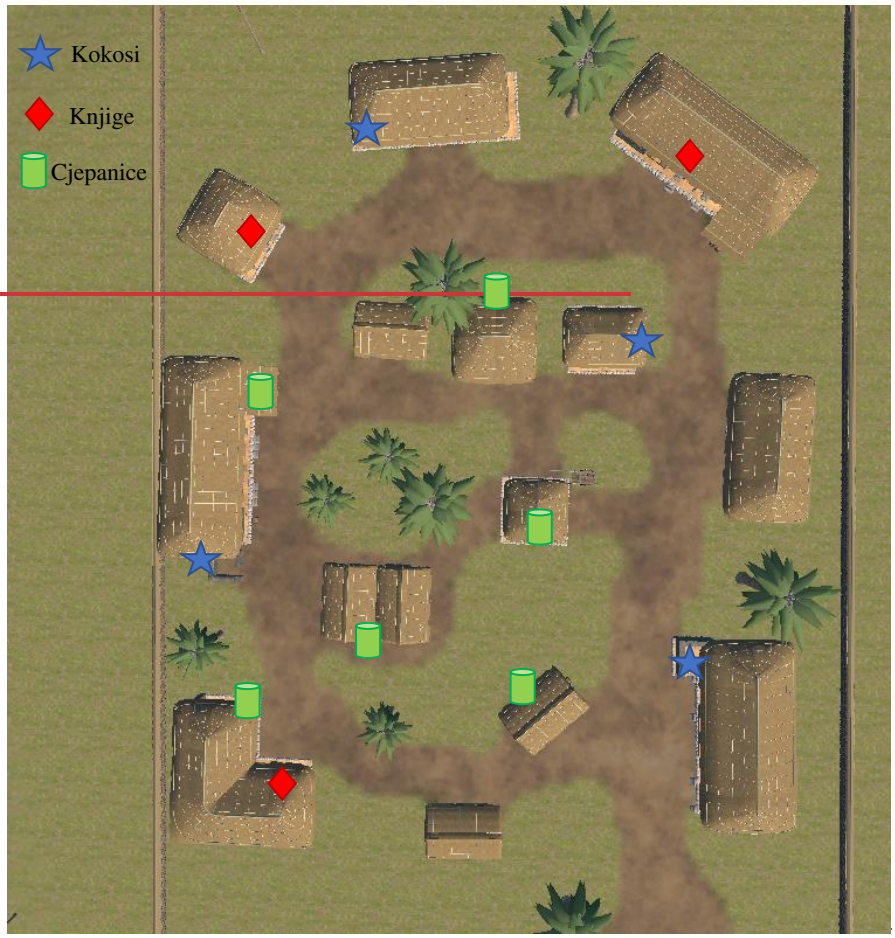
Formatted: Normal

Formatted: Indent: Left: 0"

Formatted: Kôd

Formatted: Kôd, Left

Kod 4.3 – skripta BiomeSound



~~**Slika 4.19:** Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo (dodati i lokacije likova?)~~

Commented [SV42]: Možete ako želite

Commented [FP43R42]: +

Formatted: Normal, Centered, Keep with next

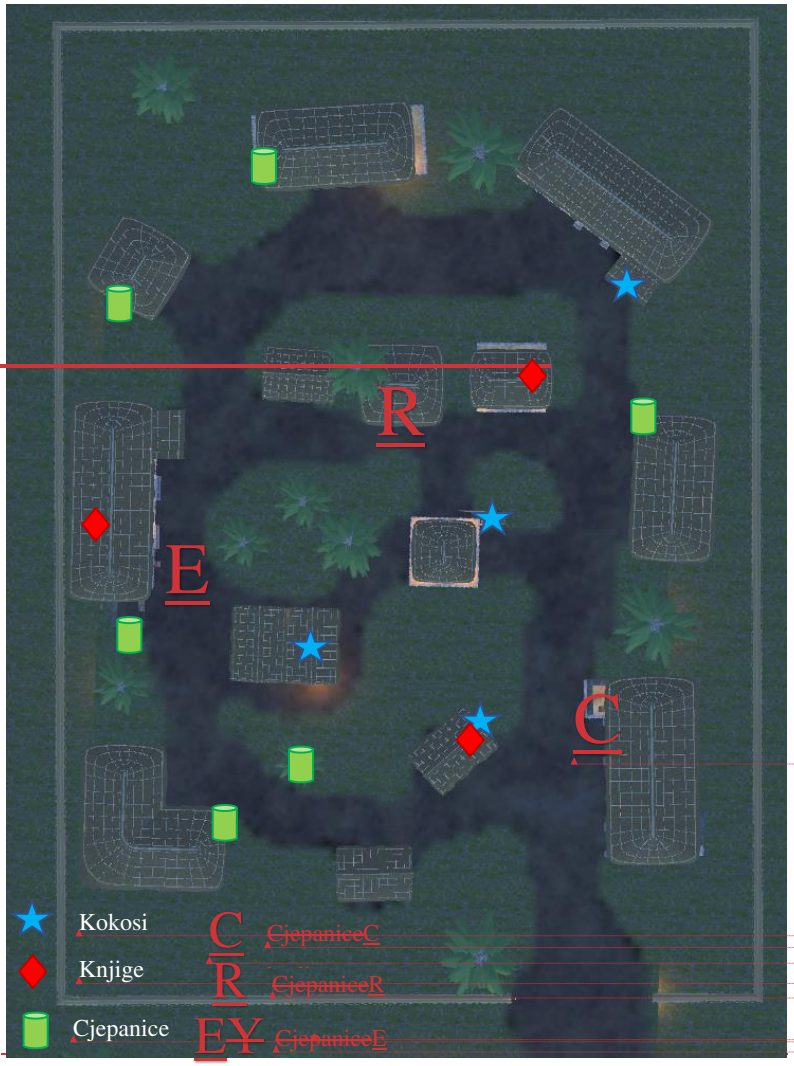
Scena „Demo 1“

Scena *Demo -1* ~~, prikazana na slici 4.24,~~ predstavlja scenu u kojoj se odvija drugi scenarij. Scena je implementirana kao noćna verzija scene *Demo*~~dentičnog rasporeda kao i scena *Demo*, samo što je sada noć, a ne dan, što je prikazano na slici 4.25~~. Postupak je objašnjen u idućem potpoglavlju. ~~Igrač se stvara na istom mjestu gdje se stvorio i u prvom scenariju, ali ovoga puta mu je omogućeno da preskoči uvodni razgovor kako bi mogao brže proći igru. Glavna razlika osim osvjetljenja između scena *Demo* i *Demo 1* je razmještaj skrivenih~~

~~predmeta i ambijentalna pozadinska glazba. Razmještaj skrivenih predmeta možemo vidjeti na slici 4.26.~~

~~**Slika 4.20:** Scena Demo 1~~

~~**Slika 4.21:** Scena Demo 1 iz perspektive igrača~~



~~Slika 4.22: Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo 1~~

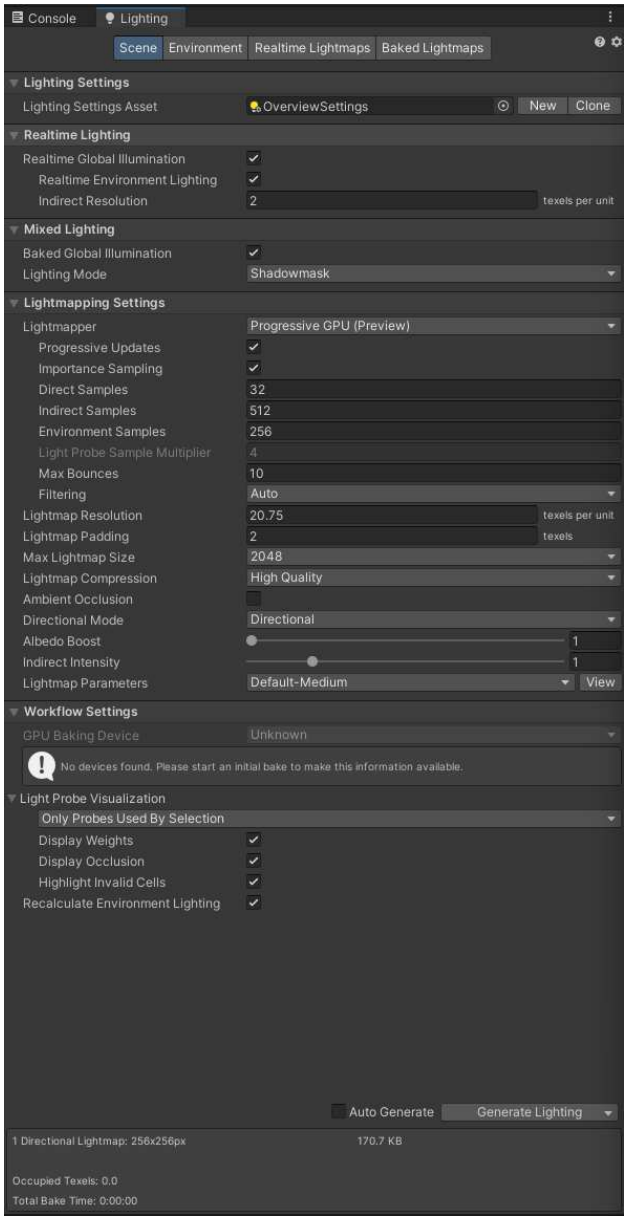
4.2.4. Implementacija noćne scene

Pri implementaciji drugog scenarija bilo je potrebno dnevnu scenu pretvoriti u noćnu. Prvo što je bilo potrebno promijeniti je nebeski okvir ~~?~~ (engl. *Skybox*) iz dana u noć. Potrebni

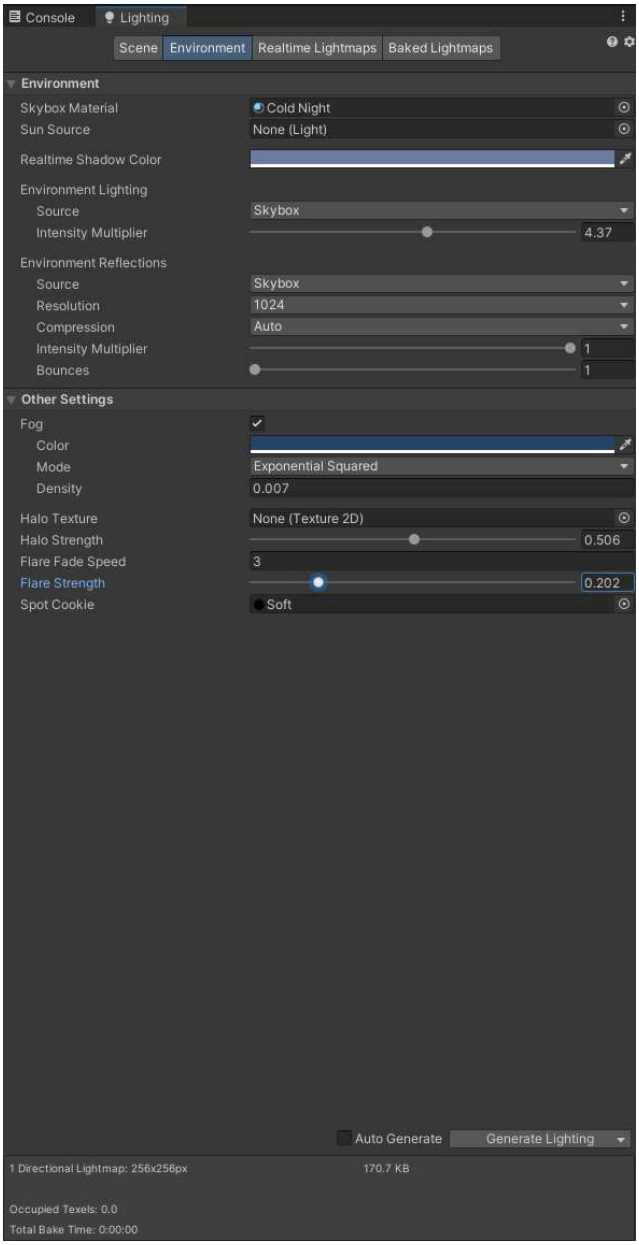
Formatted: Centered

Formatted: Centered
Formatted: Font color: Accent 4
Formatted: Centered
Formatted: Font: 26 pt, Font color: Accent 4
Formatted: Centered
Formatted: Font color: Background 1
Formatted: Font color: Background 1
Formatted: Centered
Formatted: Font color: Background 1
Formatted: Font color: Background 1
Formatted: Centered
Formatted: Font color: Background 1
Formatted: Font color: Background 1
Formatted: Font color: Background 1
Formatted: Font color: Background 1
Formatted: Normal, Keep with next
Formatted: Font: 36 pt, Font color: Accent 4, Text Outline, Shadow
Commented [SV44]: Iskreno - nemam pojma. Prof Sužnjević će možda znati.
Formatted: Font color: Text 1
Formatted: Font color: Text 1, Not Highlight
Formatted: Font color: Text 1
Formatted: Font color: Text 1
Formatted: Font: 36 pt, Font color: Accent 4, Text Outline, Shadow
Formatted: Font: 26 pt, Font color: Accent 4, Text Outline, Shadow
Formatted: Font: 26 pt, Font color: Accent 4, Text Outline, Shadow
Formatted: Font: 26 pt, Font color: Accent 4, Text Outline, Shadow
Formatted: Font: 36 pt, Font color: Accent 4, Text Outline, Shadow

nebeski okviri preuzeti su iz paketa *AllSky Free* [25]. Drugi korak bio je prilagoditi globalnu razinu svjetlosti u sceni. Na slikama 4.8~~27~~ i 4.9~~28~~ možemo vidjeti sve postavke svjetlosti scene i okoliša.

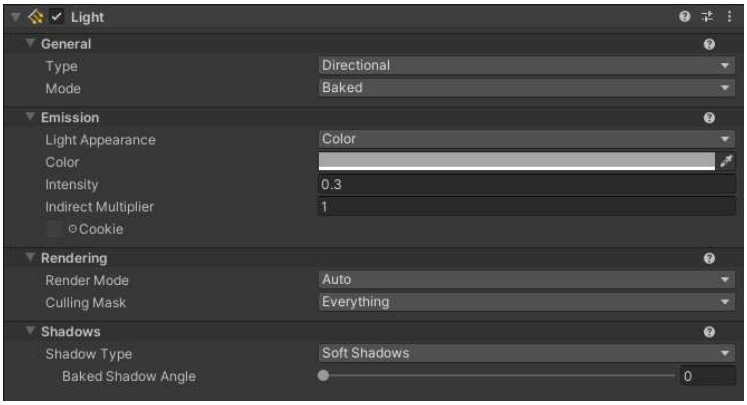


Slika 4.8~~23~~: Svjetlosne postavke scene



Slika 4.~~99~~24: Svjetlosne postavke okoliša

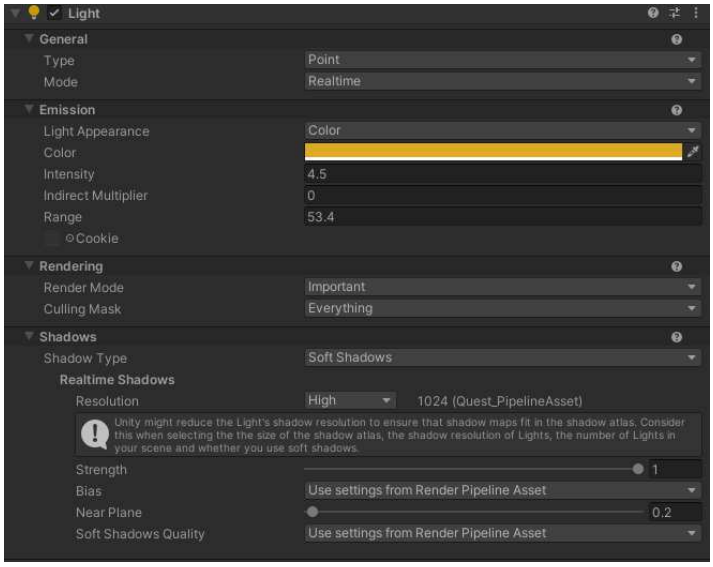
Treći korak bio je promijeniti parametre svjetlosnih objekata u sceni, kao što je to usmjereno svjetlo (engl. *Directional Light*), što je prikazano na slici 4.10~~29~~, i dodati manje izvore svjetlosti kroz naselje. Ukupno je u naselju postavljeno 53 lampaša što je prikazano na slici 4.11~~30~~ i 4.12~~31~~. Model lampaša preuzet je iz paketa *Cabin Environment* [26]. Postavke svjetlosti lampaša prikazane su na slici 4.13~~32~~. Korištena je točkasta vrsta svjetla jer je riječ o vatri kao izvoru svjetlosti, te se koristi kao svjetlo u pravom vremenu (engl. *Realtime*) kako bi scena bila što realističnija i korisničko iskustvo što veće.



Slika 4.10~~10~~~~25~~: Svjetlosne postavke usmjerenog svjetla

Slika 4.11~~11~~~~26~~: Lokacije svih lampaša

Slika 4.121227: Primjer lampaša

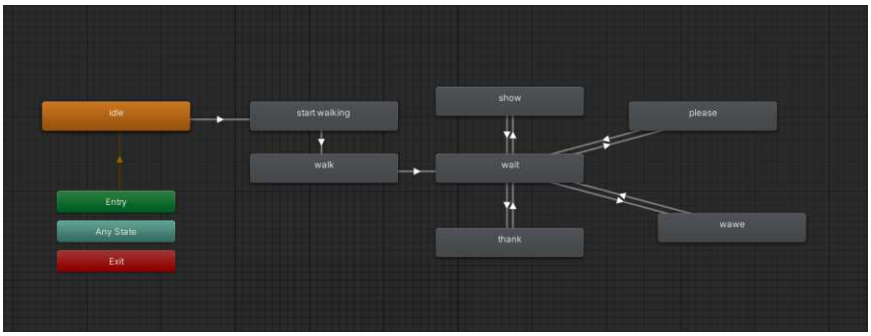


Slika 4.131328: Svjetlosne postavke lampaša

4.2.5. Implementacija likova i animacije

Likovi koji su korišteni u igri nazvani su Remy, Charlie i Elsa. Modeli su preuzeti s Mixamo [4] stranice, kao i sve animacije za likove. Preuzeto je sveukupno 15 animacija, od kojih su najčešće korištene *Breathing idle*, *Neutral idle* i *Walking*. U početnom razgovoru likovi koriste *Breathing idle* i *Neutral idle* animacije kako bi se činili prirodniji, a poslije razgovora koriste animaciju *Walking* kako bi ušetali u naselje na svoje pozicije.

Prilikom svakog razgovora s igračem gdje mu zadaju svoj zadatak, likovi koriste animacije poput *Pointing*, *Salute* ili *Thankful* kako bi pokazali na predmete koje je potrebno skupiti ili se zahvaliti igraču. Sve animacije i njihove veze možemo mijenjati u animatoru kao na slici 4.14~~33~~. Kad lik dođe u stanje *wait*, nalazi se u nekoj od *idle* animacija. U tom stanju čeka na signal kojeg šalje skripta *GAME SCRIPT* koji pokreće novu animaciju tako što lik prelazi u novo stanje, na primjer *wawe*, nakon čega se vraća u početno stanje *wait* kad nova animacija završi.

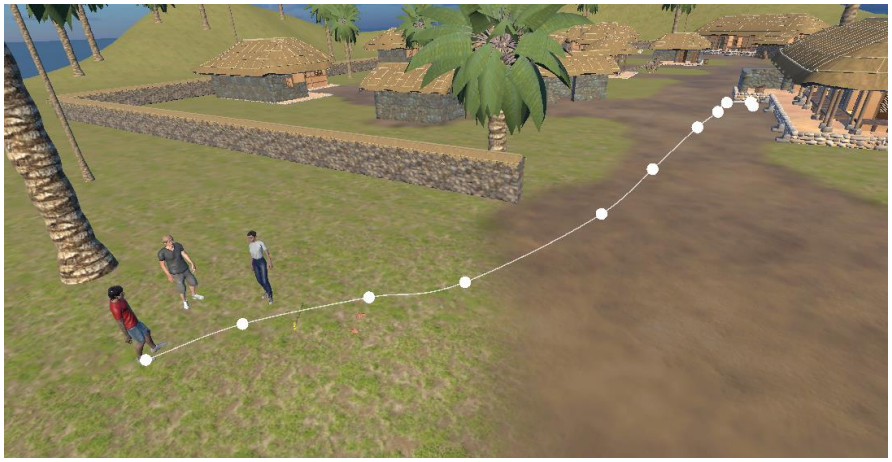


Slika 4.14~~14~~~~29~~: Primjer animatora

Kretanje likova po otoku implementirano je pomoću paketa Dreamteck Splines [8]. Pri instalaciji paketa u program Unity, moguće je stvoriti krivulju kao novi objekt u sceni. Primjer jedne takve krivulje po kojoj se kreće lik Charlie vidljiv je na slici 4.15~~34~~. Krivulje je moguće mijenjati pomoću računala za krivulje (engl. *SplineComputer*) prikazanog na slici 4.16~~35~~. Krivulja se sastoji od brojnih točaka koje su vidljive na slici 4.15~~34~~, koje je moguće dodavati, brisati, rotirati, translatirati, skalirati, postavljati normale i zrcaliti. Moguće je mijenjati tip krivulje, postavljati okidače (engl. *Triggers*) i koristiti razne druge funkcionalnosti.

