

TARTU ÜLIKOOL
Arvutiteaduse instituut
Informaatika õppekava

Karl Jaagup Kask

Innovatsioon laboris: uue innovatiivset lahendust nõudva katseparadigma väljatöötamine virtuaalreaalsuses

Bakalaureusetöö (9 EAP)

Juhendaja: Jaan Aru, PhD

Juhendaja: Madis Vasser, MSc

Tartu 2020

Innovatsioon laboris: uue innovatiivset lahendust nõudva katseparadigma väljatöötamine virtuaalreaalsuses

Lühikokkuvõte: Antud bakalaureusetöö keskendub uue virtuaalreaaluses läbi viidava katse loomisele. Peamiseks ülesandeks oli luua katse, mille abil uurida innovatiivse mõtlemise tekkimist inimestes. Kasutades Unreal mängumootorit, loodi neli virtuaalreaalsuse ruumi, millest esimene sisaldab põhiülesannet ja teised abiülesandeid. Põhiülesandeks on vangiruumist väljumine ning abiülesanneteks enda vaatlemine läbi peegli ja mütside pähe proovimine. Esimese ülesande ebaõnnestumise korral suunatakse katseisik teistesse ruumidesse, kus proovitakse aidata kaasa ahhaa-efekti tekkimisele katseisikus. Bakalaureusetöö annab ülevaate rakenduse toimimisest ning taustainformatsiooni virtuaalreaalsuse ja ahhaa-efekti kohta. Lisaks arutatakse erinevaid edasiarendusvõimalusi.

Võtmesõnad: Virtuaalreaalsus, Unreal, innovatsioon, põgenemistuba, teleportatsioon

CERCS: P175, Informaatika, süsteemiteooria

Innovation in the Laboratory: Developing a New Experimental Paradigm in Virtual Reality, which Requires an Innovative Solution

Abstract:

The aim of this thesis is to develop a new experiment, which can be carried out in virtual reality. The main goal was to make a virtual reality application with which it would be possible to examine innovative thinking. Using the Unreal game engine, 4 virtual reality rooms were made. The first one contains the main task and the other ones contain the assisting tasks. The main task is to escape a prison cell and the assisting tasks are observing yourself and trying on hats. Upon failing the first task, the test subject is sent into the other rooms, where the goal is to help with creating an aha moment in him/her.

This thesis gives an overview of how this application works and some background information regarding virtual reality and aha moments. Additionally, some possible future improvements are discussed.

Keywords: Virtual reality, Unreal, innovation, escape room, teleportation

CERCS: P175, Informatics, systems theory

Sisukord

1	Sissejuhatus	6
2	Taust	8
2.1	Ahhaa-efekt	8
2.2	Virtuaalreaalsus	8
2.2.1	Ajalugu	9
2.2.2	Tähelepanu	10
2.2.3	Kasulikkus	12
2.3	Unity vs Unreal	14
3	Meetod	16
3.1	Katse disain	16
3.2	Lahendused	17
3.2.1	Kasutaja liikumine	18
3.2.2	Objektide kätte võtmine ja lahti laskmine	19
3.2.3	Objektide paljundamine ning hävimine	21
3.2.4	Kaamera teleporteerumine	21
4	Arutelu	23
5	Kokkuvõte	25
	Viidatud kirjandus	27
	Lisad	28
	I. Tehnilised Nõuded	28

II. Kasutamisjuhend	29
III. Litsents	30

1 Sissejuhatus

Igapäevaselt satume olukordadesse, kus meil on vaja lahendada uudseid probleeme, olgu need kas lihtsad või keerulised. Nende ületamiseks peame leidma lahenduse või idee, mis aitaks probleeme efektiivselt lahendada. Kuid kuidas me tuleme nende ideede ja lahenduste peale? Kui meil pole seda protsessi võimalik eksperimentaalselt uurida, ei saa me sellele küsimusele ka väga head vastust anda. Bakalaureuse töö raames luuakse uus innovatiivset lahendust nõudev ülesanne virtuaalreaalsuses (edaspidi VR). Töö eesmärk on töötada välja uus katse, millest väljenduks, kuidas erinevad katseisikud lahendavad VR-i ülesannet ning kui ülesanne on esitatud erinevalt, siis kas leidub erinevusi lahendustes.

Antud bakalaureusetöö vorm on rakenduslik uurimus. Töö raames luuakse neli VR-il põhinevat tuba, millest esimene sisaldab põhiülesannet ja teised lisäülesandeid. Teiste ülesannete eesmärk on tekitada katsealusel põhiülesande läbikukkumisel ahhaa-efekti, millega ta suudaks peamise ülesande hiljem lahendada. Selliste tubade abil soovib autor uurida, kuidas tekib erinevates inimestes innovatsiooniline mõtlemine ning mille abil seda mõjutada saaks.

Töös kasutatakse VR-i, kuna võrreldes reaalsete katsetega võimaldab see lavastada suurel hulgal stseene, kasutades selleks minimaalseid ressursse. Töös kasutatud VR-i abil lavastatud ülesannete jaoks sai autor inspiratsiooni põgenemistubadest, kus toas leiduvate esemete abil tuleb sealt põgeneda. Pärismaailma põgenemistoad vajavad innovatiivsete lahenduste leidmist, VR-is on võimalik teha aga isegi asju, mida pärismaailma põgenemistoad ei võimalda. Lisaks võimalike variantide paljususele on VR ka kõrgema

interaktiivsusega kui näiteks mõned tavalised sõnalised mõistatused ning seal saab kasutada palju rohkem ruumi kui mõnes reaalelu katses.

