

UNIVERSITATEA "ALEXANDRU-IOAN CUZA" DIN IAȘI

FACULTATEA DE INFORMATICĂ



LUCRARE DE LICENȚĂ

**Depășirea depresiei prin jocuri în Realitate
Virtuală**

propusă de

Rareș-Ștefan Macovei

Sesiunea: iulie, 2024

Coordonator științific

prof. Adrian Iftene

UNIVERSITATEA "ALEXANDRU-IOAN CUZA" DIN IAȘI

FACULTATEA DE INFORMATICĂ

**Depășirea depresiei prin jocuri în
Realitate Virtuală**

Rareș-Ștefan Macovei

Sesiunea: iulie, 2024

Coordonator științific

prof. Adrian Iftene

Avizat,
Îndrumător lucrare de licență,
prof. Adrian Iftene.

Data: Semnătura:

Declarație privind originalitatea conținutului lucrării de licență

Subsemnatul **Macovei Rareș-Ștefan** domiciliat în sat **Chircești, jud. Vaslui (com. Miclești)**, născut la data de **21 ianuarie 2003**, identificat prin CNP **5030121374521**, absolvent al Facultății de informatică, **Facultatea de informatică** specializarea **informatică**, promoția 2024, declar pe propria răspundere cunoscând consecințele falsului în declarații în sensul art. 326 din Noul Cod Penal și dispozițiile Legii Educației Naționale nr. 1/2011 art. 143 al. 4 și 5 referitoare la plagiat, că lucrarea de licență cu titlul **Depășirea depresiei prin jocuri în Realitate Virtuală** elaborată sub îndrumarea domnului **prof. Adrian Iftene**, pe care urmează să o susțin în fața comisiei este originală, îmi aparține și îmi asum conținutul său în întregime.

De asemenea, declar că sunt de acord ca lucrarea mea de licență să fie verificată prin orice modalitate legală pentru confirmarea originalității, consimțind inclusiv la introducerea conținutului ei într-o bază de date în acest scop.

Am luat la cunoștință despre faptul că este interzisă comercializarea de lucrări științifice în vederea facilitării falsificării de către cumpărător a calității de autor al unei lucrări de licență, de diplomă sau de disertație și în acest sens, declar pe proprie răspundere că lucrarea de față nu a fost copiată ci reprezintă rodul cercetării pe care am întreprins-o.

Data:

Semnătura:

Declarație de consimțământ

Prin prezenta declar că sunt de acord ca lucrarea de licență cu titlul **Depășirea depresiei prin jocuri în Realitate Virtuală**, codul sursă al programelor și celelalte conținuturi (grafice, multimedia, date de test, etc.) care însoțesc această lucrare să fie utilizate în cadrul Facultății de informatică.

De asemenea, sunt de acord ca Facultatea de informatică de la Universitatea "Alexandru-Ioan Cuza" din Iași, să utilizeze, modifice, reproducă și să distribuie în scopuri necomerciale programele-calculator, format executabil și sursă, realizate de mine în cadrul prezentei lucrări de licență.

Absolvent **Rareș-Stefan Macovei**

Data:

Semnătura:

Cuprins

Motivație	2
Introducere	3
1 Aplicații similare	5
1.1 Istoric	5
1.2 Beat Saber	7
1.3 Goliath: Playing with Reality	8
1.4 Alte aplicații similare	9
2 Arhitectura aplicației și implementare	13
2.1 Tehnologii utilizate	13
2.2 Structura aplicației	14
2.2.1 Infinite runner	15
2.2.2 Circuitul logic	18
2.2.3 Heart-Shaped Box	20
2.2.4 Water Sort	21
2.2.5 Light and Mirrors	23
2.2.6 Tetracubes	24
2.2.7 Final	25
3 Testare	26
3.1 Etică și legislația prezentă	26
3.1.1 Etica	26
3.1.2 Legislația Uniunii Europene	27
3.1.3 Legislația S.U.A.	28
3.2 Formularul	28
3.3 Rezultate	30

3.3.1	Comparații	31
3.3.2	Feedback și direcții viitoare	32
3.3.3	Concluzie	33

Motivație

Jocurile video au ajuns o parte importantă din viața multor oameni, astfel că o analiză a psihologiei din spatele acestei categorii de divertisment ar aduce beneficii semnificative atât celor care o consumă, cât și celor care o produc.