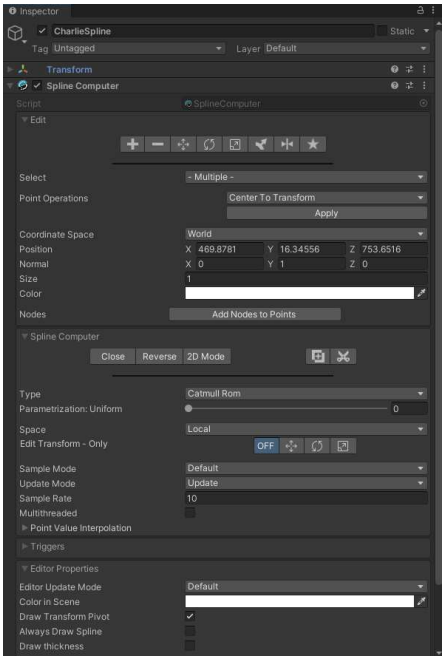
Jednom kada je krivulja završena, potrebno je spojiti lika s krivuljom kako bi se mogao po njoj kretati. To je moguće ostvariti pomoću pratioca krivulja (engl. *SplineFollower*) prikazanog na slici 4.17~~36~~. Pratitelj krivulja je komponenta koja se stavlja na objekt kojeg želimo upariti s krivuljom. U komponenti je potrebno zadati krivulju koju želimo pratiti i brzinu kojom želimo da objekt prati krivulju. Moguće je mijenjati još parametara ovisno o potrebi, kao što je korištenje okidača, startna pozicija i način praćenja.

Pratitelj krivulja također omogućuje pozivanje funkcija kada objekt stigne na početak ili kraj krivulje. Na slici 4.~~36~~17 vidimo kako se ta funkcionalnost koristi kako bi prikazali nove objekte u sceni i signalizirali animatoru sa slike 4.14~~33~~ da prijeđe iz stanja *walk* u stanje *wait*. Pokretanje likova s mjesta kontrolira se skriptom *GAME SCRIPT* koja dohvaća komponentu *follow* pratioca krivulja i aktivira je, nakon čega se lik krene kretati po krivulji.

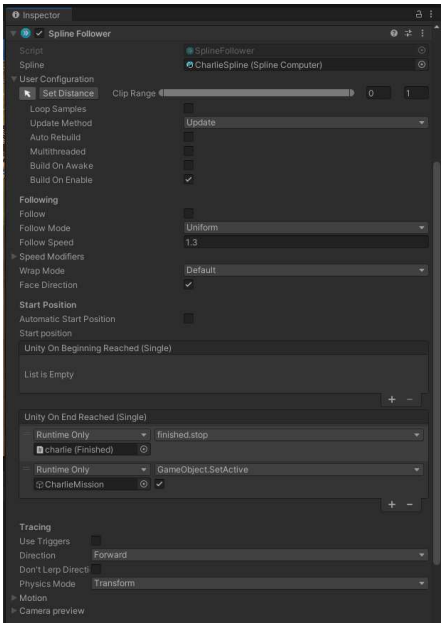


Slika 4.15~~15~~~~30~~: Krivulja za kretanje Charliea

Komunikacija s likovima ostvarena je pomoću oblačića za tekst. Primjer takvog oblačića vidimo na slikama 3~~4~~.7~~13~~ i 3~~4~~.8~~14~~. Razgovor funkcionira tako da se oblačići naizmjenično aktiviraju i deaktiviraju dok istovremeno mijenjaju svoj sadržaj. Vrijeme između svake izmjene oblačića traje 3 sekunde.



Slika 4.161631: Spline computer



Slika 4.171732: Spline follower

4.2.6. Skripta GAME SCRIPT

Skripta *GAME SCRIPT* koristi se kao glavni upravljač igre. U toj skripti se mijenjaju svi oblačići za tekst prilikom razgovora likova, pokreću se animacije likova, šalju se signali za početak kretanja likova po krivulji, prati se napredak u zadatcima i zapisuje se vrijeme potrebno za rješavanje zadatka. Zbog veličine skripte biti će naveden samo pseudokod u kodu 4.4.

```
GAMESCRIPT {
    postavi početne varijable;

    //ovu funkciju poziva igrač kada započne uvodni razgovor
    započni() {
        ako je dan :
            postavi dan;
        ako je noć :
            postavi noć;
        ispišiVrijeme("nova igra");
        započni korutinu 1;
    }

    korutina 1() {
        dohvati animatore likova;
        dohvati komponente krivulje likova;

        ako je noć :
            preskoči razgovor;

        inače :
        ponavljaj do kraja razgovora :
        aktiviraj oblačić lika X;
        promijeni tekst oblačića lika X;
        čekaj 3 sekunde;
        ugasi oblačić lika X;

        postavi zadatak;
        pokreni animaciju likova;
        pokreni likove;
    }
```

```
    //ova funkcija se poziva kada igrač odluči pričati s
likom Y
        zadatak Y() {
            ako je igrač u misiji :
                preskoči;
            inače:
                zapiši trenutno vrijeme;
                započni korutinu ZAD Y;
            ako su pronađeni svi predmeti u zadatku Y :
                započni korutinu ZAD Y2;
        }

        korutina ZAD Y() {
            zapiši da je igrač u misiji;
            aktiviraj objekte potrebne za zadatak Y;
            obnovi tekst zadatka;
            započni razgovor s likom Y;
            animiraj lika Y kroz razgovor;
            završi razgovor s likom Y;
            prikaži zadatak igraču;
            dok nisu pronađeni svi objekti :
                čekaj;
            pričaj s likom Y;

        }

        korutina ZAD Y2() {
            zapiši trenutno vrijeme;
            razlika = vrijeme kraja - vrijeme početka;
            ispišiVrijeme(razlika);
            pomogniPrijatelju++;
            započni razgovor s likom Y;
            animiraj lika Y kroz razgovor;
            završi razgovor s likom Y;
            obnovi zadatak;
            zapiši da igrač nije u misiji;
            provjeri();
        }

        // poziva ju pomoćna funkcija provjeri();
            korutina kraj() {
```

```
                    ispiši tekst čestitke;
                    promijeni scenu->Main menu 1;
            }
}

pomoćne funkcije u sklopu skripte :

// zapisuje vrijeme u datoteku
ispišiVrijeme(string vrijeme) {
    dohvati datoteku;
    ako ne postoji datoteka :
        napravi novu datoteku;
    zapiši vrijeme u datoteku;
}
// poziva se kada igrač donese knjigu na mjesto
knjige() {
    pronađeneKnjige++;
    promijeni tekst napretka zadatka;
    ako su pronađene sve knjige :
        pričaj s Charliem;
}
// poziva se kada igrač donese cjepanicu na mjesto
cjepanice() {
    pronađeneCjepanice++;
    promijeni tekst napretka zadatka;
    ako su pronađene sve cjepanice :
        pričaj s Remyjem;
}
// poziva se kada igrač donese kokos na mjesto
kokosi() {
    pronađeniKokosi++;
    promijeni tekst napretka zadatka;
    ako su pronađeni svi kokosi :
        pričaj s Elsom;
}
provjeri() {
    ako je igrač pomogao svim prijateljima :
        završi igru;
}
```

```
GAMESCRIPT {
```

Formatted Table

```
    postavi početne varijable;

    //ovu funkciju poziva igrač kada započne uvodni
razgovor
    započni() {
        ako je dan :
            postavi dan;
        ako je noć :
            postavi noć;
        ispišiVrijeme("nova igra");
        započni korutinu 1;
    }

    korutina 1() {
        dohvati animatore likova;
        dohvati komponente krivulje likova;

        ako je noć :
            preskoči razgovor;

        inače :
        ponavljaj do kraja razgovora :
        aktiviraj oblačić lika X;
        promijeni tekst oblačića lika X;
        čekaj 3 sekunde;
        ugasi oblačić lika X;

        postavi zadatak;


        pokreni animaciju likova;
        pokreni likove;
    }

    //ova funkcija se poziva kada igrač odluči pričati s
likom Y
        zadatak Y() {
            ako je igrač u misiji :
                preskoči;
            inače:
                zapiši trenutno vrijeme;
```

```
                započni korutinu ZAD Y;
            ako su pronađeni svi predmeti u zadatku Y :
                započni korutinu ZAD Y2;
        }

        korutina ZAD Y() {
            zapiši da je igrač u misiji;
            aktiviraj objekte potrebne za zadatak Y;
            obnovi tekst zadatka;
            započni razgovor s likom Y;
            animiraj lika Y kroz razgovor;
            završi razgovor s likom Y;
            prikaži zadatak igraču;
            dok nisu pronađeni svi objekti :
                čekaj;
            pričaj s likom Y;

        }

        korutina ZAD Y2() {
            zapiši trenutno vrijeme;
            razlika = vrijeme kraja - vrijeme početka;
            ispišiVrijeme(razlika);
            pomogniPrijatelju++;
            započni razgovor s likom Y;
            animiraj lika Y kroz razgovor;
            završi razgovor s likom Y;
            obnovi zadatak;


           zapiši da igrač nije u misiji;
           provjeri();
        }

        // poziva ju pomoćna funkcija provjeri();
            korutina kraj() {
                ispiši tekst čestitke;
                promijeni scenu->Main menu 1;
            }
}
```

```
pomoćne funkcije u sklopu skripte :

// zapisuje vrijeme u datoteku
ispišiVrijeme(string vrijeme) {
    dohvati datoteku;
    ako ne postoji datoteka :
        napravi novu datoteku;
    zapiši vrijeme u datoteku;
}
// poziva se kada igrač donese knjigu na mjesto
knjige() {
    pronađeneKnjige++;
    promijeni tekst napretka zadatka;
    ako su pronađene sve knjige :
        pričaj s Charliem;
}
// poziva se kada igrač donese cjepanicu na mjesto
cjepanice() {
    pronađeneCjepanice++;
    promijeni tekst napretka zadatka;
    ako su pronađene sve cjepanice :
        pričaj s Remyjem;
}
// poziva se kada igrač donese kokos na mjesto
kokosi() {
    pronađeniKokosi++;
    promijeni tekst napretka zadatka;
    ako su pronađeni svi kokosi :


        pričaj s Elsom;
}

provjeri() {
    ako je igrač pomogao svim prijateljima :
        završi igru;
}
```

Formatted: Indent: Left: 0"

Kod 4.4 – Pseudokod skripte GAME SCRIPT

4.3. Ograničenja, nedostatci i moguća proširenja igre

Iako je igra funkcionalna i zadovoljava sve potrebe ovoga rada, štošta se moglo i može unaprijediti u budućnosti kako bi se iskoristio potpun potencijal igre. Neke takve implementacije i rješenja prodiskutirana su u ovome potpoglavlju.

4.3.1. Ograničenja

Neka ograničenja koja su trenutno prisutna u igri je relativno malen broj scenarija igre. Napravljena su samo 2 scenarija, dnevni i noćni, dok je poželjno imati barem 3 kako bi mogli bolje analizirati utjecaj različitih virtualnih okruženja na kretanje igrača. Novi primjeri scenarija mogli bi biti maglovite tematike ili pod utjecajem neke druge padaline.

Drugo je vremensko ograničenje igre. Zbog ograničenog vremena u kojem igrači trebaju riješiti oba scenarija bilo je potrebno dovoljno prilagoditi i olakšati neke mehanike u igri. Razlog tomu je mučnina koju bi igrači potencijalno mogli osjetiti ako predugo koriste VR naočale. Zato je bilo nužno skratiti vrijeme potrebno za rješavanje svakog od scenarija na prosječno 20 minuta. To je izvedeno tako što su svi predmeti koje bi igrač trebao tražiti bili vidljivi odmah od početka igre, za razliku od prve verzije igre, gdje bi se predmeti pojavili tek kada bi igrač aktivirao zadatak.

4.3.2. Nedostatci

Neki od trenutnih nedostataka u igri su detalji u sceni i neke funkcionalnosti. Naime, u naselju nedostaje mnogo sitnih detalja koji ne utječu na samu funkcionalnost igre, ali bi unaprijedili realnost scene. Neki od tih detalja bila bi trava, realističnije i neravno tlo, veća količina namještaja i objekata u naselju i slično.

Od funkcionalnosti nedostaje način sprječavanja korištenja objekata za nelegalno kretanje. Pri tome se radi o greški koja uzrokuje letenje kada igrač želi uhvatiti neki predmet koji se nalazi točno ispod njega. D~~T~~o te pojave dolazi zbog omogućenog udaljenog uzimanja predmeta (engl. *Remote grab*) koji bi trebao olakšati uzimanje predmeta. Prilikom hvatanja predmeta dok se igrač nalazi točno iznad njega, igra prepoznaje predmet kao novo tlo na kojem igrač može stajati, a udaljeno uzimanje predmeta nastoji privući predmet u igračevu ruku, što dovodi do letenja jer predmet ne može doći do ruke i neprestano ide u vis. Na slici

4.18.~~37~~ prikazan je isječak iz igre jednog ispitanika koji je uspio zaglaviti na palmi korištenjem navedenog mehanizma.

Slika 4.18~~18~~~~33~~: Prikaz greške

4.3.3. Proširenja

Jedno od mogućih proširenja igre bilo bi uvođenje više likova s kojima bi igrač mogao uspostaviti interakciju. Na primjer uvođenje više preživjelih osoba ili domaćina otoka. Otok bi se također mogao proširiti kao i naselje tako da igrač može više istraživati i imati više zadataka. Moguće je napraviti i više otoka uokolo te osposobiti pomoćna plovila kako bi igrač mogao ići od otoka do otoka. Time bi se sadržaj igre proširio i igraču bi bilo zanimljivije i zabavnije igrati. Također, dobilo bi se više prostora za promatranje kretanja igrača.

Drugo proširenje igre bilo bi uvođenje opcije igranja za više igrača (engl. *Multiplayer*). Time bi se ostvarila veća dinamika igre i igrači bi imali doživljaj kao da su doista s prijateljima na napuštenom otoku. Implementacijom međusobne glasovne komunikacije~~.~~ (engl. *Voice chat*) igrači bi, osim u zajedničkoj prostoriji, mogli igrati i na udaljenosti.

Commented [SV45]: ok

Commented [FP46R45]: +

Formatted: Not Highlight

5. Metodologija korisničke sStudijea

5.1. Cilj i izvedba studije

Cilj ove studije bio je prikupiti i analizirati podatke o kretanju igrača u virtualnom prostoru i potom istražiti istražiti kako- različita virtualna okruženja utječu na spomenuto kretanje korisnika u njima. Konkretno, korištena virtualna okruženja razlikuju se po razini svjetlosti i vidljivošću same scene. Podatci vezani za kretanje korisnika prikupljeni su s aplikacijom The Crash uz pomoć alata XREcho. Uz to, prikupljali su se i podatci o korisničkom iskustvu (engl. *Quality of Experience*, skraćeno QoE), uspješnosti rješavanja zadataka, indeks opterećenja zadatkom [27] te osobna mišljenja i procjene ispitanika s ciljem bolje analize podataka i utjecaja svakog scenarija na korisnika. Iskustvena kvaliteta predstavlja stupanj zadovoljstva ili iritacije korisnika s nekom aplikacijom ili uslugom [28]. Ona se mjerila pomoću subjektivnog mišljenja ispitanika nakon svakog odigranog scenarija. Uspješnost rješavanja zadatka mjerila se objektivnom metodom mjerenjem vremena unutar same aplikacije. Indeks opterećenja zadatkom mjerio se pomoću upitnika preuzetog i prevedenog s izvora [27]. Osobnim mišljenjima i procjenama sudionika ispitivala se njihova razina iskustva s video igrama i virtualnom stvarnošću, sposobnost snalaženja u prostoru, procjena utjecaja svjetlosti na vlastitu orijentaciju i razina mučnine koju su osjećali na kraju ispitivanja. Navedeni podatci su prikupljeni korištenjem upitnika priloženog u privitku, kojeg su ispitanici postepeno ispunjavali. Skale upitnika bile su definirane na slijedeći način:

- Indeks opterećenja zadatkom: (Nimalo) 1 – 10 (Previše)
- Iskustvena kvaliteta: (Vrlo loše) 1 – 5 (Vrlo dobro)
- Sposobnost snalaženja u prostoru: (Nikako) 1 – 10 (Vrlo uspješno)
- Razina iskustva s virtualnom stvarnošću (Nimalo iskusan/na) 1 – 5 (Vrlo iskusan/na)
- Podložnost mučnini: (Nimalo podložan/na) 1 – 5 (Vrlo podložan/na)
- Osjećaj mučnine: (Nije mi uopće mučno) 1 – 10 (Pozlilo mi je)

-Studija se sastojala od ukupno 6 osoba koje su dobrovoljno htjele pristale sudjelovati u ispitivanju. Ispitivanje se provodilo u posebnom laboratoriju s VR opremom uz nadzor ispitivača. Prosječno vrijeme trajanja jednog ispitivanja je 45 minuta.

Formatted: Podnaslov

Formatted: Indent: First line: 0.5"

Ispitivanje je bilo organizirano tako da ispitanici dolaze jedan~~1~~ po jedan~~1~~ u laboratorij, svaki u razmaku od sat vremena. Pri dolasku bi potpisali suglasnost da pristaju biti dio studije, a zatim bi ispunili prvi dio upitnika vezan za demografske karakteristike i iskustvo s igranjem video igara. Nakon što bi ispunili prvi dio upitnika, ispitanici bi sjeli na stolicu u prostoru 2x2 metra te bi bili spojeni na *Meta quest 2* uređaj. Kada su uspješno spojeni, ulaze u prvi scenarij igre. Prije samog početka igranja bili su upućeni u kontrole i osnovne mehanike virtualne stvarnosti. Igranje prvog scenarija prosječno je trajalo 20 minuta. Nakon riješenog prvog scenarija, ispitanici bi ispunili drugi dio upitnika vezan za prvi scenarij. Zatim bi im bila ponuđena pauza u slučaju da nekome postane mučno ili bi mogli nastaviti odmah na drugi scenarij. Igranje drugog scenarija prosječno je trajalo 16 minuta. Za kraj, ispitanici bi ispunili zadnji dio upitnika i time bi završili ispitivanje.

Commented [SV47]: Trebalo bi jasno definirati što je cilj studije (specifičnije od "istražiti kako okruženja utječu na kretanje"), što se ispituje i zašto, kojim subjektivnim i kojim objektivnim metodama, koji se upitnici koriste (trebalo bi ih i priložiti u Dodatak), koje su njihove skale, od kuda su preuzeti i prevedeni (reference). To je metodologija studije.

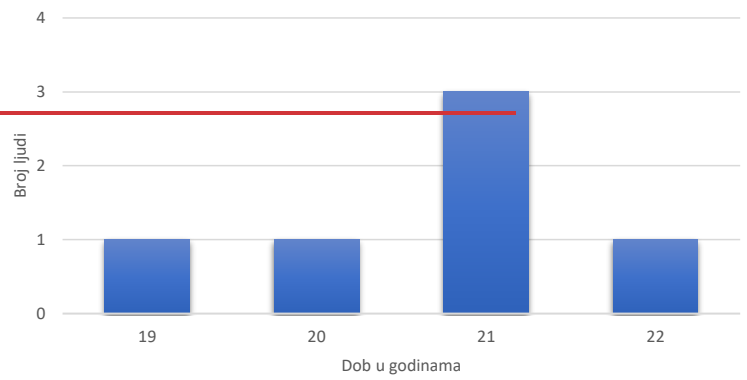
Rezultati studije i prateća diskusija dolaze kasnije u odvojenom poglavlju.