Esimeses peatükis antakse ülevaade ahhaa-efektist ning VR-ist. Lisaks võrreldakse mängumootoreid Unity ja Unreal ning selgitatakse, miks otsustati koodi kirjutamisel kasutada just Unreal keskkonda. Bakalaureusetöö teine peatükk keskendub katse disainile ning tehnilisele teostusele. Teises peatükis seletatakse katse ülesehitust ning kuidas see tööle saadi. Kolmas peatükk keskendub katse tehnilise teostuse positiivsetele ja negatiivsetele külgedele. Analüüsitakse katse lahendust ning efektiivsust.

2 Taust

2.1 Ahhaa-efekt

Antud bakalaureusetöö raames luuakse VR-il põhinev katse, mille lahendamisel või ebaõnnestumisel ning hiljem uuesti proovimisel tekiks katsealusel ahhaa-efekt. Pea 100 aastat tagasi defineeris Karl Bühler seda efekti, kui lahendust, mis on kui ilmutus, sest see tekib äkitselt [Blu70]. Selliseid lahendusi tuleb ette igapäevaelus, näiteks kui saate aru naljast, mida sõber rääkis, aga need lahendused on aluseks ka suurtele teadusavastustele. Näiteks on Poincaré kirjeldanud [Pop13], kuidas tal tuli lahendus ühele matemaatilisele probleemile pähe siis, kui ta parajasti puhkuse ajal bussi astus. Bryce [Vic14] on kirjutanud, et inimesed lahendavad probleeme kahel viisil: oma sisetunnet järgides või analüütiliselt. Analüütilisel lahendamisel proovitakse leida lahendusi sihiliku, süstemaatilise katse-eksituse meetodi teel. Sisetunnet järgides lähenetakse probleemile kasutades äkilisi ilmutusi. Mõlemad meetodid on efektiivsed, kuid loovate lahenduste saamiseks peetakse ilmutuste kasutamist paremaks [Vic14]. Loodava VR katse peamine eesmärk on leida viis, kuidas ahhaa-efektil tekkinud lahendusi uurida laboris.

2.2 Virtuaalreaalsus

Läbi aegade on VR endale saanud palju erinevaid definitsioone. Sherman ja Craig [SC03] jagavad oma raamatus VR-i kaheks osaks: virtuaalne ja reaalsus. Virtuaalne on olemine mingis efektis, aga mitte faktis ning reaalsus on reaalse olemise seisund või tunnus. Nende definitsiooni järgi kujutab VR reaalsel või tõelist olukorda, mitte midagi, mis on vaid näiline. Seega on antud definitsioon oksüümoron, kuna sõna osade seletustes esineb

vasturääkivus. Sõnastiku Merriam-Webster [MW] kohaselt on VR kunstlik keskkond, mida kogetakse läbi nägemise ja kuulmise. Võimaluse tagab arvuti ja selles keskkonnas aktiivselt käituva isiku tegevused mõjutavad seda, mis järgmisena juhtuma hakkab.

Jerald [Jer16] väidab, et VR on kommunikatsioon. Tavaliselt arvatakse, et suhtlus on interaktsioon kahe või rohkema inimese vahel. Oma raamatus defineerib ta kommunikatsiooni kui energia ülekannet kahe osapoole vahel, isegi kui see on vaid ühe objekti kokkupõrge teise objektiga. Jerald [Jer16] kirjutab, et suhtlus võib ka olla inimese ja tehnoloogia vahel, mis on ka VR-i alus. VR-i kommunikatsioon puudutab kolme peamist valdkonda: virtuaalse maailma toimimine, maailma ja objektide kontrollimine ning suhtlus kasutaja ja maailma sisu vahel.

2.2.1 Ajalugu

Järgnev lõik tugineb Hopkinsi raamatule [Hop13], kus autor kirjutab, et egiptlased, roomlased ja kreeklased kasutasid illusioone masside kontrollimise ja meelelahutuse eesmärgil. Keskajal kasutasid mustkunstnikud suitsu ja peegleid, et tekitada kummituste ja deemonite illusioone, millega petta ära nii väiksemaid kui suuremaid publiku masse. Kuigi illusioonide kasutamine on läbi sajandite muutunud, siis peamised illusioonide loomise ning millegi olematu kujutamise eesmärgid on säilinud tänaseni. Järelikult kõik, mida me teame hetkel VR-ist võib minna tagasi nii kaugele, kui inimestel oli kujutlusvõime ning nad oskasid suhelda kasutades ühist keelt ning muid mätke, näiteks koopamaalinguid.

1832. aastal leiutas Sir Charles Wheatstone stereoskoobi, mis on tänapäevase 3D televisori eelkäija. Seade kasutas 45-kraadi all olevaid peegleid, mis peegeldasid paremalt ja vasakult poolt silmadesse pilte [Gre97]. 1851. aastal demonstreeriti aga kasutajasõbrali-

kumat stereoskoopi, mille leiutas David Brewster. Sellel oli mitu erinevat versiooni, kuid populaarseimal neist oli võimalik näha liikuvaid pilte, mida pidi ise vahetama [Zon07].

Jerald [Jer16] on kirjutanud, et esimene laialdaselt kasutatav VR-i seade valmis NASA poolt 1985. aastal. Selle aluseks võeti sukeldumismask ning kaks Citizen Pocket televiisorit. Tema sõnul peale selle seadme kasutuselevõttu suurenes VR-i turg drastiliselt. Firmad hakkasid keskenduma teadusele ning toodete arendamisel meelelahutusele, mis põhineks VR-il. Näited sellistest firmadest on Virtuality, Division ja Fakespace. Autor väidab, et kuni 2006. aastani oli VR-i maastikul suureks probleemiks, et seadetes ei suudetud luua laia vaatenurka, mis suurendaks kasutajate reaalsustaju. Jones jt [JSKB12] on kirjutanud, et 2006. aastal lõi Fakespace Labs seadme Wide5, mis suutis katta 150-kraadise vaatenurga. Hiljem USC Ülikooli VR labori töötaja Palmer Luckey ja John Carmack tegid koos ettevõtte Oculus VR. Joonisel 1 on nende esimene VR seade, mis kandis nime Oculus Rift CV1. See seade oli esimene tavakasutajale mõeldud seade. See pani aluse tänapäeva VR ajastule [Jer16].