Din păcate, ele au ajuns să fie un factor semnificativ în dezvoltarea de afecțiuni psihologice (în rândul tinerilor mai ales), prin mecanicile introduse de joc sau chiar prin simpla natură a lor: bariera de comunicare cu lumea externă, competitivitatea, crearea de dependență prin sistemul de nivele. Toate acestea schimbă perspectiva pe care o au majoritatea oamenilor despre jocurile video, astfel ignorându-se potențialul pe care le pot avea în direcția benefică jucătorului.

Lucrarea următoare dorește să propună o alternativă la jocurile existente pe piață, una care să ajute jucătorul să treacă peste o etapă dificilă din viața lui. S-a hotărât ca cel mai bun mediu prin care acest lucru se poate întâmpla este în realitatea virtuală deoarece are cea mai mare imersie dintre toate celelalte medii existente pentru jocuri.

Introducere

Realitatea virtuală (VR) a devenit o parte din ce în ce mai frecventă în viața utilizatorilor obișnuiți, depășind barierele tehnice ce au făcut din acest domeniu unul destinat preponderent profesioniștilor. Datorită acestei largiri a orizonturilor și a imersiei totale ce vine cu aceste schimbări, au apărut metode diverse de a comunica mai eficient în mediul de lucru și nu numai, de a viziona filme și seriale sau de a petrece timpul în lumea fascinantă a jocurilor video.

În ciuda avantajelor amintite mai sus, problemele ce au existat înainte de această tehnologie au continuat să-și facă simțită prezența. Astăzi, căștile VR folosesc rețele Bluetooth și Wi-Fi pentru a oferi o experiență completă a Internetului, însă acestea pot afecta creierul, în special al unui copil mai mic de 14 ani. Purtarea unei căști înseamnă, de asemenea, și decuplarea față de lumea înconjurătoare, ceea ce poate duce la anxietate sau depresie pentru utilizator. Imersia totală produce un decalaj între ce simte creierul și ce vede, ducând la stări de greață sau amețeală. La toate acestea se adaugă pericolele pe care le poate întâlni orice persoană pe internet, fiind un risc valabil în orice mediu virtual.

Aplicația prezentată aici își propune să creeze un mediu ferit de aceste probleme care să îi redea jucătorului un simț de împlinire și fericire, folosindu-se de nivele care să pună la încercare atât mintea, cât și reflexele sale.

Lucrarea de față este structurată în trei părți:

- Prima parte prezintă un context al jocurilor video din trecut și până în prezent. Mai apoi, descrie alternativele existente pe piață și cum s-a inspirat lucrarea de față din ele la nivelul fiecărei părți din program.
- Capitolul al doilea prezintă în mare tehnologiile utilizate și descrie fiecare nivel al jocului în trei privințe: grafica, muzica, modul de funcționare și problemele întâmpinate în crearea lor.

- Ultimul capitol se axează pe testarea aplicației pe diverși subiecți, rezultatele fiind prelucrate în urma unui formular de tip Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) la care se adaugă atribute urmărite specific pentru această aplicație. În urma testării, se primește feedback de la fiecare participant și se creează soluții de viitor pentru problemele întâmpinate.

Capitolul 1

Aplicații similare

În următorul capitol voi prezenta un scurt istoric în lumea jocurilor video și a realității virtuale, de la concepția lor până la stadiul în care s-a ajuns astăzi. După aceea, pentru a înțelege mai bine cum se contruiește o aplicație de succes în domeniul psihologic, am ales câteva aplicații similare ce servesc ca studii de caz pentru următoarele aspecte: jocurile video, realitatea virtuală și psihologia. Ele au fost influențe pentru teza de față, așa că vor fi prezentate în mare și vor fi așezate în contextul lucrării.

1.1 Istoric

Jocurile video au o vastă istorie, chiar dacă la început erau privite ca simple proiecte pentru a testa tehnologii. În acest sens, primul joc a fost creat în 1958, Tennis for Two de Willy Higinbotham, pentru a testa calculatorul analog Donner Model 30[7].