Commented [FP48R47]: +

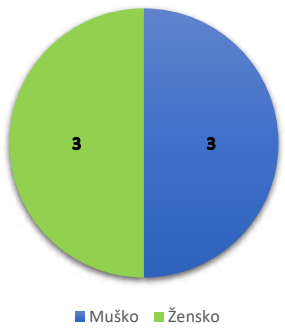
~~5.2. Rezultati~~

~~5.2.1. Opći dio upitnika~~

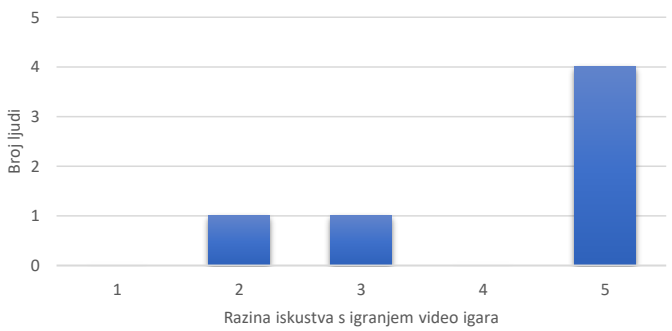
~~Ispitanici su mlade osobe čija prosječna dob iznosi 21 godinu, kao što je prikazano na slici 5.1, a spolovi osoba su podjednako podijeljeni što vidimo na slici 5.2. Osobe su bile pitane kakvo imaju iskustvo s igranjem video igara, na što se većina uvjerljivo izjasnila da je vrlo iskusna, što je prikazano na slici 5.3. No, kod iskustva s virtualnom stvarnošću većina je neiskusna, što vidimo na slici 5.4. Kod pitanja o mučnini pola ispitanika se izjasnilo da je srednje podložno mučnini, dok ostali tvrde da nisu nimalo ili su malo podložni, što je prikazano na slici 5.5. Na pitanje o snalaženju u prostoru ispitanici tvrde da se dobro snalaze u prostoru, kako je prikazano na slici 5.6.~~



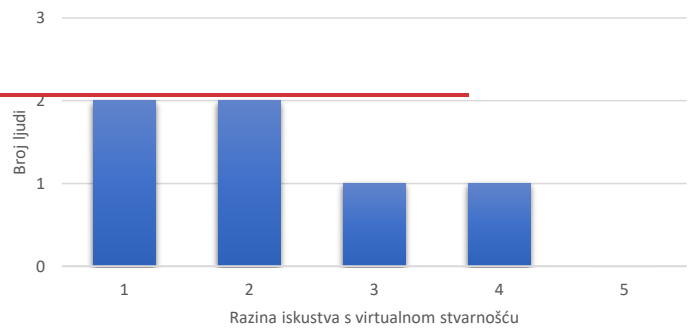
~~**Slika 5.1:** Dob ispitanika~~



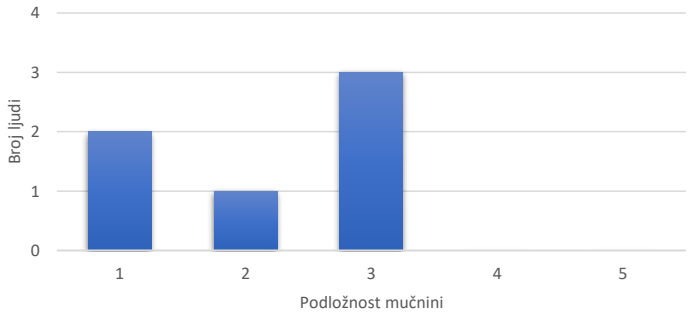
~~**Slika 5.2:** Spol ispitanika~~



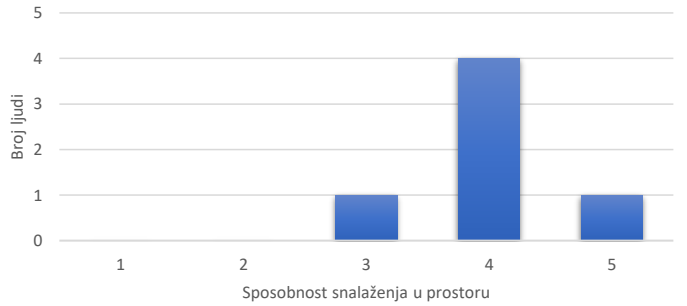
~~**Slika 5.3:** Razina iskustva s igranjem video igara (1 – Nimalo iskusan/na, 5 – Vrlo iskusan/na)~~



Slika 5.4: Razina iskustva s virtualnom stvarnošću (1 – Nimalo iskusan/na, 5 – Vrlo iskusan/na)



Slika 5.5: Koliko ste podložni mučnini (1 – Nimalo podložan/na, 5 – Vrlo podložan/na)

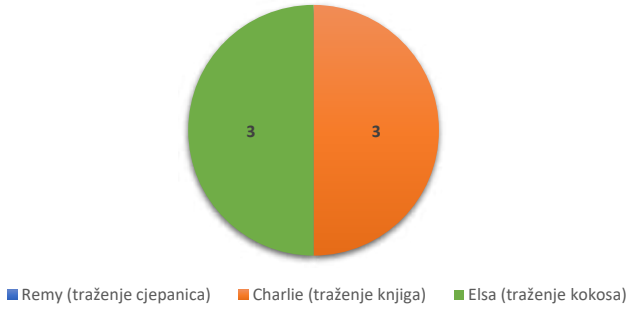


Slika 5.6: Kako biste ocijenili vašu sposobnost snalaženja u prostoru (1 – Nimalo snalažljiv/a, 5 – Vrlo snalažljiv/a)

~~5.2.2. Dio upitnika i toplinske mape vezane za prvi scenarij~~

~~Nakon odigranog prvog scenarija, ispitanici su trebali ispuniti drugi dio upitnika, gdje je za prvo pitanje trebalo ocijeniti iskustvenu kvalitetu scenarija. Pri tome su svi ocijenili prvi scenarij kao vrlo dobar, što je prikazano na slici 5.7. Na idućem grafu prikazanom na slici 5.8 vidimo da su ispitanicima 2 najteža zadatka bila potraga za kokosima i knjigama. Za kraj drugog dijela upitnika bilo je potrebno ispuniti 8 pitanja vezana uz indeks opterećenja zadatkom (engl. *The Simulation Task Load Indeks*) i snalaženje u prostoru, što vidimo na slici 5.9. Po odgovorima sudionika možemo zaključiti da su relativno lako svladali prvi scenarij bez puno napora i smetnji, uz vrlo uspješno snalaženje u prostoru.~~

~~**Slika 5.7:** Kako biste ocijenili iskustvenu kvalitetu (QoE – Quality of Experience) igranja prvog scenarija? (1- Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro)~~



~~**Slika 5.8:** Čiji zadatak vam je bio najteži?~~

Commented [SV49]: referenca

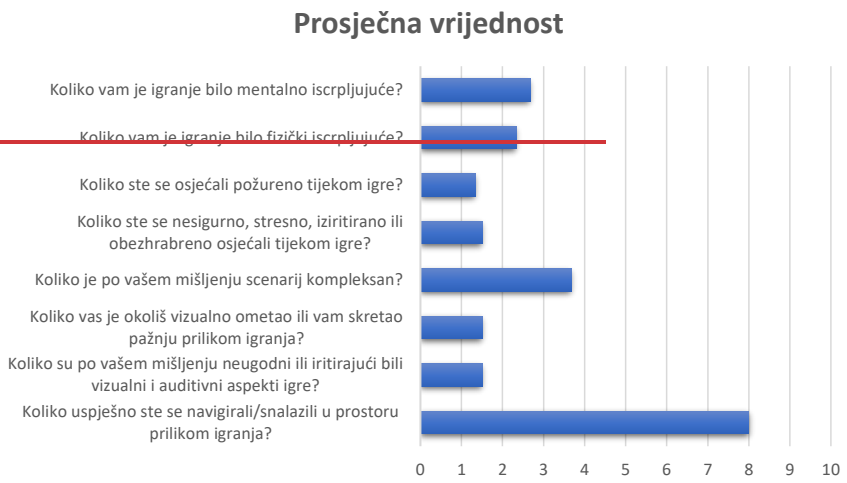
Commented [FP50R49]: +

Commented [SV51]: Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za prvi scenarij (1 - Vrlo loše, 5 - vrlo dobro)

Commented [FP52R51]: +

Commented [SV53]: Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje "..."

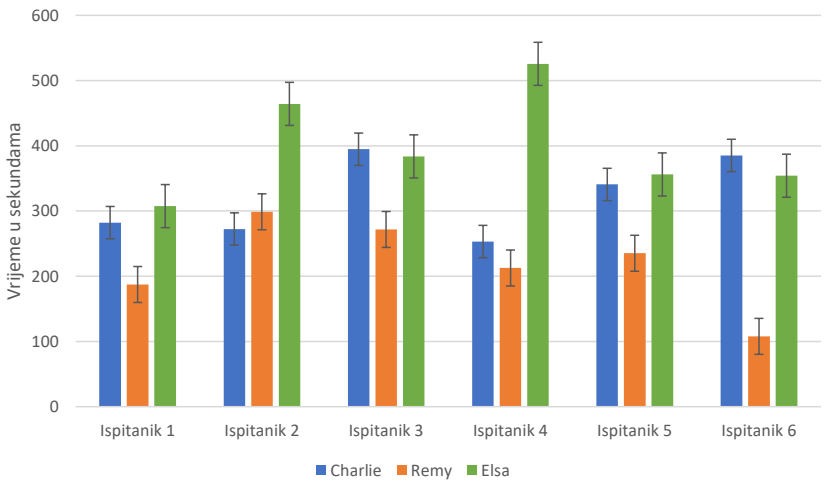
Commented [FP54R53]: +



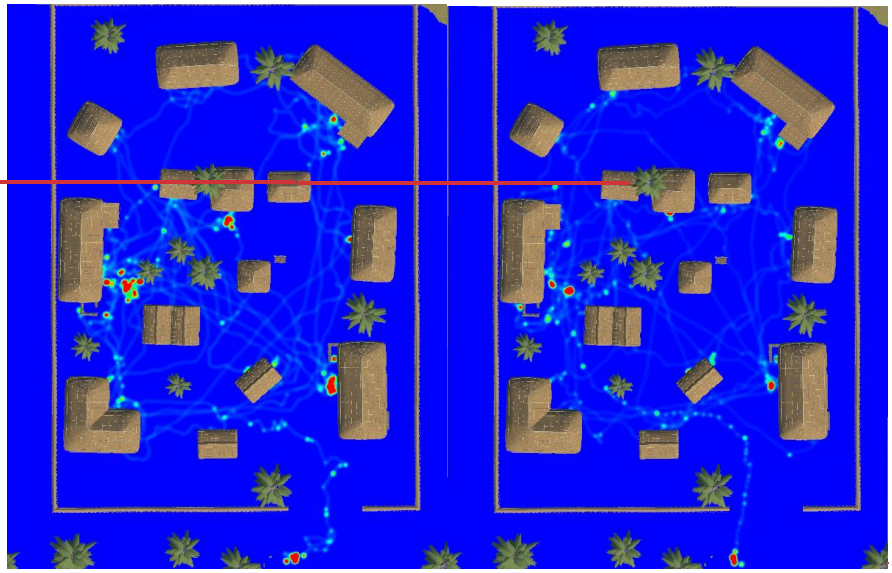
~~**Slika 5.9:** Indeks opterećenja zadatkom (1 - Nimalo/Nikako, 10 - Previše/Vrlo uspješno)~~

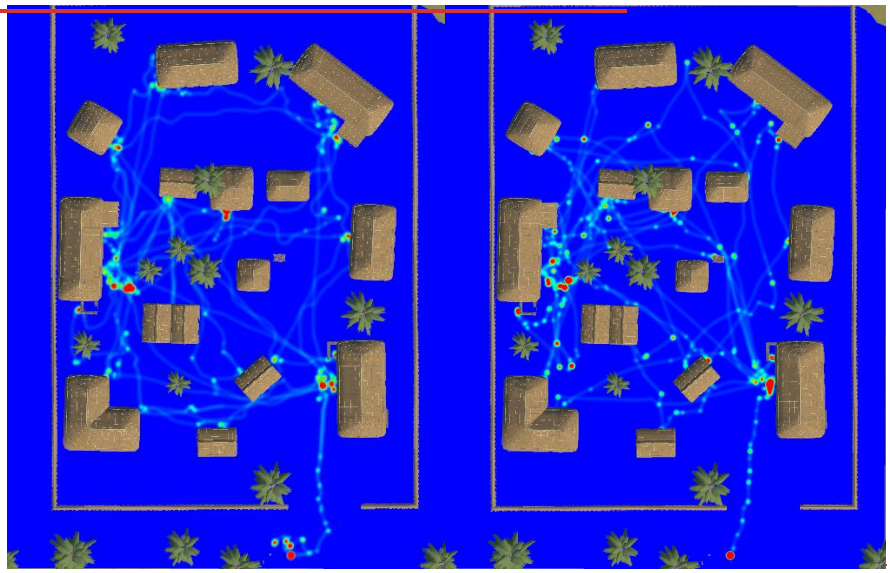
Formatted: Caption

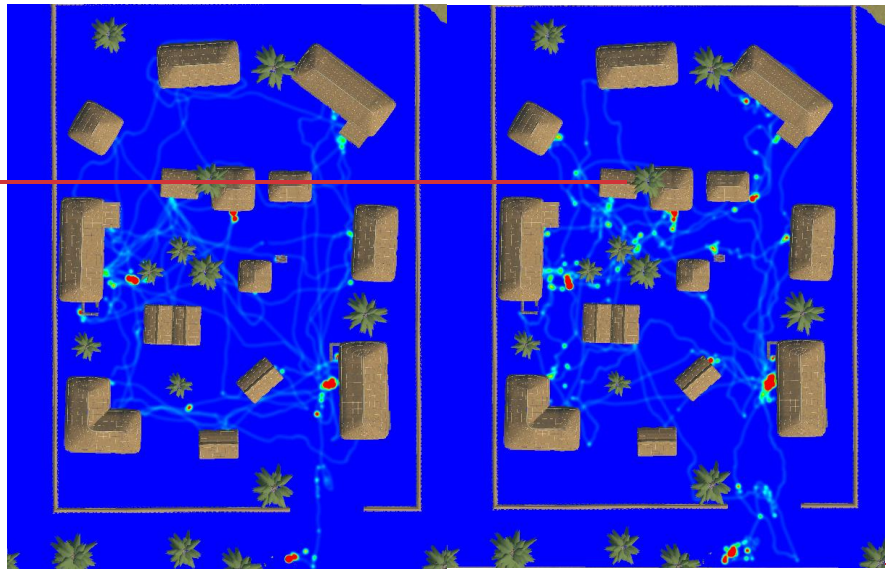
~~Pri igranju prvog scenarija, ispitanici su trebali riješiti 3 zadatka. Potrebno vrijeme za pojedini zadatak svakog sudionika prikazan je na slici 5.10. Iz grafa vidimo da je najbrže riješen zadatak bila potraga za ejepanicama, dok su potraga za knjigama i kokosima ili izjednačene ili potraga za kokosima traje dulje.~~



~~**Slika 5.10:** Graf vremena zadataka scenarija 1~~







~~**Slika 5.11:** Toplinske mape scenarija 1~~

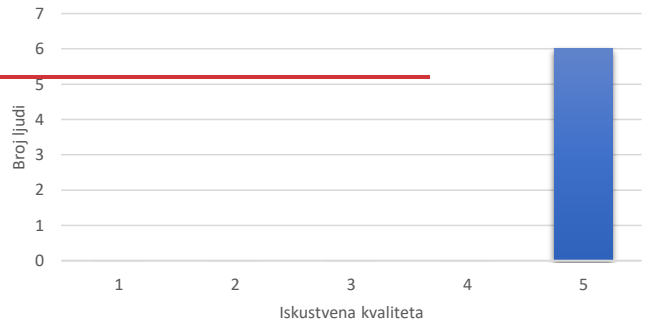
Commented [SV55]: Potpis ispod svake slike, uz naznačene indekse ispitanika na koje se specifična slika odnosi

Commented [FP56R55]: +

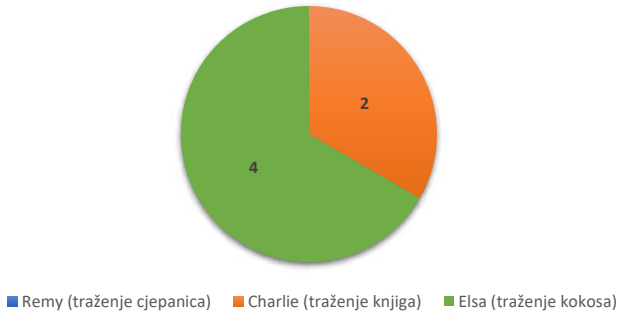
~~Na slici 5.11 prikazane su sve toplinske mape nastale snimanjem kretnji i položaja igrača u igri. Možemo vidjeti da su se igrači najviše zadržavali kod pojedinog lika i da su se kretali uz rub naselja gdje su kuće ili kroz sam centar naselja.~~

~~5.2.3. Dio upitnika i toplinske mape vezane za drugi scenarij~~

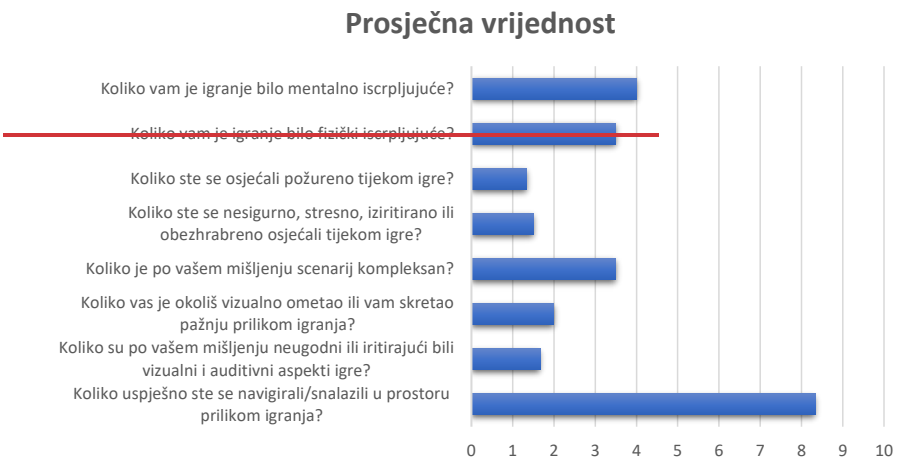
~~Nakon odigranog drugog scenarija, ispitanici su trebali ispuniti treći dio upitnika, gdje je za prvo pitanje ponovno trebalo ocijeniti iskustvenu kvalitetu scenarija. Pri tome su svi ocijenili drugi scenarij kao vrlo dobar, što je prikazano na slici 5.12. Na idućem grafu prikazanom na slici 5.13 vidimo da su ispitanicima 2 najteža zadatka ponovno bila potraga za kokosima i knjigama, pri čemu potraga za kokosima prednjači. Za kraj trećeg dijela upitnika ponovno je bilo potrebno ispuniti 8 pitanja vezana uz indeks opterećenja zadatkom i snalaženje u prostoru, što vidimo na slici 5.14. Po odgovorima sudionika možemo zaključiti da su lako svladali i drugi scenarij bez previše napora i smetnji, uz vrlo uspješno snalaženje u prostoru. No, drugi se scenarij ipak pružio zahtjevnijim od prvoga što možemo iščitati iz porasta mentalnog i fizičkog napora sudionika.~~



~~**Slika 5.12:** Kako biste ocijenili iskustvenu kvalitetu (QoE – Quality of Experience) igranja drugog scenarija? (1 – Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro)~~

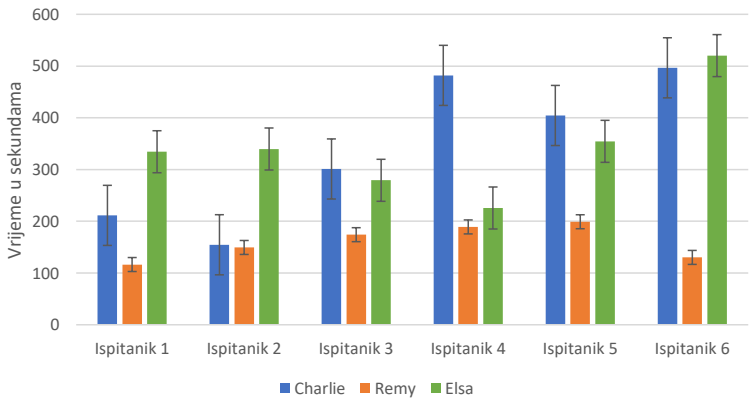


~~**Slika 5.13:** Čiji zadatak vam je bio najteži?~~

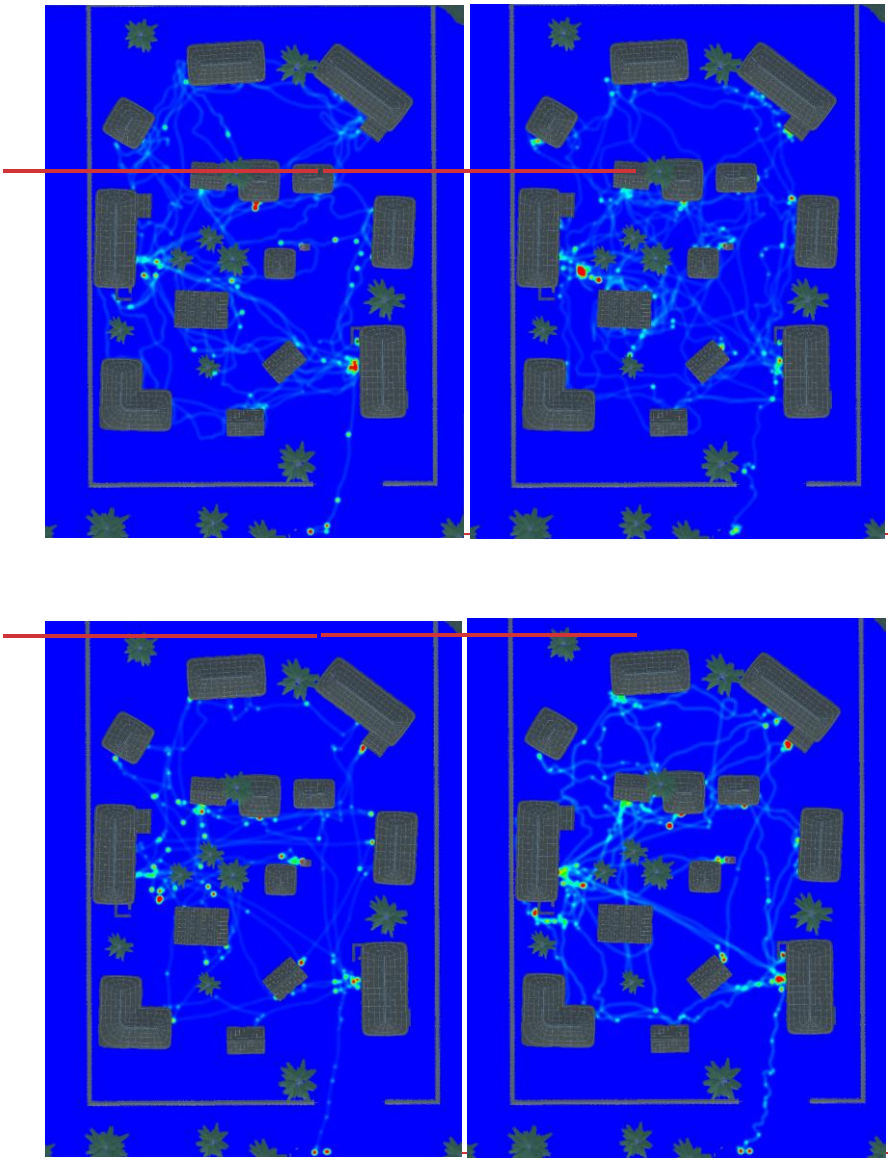


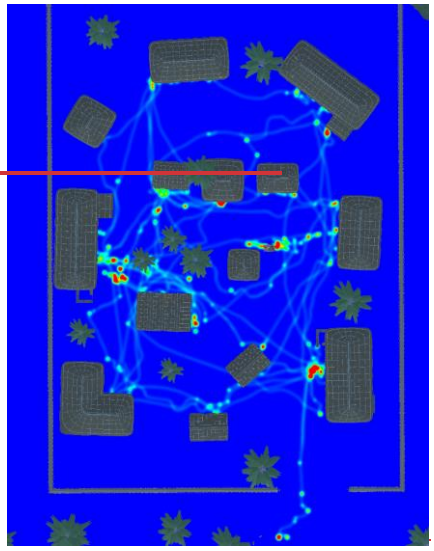
~~**Slika 5.14:** Indeks opterećenja zadatkom (1 – Nimalo/Nikako, 10 – Previše/Vrlo uspješno)~~