2.2.2 Tähelepanu

Alljärgnev materjal on refereeritud Jeraldi raamatust [Jer16], kus autor kirjutab, et meie meeled annavad meile pidevalt suurel hulgal informatsiooni, mida meil pole võimalik korraga mõista. Tähelepanu on märkamise ja millelegi keskendumise protsess, mille käigus ignoreeritakse teisi kõrvalolevaid informatsiooniallikaid. Jeraldi sõnul on tähelepanu palju rohkem kui lihtsalt ringi vaatamine. See toob vaadeldava objekti meie teadvuslikku keskpunkti ning võimaldab meil seda paremini tajuda ja uurida. Mida rohkem kindlale objektile tähelepanu suuname, seda rohkem detaile märkame ning võime hiljem jõuda ka arusaamale, et objekt on teistsugune sellest, millena me seda algselt kujutasime. Meie



Joonis 1. Oculus Rift CV1 [OCV]

tajumine ning mõtlemine muutuvad teravamaks ja selgemaks ning seda kogemust on hiljem lihtsam meenutada. Jerald väidab, et tähelepanu hoiab meid kursis ümber toimuvaga ning võimaldab meil tajuda detaile, vähendades samal ajal reageerimisaega. Lisaks võimaldab tähelepanu siduda erinevaid tunnuseid, näiteks kuju, värv, liikuvus ning asukoht, et neist tekitada tajutavaid objekte.

Kuigi teadlikku tähelepanu pole vaja, et ruumi üldpildist aru saada, soovime ikka tähelepanu juhtida, et suunata seda kindlatele detailidele, samal ajal teisi ignoreerides. Coren jt [CWE99] on kirjutanud, et tähelepanu suunamist kindlale kohale või objektile kutsu-

takse tähelepanu pilguks. Nad väidavad, et tähelepanu kindlasse kohta suunates saame informatsiooni efektiivsemalt vastu võtta. Lisaks on nende sõnul tähelepanu nagu projektor, mis edendab informatsiooni vastuvõtmist, kui seda kuhugi suunata. Tähelepanu ei ole võimalik juhtida rohkem kui ühte kohta korraga [Jer16]. Seega peab VR ruumide loomisel arvesse võtma, et eesmärk oleks selge ja kergesti järgitav.

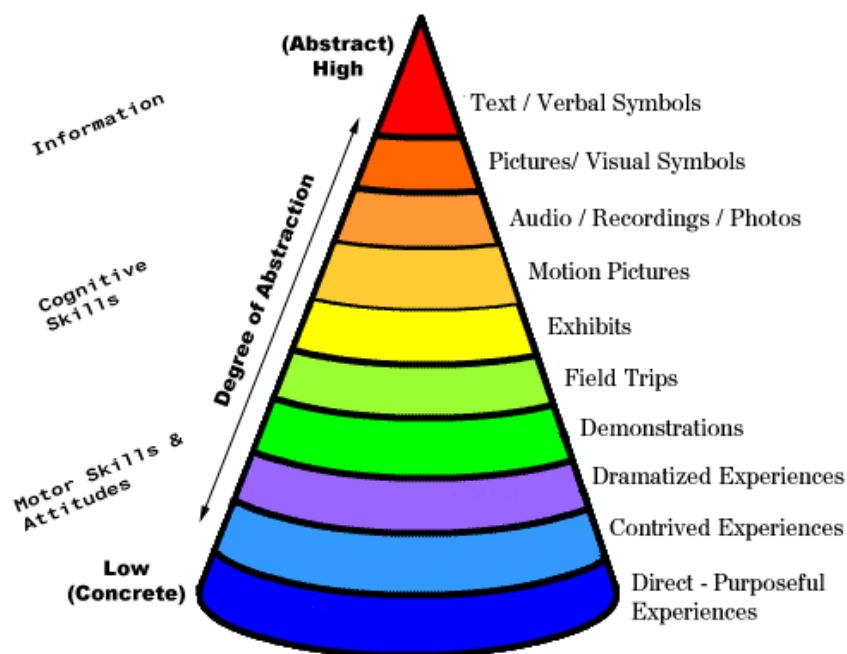
Coren jt [CWE99] väidavad, et tähelepanu püüdmine on äkiline muudatus inimese fookuses, mida tekitab kindla elemendi esiplaanil olek või silmapaistvus. Nende sõnul põhjustab seda mingi objektile omane väärtus, mis toob selle teistest objektidest esile. See väärtus võib olla näiteks valguse sähvatus, erk värv või tugev heli. Seda arvesse võttes saame kujundada ümber oma VR ruumile omaseid elemente, millele tähelepanu püüda soovime.

2.2.3 Kasulikkus

Järgnev lõik on refereeritud Jeraldi raamatust [Jer16], kes autor kirjutab, et lisaks meelelahutusele on VR-il veel palju teisi kasulikke rakendusvaldkondi. VR-i on kasutatud õli ja gaasi uurimises, teaduslikus visualiseerimises, arhitektuuris, lennusimulaatorites, teraapias, sõjalises treeningus, ehitusprojekti analüüsis ja disaini ülevaatuses. Kasutades VR-i enne produkti tootmist, on suudetud vältida palju vigu, mis oleks võinud jääda elimineerimata. Lisaks võimaldab VR turvalisi õppekeskkondi, mis muidu võiksid olla ohtlikud. Jeraldi [Jer16] sõnul saab VR-iga paremini visualiseerida suuri andmehulki, mis teiste kättesaadavate vahenditega on hulga keerulisem.

Dale [Dal69] kirjutab, et VR-i põhiline rakendus on arusaamise võimaldamine, olgu see kas läbi meelelahutuse, abstraktse konseptsiooni õppimise või reaalse oskuse harjutamise.