De atunci, ele au încercat să transpună jucătorul într-un mod cât mai autentic în lumea creată, astfel că jucătorii au început să se identifice cu protagoniștii. Ca exemple pentru acest stil de joc au fost jocurile de societate. Într-un sens, jucătorii care participau la Monopoly se considerau bancheri, cei care jucau Stratego erau generali ș.a.m.d.. Acest sistem a luat amploare odată cu Dungeons and Dragons, lansat în 1974, care a pornit genul "joc fantastic de rol" (în engleză, fantasy role playing game).[7] Aici, acțiunile jucătorilor erau limitate doar de creativitatea lor, astfel că ei își puteau însuși întru totul personajul.

În continuare, industria jocurilor video s-a mutat în spațiul cabinetelor de tip arcade, cu jocuri precum Pac-Man, Asteroids sau Space Invaders. De altfel, Pac-Man a fost primul joc care a implementat un sistem rudimentar de inteligență artificială.

Aceste cabinete, care se găseau, în general, în săli special dedicate jocurilor, creau senzația de imersie odată cu integrarea jucătorilor prin sunete și lumini și ieșirea din spațiul de confort care era propria casă.

Dorința de a aduce jocurile în propriul dormitor a dus la dezvoltarea consolelor, un nume important în acest domeniu fiind Atari. Au fost urmați de SEGA și Nintendo, însă apogeul a fost probabil atins odată cu lansarea seriei PlayStation de către Sony, iar mai apoi Xbox de către Microsoft. Despre orice platformă ar fi vorba, jocurile au fost mereu o parte importantă în societate, iar cerințele pentru ele au crescut de la an la an.

Industria realității virtuale a avut o istorie variată în ce privește dezvoltarea și interesul prezentat de o audiență mai mare. De la concepția ei în 1962 de către Morton Heilig și până la apariția Metaverse-ului, lumea VR a avut mai multe pante ascendente și descendente.[6] Un prim impuls a fost la începutul anilor '70 când armata americană a realizat potențialul pe care îl poate avea acest sistem și l-a introdus în simulatoarele lor de avioane. Din păcate, până la sfârșitul anilor '80, avansurile tehnologice nu au fost destule pentru a se preta pieței, întrucât o cască de la acea vreme costa 11.000 \$ și cântărea 2,4 kilograme. La sfârșitul anilor '90, industria avea să revină în prim-plan, deoarece procesoarele au devenit capabile să ruleze la viteza necesară creerii unor imagini potrivite pentru sistemele VR de la acel moment.[4]

Efectele psihologice ale jocurilor video au fost intens dezbătute, cercetătorii ajungând la concluzii multiple. Un studiu cuprinzător este "Videogames for Emotion Regulation: A Systematic Review"[8], care analizează mai multe studii legate de influența jocurilor video asupra stării emoționale a jucătorilor. Cercetătorii au ajuns la câteva concluzii atât asupra jocurilor video, cât și a modului cum sunt tratate de către alte cercetări; aici se referă atât la mediul în care jocurile sunt prezentate participanților, dar și la cum sunt ele înțelese de oamenii care le studiază. Astfel, studiile pe această temă pot fi împărțite în trei categorii: generale - jocuri folosite în viața de zi cu zi, experimentale - jocuri testate într-un mediu controlat, și țintite - jocuri create specific pentru acel test. Rezultatele au fost, în mare parte, similare cu celelalte studii, întrucât rezultatele arată că folosirea intensivă a jocurilor video poate afecta negativ sănătatea mentală a jucătorilor, pe când o utilizare redusă nu ar trebui să fie resimțită de utilizator.

1.2 Beat Saber

Un joc care s-a bucurat de o mare popularitate pe platformele de realitate virtuală este Beat Saber. Proiectat de o echipă din Slovacia, este un joc de ritm în care jucătorii trebuie să taie blocuri roșii sau albastre în anumite direcții. Fundalul este suprarealist, în stil neon, iar ritmul este dat de diverse melodii originale sau comerciale, cu dificultăți care determină numărul de blocuri și viteza cu care vin.

El a fost lansat în mai 2018 și în mai puțin de un an a vândut un milion de copii. În februarie 2021 ajunsese la patru milioane de exemplare vândute, un factor important fiind și melodiile lansate în magazinul lor, ce au atras fanii diferitelor trupe prezentate, cum ar fi Green Day sau Imagine Dragons. Impactul jocului a fost atât de mare încât compania a fost cumpărată de Facebook în noiembrie 2019. Revista Edge scria despre joc că "a fost o potrivire perfectă pentru VR, fiind printre puținele jocuri care par înăscute pentru acest mediu".¹

Mecanicile jocului sunt foarte solicitante, jucătorul fiind într-o mișcare constantă atât cu mâinile, cât și cu restul corpului pentru a evita obstacole. Din cauza acestor variabile, a fost realizat un studiu de către oamenii de știință de la Universitatea South Australia care au analizat efectele jocului asupra vederii, percepției și disconfortului, atât pe termen scurt, cât și termen lung. [1]. Ei s-au folosit de Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) care este cel mai folosit chestionar când vine vorba de măsurarea disconfortului în mediul virtual prin intermediul răspunsurilor participanților[9].