~~Pri igranju drugog scenarija, ispitanici su ponovno trebali riješiti 3 zadatka. Potrebno vrijeme za pojedini zadatak svakog sudionika prikazan je na slici 5.15. Iz grafa vidimo da je najbrže riješen zadatak ponovno bila potraga za cjepanicama, dok su potraga za knjigama i kokosima znatno dulje trajale kod pojedinih ispitanika.~~



~~**Slika 5.15:** Graf vremena zadataka scenarija 2~~





~~**Slika 5.16:** Toplinske mape scenarija 2~~

~~Na slici 5.16 prikazano je 5 toplinskih mapa nastalih snimanjem kretnji i položaja igrača u igri. Zadnju toplinsku mapu nije moguće generirati zbog greške opisane u poglavlju 4.2.2 . Možemo vidjeti da su se igrači koristili sličnim rutama kao i u prvome scenariju.~~

~~5.2.4. Završni dio upitnika~~

~~Za kraj upitnika sudionici su bili pitani koji im je scenarij bio lakši ili teži i zašto, na što su odgovorili:~~

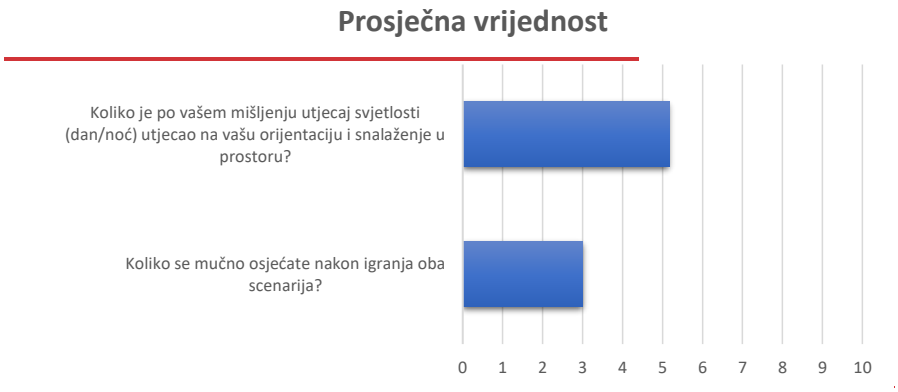
- ~~Drugi, zbog smanjene vizualnosti na koju je utjecala razlika između dana i noći.~~
- ~~Prvi jer mi je to bio prvi susret sa scenarijem.~~
- ~~Drugi mi je bio teži zbog težeg pronalaska knjiga.~~
- ~~Drugi mi je bio lakši jer mi je bila bolja vidljivost.~~
- ~~Drugi je bio lakši jer sam već znala kako rade stvari i što trebam tražiti.~~
- ~~Scenariji su jednako balansirani.~~

~~Iz odgovora možemo zaključiti da su scenariji sudionicima bili slično teški. Poslije opisnog pitanja sudionici su trebali procijeniti koliko je po njihovom mišljenju utjecaj svjetlosti, odnosno promjena iz dana u noć utjecala na njihovo kretanje u prostoru. Na skali~~

Commented [SV57]: U navodnike jer je riječ o direktnim citatima

Commented [FP58R57]: +

~~od 1 – Nimalo do 10 – Previše, prosječni odgovor bio je 5, što se smatra srednjim utjecajem kao što je prikazano na slici 5.17. Zadnje pitanje bilo je odrediti razinu mučnine nakon odigrana oba scenarija, na što su se sudionici većinom izjasnili da im je bilo malo mučno ili nije uopće, što također vidimo na slici 5.17.~~



~~**Slika 5.17:** Mišljenja ispitanika nakon odigrana oba scenarija (1 – Nimalo/Nije mi uopće mučno, 10 – Previše/Pozlilo mi je)~~

~~5.3. Analiza~~

~~S obzirom na visoko iskustvo u igranju video igara na toplinskim mapama prikazanim na slikama 5.11 i 5.16 možemo vidjeti relativno jasne linije ruta kojima su se igrači kretali. Najviše se prolazilo puteljcima koji vode od kuće do kuće, bez puno krivudanja, što je očekivano od osobe koja ima puno iskustva s video igrama. Na svim toplinskim mapama možemo uočiti da nitko nije hodao po otvorenim površinama, pogotovo na površini u sjevernom dijelu naselja, jer su svi zaključili da nije relevantna ni za jedan zadatak.~~

~~Ako promatramo toplinske mape u području ulaza u naselje, možemo primijetiti na nekima da imaju mnogo krivudavih linija. To povezujemo sa općenito niskim poznavanjem VR-a jer su prije ulaska u naselje igrači prvo trebali savladati kretanje, kako bi mogli nastaviti igru. Također, možemo primijetiti da sve toplinske mape iz drugog scenarija nemaju takvih krivulja u početku, jer su igrači već savladali kretanje u prvom scenariju, što je očekivano.~~

~~Gledajući na vrlo dobru procijenjenu sposobnost snalaženja u prostoru, iz toplinskih mapa možemo vidjeti da su igrači uistinu točno procijenili svoje sposobnosti, a to~~

~~dokazujemo iz jasno vidljivih ruta koje su prošli od određenog skrivenog predmeta do lika koji je bio zadužen za taj predmet. U suprotnom bismo očekivali puno krivulja po kojima bi mogli zaključiti da su se igrači izgubili u prostoru, što ovdje nije slučaj.~~

~~Analizirajući vremena potrebna da riješe određeni zadatak, vidimo da je igračima bilo potrebno više vremena da riješe prvi scenarij nego drugi. Razlog tomu je što su se igrači prvi puta susreli sa zadatcima i VR-om u prvom scenariju, a mogli su i zapamtiti lokacije nekih predmeta, na primjer kutije s kokosima koje su bila na istim lokacijama, da si olakšaju potragu kokosa u drugom scenariju. Također, potrebno je uzeti u obzir i opcije koje su uvedene u drugi scenarij kako bi ubrzale cjelokupnu igru, kao što je opcija preskakanja početnog razgovora, koji ubrzava igru za 90 sekundi. Gledajući po toplinskim mapama, možemo vidjeti da su se u drugom scenariju igrači puno manje zadržavali na lokacijama gdje su pozicionirani likovi, jer su samo pokrenuli razgovor i otišli u potragu za predmetima, bez da odslušaju razgovor do kraja.~~

~~Dodatno analizirajući vremena i graf najtežih zadataka, možemo jasno vidjeti da su najteži zadatci bili potraga za kokosima i knjigama. Potraga za kokosima se igračima činila teška zbog većeg broja kutija koje su morali otvoriti kako bi provjerili sadrži li ta kutija kokos ili ne, dok je potraga za knjigama predstavljala izazov zbog relativno male veličine samih knjiga i pregršt mjesta na kojima mogu biti sakrivene.~~

~~Gledajući na razliku između toplinskih mapa oba scenarija, mogli bismo zaključiti da utjecaj svjetlosti nije previše utjecao na kretanje igrača u virtualnom prostoru, već samo na vidljivost. Zbog slabije vidljivosti igrači su se izjasnili da su osjećali veći mentalni i fizički umor poslije drugog scenarija, što vidimo na grafu sa slike 5.14. No povećanje umora smo mogli očekivati i s obzirom na količinu vremena provedenog u virtualnoj stvarnosti, neovisno o uvjetima scenarija. Na grafu sa slike 5.17 igrači su se izjasnili da im je utjecaj svjetlosti umjereno utjecao na orijentaciju u prostoru, što povezujemo sa smanjenom vidljivošću.~~

6. ~~S obzirom na sklonost mučnini i grafu sa slike 5.17, gdje se pokazalo da su se igrači osjećali dobro nakon boravka u virtualnoj stvarnosti, zaključujemo da osjećaj mučnine također nije uveliko utjecao na kretanje igrača u virtualnom prostoru. Ostale komponente upitnika indeksa opterećenja zadatkom nisu se puno mijenjale nakon rješavanja oba scenarija ili su ostale niskih vrijednosti. Jedina komponenta koja je bila srednje vrijednosti je kompleksnost scenarija, što povezujemo sa težinom zadataka o potrazi za knjigama i kokosima.~~Rezultati i analiza

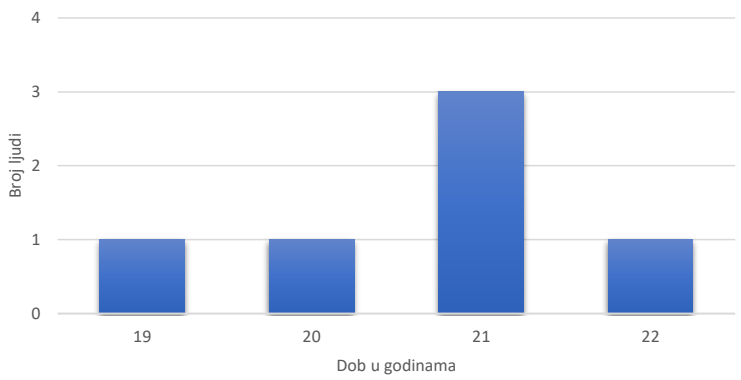
U ovome poglavlju detaljno su prikazani rezultati studije u obliku grafova i toplinskih mapa, te je napravljena njihova detaljna analiza i konačna usporedba.

Formatted: Normal

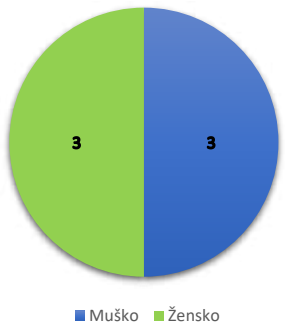
6.1. Rezultati

6.1.1. Opći dio upitnika

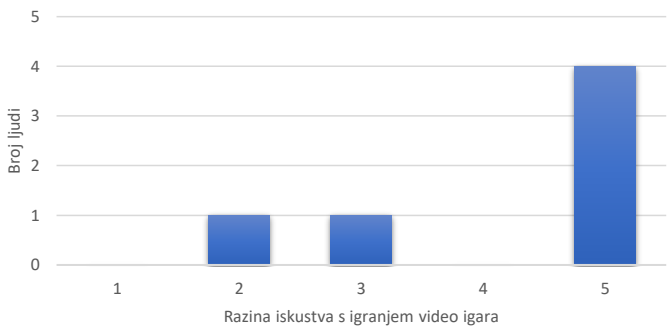
Ispitanici su mlade osobe čija prosječna dob iznosi 21 godinu, kao što je prikazano na slici 6.1, a spolovi osoba su podjednako podijeljeni što vidimo na slici 6.2. Osobe su bile pitane kakvo imaju iskustvo s igranjem video igara, na što se većina uvjerljivo izjasnila da je vrlo iskusna, što je prikazano na slici 6.3. No, kod iskustva s virtualnom stvarnošću većina je neiskusna, što vidimo na slici 6.4. Kod pitanja o mučnini pola ispitanika se izjasnilo da je srednje podložno mučnini, dok ostali tvrde da nisu nimalo ili su malo podložni, što je prikazano na slici 6.5. Na pitanje o snalaženju u prostoru ispitanici tvrde da se dobro snalaze u prostoru, kako je prikazano na slici 6.6.



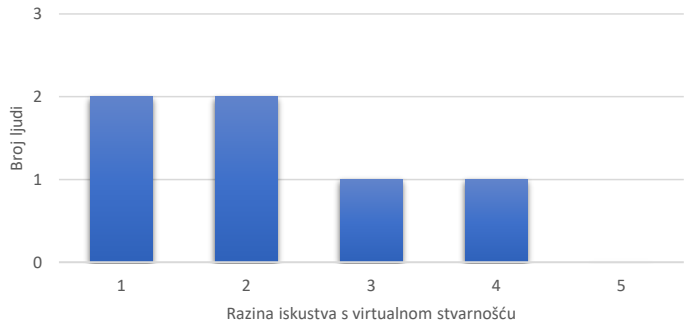
Slika 6.1: Dob ispitanika



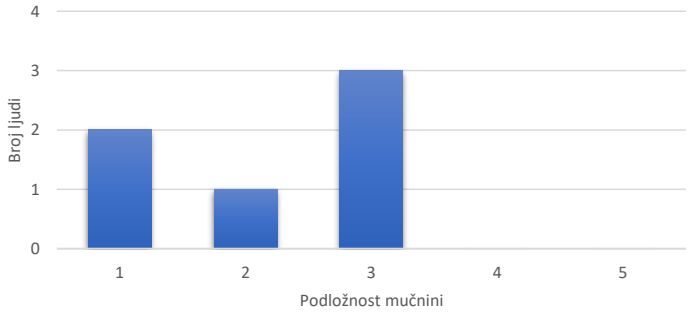
Slika 6.2: Spol ispitanika



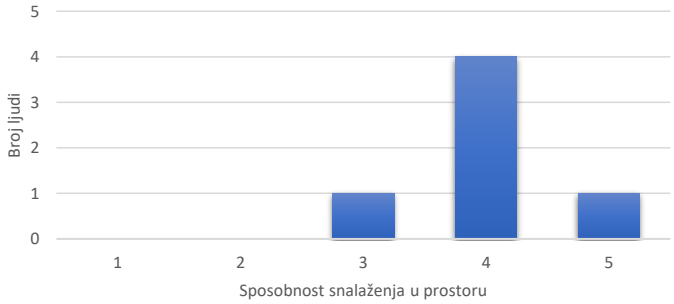
Slika 6.3: Razina iskustva s igranjem video igara (1 - Nimalo iskusan/na, 5 - Vrlo iskusan/na)



Slika 6.4: Razina iskustva s virtualnom stvarnošću (1 - Nimalo iskusan/na, 5 - Vrlo iskusan/na)



Slika 6.5: Stupčast grafikon koji prikazuje podložnost mučnini svih ispitanika (1- Nimalo podložan/na, 5- Vrlo podložan/na)

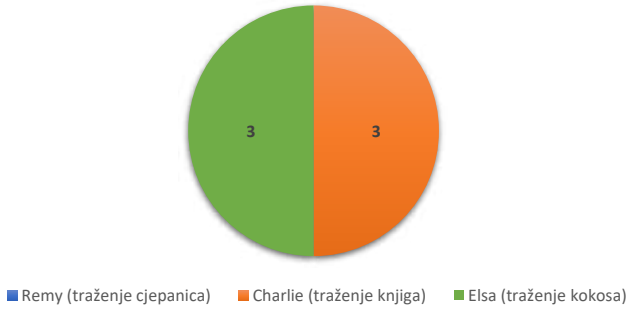


Slika 6.6: Stupčast grafikon koji prikazuje vlastitu procjenu sposobnosti snalaženja u prostoru svih sudionika (1 – Nimalo snalažljiv/a, 5 – Vrlo snalažljiv/a)

~~5.3.1.~~6.1.2. Dio upitnika i toplinske mape vezane za prvi scenarij

Nakon odigranog prvog scenarija, ispitanici su trebali ispuniti drugi dio upitnika, gdje je za prvo pitanje trebalo ocijeniti iskustvenu kvalitetu scenarija. Pri tome su svi ocijenili prvi scenarij kao vrlo dobar, što je prikazano na slici 6~~5~~.7. Na idućem grafu prikazanom na slici 6~~5~~.8 vidimo da su ispitanicima 2 najteža zadatka bila potraga za kokosima i knjigama. Za kraj drugog dijela upitnika bilo je potrebno ispuniti 8 pitanja vezana uz indeks opterećenja zadatkom (engl. *The Simulation Task Load Indeks*) [27] i snalaženje u prostoru, što vidimo na slici 6~~5~~.9. Po odgovorima sudionika možemo zaključiti da su relativno lako svladali prvi scenarij bez puno napora i smetnji, uz vrlo uspješno snalaženje u prostoru.

Slika 6.7: Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za prvi scenarij (1- Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro)



Slika 6.8: Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“

Commented [SV59]: referenca

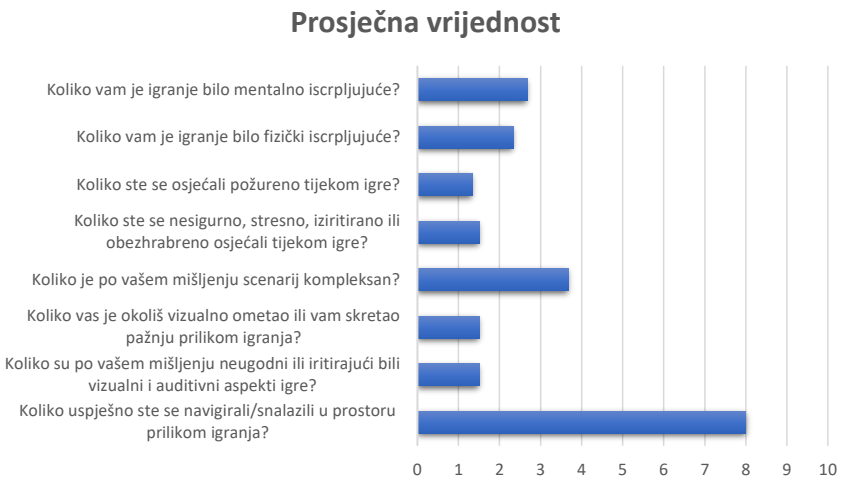
Commented [FP60R59]: +

Commented [SV61]: Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za prvi scenarij (1 - Vrlo loše, 5 - vrlo dobro)

Commented [FP62R61]: +

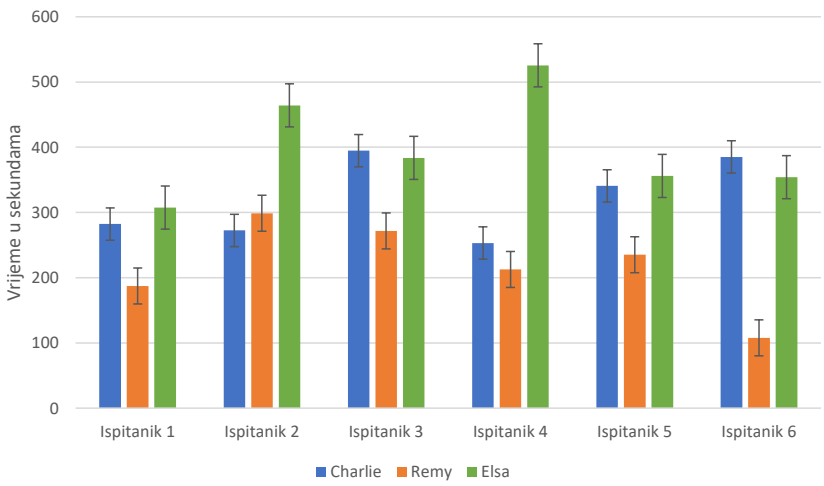
Commented [SV63]: Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje "..."