Ta väidab, et aktiivne osalus tegevuses, ideede intuiivseks muutmine, motivatsiooni suurendamine läbi rakenduslike tegevuste ning inimese mõtted panustavad kõik isiku arusaamisesse. Joonis 2 kujutab Edgar Dale'i Kogemuste koonust. Selle järgi tagavad otsesed tähenduslikud kogemused kõige parema baasi arusaamisele. See muidugi ei tähenda, et tuleks kasutada vaid tähenduslikke kogemusi. Lisades tähenduslikule kogemusele kaudset informatsiooni võime veelgi rohkem arusaamist suurendada. Seega antud bakalaureusetöös püüab autor lisada kogemusele täiendavaid väikseid elemente, mis aitaks luua kasutajal võimalikult reaalse arusaama kunstlikust VR ruumist.



Joonis 2. Kogemuse koonus [CoE]

2.3 Unity vs Unreal

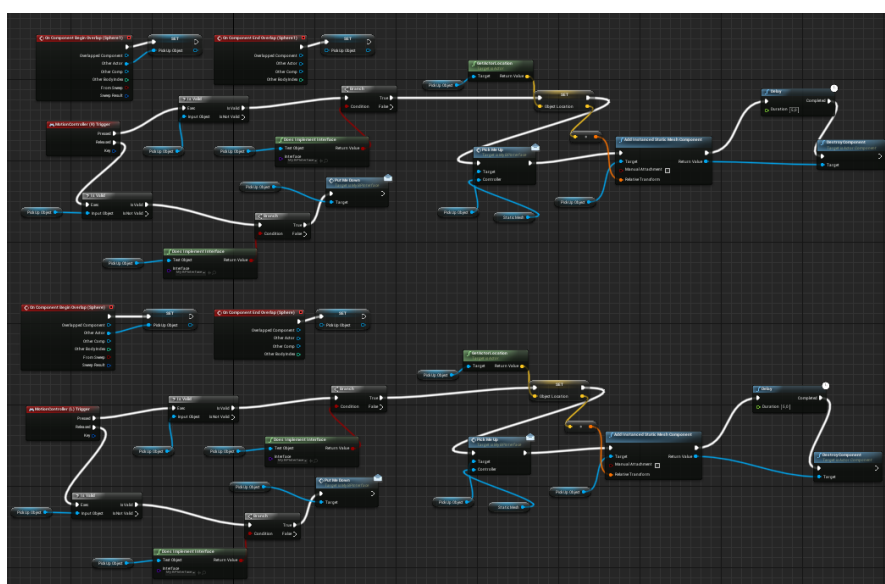
Mängude ning rakenduste efektiivsemaks loomiseks on välja töötatud mängumootorid. Kaks kõige rohkem kasutatud mängumootorit on Unity ja Unreal [Pon20]. Keskkondi leidub rohkem, kuid selle töö raames toimub valik vaid nende kahe vahel. Oma artiklis [Gaj20] kirjutab Gajesk, et tänapäeval võimaldavad Unity ja Unreal algajal kasutajal luua võrdväärset VR kogemust kellegagi, kes on tegelenud valdkonnaga juba aastaid. Antud peatükk võrdleb neid mängumootoreid omavahel ning annab vastuse, miks töö raames kasutame Unreali.

Nii Unity kui ka Unreali keskkondadel on oma lisade poed. Gajesk [Gaj20] väidab, et Unreali oma sisaldab ligi 10 000 lisa ning Unity 31 000. Tema sõnul mõlema lisade suurim erinevus sõltub projekti eesmärgist. Unreali pood sisaldab üldiselt parema graafikaga lisasiid, kuid kui tahta luua VR rakendust, kus graafika ei mängi rolli, pakuks Unity suurem lisade hulk paremat baasi. Gajesk [Gaj20] kirjutab, et Unreali lisad, stseenid ja õppeprojektid paistavad visuaalselt paremad ning kui soovida Unity keskkonnaga saavutada samasugust tulemust, tuleb lisadel hakata detaile korrigeerima. Antud bakalaureusetöös on graafika olulisel kohal, kuna proovime luua võimalikult realistlikku kogemust.

Üks suurimaks erinevuseks Unity ja Unreali vahel on programmeerimiskeel, mida need keskkonnad kasutavad. Unity kasutab C# programmeerimiskeelt ning Unrealis on kasutusel C++. Lisaks võimaldab Unreal kasutada visuaalprogrammeerimist. Selle jaoks on Unreal keskkonda loodud Blueprints süsteem, kus otsest koodi pole tarvis kirjutada. Programmeerimiskeelte puhul on eelis keskkonnal Unity, kuna keelt C# on tunduvalt lihtsam õppida, kui keelt C++ [Pon20]. Samas ei nõua ka Blueprints süsteemi omanda-

mine kasutajalt väga palju aega, ning algajale võib olla see lihtsamini jälgitav [Gaj20]. Joonisel 3 on esitatud Blueprints süsteem, kus erinevatel kastidel on erinevad omadused ning neid omavahel ühendades saab luua toimiva rakenduse.

Võttes arvesse graafika olulisust antud töös, kasutatakse selle bakalaureusetöö loomiseks Unreal keskkonda. Lisaks mängis keskkonna valikul rolli autori eelnev kogemus programmeerimiskeelega C++ ning süsteemi Blueprints lihtne jälgitavus.



Joonis 3. Näide Blueprints süsteemist

3 Meetod

3.1 Katse disain

Bakalaureusetöö eesmärgiks oli luua VR katse, mille kaudu saaks edaspidi uurida seda, kuidas inimesed tulevad lahenduste peale, mis on nende jaoks täitsa uued ehk innovatiivsed ja seotud ahhaa-efektiga. Selle katse jaoks loodi 4 erinevat VR ruumi. Katse realiseerimiseks saadi inspiratsiooni põgenemistubadest, kus isikul tuleb väljuda toast, kasutades erinevaid esemeid või lahendades ülesandeid. Esimene ruum on vangikong ning teised ruumid on toad, mis sisaldavad peeglit.