Commented [FP64R63]: +

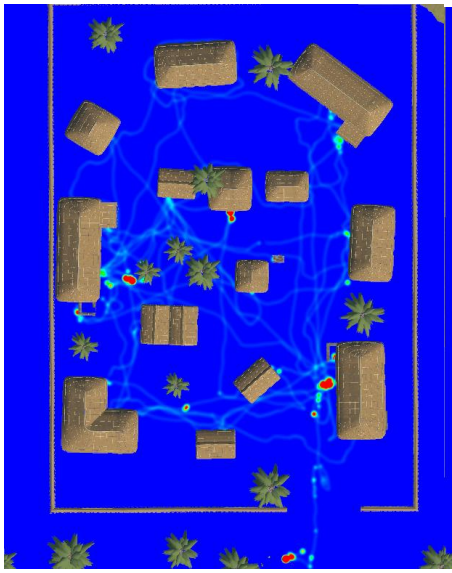


Slika 6.9: Indeks opterećenja zadatkom (1- Nimalo/Nikako, 10 - Previše/Vrlo uspješno)

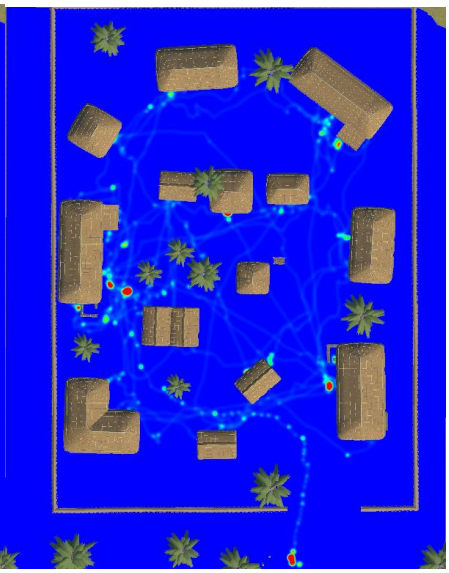
Pri igranju prvog scenarija, ispitanici su trebali riješiti 3 zadatka. Potrebno vrijeme za pojedini zadatak svakog sudionika prikazan je na slici 6~~5~~.10. Iz grafa vidimo da je najbrže riješen zadatak bila potraga za cjepanicama, dok su potraga za knjigama i kokosima ili izjednačene ili potraga za kokosima traje dulje.



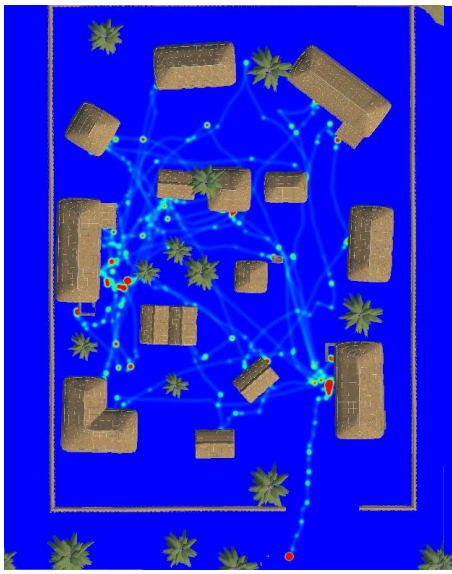
Slika 6.10: Graf vremena zadataka scenarija 1



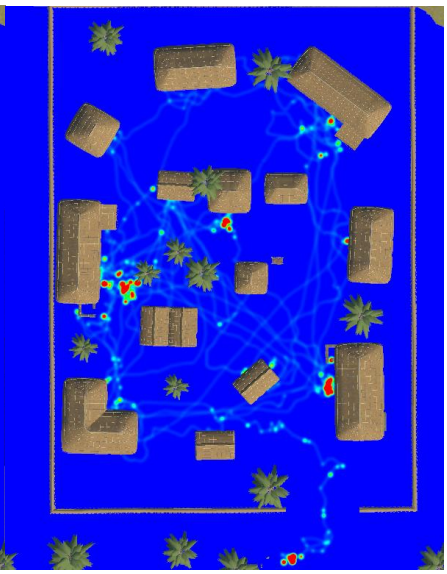
Ispitanik 1



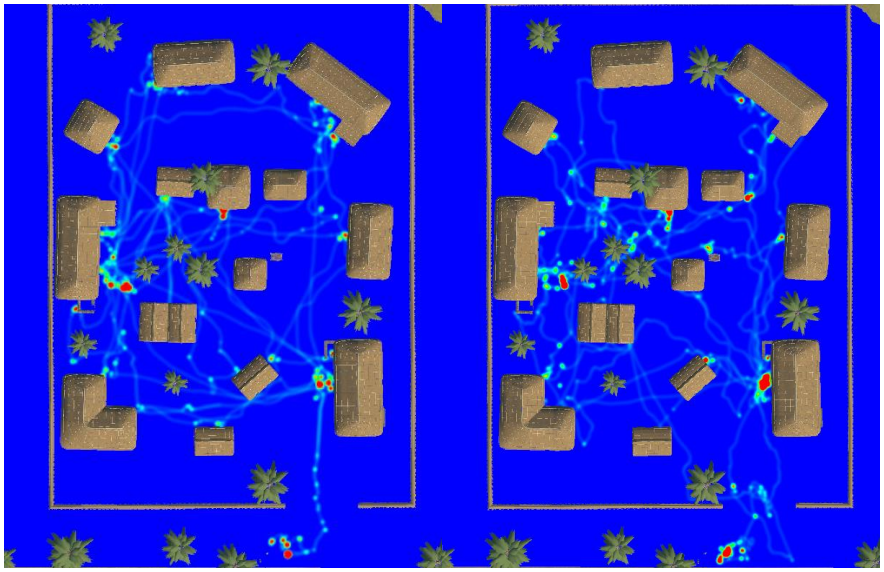
Ispitanik 2



Ispitanik 3



Ispitanik 4



Ispitanik 5 Ispitanik 6

Slika 6.11: Toplinske mape scenarija 1

Commented [SV65]: Potpis ispod svake slike, uz naznačene indekse ispitanika na koje se specifična slika odnosi

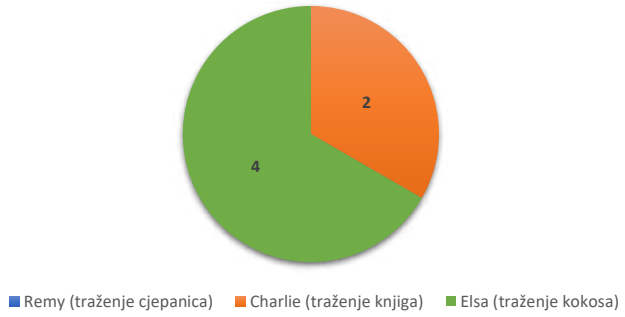
Commented [FP66R65]: +

Na slici 6~~5~~.11 prikazane su sve toplinske mape nastale snimanjem kretnji i položaja igrača u igri. Možemo vidjeti da su se igrači najviše zadržavali kod pojedinog lika i da su se kretali uz rub naselja gdje su kuće ili kroz sam centar naselja.

~~5.3.2.~~6.1.3. Dio upitnika i toplinske mape vezane za drugi scenarij

Nakon odigranog drugog scenarija, ispitanici su trebali ispuniti treći dio upitnika, gdje je za prvo pitanje ponovno trebalo ocijeniti iskustvenu kvalitetu scenarija. Pri tome su svi ocijenili drugi scenarij kao vrlo dobar, što je prikazano na slici 6~~5~~.12. Na idućem grafu prikazanom na slici 6~~5~~.13 vidimo da su ispitanicima 2 najteža zadatka ponovno bila potraga za kokosima i knjigama, pri čemu potraga za kokosima prednjači. Za kraj trećeg dijela upitnika ponovno je bilo potrebno ispuniti 8 pitanja vezana uz indeks opterećenja zadatkom i snalaženje u prostoru, što vidimo na slici 6~~5~~.14. Po odgovorima sudionika možemo zaključiti da su lako svladali i drugi scenarij bez previše napora i smetnji, uz vrlo uspješno snalaženje u prostoru. No, drugi se scenarij ipak pružio zahtjevnijim od prvoga što možemo iščitati iz porasta mentalnog i fizičkog napora sudionika.

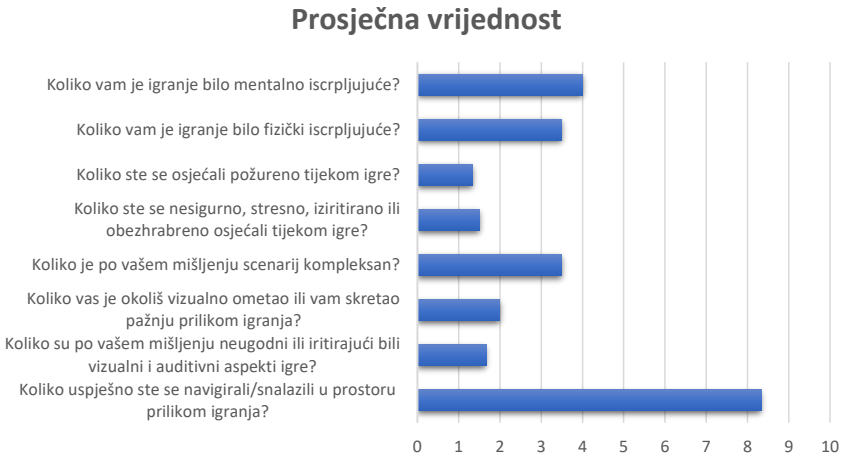
Slika 6.12: Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za drugi scenarij (1- Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro)



Slika 6.13: Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“

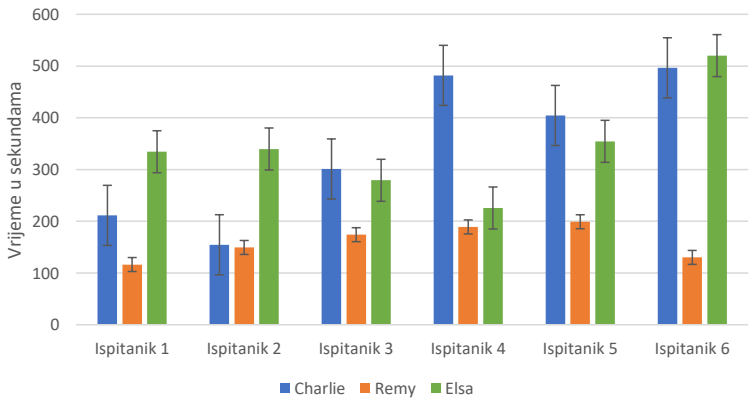
Commented [SV67]: Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje "..."

Commented [FP68R67]: +

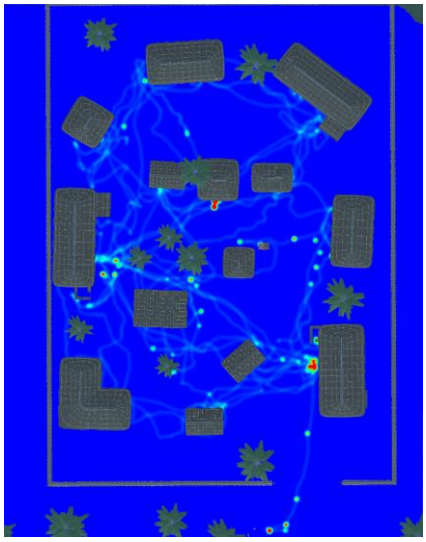


Slika 6.14: Indeks opterećenja zadatkom (1- Nimalo/Nikako, 10 - Previše/Vrlo uspješno)

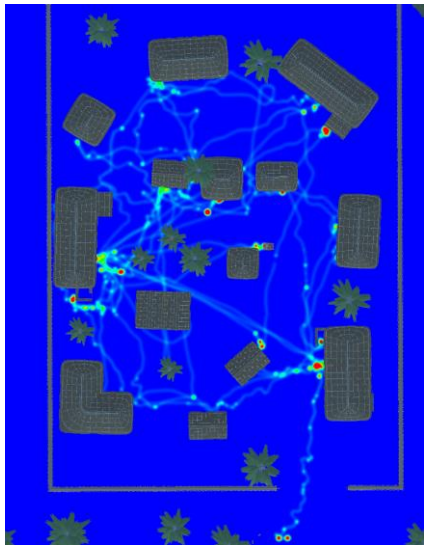
Pri igranju drugog scenarija, ispitanici su ponovno trebali riješiti 3 zadatka. Potrebno vrijeme za pojedini zadatak svakog sudionika prikazan je na slici 6~~5~~.15. Iz grafa vidimo da je najbrže riješen zadatak ponovno bila potraga za cjepanicama, dok su potraga za knjigama i kokosima znatno dulje trajale kod pojedinih ispitanika.



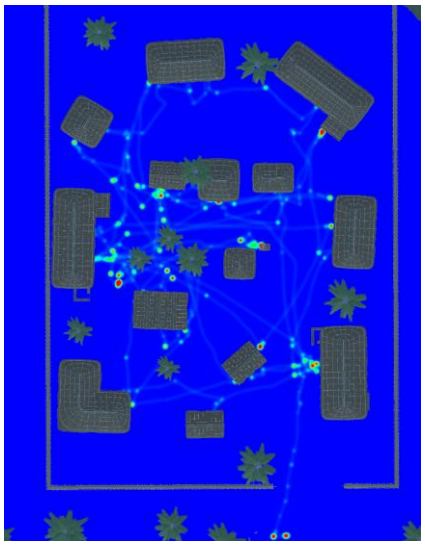
Slika 6.15: Graf vremena zadataka scenarija 2



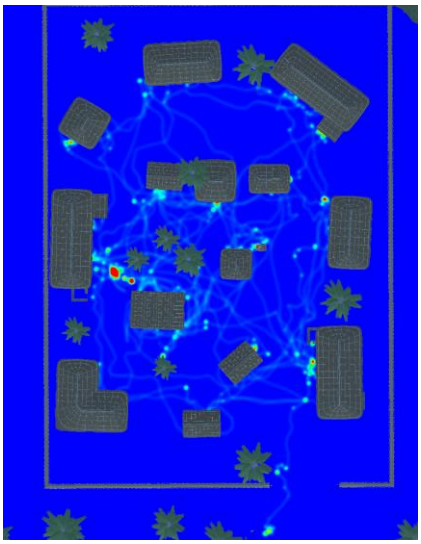
Ispitanik 1



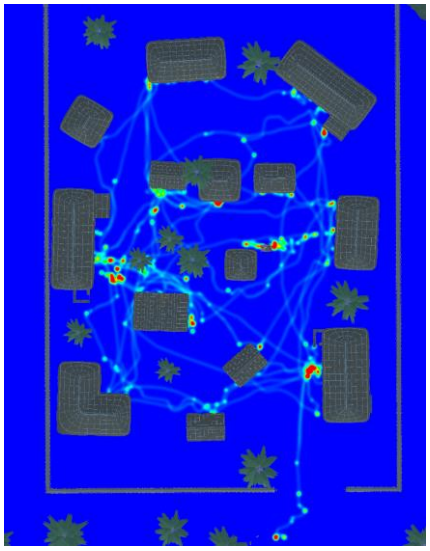
Ispitanik 2



Ispitanik 3



Ispitanik 4



Ispitanik 5

Slika 6.16: Toplinske mape scenarija 2

Na slici 6~~5~~.16 prikazano je 5 toplinskih mapa nastalih snimanjem kretnji i položaja igrača u igri. Zadnju toplinsku mapu vezanu za ispitanika 6 nije moguće generirati zbog greške opisane u poglavlju 4.3~~2~~.2 . Možemo vidjeti da su se igrači koristili sličnim rutama kao i u prvome scenariju.

~~5.3.3.~~6.1.4. Završni dio upitnika

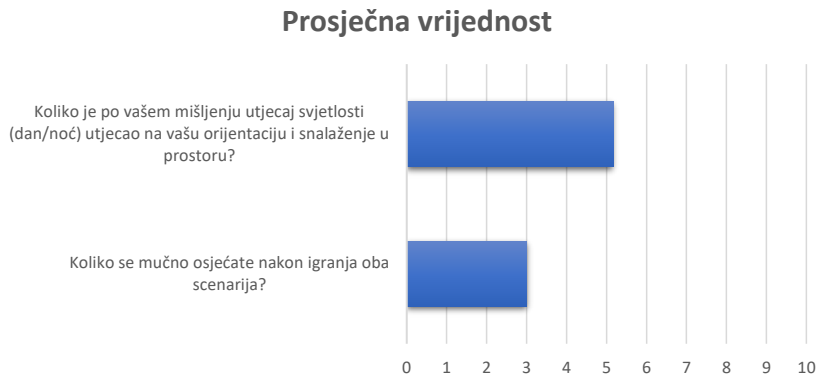
Za kraj upitnika sudionici su bili pitani koji im je scenarij bio lakši ili teži i zašto, na što su odgovorili:

- „Drugi, zbog smanjene vizualnosti na koju je utjecala razlika između dana i noći.“
- „Prvi jer mi je to bio prvi susret sa scenarijem“.
- „Drugi mi je bio teži zbog težeg pronalaska knjiga“.
- „Drugi mi je bio lakši jer mi je bila bolja vidljivost“.
- „Drugi je bio lakši jer sam već znala kako rade stvari i što trebam tražiti“.
- „Scenariji su jednako balansirani“.

Commented [SV69]: U navodnike jer je riječ o direktnim citatima

Commented [FP70R69]: +

Iz odgovora možemo zaključiti da su scenariji sudionicima bili slično teški. Poslije opisnog pitanja sudionici su trebali procijeniti koliko je po njihovom mišljenju utjecaj svjetlosti, odnosno promjena iz dana u noć utjecala na njihovo kretanje u prostoru. Na skali od 1 - Nimalo do 10 – Previše, prosječni odgovor bio je 5, što se smatra srednjim utjecajem kao što je prikazano na slici 6~~5~~.17. Zadnje pitanje bilo je odrediti razinu mučnine nakon odigrana oba scenarija, na što su se sudionici većinom izjasnili da im je bilo malo mučno ili nije uopće, što također vidimo na slici 6~~5~~.17.



Slika 6.17: Mišljenja ispitanika nakon odigrana oba scenarija (1- Nimalo/Nije mi uopće mučno, 10 – Previše/Pozlilo mi je)

~~5.4.~~6.2. Analiza

S obzirom na visoko iskustvo u igranju video igara na toplinskim mapama prikazanim na slikama 6~~5~~.11 i 6~~5~~.16 možemo vidjeti relativno jasne linije ruta kojima su se igrači kretali. Najviše se prolazilo puteljcima koji vode od kuće do kuće, bez puno krivudanja, što je očekivano od osobe koja ima puno iskustva s video igrama. Na svim toplinskim mapama možemo uočiti da nitko nije hodao po otvorenim površinama, pogotovo na površini u sjevernom dijelu naselja, jer su svi zaključili da nije relevantna ni za jedan zadatak.

Ako promatramo toplinske mape u području ulaza u naselje, možemo primijetiti na nekima da imaju mnogo krivudavih linija. To povezujemo sa općenito niskim poznavanjem VR-a jer su prije ulaska u naselje igrači prvo trebali savladati kretanje, kako bi mogli nastaviti igru. Također, možemo primijetiti da sve toplinske mape iz drugog scenarija

nemaju takvih krivulja u početku, jer su igrači već savladali kretanje u prvom scenariju, što je očekivano.

Gledajući na vrlo dobru procijenjenu sposobnost snalaženja u prostoru, iz toplinskih mapa možemo vidjeti da su igrači uistinu točno procijenili svoje sposobnosti, a to dokazujemo iz jasno vidljivih ruta koje su prošli od određenog skrivenog predmeta do lika koji je bio zadužen za taj predmet. U suprotnom bismo očekivali puno krivulja po kojima bi mogli zaključiti da su se igrači izgubili u prostoru, što ovdje nije slučaj.

Analizirajući vremena potrebna da riješe određeni zadatak, vidimo da je igračima bilo potrebno više vremena da riješe prvi scenarij nego drugi. Razlog tomu je što su se igrači prvi puta susreli sa zadatcima i VR-om u prvom scenariju, a mogli su i zapamtiti lokacije nekih predmeta, na primjer kutije s kokosima koje su bila na istim lokacijama, da si olakšaju potragu kokosa u drugom scenariju. Također, potrebno je uzeti u obzir i opcije koje su uvedene u drugi scenarij kako bi ubrzale cjelokupnu igru, kao što je opcija preskakanja početnog razgovora, koji ubrzava igru za 90 sekundi. Gledajući po toplinskim mapama, možemo vidjeti da su se u drugom scenariju igrači puno manje zadržavali na lokacijama gdje su pozicionirani likovi, jer su samo pokrenuli razgovor i otišli u potragu za predmetima, bez da odslušaju razgovor do kraja.

Dodatno analizirajući vremena i graf najtežih zadataka, možemo jasno vidjeti da su najteži zadatci bili potraga za kokosima i knjigama. Potraga za kokosima se igračima činila teška zbog većeg broja kutija koje su morali otvoriti kako bi provjerili sadrži li ta kutija kokos ili ne, dok je potraga za knjigama predstavljala izazov zbog relativno male veličine samih knjiga i pregršt mjesta na kojima mogu biti sakrivene.