Joonisel 4 näeb esimest VR tuba. Ruum kujutab endast vangikongi, kuhu on suletud katseisik, kelle eesmärgiks on ruumist välja saada. Katseisik võib proovida üles korjata erinevaid esemeid ning neid lähemalt uurida. Objekti üles korjates võetakse objektist välja samasugune koopia ning vana objekt hävib 5 sekundi möödumisel. See kujutab katse esimest vihjet. Lisaks näeb katseisik ruumis akent, kust avaneb vaade vabadusse. Akna avad on täpselt nii suured, et ainult pea mahuks sealt läbi. Kuidas sellisest toast väljuda? VR võimaldab meil teha nii, et seda lahendust pole pärismaailmas katseisik kindlasti varem proovinud. Nimelt peab toast välja saamiseks katseisik võtma endalt ära pea, et seda paljundada, ning seejärel selle aknaavast läbi viskama. Peale seda teleporteerub kaamera ruumist välja vabasse õhku ning katse on edukalt läbitud. Kui katseisik ei suuda esimest tuba läbida, liigutakse edasi teiste tubade juurde.

Järgmiste tubade eesmärk on näidata katseisikule, milline tema keskkonna sisene kasutaja välja näeb ning kuidas sellega seotud füüsika toimib. Teises toas pole midagi peale peegli, kahe laua ja kasutaja. Katseisiku eesmärk on ennast vaadelda ja saada aru enda kasutaja



Joonis 4. Vangikong

olemusest. Katseisik avastab, et tema kasutaja koosneb ainult peast ja kahest puldist. Joonisel 5 on esitatud katse kolmas tuba. Selles toas on lisatud laudadele paar mütsi, mida katseisik peab pähe proovima. Mütsid paljunevad üleskorjamisel samamoodi nagu esemed vangikongi ruumis. Peale erinevate mütside pähe proovimist suunatakse katseisik edasi neljandasse VR ruumi. Seal avastab ta ennast peegli eest ning tal on juba üks müts peas. Katseisikule antakse ülesanne see müts peast ära võtta ning selle proovimisel tuleb müts peast koos kaameraga. Mõne aja möödudes teleporteerub kaamera teise asukohta. Siin kohal peaks katseisikul tekkima ahhaa-efekt, kus ta saaks aru, et enda pead on võimalik paljundada ning see esimeses vangikongi ruumis aknast välja visata.

3.2 Lahendused

Järgnev peatükk räägib VR ruumide valmis tegemisest ning koodist, mida ruumi ja objektide jaoks kasutati. Ruumid loodi kasutades Unreal mängumootorit. Tehnilised

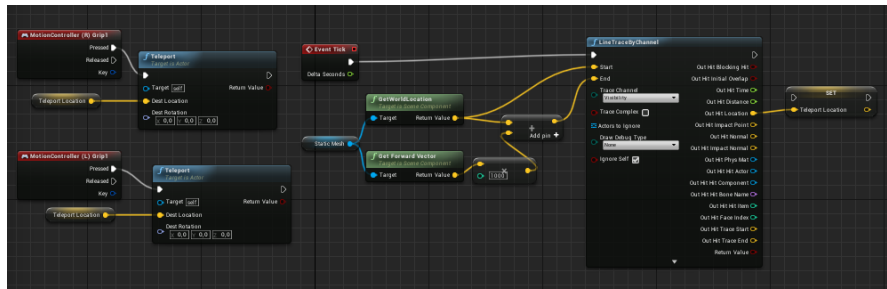


Joonis 5. Peegliruum koos mütsidega

nõuded ja kasutamishend on kirjeldatud vastavalt lisades 1 ja 2.

3.2.1 Kasutaja liikumine

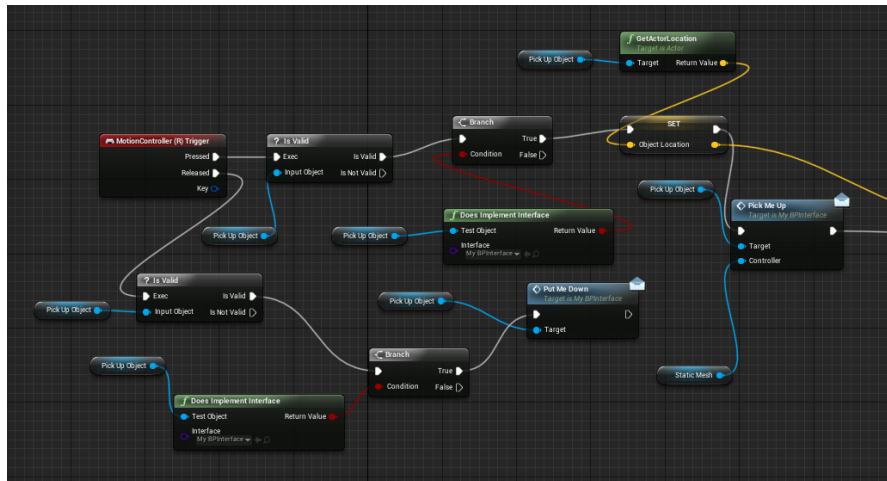
Kasutaja liikumiseks ruumis loodi funktsioon, kus VR puldil nuppu "Grip" vajutades teleporteerub kasutaja osutatud kohta. Funktsioon on esitatud joonisel 6. Funktsioon on tehtud mõlema puldi jaoks ning ruumis ringi vaadates salvestab see igas kaadris vaatevälja keskpunkti asukoha muutujasse. Kui kasutaja vajutab puldil olevat nuppu "Grip", siis võetakse eelnevalt salvestatud muutuja ning Unreali sisest teleporteerumise funktsiooni kasutades liigub kasutaja uude asukohta. Lisaks lisati funktsioonile kontroll, kus tühiku vajutusega saab teleporteerumise võimalust sisse-välja lülitada. Kontroll lisati, kuna Tartu Ülikooli VR laboris on võimalik katseisikutel ka füüsiliselt ringi liikuda.