Gledajući na razliku između toplinskih mapa oba scenarija, mogli bismo zaključiti da utjecaj svjetlosti nije previše utjecao na kretanje igrača u virtualnom prostoru, već samo na vidljivost. Zbog slabije vidljivosti igrači su se izjasnili da su osjećali veći mentalni i fizički umor poslije drugog scenarija, što vidimo na grafu sa slike 6~~5~~.14. No povećanje umora smo mogli očekivati i s obzirom na količinu vremena provedenog u virtualnoj stvarnosti, neovisno o uvjetima scenarija. Na grafu sa slike 6~~5~~.17 igrači su se izjasnili da im je utjecaj svjetlosti umjereno utjecao na orijentaciju u prostoru, što povezujemo sa smanjenom vidljivošću.

S obzirom na sklonost mučnini i grafu sa slike 6~~5~~.17, gdje se pokazalo da su se igrači osjećali dobro nakon boravka u virtualnoj stvarnosti, zaključujemo da osjećaj mučnine

također nije uveliko utjecao na kretanje igrača u virtualnom prostoru. Ostale komponente upitnika indeksa opterećenja zadatkom nisu se puno mijenjale nakon rješavanja oba scenarija ili su ostale niskih vrijednosti. Jedina komponenta koja je bila srednje vrijednosti je kompleksnost scenarija, što povezujemo sa težinom zadataka o potrazi za knjigama i kokosima.

Formatted: Indent: First line: 0"

Zaključak

Zahvaljujući velikom tehnološkom napretku, danas možemo koristiti nevjerojatno razvijene tehnologije virtualne stvarnosti, koje se sve više počinju primjenjivati u raznim industrijama i područjima, poput medicine, vojske, arhitekture i obrazovanja. No ipak, virtualna stvarnost najviše cvjeta u industriji videoigara koja se svake godine širi i unaprjeđuje. S time na umu, pojavljuje se potreba za analizom igrača i njihovih akcija u virtualnoj stvarnosti te kako reagiraju na različite promjene i pobude, kako bi dosegli veću kvalitetu novih aplikacija i igara.

Za potrebe ovog rada napravljena je nova aplikacija The Crash koja služi za ispitivanje korisničkog kretanja u virtualnom okruženju. Aplikacija se sastoji od 2 scenarija, jedan gdje se radnja odvija po danu, a drugi po noći. Zadatak igrača je pomoći svojim prijateljima tako da se kreće naseljem na otoku i vodi potragu za skrivenim predmetima. Cilj je stvoriti više različitih virtualnih okruženja kako bi se mogli uspoređivati rezultati kretanja igrača. Neka od budućih proširenja aplikacije su uvođenje više likova i proširenje naselja.

Provedena je korisnička studija gdje se istraživao utjecaj različitih virtualnih okruženja na kretanje igrača u virtualnom prostoru. Rezultati ukazuju na postojanje manje razlike u kretanju igrača, pri čemu je sudionicima bilo potrebno više vremena za prvi scenarij. Usprkos slabijoj vidljivosti u drugom scenariju, igrači su procijenili da su im scenariji podjednako teški.

Literatura

[1] Sophie Villenave, Jonathan Cabezas, Patrick Baert, Florent Dupont, Guillaume Lavoué. XREcho: A Unity plug-in to record and visualize user behavior during XR sessions. 13th ACM Multimedia Systems Conference (MMSys '22), Jun 2022, Athlone, Ireland. pp.341-346, 10.1145/3524273.3532909. hal-03777913

[2] Virtualna stvarnost, URL: https://www.iberdrola.com/innovation/virtual-reality#:~:text=Virtual%20Reality%20(VR)%20is%20a,Virtual%20Reality%20headset%20or%20helmet.; zadnji pristup 20.5.2024.

[3] Proširene stvarnosti, URL: https://newsroom.arm.com/blog/xr-ar-vr-mr-difference; zadnji pristup 20.5.2024.

[4] Povijest virtualne stvarnosti, URL : https://virtualspeech.com/blog/history-of-vr; zadnji pristup 26.5.2024.

[5] Sensorama, URL: https://www.engadget.com/2014-02-16-morton-heiligs-sensorama-simulator.html?guccounter=1; zadnji pristup 26.5.2024.

[6] M. Fitz-Patrick. "The Past, Present and Future of Virtual Reality" Interaction Design Foundation - IxDF. https://www.interaction-design.org/literature/article/the-past-present-and-future-of-virtual-reality (accessed May 26, 2024)

[7] Primjena virtualne stvarnosti, URL: https://virtualspeech.com/blog/vr-applications; zadnji pristup 26.5.2024.

[8] Arhitektura u virtualnoj stvarnosti, URL: https://www.adorama.com/alc/virtual-reality-architecture/ ; zadnji pristup 26.5.2024.

[9] VR igre, URL: https://www.lenovo.com/us/en/faqs/gaming/what-is-virtual-reality-gaming/; zadnji pristup 21.5.2024.

[10] No Man's Sky, URL: https://www.nomanssky.com/press/ ; zadnji pristup 21.5.2024.

[11] Najbolje igre u virtualnoj stvarnosti, URL: https://steamdb.info/charts/?tagid=21978&sort=peak; zadnji pristup 21.5.2024.

[12] Unity, URL: https://kevurugames.com/blog/unity-what-makes-it-the-best-game-engine/; zadnji pristup 20.5.2024.

[13] Visual Studio Code, URL: https://code.visualstudio.com/docs/editor/whyvscode; zadnji pristup 20.5.2024.

[14] Mixamo, URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Mixamo; zadnji pristup 20.5.2024.

[15] Unity Asset Store, URL: https://unity.com/pages/introduction-to-asset-store; zadnji pristup 20.5.2024.

[16] KHS-Naganeupseong Walled Town, Suncheon, URL: https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/khs-naganeupseong-walled-town-suncheon-272025; zadnji pristup 20.5.2024.

[17] Crashed Boeing C-17 Globemaster III, URL: https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/industrial/crashed-boeing-c-17-globemaster-iii-133633; zadnji pristup 20.5.2024.

[18] Dreamteck Splines, URL: https://assetstore.unity.com/packages/tools/utilities/dreamteck-splines-61926; zadnji pristup 20.5.2024.

[19] Palm Tree Pack Free, Poveznica: https://assetstore.unity.com/packages/3d/vegetation/trees/palm-tree-pack-free-214483; zadnji pristup 20.5.2024.

[20] VRIF, URL: https://assetstore.unity.com/packages/templates/systems/vr-interaction-framework-161066#description; zadnji pristup 20.5.2024.

[21] GitHub, URL: https://www.techtarget.com/searchitoperations/definition/GitHub; zadnji pristup 20.5.2024.

[22] Meta Quest 2, URL: https://www.meta.com/quest/products/quest-2/tech-specs/; zadnji pristup 20.5.2024.

[23] Stranded Deep, URL: https://store.steampowered.com/app/313120/Stranded_Deep/; zadnji pristup 22.5.2024.

[24] XREcho GitHub, URL: https://github.com/liris-xr/XREcho; zadnji pristup 24.5.2024.

[25] AllSky Free, URL: https://assetstore.unity.com/packages/2d/textures-materials/sky/allsky-free-10-sky-skybox-set-146014; zadnji pristup 27.5.2024.

[26] Cabin Environment, URL: https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/cabin-environment-98014; zadnji pristup 27.5.2024.

[27] Upitnik vezan uz indeks opterećenja zadatkom, URL: https://osf.io/28tmx; zadnji pristup 14.6.2024.

[28] Iskustvena kvaliteta, P. Le Callet, S. Möller, and A. Perkis, Eds., "Qualinet White Paper on Definitions of Quality of Experience," European Network on Quality of Experience in Multimedia Systems and Services (COST Action IC 1003), Lausanne, Switzerland, ver. 1.2, Mar. 2013.

[29] Unity dana; URL: https://unity.com/resources/gaming-report; zadnji pristup 13.6.2024.

Formatted: Indent: Left: 0"

Popis slika

Slika 2.1: Stereoskop, slika preuzeta iz [4] 4

Slika 2.2: Sensorama, slika preuzeta iz [5] 4

Slika 2.3: Digitalni kampus, slika preuzeta iz [7] 6

Slika 2.4: VR arhitektura, slika preuzeta iz [8] 6

Slika 2.5: Isječak iz igre Beat Saber 8

Slika 2.6: Isječak iz igre No Man's Sky 9

Slika 3.1: Prikaz glavnog izbornika 11

Slika 3.2: Gumbi Scenario 1 i Scenario 2 ..... 14~~11~~

Slika 3.3: Scena Main menu 1 ..... 15~~12~~

Slika 3.4: Intro tekst ..... 15~~12~~

Slika 3.5: Scena Demo ..... 16~~13~~

Slika 3.6: Tlocrt naselja i početna lokacija ..... 17~~13~~

Slika 3.7: Početni razgovor ..... 17~~14~~

Slika 3.8: Prvi zadatak ..... 18~~15~~

Slika 3.9: Primjer skrivene knjige ..... 19~~15~~

Slika 3.10: Primjer stavljene knjige i napretka ..... 19~~16~~

Slika 3.11: Prioritet zadataka ..... 20~~16~~

Slika 3.12: Skrivena cjepanica ..... 20~~17~~

Slika 3.13: Klupica za cjepanice ..... 21~~17~~

Slika 3.14: Kutija s kokosom i čekić ..... 21~~18~~

Slika 3.15: Kutija koja sadrži kokos i kutija koja ne sadrži kokos ..... 22~~18~~

Slika 3.16: Polica s kokosima ..... 22~~19~~

Slika 3.17: Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo ..... 23~~20~~

Slika 3.18: Scena Demo 1 ..... 24~~21~~

Slika 3.19: Scena Demo 1 iz perspektive igrača ..... 24~~21~~

Slika 3.20: Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo 1 ..... 25~~22~~

Slika 4.1: XREcho objekt ..... 31~~25~~

Slika 4.2: Kartica za snimanje ..... 31~~26~~

Slika 4.3: Kartica za reprodukciju ..... 32~~26~~

Slika 4.4: Kartica za analizu ..... 32~~27~~

Slika 4.5: Meta Quest 2 ..... 35~~29~~

Slika 4.6: XR Rig objekt ..... 36~~30~~

Slika 4.7: Vremenska crta ..... 39~~32~~

Slika 4.8: Svjetlosne postavke scene ..... 51~~34~~

Slika 4.9: Svjetlosne postavke okoliša ..... 52~~35~~

Slika 4.10: Svjetlosne postavke usmjerenog svjetla ..... 53~~36~~

Slika 4.11: Lokacije svih lampaša ..... 53~~36~~

Slika 4.12: Primjer lampaša ..... 54~~37~~

Slika 4.13: Svjetlosne postavke lampaša ..... 54~~37~~

Slika 4.14: Primjer animatora ..... 55~~38~~

Slika 4.15: Krivulja za kretanje Charliea ..... 56~~39~~

Slika 4.16: Spline computer ..... 57~~40~~

Slika 4.17: Spline follower ..... 57~~40~~

Slika 4.18: Prikaz greške ..... 65~~45~~

Slika 6.1: Dob ispitanika ..... 81~~49~~

Slika 6.2: Spol ispitanika ..... 81~~50~~

Slika 6.3: Razina iskustva s igranjem video igara (1 - Nimalo iskusan/na, 5 - Vrlo iskusan/na) ..... 81~~50~~

Slika 6.4: Razina iskustva s virtualnom stvarnošću (1 - Nimalo iskusan/na, 5 - Vrlo iskusan/na) ..... 82~~50~~

Slika 6.5: Stupčast grafikon koji prikazuje podložnost mučnini svih ispitanika (1- Nimalo podložan/na, 5- Vrlo podložan/na) ..... 82~~51~~

Slika 6.6: Stupčast grafikon koji prikazuje vlastitu procjenu sposobnosti snalaženja u prostoru svih sudionika (1 – Nimalo snalažljiv/a, 5 – Vrlo snalažljiv/a) ..... 82~~51~~

Slika 6.7: Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za prvi scenarij (1- Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro) ..... 83~~52~~

Slika 6.8: Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“ ..... 83~~52~~

Slika 6.9: Indeks opterećenja zadatkom (1- Nimalo/Nikako, 10 - Previše/Vrlo uspješno) ..... 84~~53~~

Slika 6.10: Graf vremena zadataka scenarija 1 ..... 84~~53~~

Slika 6.11: Toplinske mape scenarija 1 ..... 86~~55~~

Slika 6.12: Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za drugi scenarij (1- Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro) ..... 87~~56~~

Slika 6.13: Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“ ..... 87~~56~~

Slika 6.14: Indeks opterećenja zadatkom (1- Nimalo/Nikako, 10 - Previše/Vrlo uspješno) ..... 88~~57~~

Slika 6.15: Graf vremena zadataka scenarija 2 ..... 88~~57~~

Slika 6.16: Toplinske mape scenarija 2 ..... 90~~59~~

Slika 6.17: Mišljenja ispitanika nakon odigrana oba scenarija (1- Nimalo/Nije mi uopće mučno, 10 – Previše/Pozlilo mi je) ..... 91~~60~~

~~**Slika 2.1:** Stereoskop, slika preuzeta iz [4]~~ ..... ~~4~~

~~**Slika 2.2:** Sensorama, slika preuzeta iz [5]~~ ..... ~~4~~

~~**Slika 2.3:** Digitalni kampus, slika preuzeta iz [7]~~ ..... ~~6~~

~~**Slika 2.4:** VR arhitektura, slika preuzeta iz [8]~~ ..... ~~6~~

~~**Slika 2.5:** Isječak iz igre Beat Saber~~ ..... ~~8~~

~~**Slika 2.6:** Isječak iz igre No Man's Sky~~ ..... ~~9~~

~~Slika 3.1: Prikaz glavnog izbornika ..... 11~~

~~**Slika 3.2:** Gumbi Scenario 1 i Scenario 2 ..... 11~~

~~**Slika 3.3:** Scena Main menu 1 ..... 12~~

~~**Slika 3.4:** Intro tekst ..... 12~~

~~**Slika 3.5:** Scena Demo ..... 13~~

~~**Slika 3.6:** Tloert naselja i početna lokacija ..... 13~~

~~**Slika 3.7:** Početni razgovor ..... 14~~

~~**Slika 3.8:** Prvi zadatak ..... 15~~

~~**Slika 3.9:** Primjer skrivene knjige ..... 15~~

~~**Slika 3.10:** Primjer stavljene knjige i napretka ..... 16~~

~~**Slika 3.11:** Prioritet zadataka ..... 16~~

~~**Slika 3.12:** Skrivena cjepanica ..... 17~~

~~**Slika 3.13:** Klupica za cjepanice ..... 17~~

~~**Slika 3.14:** Kutija s kokosom i čekić ..... 18~~

~~**Slika 3.15:** Kutija koja sadrži kokos i kutija koja ne sadrži kokos ..... 18~~

~~**Slika 3.16:** Polica s kokosima ..... 19~~

~~**Slika 3.17:** Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo ..... 20~~

~~**Slika 3.18:** Scena Demo 1 ..... 21~~

~~**Slika 3.19:** Scena Demo 1 iz perspektive igrača ..... 21~~

~~**Slika 3.20:** Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo 1 ..... 22~~

~~**Slika 4.1:** XREcho objekt ..... 25~~

~~**Slika 4.2:** Kartica za snimanje ..... 26~~

~~**Slika 4.3:** Kartica za reprodukciju ..... 26~~

~~**Slika 4.4:** Kartica za analizu ..... 27~~

~~**Slika 4.5:** Meta Quest 2 ..... 29~~

~~**Slika 4.6:** XR Rig objekt ..... 30~~

~~**Slika 4.7:** Vremenska crta ..... 32~~

~~**Slika 4.8:** Svjetlosne postavke scene ..... 34~~

~~**Slika 4.9:** Svjetlosne postavke okoliša ..... 35~~

~~**Slika 4.10:** Svjetlosne postavke usmjerenog svjetla ..... 36~~

~~**Slika 4.11:** Lokacije svih lampaša ..... 36~~

~~**Slika 4.12:** Primjer lampaša ..... 37~~

~~**Slika 4.13:** Svjetlosne postavke lampaša ..... 37~~

~~**Slika 4.14:** Primjer animatora ..... 38~~

~~**Slika 4.15:** Krivulja za kretanje Charliea ..... 39~~

~~**Slika 4.16:** Spline computer ..... 40~~

~~**Slika 4.17:** Spline follower ..... 40~~

~~**Slika 4.18:** Prikaz greške ..... 45~~

~~**Slika 6.1:** Dob ispitanika ..... 49~~

~~**Slika 6.2:** Spol ispitanika ..... 50~~

~~**Slika 6.3:** Razina iskustva s igranjem video igara (1 – Nimalo iskusan/na, 5 – Vrlo iskusan/na) ..... 50~~

~~**Slika 6.4:** Razina iskustva s virtualnom stvarnošću (1 – Nimalo iskusan/na, 5 – Vrlo iskusan/na) ..... 50~~

~~**Slika 6.5:** Stupčast grafikon koji prikazuje podložnost mučnini svih ispitanika (1- Nimalo podložan/na, 5- Vrlo podložan/na) ..... 51~~

~~**Slika 6.6:** Stupčast grafikon koji prikazuje vlastitu procjenu sposobnosti snalaženja u prostoru svih sudionika (1 – Nimalo snalažljiv/a, 5 – Vrlo snalažljiv/a) ..... 51~~

~~**Slika 6.7:** Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za prvi scenarij (1- Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro) ..... 52~~

~~**Slika 6.8:** Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“ ..... 52~~

~~**Slika 6.9:** Indeks opterećenja zadatkom (1- Nimalo/Nikako, 10 – Previše/Vrlo uspješno) 53~~

~~**Slika 6.10:** Graf vremena zadataka scenarija 1 ..... 53~~

~~**Slika 6.11:** Toplinske mape scenarija 1 ..... 55~~

~~**Slika 6.12:** Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za drugi scenarij (1 - Vrlo loše, 5 - Vrlo dobro) ..... 56~~

~~**Slika 6.13:** Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“ ..... 56~~

~~**Slika 6.14:** Indeks opterećenja zadatkom (1 - Nimalo/Nikako, 10 - Previše/Vrlo uspješno) ..... 57~~

~~**Slika 6.15:** Graf vremena zadataka scenarija 2 ..... 57~~

~~**Slika 6.16:** Toplinske mape scenarija 2 ..... 59~~

~~**Slika 6.17:** Mišljenja ispitanika nakon odigrana oba scenarija (1 - Nimalo/Nije mi uopće mučno, 10 - Previše/Pozlilo mi je) ..... 60~~

~~**Slika 2.1:** Stereoskop, slika preuzeta iz [4] ..... 4~~

~~**Slika 2.2:** Sensorama, slika preuzeta iz [5] ..... 4~~

~~**Slika 2.3:** Digitalni kampus, slika preuzeta iz [7] ..... 6~~

~~**Slika 2.4:** VR arhitektura, slika preuzeta iz [8] ..... 6~~

~~**Slika 2.5:** Isječak iz igre Beat Saber ..... 8~~

~~**Slika 2.6:** Isječak iz igre No Man's Sky ..... 9~~

~~**Slika 3.1:** Prikaz glavnog izbornika ..... 11~~

~~**Slika 3.2:** Gumbi Scenario 1 i Scenario 2 (slike uzeti iz igre, umjesto simulacije?) ..... 11~~

~~**Slika 3.3:** Scena Main menu 1 ..... 12~~

~~**Slika 3.4:** Intro tekst ..... 12~~

~~**Slika 3.5:** Scena Demo ..... 13~~

~~**Slika 3.6:** Tloert naselja i početna lokacija ..... 13~~

~~**Slika 3.7:** Početni razgovor ..... 14~~

~~**Slika 3.8:** Prvi zadatak ..... 15~~

~~**Slika 3.9:** Primjer skrivene knjige ..... 15~~

~~**Slika 3.10:** Primjer stavljene knjige i napretka ..... 16~~

~~**Slika 3.11:** Prioritet zadataka~~ 16

~~**Slika 3.12:** Skrivena cjepanica~~ 17

~~**Slika 3.13:** Klupica za cjepanice~~ 17

~~**Slika 3.14:** Kutija s kokosom i čekić~~ 18

~~**Slika 3.15:** Kutija koja sadrži kokos i kutija koja ne sadrži kokos~~ 18

~~**Slika 3.16:** Polica s kokosima~~ 19

~~**Slika 3.17:** Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo (dodati i lokacije likova?)~~ 20