Joonis 6. Kasutaja liikumine

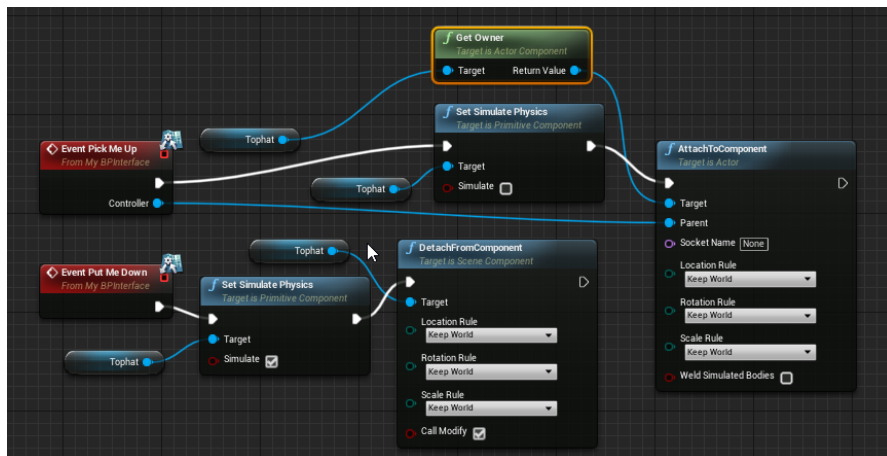
3.2.2 Objektide kätte võtmine ja lahti laskmine

Objektide kätte võtmiseks lisati peamise kasutaja objekti pultidele ala, mis kättevõetava objektiga kokku põrgates lisab selle objekti puldi külge. Lisaks tehti liides objektide kätte võtmise ja lahti laskmise jaoks, et funktsioone saaks jagada kõikide objektide vahel. Joonisel 7 on toodud funktsioon, mis vastutab objektide kätte võtmise ja lahti laskmise eest. Antud joonisel on esitatud vaid parema puldi funktsioon, programmis on sama funktsioon ka vasakul puldil. Vajutades puldil päästikut ning hoides seda all, kontrollib funktsioon, kas objektiga on seotud eelmainitud liides. Kui objektil on vastav liides, võetakse objekti asukoht, salvestatakse see muutujasse ning ühendatakse objekt puldi külge. Kui liides puudub, ei toimu protsessis midagi. Päästiku lahti laskmisel kontrollitakse uuesti, kas objektil on liides ning selle olemasolu korral lastakse see puldi küljest lahti.



Joonis 7. Objekti kätte võtmine ja lahti laskmine

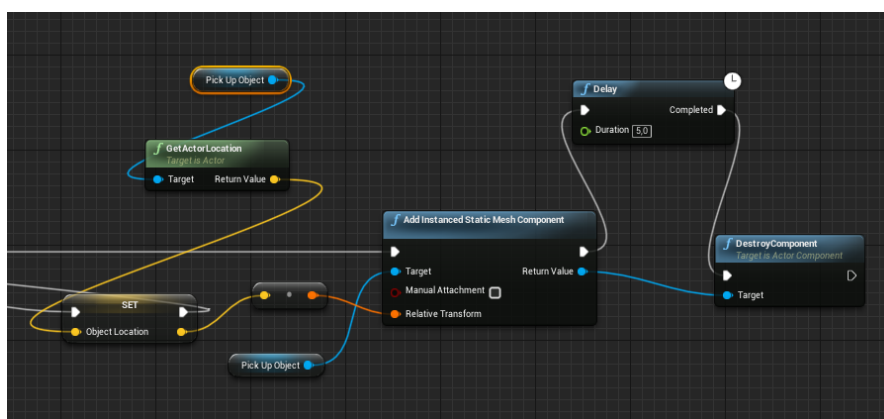
Objektidele on kirjutatud juurde eraldi funktsioon, mis kasutab kätte võtmise ja lahti laskmise funktsiooni. Joonis 8 näitab, et kui päästiku vajutusega funktsioon realiseeritakse, siis lisab see objektile füüsika omadused ning ühendab selle puldiga ning lahtilaskmisel ühendab puldist lahti. Igat objekti tähistab oma komponent, mis antud joonisel on "Tophat". Komponente on kasutatud selleks, et viidata funktsioonides kindlale objektile.



Joonis 8. Funktsiooni realiseerimine objektis

3.2.3 Objektide paljundamine ning hävimine

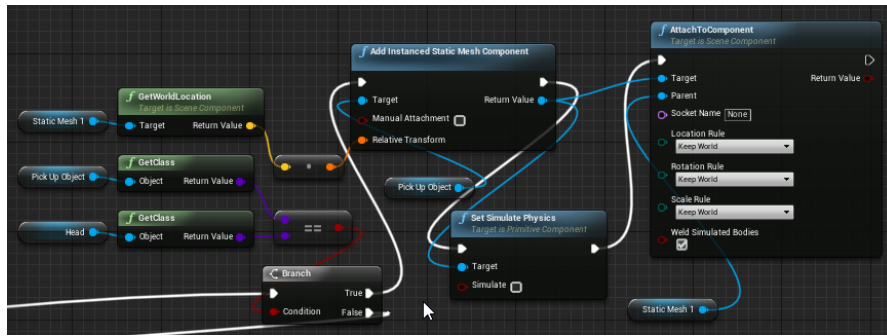
Joonisel 9 on kujutatud objektide paljundamise ning hävimise osa objektide üles võtmise funktsioonist. Võttes aluseks objekti eelmise asukohta, lisab funktsioon samasse asukohta uue objekti, mis 5-sekundilise ooteaja järel hävineb. Järelikult võtab katseisik alati kätte originaalobjekti, tekitades sellest eelmisesse asukohta koopiat, mis 5 sekundi järel hävineb.



Joonis 9. Objekti paljundamine ning hävimine

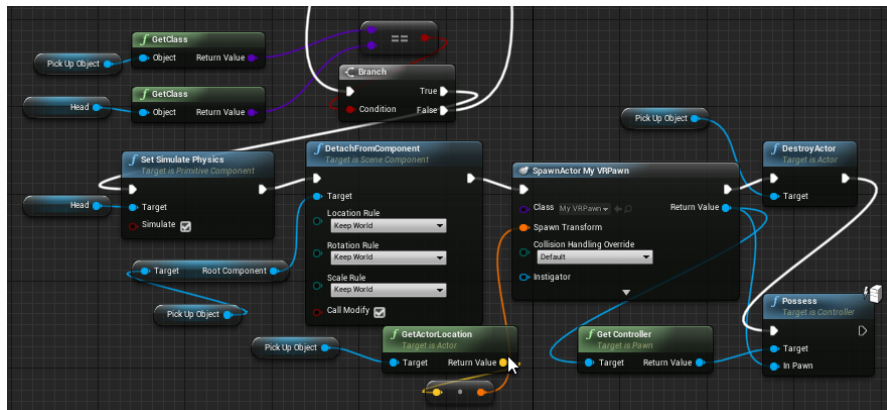
3.2.4 Kaamera teleporteerumine

Kaamera teleporteerumise funktsiooni implementeerimisel lähtuti loogikast, et pea kopeerimisel kohe kaamera asukohta ei vahetata, vaid oodatakse kuni uus pea on statsionaarne ning pole katseisiku käes. Joonisel 10 on kujutatud uue pea objekti loomine ning käe külge kinnitamine. Esmalt kontrollitakse, kas objekt, mis põrkas kokku pultidel oleva alaga, on pea objekt. Seejärel tekitatakse sellest koopia puldi külge.



Joonis 10. Uue pea objekti loomine ning käe külge kinnitamine

Joonisel 11 on kujutatud kaamera vahetamise funktsioon. Kontrollitakse uuesti, kas tegemist on pea objektiga ning seejärel lastakse see puldi küljest lahti. Peale seda luuakse selle asukohta uus VR-i kasutaja ja eelmine pea objekt hävitatakse. Järgmisena vahetatakse vaatepilt äsja loodud kasutajale ning kaamera asukoht vahetub. Antud kaameraga seotud funktsioonid ei andnud aga katse raames soovitud tulemust ning kaamera teleporteerumise implementeerimine ebaõnnestus.



Joonis 11. Uue VR-i kasutaja loomine ja kaamera vahetamine

4 Arutelu

Bakalaureusetöös loodud VR-i ruumide funktsioonidel on positiivseid ja negatiivseid aspekte. Kuigi enamik funktsioone toimivad, siis alati on võimalik neid efektiivsemalt teha. Antud peatükis arutatakse, mis läks katse juures hästi ja mida saab edasi arendada.

Selles töös lahendati katse ülesehitus selliselt, et tekitati 4 ruumi - 1 peaülesande ruum ja 3 lisaülesande ruumi. Antud lahendus valiti, kuna autoril puudus eelnev Unreali kogemus. Selle lahenduse teeb ebaefektiivseks lisaülesannete keskkondade muutmine, kuna antud juhul peab seda tegema 3 korda. Paremini saaks, kui luua lisaülesannete jaoks vaid üks ruum ning ülesannete vahetamine toimub ühe kindla nupu vajutusega.

Kasutaja liikumise lahendus antud katse puhul võimaldab katset läbi viia ka siis, kui katseisikul pole suuremat ruumi reaalelus liikumiseks. Katse laseb valida, kas kasutada reaalelus liikumist või liikuda puldi nupuga "Grip". Autori hinnangul on katset parem läbi viia, kasutades reaalelus liikumist, kuna katse sooviti teha võimalikult realistlik. Sellegipoolest on positiivne, et katset saab läbi viia ka nii, et katseisiku paiknemine ruumis reaalelus ei muutu. Tulevikus saaks tulemuste võrdlemisel võtta arvesse ka liikuvuse erinevust katseisikutel.

Objektide kättevõtmise ja lahtilaskmise funktsioonide juures on positiivne, et kasutati liidest, kuna see võimaldab ühte funktsiooni laiendada mitmele objektile. Vastasel juhul oleks pidanud kopeerima sama funktsiooni kõikidele objektidele, mis poleks olnud optimaalne. Objektide paljunemise oleks saanud lahendada ka nii, et võetakse uus koopia vanast objektist välja. Antud juhul liigutatakse tegelikult vaid ühte objekti, mille eelmisesse asukohta tekitatakse koopia. Katseisikule ei paista nende kahe lahenduse

erinevused välja, kuna tema näeb vaid seda, et objektist tekkis koopia. Seega antud juhul polnud vahet, kumba viisi realiseerida. Objektide hävimine lahendati ooteajaga, kuna vastasel juhul poleks paljunemine olnud kasutajale arusaadav, sest koopia oleks hävinenud kohe.