~~**Slika 3.18:** Scena Demo 1~~ 21

~~**Slika 3.19:** Scena Demo 1 iz perspektive igrača~~ 21

~~**Slika 3.20:** Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo 1~~ 22

~~**Slika 4.1:** XREcho objekt~~ 25

~~**Slika 4.2:** Kartica za snimanje~~ 26

~~**Slika 4.3:** Kartica za reprodukciju~~ 26

~~**Slika 4.4:** Kartica za analizu~~ 27

~~**Slika 4.5:** Meta Quest 2~~ 29

~~**Slika 4.6:** XR Rig objekt~~ 30

~~**Slika 4.7:** Vremenska crta~~ 32

~~**Slika 4.8:** Svjetlosne postavke scene~~ 34

~~**Slika 4.9:** Svjetlosne postavke okoliša~~ 35

~~**Slika 4.10:** Svjetlosne postavke usmjerenog svjetla~~ 36

~~**Slika 4.11:** Lokacije svih lampaša~~ 36

~~**Slika 4.12:** Primjer lampaša~~ 37

~~**Slika 4.13:** Svjetlosne postavke lampaša~~ 37

~~**Slika 4.14:** Primjer animatora~~ 38

~~**Slika 4.15:** Krivulja za kretanje Charlieа~~ 39

~~**Slika 4.16:** Spline computer~~ 40

~~**Slika 4.17:** Spline follower~~ 40

~~**Slika 4.18:** Prikaz greške~~ 45

~~**Slika 6.1:** Dob ispitanika~~ 49

~~**Slika 6.2:** Spol ispitanika~~ 50

~~**Slika 6.3:** Razina iskustva s igranjem video igara (1 – Nimalo iskusan/na, 5 – Vrlo iskusan/na)~~ 50

~~**Slika 6.4:** Razina iskustva s virtualnom stvarnošću (1 – Nimalo iskusan/na, 5 – Vrlo iskusan/na)~~ 50

~~**Slika 6.5:** Stupčast grafikon koji prikazuje podložnost mučnini svih ispitanika (1- Nimalo podložan/na, 5- Vrlo podložan/na)~~ 51

~~**Slika 6.6:** Stupčast grafikon koji prikazuje vlastitu procjenu sposobnosti snalaženja u prostoru svih sudionika (1 – Nimalo snalažljiv/a, 5 – Vrlo snalažljiv/a)~~ 51

~~**Slika 6.7:** Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za prvi scenarij (1- Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro)~~ 52

~~**Slika 6.8:** Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“~~ 52

~~**Slika 6.9:** Indeks opterećenja zadatkom (1- Nimalo/Nikako, 10 – Previše/Vrlo uspješno)~~ 53

~~**Slika 6.10:** Graf vremena zadataka scenarija 1~~ 53

~~**Slika 6.11:** Toplinske mape scenarija 1~~ 55

~~**Slika 6.12:** Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za drugi scenarij (1- Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro)~~ 56

~~**Slika 6.13:** Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“~~ 56

~~**Slika 6.14:** Indeks opterećenja zadatkom (1- Nimalo/Nikako, 10 – Previše/Vrlo uspješno)~~ 57

~~**Slika 6.15:** Graf vremena zadataka scenarija 2~~ 57

~~**Slika 6.16:** Toplinske mape scenarija 2~~ 59

~~**Slika 6.17:** Mišljenja ispitanika nakon odigrana oba scenarija (1 – Nimalo/Nije mi uopće mučno, 10 – Previše/Pozlilo mi je) 60~~

~~**Slika 2.1:** Stereoskop, slika preuzeta iz [4] 4~~

~~**Slika 2.2:** Sensorama, slika preuzeta iz [5] 4~~

~~**Slika 2.3:** Digitalni kampus, slika preuzeta iz [7] 6~~

~~**Slika 2.4:** VR arhitektura, slika preuzeta iz [8] 6~~

~~**Slika 2.5:** Isječak iz igre Beat Saber 8~~

~~**Slika 2.6:** Isječak iz igre No Man's Sky 9~~

~~**Slika 3.1:** Prikaz glavnog izbornika 11~~

~~**Slika 3.2:** Gumbi Scenario 1 i Scenario 2 (slike uzeti iz igre, umjesto simulacije?) 11~~

~~**Slika 3.3:** Scena Main menu 1 12~~

~~**Slika 3.4:** Intro tekst 12~~

~~**Slika 3.5:** Scena Demo 13~~

~~**Slika 3.6:** Tloert naselja i početna lokacija 13~~

~~**Slika 3.7:** Početni razgovor 14~~

~~**Slika 3.8:** Prvi zadatak 15~~

~~**Slika 3.9:** Primjer skrivene knjige 15~~

~~**Slika 3.10:** Primjer stavljene knjige i napretka 16~~

~~**Slika 3.11:** Prioritet zadataka 16~~

~~**Slika 3.12:** Skrivena cjepanica 17~~

~~**Slika 3.13:** Klupica za cjepanice 17~~

~~**Slika 3.14:** Kutija s kokosom i čekić 18~~

~~**Slika 3.15:** Kutija koja sadrži kokos i kutija koja ne sadrži kokos 18~~

~~**Slika 3.16:** Polica s kokosima 19~~

~~**Slika 3.17:** Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo (dodati i lokacije likova?) 20~~

~~**Slika 3.18:** Scena Demo 1 21~~

~~**Slika 3.19:** Scena Demo 1 iz perspektive igrača ..... 21~~

~~**Slika 3.20:** Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo 1 ..... 22~~

~~**Slika 4.1:** XREcho objekt ..... 25~~

~~**Slika 4.2:** Kartica za snimanje ..... 26~~

~~**Slika 4.3:** Kartica za reprodukciju ..... 26~~

~~**Slika 4.4:** Kartica za analizu ..... 27~~

~~**Slika 4.5:** Meta Quest 2 ..... 29~~

~~**Slika 4.6:** XR Rig objekt ..... 30~~

~~**Slika 4.7:** Vremenska crta ..... 32~~

~~**Slika 4.8:** Svjetlosne postavke scene ..... 34~~

~~**Slika 4.9:** Svjetlosne postavke okoliša ..... 35~~

~~**Slika 4.10:** Svjetlosne postavke usmjerenog svjetla ..... 36~~

~~**Slika 4.11:** Lokacije svih lampaša ..... 36~~

~~**Slika 4.12:** Primjer lampaša ..... 37~~

~~**Slika 4.13:** Svjetlosne postavke lampaša ..... 37~~

~~**Slika 4.14:** Primjer animatora ..... 38~~

~~**Slika 4.15:** Krivulja za kretanje Charliea ..... 39~~

~~**Slika 4.16:** Spline computer ..... 40~~

~~**Slika 4.17:** Spline follower ..... 40~~

~~**Slika 4.18:** Prikaz greške ..... 45~~

~~**Slika 6.1:** Dob ispitanika ..... 49~~

~~**Slika 6.2:** Spol ispitanika ..... 50~~

~~**Slika 6.3:** Razina iskustva s igranjem video igara (1 – Nimalo iskusan/na, 5 – Vrlo iskusan/na) ..... 50~~

~~**Slika 6.4:** Razina iskustva s virtualnom stvarnošću (1 – Nimalo iskusan/na, 5 – Vrlo iskusan/na) ..... 50~~

~~**Slika 6.5:** Stupčast grafikon koji prikazuje podložnost mučnini svih ispitanika (1 – Nimalo podložan/na, 5 – Vrlo podložan/na) ..... 51~~

~~**Slika 6.6:** Stupčast grafikon koji prikazuje vlastitu procjenu sposobnosti snalaženja u prostoru svih sudionika (1 – Nimalo snalažljiv/a, 5 – Vrlo snalažljiv/a) ..... 51~~

~~**Slika 6.7:** Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za prvi scenarij (1 – Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro) ..... 52~~

~~**Slika 6.8:** Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“ ..... 52~~

~~**Slika 6.9:** Indeks opterećenja zadatkom (1 – Nimalo/Nikako, 10 – Previše/Vrlo uspješno) 53~~

~~**Slika 6.10:** Graf vremena zadataka scenarija 1 ..... 53~~

~~**Slika 6.11:** Toplinske mape scenarija 1 ..... 55~~

~~**Slika 6.12:** Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za drugi scenarij (1 – Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro) ..... 56~~

~~**Slika 6.13:** Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“ ..... 56~~

~~**Slika 6.14:** Indeks opterećenja zadatkom (1 – Nimalo/Nikako, 10 – Previše/Vrlo uspješno) ..... 57~~

~~**Slika 6.15:** Graf vremena zadataka scenarija 2 ..... 57~~

~~**Slika 6.16:** Toplinske mape scenarija 2 ..... 59~~

~~**Slika 6.17:** Mišljenja ispitanika nakon odigrana oba scenarija (1 – Nimalo/Nije mi uopće mučno, 10 – Previše/Pozlilo mi je) ..... 60~~

~~**Slika 2.1:** Stereoskop, slika preuzeta iz [4] ..... 4~~

~~**Slika 2.2:** Sensorama, slika preuzeta iz [5] ..... 4~~

~~**Slika 2.3:** Digitalni kampus, slika preuzeta iz [7] ..... 6~~

~~**Slika 2.4:** VR arhitektura, slika preuzeta iz [8] ..... 6~~

~~**Slika 2.5:** Isječak iz igre Beat Saber ..... 8~~

~~**Slika 2.6:** Isječak iz igre No Man's Sky ..... 9~~

~~**Slika 3.1:** Prikaz glavnog izbornika ..... 11~~

~~**Slika 3.2:** Gumbi Scenario 1 i Scenario 2 (slike uzeti iz igre, umjesto simulacije?)~~ ..... ~~11~~

~~**Slika 3.3:** Scena Main menu 1~~ ..... ~~12~~

~~**Slika 3.4:** Intro tekst~~ ..... ~~12~~

~~**Slika 3.5:** Scena Demo~~ ..... ~~13~~

~~**Slika 3.6:** Tloert naselja i početna lokacija~~ ..... ~~13~~

~~**Slika 3.7:** Početni razgovor~~ ..... ~~14~~

~~**Slika 3.8:** Prvi zadatak~~ ..... ~~15~~

~~**Slika 3.9:** Primjer skrivene knjige~~ ..... ~~15~~

~~**Slika 3.10:** Primjer stavljene knjige i napretka~~ ..... ~~16~~

~~**Slika 3.11:** Prioritet zadataka~~ ..... ~~16~~

~~**Slika 3.12:** Skrivena cjepanica~~ ..... ~~17~~

~~**Slika 3.13:** Klupica za cjepanice~~ ..... ~~17~~

~~**Slika 3.14:** Kutija s kokosom i čekić~~ ..... ~~18~~

~~**Slika 3.15:** Kutija koja sadrži kokos i kutija koja ne sadrži kokos~~ ..... ~~18~~

~~**Slika 3.16:** Polica s kokosima~~ ..... ~~19~~

~~**Slika 3.17:** Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo (dodati i lokacije likova?)~~ ..... ~~20~~

~~**Slika 3.18:** Scena Demo 1~~ ..... ~~21~~

~~**Slika 3.19:** Scena Demo 1 iz perspektive igrača~~ ..... ~~21~~

~~**Slika 4.20:** Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo 1~~ ..... ~~22~~

~~**Slika 4.1:** XREcho objekt~~ ..... ~~25~~

~~**Slika 4.2:** Kartica za snimanje~~ ..... ~~26~~

~~**Slika 4.3:** Kartica za reprodukciju~~ ..... ~~26~~

~~**Slika 4.4:** Kartica za analizu~~ ..... ~~27~~

~~**Slika 4.5:** Meta Quest 2~~ ..... ~~29~~

~~**Slika 4.6:** XR Rig objekt~~ ..... ~~30~~

~~**Slika 4.7:** Vremenska crta~~ ..... ~~32~~

~~**Slika 4.8:** Svjetlosne postavke scene ..... 34~~

~~**Slika 4.9:** Svjetlosne postavke okoliša ..... 35~~

~~**Slika 4.10:** Svjetlosne postavke usmjerenog svjetla ..... 36~~

~~**Slika 4.11:** Lokacije svih lampaša ..... 36~~

~~**Slika 4.12:** Primjer lampaša ..... 37~~

~~**Slika 4.13:** Svjetlosne postavke lampaša ..... 37~~

~~**Slika 4.14:** Primjer animatora ..... 38~~

~~**Slika 4.15:** Krivulja za kretanje Charliea ..... 39~~

~~**Slika 4.16:** Spline computer ..... 40~~

~~**Slika 4.17:** Spline follower ..... 40~~

~~**Slika 4.18:** Prikaz greške ..... 45~~

~~**Slika 6.1:** Dob ispitanika ..... 49~~

~~**Slika 6.2:** Spol ispitanika ..... 50~~

~~**Slika 6.3:** Razina iskustva s igranjem video igara (1 – Nimalo iskusan/na, 5 – Vrlo iskusan/na) ..... 50~~

~~**Slika 6.4:** Razina iskustva s virtualnom stvarnošću (1 – Nimalo iskusan/na, 5 – Vrlo iskusan/na) ..... 50~~

~~**Slika 6.5:** Stupčast grafikon koji prikazuje podložnost mučnini svih ispitanika (1 - Nimalo podložan/na, 5 - Vrlo podložan/na) ..... 51~~

~~**Slika 6.6:** Stupčast grafikon koji prikazuje vlastitu procjenu sposobnosti snalaženja u prostoru svih sudionika (1 – Nimalo snalažljiv/a, 5 – Vrlo snalažljiv/a) ..... 51~~

~~**Slika 6.7:** Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za prvi scenarij (1 - Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro) ..... 52~~

~~**Slika 6.8:** Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“ ..... 52~~

~~**Slika 6.9:** Indeks opterećenja zadatkom (1 - Nimalo/Nikako, 10 – Previše/Vrlo uspješno)53~~

~~**Slika 6.10:** Graf vremena zadataka scenarija 1 ..... 53~~

~~**Slika 6.11:** Toplinske mape scenarija 1 ..... 55~~

~~**Slika 6.12:** Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za drugi scenarij (1 – Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro) ..... 56~~

~~**Slika 6.13:** Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“ ..... 56~~

~~**Slika 6.14:** Indeks opterećenja zadatkom (1 – Nimalo/Nikako, 10 – Previše/Vrlo uspješno) ..... 57~~

~~**Slika 6.15:** Graf vremena zadataka scenarija 2 ..... 57~~

~~**Slika 6.16:** Toplinske mape scenarija 2 ..... 59~~

~~**Slika 6.17:** Mišljenja ispitanika nakon odigrana oba scenarija (1 – Nimalo/Nije mi uopće mučno, 10 – Previše/Pozlilo mi je) ..... 60~~

~~**Slika 2.1:** Stereoskop, slika preuzeta iz [4] ..... 4~~

~~**Slika 2.2:** Sensorama, slika preuzeta iz [5] ..... 4~~

~~**Slika 2.3:** Digitalni kampus, slika preuzeta iz [7] ..... 6~~

~~**Slika 2.4:** VR arhitektura, slika preuzeta iz [8] ..... 6~~

~~**Slika 2.5:** Isječak iz igre Beat Saber ..... 8~~

~~**Slika 2.6:** Isječak iz igre No Man's Sky ..... 9~~

~~**Slika 3.1:** Prikaz glavnog izbornika ..... 11~~

~~**Slika 3.2:** Gumbi Scenario 1 i Scenario 2 (Slike uzeti iz igre, umjesto simulacije?) ..... 11~~

~~**Slika 3.3:** Scena Main menu 1 ..... 12~~

~~**Slika 3.4:** Intro tekst ..... 12~~

~~**Slika 3.5:** Scena Demo ..... 13~~

~~**Slika 3.6:** Tlocrt naselja i početna lokacija ..... 13~~

~~**Slika 3.7:** Početni razgovor ..... 14~~

~~**Slika 3.8:** Prvi zadatak ..... 15~~

~~**Slika 3.9:** Primjer skrivene knjige ..... 15~~

~~**Slika 3.10:** Primjer stavljene knjige i napretka ..... 16~~

~~**Slika 3.11:** Prioritet zadataka ..... 16~~

~~**Slika 3.12:** Skrivena cjepanica ..... 17~~

~~**Slika 3.13:** Klupica za cjepanice ..... 17~~

~~**Slika 4.14:** Kutija s kokosom i čekić ..... 18~~

~~**Slika 4.15:** Kutija koja sadrži kokos i kutija koja ne sadrži kokos ..... 18~~

~~**Slika 3.16:** Polica s kokosima ..... 19~~

~~**Slika 3.17:** Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo (dodati i lokacije likova?) ..... 20~~

~~**Slika 3.18:** Scena Demo 1 ..... 21~~

~~**Slika 3.19:** Scena Demo 1 iz perspektive igrača ..... 21~~

~~**Slika 4.20:** Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo 1 ..... 22~~

~~**Slika 4.1:** XREcho objekt ..... 25~~

~~**Slika 4.2:** Kartica za snimanje ..... 26~~

~~**Slika 4.3:** Kartica za reprodukciju ..... 26~~

~~**Slika 4.4:** Kartica za analizu ..... 27~~

~~**Slika 4.5:** Meta Quest 2 ..... 29~~

~~**Slika 4.6:** XR Rig objekt ..... 30~~

~~**Slika 4.7:** Vremenska crta ..... 32~~

~~**Slika 4.8:** Svjetlosne postavke scene ..... 34~~

~~**Slika 4.9:** Svjetlosne postavke okoliša ..... 35~~

~~**Slika 4.10:** Svjetlosne postavke usmjerenog svjetla ..... 36~~

~~**Slika 4.11:** Lokacije svih lampaša ..... 36~~

~~**Slika 4.12:** Primjer lampaša ..... 37~~

~~**Slika 4.13:** Svjetlosne postavke lampaša ..... 37~~

~~**Slika 4.14:** Primjer animatora ..... 38~~

~~**Slika 4.15:** Krivulja za kretanje Charlieca ..... 39~~

~~**Slika 4.16:** Spline computer ..... 40~~

~~**Slika 4.17:** Spline follower ..... 40~~

~~**Slika 4.18:** Prikaz greške ..... 45~~

~~**Slika 6.1:** Dob ispitanika ..... 49~~

~~**Slika 6.2:** Spol ispitanika ..... 50~~

~~**Slika 6.3:** Razina iskustva s igranjem video igara (1 – Nimalo iskusan/na, 5 – Vrlo iskusan/na) ..... 50~~

~~**Slika 6.4:** Razina iskustva s virtualnom stvarnošću (1 – Nimalo iskusan/na, 5 – Vrlo iskusan/na) ..... 50~~

~~**Slika 6.5:** Stupčast grafikon koji prikazuje podložnost mučnini svih ispitanika (1- Nimalo podložan/na, 5- Vrlo podložan/na) ..... 51~~

~~**Slika 6.6:** Stupčast grafikon koji prikazuje vlastitu procjenu sposobnosti snalaženja u prostoru svih sudionika (1 – Nimalo snalažljiv/a, 5 – Vrlo snalažljiv/a) ..... 51~~

~~**Slika 6.7:** Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za prvi scenarij (1- Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro) ..... 52~~

~~**Slika 6.8:** Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“ ..... 52~~

~~**Slika 6.9:** Indeks opterećenja zadatkom (1- Nimalo/Nikako, 10 – Previše/Vrlo uspješno) 53~~

~~**Slika 6.10:** Graf vremena zadataka scenarija 1 ..... 53~~

~~**Slika 6.11:** Toplinske mape scenarija 1 ..... 55~~

~~**Slika 6.12:** Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za drugi scenarij (1- Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro) ..... 56~~

~~**Slika 6.13:** Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“ ..... 56~~

~~**Slika 6.14:** Indeks opterećenja zadatkom (1- Nimalo/Nikako, 10 – Previše/Vrlo uspješno) ..... 57~~

~~**Slika 6.15:** Graf vremena zadataka scenarija 2 ..... 57~~

~~**Slika 6.16:** Toplinske mape scenarija 2 ..... 59~~

~~**Slika 6.17:** Mišljenja ispitanika nakon odigrana oba scenarija (1- Nimalo/Nije mi uopće mučno, 10 – Previše/Pozlilo mi je) ..... 60~~

~~**Slika 2.1:** Stereoskop, slika preuzeta iz [4]~~ ..... ~~3~~

~~**Slika 2.2:** Sensorama, slika preuzeta iz [5]~~ ..... ~~3~~

~~**Slika 2.3:** Digitalni kampus, slika preuzeta iz [7]~~ ..... ~~5~~

~~**Slika 2.4:** VR arhitektura, slika preuzeta iz [8]~~ ..... ~~5~~

~~**Slika 2.5:** Isječak iz igre Beat Saber~~ ..... ~~7~~

~~**Slika 2.6:** Isječak iz igre No Man's Sky~~ ..... ~~8~~

~~**Slika 3.1:** XREcho objekt~~ ..... ~~10~~

~~**Slika 3.2:** Kartica za snimanje~~ ..... ~~10~~

~~**Slika 3.3:** Kartica za reprodukciju~~ ..... ~~11~~

~~**Slika 3.4:** Kartica za analizu~~ ..... ~~12~~

~~**Slika 3.5:** Meta Quest 2~~ ..... ~~14~~

~~**Slika 4.1:** XR Rig objekt~~ ..... ~~16~~

~~**Slika 4.2:** Prikaz glavnog izbornika~~ ..... ~~17~~

~~**Slika 4.3:** Gumbi Scenario 1 i Scenario 2 (slike uzeti iz igre, umjesto simulacije?)~~ ..... ~~18~~