5 Kokkuvõte

Antud bakalaureusetöö raames loodi VR-il põhinev katse, mis koosneb 4-st VR-i ruumist. Esimene ruum on vangikong ja teised ruumid on toad, mis sisaldavad peeglit. Esimeses ruumis on katseisiku ülesandeks väljuda vangiruumist. Selle ebaõnnestumisel suunatakse katseisik kolme järgmisesse ruumi, kus tal palutakse ennast peegli ees vaadelda ning mütse pähe proovida. Katse peamine eesmärk on uurida, kuidas tekib inimestes innovaatiivne mõtlemine. Seega ehitati katse üles nii, et esimese ruumi ülesande ebaõnnestumisel tekitaks teiste ruumide ülesanded katseisikule ahhaa-efekti, mille abil esimese ruumi ülesannet lahendada saaks. VR-i ruumide loomiseks kasutati Unreal mängumootorit ning sisu tekitamisel üritati mõelda vastavalt kasutaja vaatepunktile, kuidas kõige realistlikumat kasutajakogemust tekitada.

VR-i ruumidele loodi erinevaid funktsioone, mille eesmärk oli teha katseisiku suhtlus ümbritseva keskkonnaga kergemaks. Tekitati funktsioonid ruumis liikumiseks, objektide üles korjamiseks ning duplikeerimiseks. Üritati implementeerida ka kaamera duplikeerimise ja asukoha vahetamise funktsiooni, aga sellega ebaõnnestuti.

Tulevikus saaks edasi arendada kaamera duplikeerimist ja asukoha vahetamist, et need funktsioonid tööle saada. Nende toimimisel saaks viia läbi esimesed katsed esmaste tulemuste saamiseks. Peale seda oleks võimalik viia katset läbi ka laiema hulga katseisikutega, et uurida laboris, kuidas innovaatiivne mõtlemine tekib.

Viidatud kirjandus

- [Blu70] Arthur Blumenthal. *Language and Psychology: Historical Aspects of Psycholinguistics*. New York: Wiley & Sons, 1970.
- [CoE] Cone of Experience. <https://teachernoella.weebly.com/dales-cone-of-experience.html>.
- [CWE99] Stanley Coren, Lawrence Ward, and James Enns. *Sensation and Perception*. 5. Harcourt Brace College Publishers, 1999.
- [Dal69] Edgar Dale. *Audio-Visual Methods in Teaching*. 3. The Dryden Press, 1969.
- [Gaj20] Dejan Gajesk. Unity vs Unreal Engine for XR Development: Which One Is Better? *Circuit Stream*, 2020.
- [Gre97] Richard Langton Gregory. *Eye and Brain: The Psychology of Seeing*. 5. Princeton University Press, 1997.
- [Hop13] Albert Hopkins. *Magic: Stage Illusions and Scientific Diversions, Including Trick Photography*. Dover Publications, 2013.
- [Jer16] Jason Jerald. *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*. University of Waterloo: Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool Publishers, 2016.
- [JSKB12] Adam Jones, Evan Suma, David Krum, and Mark Bolas. Comparability of Narrow and Wide Field-of-View Head-Mounted Displays for Medium-field Distance Judgements. *ACM Symposium on Applied Perception*, page 119, 2012.

- [MW] Merriam-Webster. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/virtual%20reality>.
- [OCV] Oculus Rift CV1. https://www.niora.net/en/p/oculus_rift_cv1.
- [Pon20] Pontypants. Unity VS Unreal – Which Engine Should You Choose? *Sunday Sundae*, 2020.
- [Pop13] Maria Popova. Inclining the Mind Toward “Sudden Illumination”: French Polymath Henri Poincaré on How Creativity Works. *Brain Pickings*, 2013.
- [SC03] William Sherman and Alan Craig. *Understanding Virtual Reality*. Morgan Kaufmann Publishers, 2003.
- [Vic14] Bryce Nessa Victoria. THE AHA! MOMENT. *Scientific American Mind*, 4:36–41, 2014.
- [Zon07] Ray Zone. *Stereoscopic Cinema and the Origins of 3-D Film*. The University Press of Kentucky, 2007.

Lisad

I. Tehnilised Nõuded

Minimaalne Unreal mängumootori versioon 4.23.1. Antud bakalaureusetöö katsetamiseks kasutati VR komplekti Oculus Rift. Järgnevad nõuded ei pruugi olla samad, kui kasutada teistsugust VR komplekti.

Minimaalsed riistvara nõuded:

- OS: 64-bit Windows 10
- CPU: Intel Core i3-6100 / AMD Ryzen 3 1200, FX4350 või parem
- RAM: 8GB
- GPU: NVIDIA GeForce GTX 1050Ti / Radeon RX 470 või parem
- GPU RAM: 8GB
- Liidesed: 1 USB 3.0, 2 USB 2.0, 1 HDMI

Soovitatavad riistvara nõuded:

- OS: 64-bit Windows 10
- CPU: Intel i5 4590 / AMD Ryzen 5 1500X või parem
- RAM: 8GB
- GPU: Nvidia GeForce GTX 1060 / AMD Radeon R9 480 või parem
- GPU RAM: 8GB
- Liidesed: 3 USB 3.0, 1 USB 2.0, 1 HDMI

II. Kasutamisjuhend

Katse tööle saamiseks tuleb järgida järgnevat protsessi:

- Navigeerida kausta "Katse/Levelid"
- Teha topeltklõps esimesel katsetoal "Vangiruum"
- Valida mängumootori ülevalt nupu "Play" kõrval olevast rippmenüüst "VR preview"
- Kui VR komplekt on õigesti ühendatud, ilmub prillidesse pilt ja kasutaja saab ruumiga interakteeruda
- Erinevate tubade vahel navigeerimiseks korrata esimest kolme sammu, valides teises sammus mingi teise toa

Tubade nimed: Vangiruum, Peegliruum, PeegliruumMytsid, PeegliruumKatki

III. Litsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, **Karl Jaagup Kask**,
(autori nimi)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose

Innovatsioon laboris: uue innovatiivsetlahendust nõudva katseparadigmaväljatöötamine virtuaalreaalsuses,

(lõputöö pealkiri)

mille juhendaja(d) on Jaan Aru ja Madis Vasser,
(juhendaja nimi)

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Karl Jaagup Kask
08.05.2020