~~**Slika 4.4:** Scena Main menu 1~~ ..... ~~18~~

~~**Slika 4.5:** Intro tekst~~ ..... ~~19~~

~~**Slika 4.6:** Vremenska crta~~ ..... ~~19~~

~~**Slika 4.7:** Scena Demo~~ ..... ~~21~~

~~**Slika 4.8:** Tlocrt naselja i početna lokacija~~ ..... ~~21~~

~~**Slika 4.9:** Početni razgovor~~ ..... ~~22~~

~~**Slika 4.10:** Prvi zadatak~~ ..... ~~23~~

~~**Slika 4.11:** Primjer skrivene knjige~~ ..... ~~23~~

~~**Slika 4.12:** Primjer stavljene knjige i napretka~~ ..... ~~24~~

~~**Slika 4.13:** Prioritet zadataka~~ ..... ~~24~~

~~**Slika 4.14:** Skrivena cjepanica~~ ..... ~~25~~

~~**Slika 4.15:** Klupica za cjepanice~~ ..... ~~25~~

~~**Slika 4.16:** Kutija s kokosom i čekić ..... 26~~

~~**Slika 4.17:** Kutija koja sadrži kokos i kutija koja ne sadrži kokos ..... 26~~

~~**Slika 4.18:** Polica s kokosima ..... 27~~

~~**Slika 4.19:** Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo (dodati i lokacije likova?) ..... 29~~

~~**Slika 4.20:** Scena Demo 1 ..... 30~~

~~**Slika 4.21:** Scena Demo 1 iz perspektive igrača ..... 30~~

~~**Slika 4.22:** Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo 1 ..... 31~~

~~**Slika 4.23:** Svjetlosne postavke scene ..... 32~~

~~**Slika 4.24:** Svjetlosne postavke okoliša ..... 33~~

~~**Slika 4.25:** Svjetlosne postavke usmjerenog svjetla ..... 34~~

~~**Slika 4.26:** Lokacije svih lampaša ..... 34~~

~~**Slika 4.27:** Primjer lampaša ..... 35~~

~~**Slika 4.28:** Svjetlosne postavke lampaša ..... 35~~

~~**Slika 4.29:** Primjer animatora ..... 36~~

~~**Slika 4.30:** Krivulja za kretanje Charlica ..... 37~~

~~**Slika 4.31:** Spline computer ..... 38~~

~~**Slika 4.32:** Spline follower ..... 38~~

~~**Slika 4.33:** Prikaz greške ..... 43~~

~~**Slika 5.1:** Dob ispitanika ..... 46~~

~~**Slika 5.2:** Spol ispitanika ..... 46~~

~~**Slika 5.3:** Razina iskustva s igranjem video igara (1 – Nimalo iskusan/na, 5 – Vrlo iskusan/na) ..... 46~~

~~**Slika 5.4:** Razina iskustva s virtualnom stvarnošću (1 – Nimalo iskusan/na, 5 – Vrlo iskusan/na) ..... 47~~

~~**Slika 5.5:** Stupčast grafikon koji prikazuje podložnost mučnini svih ispitanika (1- Nimalo podložan/na, 5- Vrlo podložan/na) ..... 47~~

~~**Slika 5.6:** Stupčast grafikon koji prikazuje vlastitu procjenu sposobnosti snalaženja u prostoru svih sudionika (1 – Nimalo snalažljiv/a, 5 – Vrlo snalažljiv/a) ..... 47~~

~~**Slika 5.7:** Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za prvi scenarij (1 – Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro) ..... 48~~

~~**Slika 5.8:** Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“ ..... 48~~

~~**Slika 5.9:** Indeks opterećenja zadatkom (1 – Nimalo/Nikako, 10 – Previše/Vrlo uspješno) 49~~

~~**Slika 5.10:** Graf vremena zadataka scenarija 1 ..... 49~~

~~**Slika 5.11:** Toplinske mape scenarija 1 ..... 51~~

~~**Slika 5.12:** Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za drugi scenarij (1 – Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro) ..... 52~~

~~**Slika 5.13:** Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“ ..... 52~~

~~**Slika 5.14:** Indeks opterećenja zadatkom (1 – Nimalo/Nikako, 10 – Previše/Vrlo uspješno) ..... 53~~

~~**Slika 5.15:** Graf vremena zadataka scenarija 2 ..... 53~~

~~**Slika 5.16:** Toplinske mape scenarija 2 ..... 55~~

~~**Slika 5.17:** Mišljenja ispitanika nakon odigrana oba scenarija (1 – Nimalo/Nije mi uopće mučno, 10 – Previše/Pozlilo mi je) ..... 56~~

~~**Slika 2.1:** Stereoskop, slika preuzeta iz [4] ..... 3~~

~~**Slika 2.2:** Sensorama, slika preuzeta iz [5] ..... 3~~

~~**Slika 2.3:** Digitalni kampus, slika preuzeta iz [7] ..... 5~~

~~**Slika 2.4:** VR arhitektura, slika preuzeta iz [8] ..... 5~~

~~**Slika 2.5:** Isječak iz igre Beat Saber ..... 7~~

~~**Slika 2.6:** Isječak iz igre No Man's Sky ..... 8~~

~~**Slika 3.1:** XREcho objekt ..... 10~~

~~**Slika 3.2:** Kartica za snimanje ..... 10~~

~~**Slika 3.3:** Kartica za reprodukciju ..... 11~~

~~**Slika 3.4:** Kartica za analizu ..... 12~~

~~**Slika 3.5:** Meta Quest 2 ..... 14~~

~~**Slika 4.1:** XR Rig objekt ..... 16~~

~~**Slika 4.2:** Prikaz glavnog izbornika ..... 17~~

~~**Slika 4.3:** Gumbi Scenario 1 i Scenario 2 (slike uzeti iz igre, umjesto simulacije?) ..... 18~~

~~**Slika 4.4:** Scena Main menu 1 ..... 18~~

~~**Slika 4.5:** Intro tekst ..... 19~~

~~**Slika 4.6:** Vremenska crta ..... 19~~

~~**Slika 4.7:** Scena Demo ..... 21~~

~~**Slika 4.8:** Tlocrt naselja i početna lokacija ..... 21~~

~~**Slika 4.9:** Početni razgovor ..... 22~~

~~**Slika 4.10:** Prvi zadatak ..... 23~~

~~**Slika 4.11:** Primjer skrivene knjige ..... 23~~

~~**Slika 4.12:** Primjer stavljene knjige i napretka ..... 24~~

~~**Slika 4.13:** Prioritet zadataka ..... 24~~

~~**Slika 4.14:** Skrivena cjepanica ..... 25~~

~~**Slika 4.15:** Klupica za cjepanice ..... 25~~

~~**Slika 4.16:** Kutija s kokosom i čekić ..... 26~~

~~**Slika 4.17:** Kutija koja sadrži kokos i kutija koja ne sadrži kokos ..... 26~~

~~**Slika 4.18:** Polica s kokosima ..... 27~~

~~**Slika 4.19:** Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo (dovlati i lokacije likova?) ..... 29~~

~~**Slika 4.20:** Scena Demo 1 ..... 30~~

~~**Slika 4.21:** Scena Demo 1 iz perspektive igrača ..... 30~~

~~**Slika 4.22:** Prikaz skrivenih predmeta u sceni Demo 1 ..... 31~~

~~**Slika 4.23:** Svjetlosne postavke scene ..... 32~~

~~**Slika 4.24:** Svjetlosne postavke okoliša ..... 33~~

~~**Slika 4.25:** Svjetlosne postavke usmjerenog svjetla ..... 34~~

~~**Slika 4.26:** Lokacije svih lampaša ..... 34~~

~~**Slika 4.27:** Primjer lampaša ..... 35~~

~~**Slika 4.28:** Svjetlosne postavke lampaša ..... 35~~

~~**Slika 4.29:** Primjer animatora ..... 36~~

~~**Slika 4.30:** Krivulja za kretanje Charliea ..... 37~~

~~**Slika 4.31:** Spline computer ..... 38~~

~~**Slika 4.32:** Spline follower ..... 38~~

~~**Slika 4.33:** Prikaz greške ..... 43~~

~~**Slika 5.1:** Dob ispitanika ..... 46~~

~~**Slika 5.2:** Spol ispitanika ..... 46~~

~~**Slika 5.3:** Razina iskustva s igranjem video igara (1 – Nimalo iskusan/na, 5 – Vrlo iskusan/na) ..... 46~~

~~**Slika 5.4:** Razina iskustva s virtualnom stvarnošću (1 – Nimalo iskusan/na, 5 – Vrlo iskusan/na) ..... 47~~

~~**Slika 5.5:** Stupčast grafikon koji prikazuje podložnost mučnini svih ispitanika (1- Nimalo podložan/na, 5- Vrlo podložan/na) ..... 47~~

~~**Slika 5.6:** Stupčast grafikon koji prikazuje vlastitu procjenu sposobnosti snalaženja u prostoru svih sudionika (1 – Nimalo snalažljiv/a, 5 – Vrlo snalažljiv/a) ..... 47~~

~~**Slika 5.7:** Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za prvi scenarij (1- Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro) ..... 48~~

~~**Slika 5.8:** Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“ ..... 48~~

~~**Slika 5.9:** Indeks opterećenja zadatkom (1- Nimalo/Nikako, 10 – Previše/Vrlo uspješno) 49~~

~~**Slika 5.10:** Graf vremena zadataka scenarija 1 ..... 49~~

~~**Slika 5.11:** Toplinske mape scenarija 1 ..... 51~~

~~**Slika 5.12:** Raspodjela ocjena iskustvene kvalitete za drugi scenarij (1- Vrlo loše, 5 – Vrlo dobro) ..... 52~~

~~**Slika 5.13:** Tortni grafikon koji prikazuje odgovore ispitanika na pitanje: „Čiji zadatak vam je bio najteži?“ ..... 52~~

~~**Slika 5.14:** Indeks opterećenja zadatkom (1 – Nimalo/Nikako, 10 – Previše/Vrlo uspješno) ..... 53~~

~~**Slika 5.15:** Graf vremena zadataka scenarija 2 ..... 53~~

~~**Slika 5.16:** Toplinske mape scenarija 2 ..... 55~~

~~**Slika 5.17:** Mišljenja ispitanika nakon odigrana oba scenarija (1 – Nimalo/Nije mi uopće mučno, 10 – Previše/Pozlilo mi je) ..... 56~~

Sažetak

Razvoj usluge virtualne stvarnosti za praćenje putanje kretanja

~~U ovome radu govori se o virtualnoj stvarnosti, njenoj povijesti, sadašnjosti i uporabi. Kao primjer aplikacija za virtualnu stvarnost, dan je kratak uvid u dvije video igre, Beat Saber i No Man's Sky. U svrhu rada kreirana je aplikacija The Crash pomoću razvojne okoline Unity. Pomoću alata XREcho omogućeno je snimanje kretanja korisnika u virtualnom okruženju. Uz pomoć aplikacije The Crash i alata XREcho provedena je studija gdje se istraživao utjecaj različitih virtualnih okruženja na kretanje korisnika u virtualnom okruženju.~~

S obzirom na značajan razvoj tehnologija virtualne stvarnosti i sve veći broj novih aplikacija, javlja se potreba za naprednijim načinima prikupljanja podataka o korisničkom ponašanju i zadovoljstvu u virtualnom prostoru. Zbog toga je napravljena aplikacija The Crash, igra smještena u virtualnoj stvarnosti koja omogućava igračima da se kreću po napuštenom otoku i traže skrivene predmete. U aplikaciji su implementirane dvije scene, odnosno virtualna okruženja, dnevno i noćno, koja služe kao podloga na kojoj se provodi korisnička studija. U korisničkoj studiji se uz pomoć alata XREcho koji je implementiran u aplikaciji The Crash, pratilo korisničko ponašanje, odnosno kretanje u obje inačice virtualnog okruženja, na temelju čega se iz rezultata studije zaključilo da su scenariji unatoč različitim uvjetima i svojstvima, bili jednako zahtjevni.

Commented [SV71]: Treba definirati poantu rada, definirati problem koji pokušavate riješiti, neki "ZAŠTO"

Commented [FP72R71]: +

Commented [SV73]: Ovo mi se čini kao najmanje bitni dio cijelog rada, nema potrebe biti u sažetku.

Commented [FP74R73]: +

Commented [SV75]: Što je aplikacija The Crash, što ona radi, čemu služi

Commented [FP76R75]: +

Commented [SV77]: Kakvih okruženja, što se ispitivalo, što ste zaključili?

Commented [FP78R77]: +

Formatted: Indent: First line: 0.5"

Formatted: Font: Not Bold

Ključne riječi: Virtualna stvarnost, Igre u virtualnoj stvarnosti, Unity, XREcho, Toplinske mape, Kretanje

Summary

Development of a Virtual Reality Service for Tracking Movement Path

~~This thesis discusses virtual reality, its history, present, and applications. As examples of virtual reality applications, a brief overview of two video games, Beat Saber and No Man's Sky, is provided. For the purpose of this thesis, an application The Crash was created using the Unity development environment. The XREcho tool enabled the recording of user movement in a virtual environment. Using The Crash and the XREcho, a study was conducted to investigate the impact of different virtual environments on users movement in the virtual environment.~~

Given the significant development of virtual reality technologies and the increasing number of new applications, there arises a need for more advanced methods of collecting data on user behaviour and satisfaction in virtual reality. To address this, the application The Crash was created, a game set in virtual reality that allows players to navigate a deserted island and search for hidden objects. The application features two scenes, or virtual environments, one set during the day and the other at night, which serve as the backdrop for a user study. In the user study, with the help of the XREcho tool implemented in The Crash, user behaviour, specifically movement, was tracked in both versions of the virtual environment. Based on the results of the study, it was concluded that the scenarios, despite their different conditions and properties, were equally challenging.

Formatted: Indent: First line: 0.5"

Keywords: Virtual reality, Virtual reality games, Unity, XREcho, Heatmap, Movement

~~Skraćenice~~

~~Zasad sam izostavio skraćenice, ako je potrebno mogu ih navesti.~~

Commented [SV79]: Vjerojatno ih je bolje navesti (meni osobno je svejedno, ali treba paziti što je definirano templateom za ZR)

Commented [FP80R79]: -

Privitak

~~Zasad sam izostavio privitak, ako je potrebno mogu priložiti korišteni upitnik i consent form.~~Obrazac za informirani pristanak

Commented [SV81]: Da, svakako bi trebalo

Commented [FP82R81]: +

Korisničko ispitivanje provodi se u okviru završnog rada „Razvoj usluge virtualne stvarnosti za praćenje putanje kretanja“ čiji je autor Filip Posavec.

Podaci koje želimo prikupiti

- Demografski podaci (dob, spol, razina iskustva s relevantnim tehnologijama)
- Odgovori na upitnike kojima se ispituje psihičko i fizičko stanje ispitanika te njihovo mišljenje
- Odgovori na upitnike kojima se ispituje iskustvena kvaliteta i doživljena prostorna prisutnost tijekom korištenja aplikacije
- Podaci o kretanju korisnika u virtualnom prostoru tijekom korištenja aplikacije (podatke zapisuje računalo)
- Vrijeme proteklo od početka do kraja korištenja aplikacije

Kako osiguravamo Vašu privatnost

Osobni podaci (ime i prezime, dob, spol) sudionika neće se nigdje objavljivati. Preostali prikupljeni podaci koristit će se u anonimiziranom obliku i isključivo u svrhu završnog rada „Razvoj usluge virtualne stvarnosti za praćenje putanje kretanja“.

Procedura

Ispitivanje pojedinog sudionika provest će se u jednom terminu u trajanju od sat vremena. Ispitanik će najprije ispuniti prvi dio upitnika i onda isprobati prvi scenarij VR aplikacije

„The Crash“ koja ima implementiran sustav praćenja korisnika u virtualnom prostoru. Nakon odigranog prvog scenarija korisnik ispunjava drugi dio upitnika i kreće s drugim scenarijom. Kada odigra i drugi scenarij, korisnik popunjava zadnji dio upitnika i time završava s terminom.

Rizici

Tehnologija virtualne stvarnosti (VR) može izazvati pojavu simptoma cyberbolesti (mučnina, vrtoglavica, glavobolja, naprezanje očiju) te reakcije kod osoba koje boluju od migrene, epilepsije ili su osjetljive na svjetlosne stimulacije. Savjetuje se prekid korištenja uslijed pojave simptoma nelagode. Svakako prijavite ispitivaču ako je došlo do pojave nelagode.

Vaše sudjelovanje u ovoj studiji je dobrovoljno

Možete zatražiti stanku ili u potpunosti odustati od sudjelovanja u bilo kojem trenutku.

Vaš pristanak

Pročitao/la sam i razumijem podatke iznesene u ovom obrascu. Dobrovoljno pristajem biti sudionik u ovom ispitivanju.

U Zagrebu, _____ (datum)

Ime i prezime: _____ Potpis: _____

Studija u sklopu završnog rada: "Razvoj usluge virtualne stvarnosti za praćenje putanje kretanja"

Informacije i odgovori prikupljeni ovom korisničkom studijom bit će korišteni isključivo u svrhu istraživanja kao dio završnog rada "Razvoj usluge virtualne stvarnosti za praćenje putanje kretanja". Budući da će svi podaci biti evaluirani kolektivno, vaše osobne informacije će ostati anonimne.

Opći upitnik

Ime i prezime: _____

Dob (u godinama): _____

Spol:

- M
- Ž
- Ne želim se izjasniti

Razina iskustva s igranjem video igara: (Nimalo iskusan/na) 1 – 5 (Vrlo iskusan/na)

Koliko ste podložni mučnini: (Nimalo podložan/na) 1 – 5 (Vrlo podložan/na)

Razina iskustva s virtualnom stvarnošću: (Nimalo iskusan/na) 1 – 5 (Vrlo iskusan/na)

Kako biste ocijenili vašu sposobnost snalaženja u prostoru: (Nimalo snalažljiv/a) 1 – 5 (Vrlo snalažljiv/na)

Pitanja vezana za prvi scenarij

Ispuniti nakon igranja prvog scenarija

Kako biste ocijenili iskustvenu kvalitetu (QoE - Quality of Experience) igranja prvog scenarija: (Vrlo loše) 1 – 5 (Vrlo dobro)

Čiji zadatak vam je bio najteži:

- Remy (traženje drva)
- Charlie (traženje knjiga)
- Elsa (traženje kokosa)

Koliko vam je igranje bilo mentalno iscrpljujuće: (Nimalo) 1 – 10 (Previše)

Formatted: Font: Times New Roman, 20 pt

Formatted: Font: Times New Roman, 10 pt

Formatted: Font: Times New Roman

Formatted: Font: Times New Roman, Bold

Formatted: Font: Bold

Formatted: Font: Times New Roman, Not Bold

Koliko vam je igranje bilo fizički iscrpljujuće: (Nimalo) 1 – 10 (Previše)

Koliko ste se osjećali požureno tijekom igre: (Nimalo) 1 – 10 (Previše)

Koliko ste se nesigurno, iziritirano ili obezhrabreno osjećali tijekom igre: (Nimalo) 1 – 10 (Previše)

Koliko je po vašem mišljenju scenarij kompleksan: (Nimalo) 1 – 10 (Previše)

Koliko vas je okoliš vizualno ometao ili vam skretao pažnju prilikom igranja: (Nimalo) 1 – 10 (Previše)

Koliko su po vašem mišljenju neugodni ili iritirajući bili vizualni aspekti igre: (Nimalo) 1 – 10 (Previše)

Koliko uspješno ste se navigirali/snalazili u prostoru prilikom igranja: (Nikako) 1 – 10 (Vrlo uspješno)

Pitanja vezana za drugi scenarij

Ispuniti nakon igranja drugog scenarija

Kako biste ocijenili iskustvenu kvalitetu (QoE - Quality of Experience) igranja drugog scenarija: (Vrlo loše) 1 – 5 (Vrlo dobro)

Čiji zadatak vam je bio najteži:

- Remy (traženje drva)
- Charlie (traženje knjiga)
- Elsa (traženje kokosa)

Koliko vam je igranje bilo mentalno iscrpljujuće: (Nimalo) 1 – 10 (Previše)

Koliko vam je igranje bilo fizički iscrpljujuće: (Nimalo) 1 – 10 (Previše)

Koliko ste se osjećali požureno tijekom igre: (Nimalo) 1 – 10 (Previše)

Koliko ste se nesigurno, iziritirano ili obezhrabreno osjećali tijekom igre: (Nimalo) 1 – 10 (Previše)

Koliko je po vašem mišljenju scenarij kompleksan: (Nimalo) 1 – 10 (Previše)

Koliko vas je okoliš vizualno ometao ili vam skretao pažnju prilikom igranja: (Nimalo) 1 – 10 (Previše)

Koliko su po vašem mišljenju neugodni ili iritirajući bili vizualni aspekti igre: (Nimalo) 1 – 10 (Previše)

Koliko uspješno ste se navigirali/snalazili u prostoru prilikom igranja: (Nikako) 1 – 10 (Vrlo uspješno)

Usporedba scenarija

Ispuniti nakon igranja oba scenarija

Koji scenarij vam je bio lakši ili teži i zašto: _____

Koliko je po vašem mišljenju utjecaj svjetlosti (dan/noć) utjecao na vašu orijentaciju i snalaženje u prostoru: (Nimalo) 1 – 10 (Previše)

Koliko se mučno osjećate nakon igranja oba scenarija: (Nije mi uopće mučno) 1 – 10 (Pozlilo mi je)

Formatted: Font: Times New Roman