Procedura folosită de cercetători a fost în mai mulți pași: întâi este testată vederea participanților prin teste standard de ochi (testul Butterfly Stereo Acuity, diagrama Snellen și diagrama Fonda-Anderson), după aceea este aplicat SSQ înainte de expunerea la realitate virtuală și după expunere. Rezultatele arată că disconfortul a avut schimbări nesemnificative (cel puțin după o sesiune de 40 de minute), viteza de reacție a avut o medie mai mare după expunere, iar vederea nu a fost afectată. Pe de altă parte, calitățile motorii au fost afectate (semne de amețelă), la fel și orientarea în spațiu. Prin urmare, nu s-au găsit valori îngrijorătoare pentru o sesiune de 40 de minute în acest joc, eliminând suspiciuni legate de acțiunea solicitantă a jocului sau efectele unei căști VR asupra omului (pe termen scurt).

¹"Beat Saber Review". Edge. No. 328. Future. February 2019. p. 120.

1.3 Goliath: Playing with Reality

Următoarea aplicație similară care reflectă efectele pozitive posibile ale acestei tehnologii este Goliath: Playing with Reality. Aceasta este o experiență virtuală de 25 de minute care tratează teme precum schizofrenia, jocurile și comunicarea. Este narată de actrița Tilda Swinton și a câștigat premiul pentru cea mai bună lucrare imersivă în VR la festivalul de la Venetia².

Acest joc urmărește povestea lui Goliath (aceasta fiind porecla lui în jocuri), un om diagnosticat cu schizofrenie, de la copilăria lui până în prezent. Pe parcursul poveștii, naratorul face o paralelă între boala sa mintală și cum percep ceilalți oameni realitatea. Jocurile video au avut un aspect pozitiv întrucât ideea lor este de a duce jucătorul în altă realitate unde nu mai sunt prezente gândurile negative care îl urmăreau pe Goliath. Privit din exterior, un om care folosește o cască de realitate virtuală poate părea nebun, fiind în propria lume, diferită de cea reală, guvernată de propriile reguli.[3]

Goliath: Playing with Reality este un exemplu bun de aplicație pentru începători, având un mic tutorial la început. Astfel, înțelegem cum sunt folosite controllere, cum putem înțelege acea lume și ce conexiuni se fac în creierul nostru între ce vedem și ce simțim. Goliath a fost un copil pasionat de jocuri, însă se auto-descrie ca a fi fost și "problematic". Asta a dus ca în adolescență să fie dat afară din casă de către părinții lui, refugiindu-se în lumea petrecerilor și alcoolului. Aceste vicii au dus (sau au agravat, psihiatrii încă nu s-au pus de acord în această privință) la schizofrenie și intrarea într-un institut psihiatric unde pastilele îl făceau din ce în ce mai docil.

Până la urmă, ce l-a ajutat să iasă din această fază a fost aducerea unui calculator cu jocuri video sportive unde, jucându-se cu asistentele, "s-a simțit ca un om la fel ca toți ceilalți". Prin intermediul jocurilor video a descoperit mai mulți oameni în situații similare (de exemplu, un prieten era paralizat de la gât în jos, putând juca numai cu capul), ceea ce l-a ajutat să se simtă într-un grup și să uite gândurile urâte ce îi dădeau anxietate.

Acesta este un caz fericit al oamenilor care și-au găsit o comunitate prin intermediul jocurilor și care își petrec timpul într-o manieră plăcută, departe de orice sursă vicioasă. Astfel de posibilități vrea să prezinte jocul Goliath, o aventură în lumi virtuale unde realitatea este un concept privit din mai multe unghiuri.

²<https://www.labiennale.org/en/news/official-awards-78th-venice-film-festival>

1.4 Alte aplicații similare

Așa cum voi prezenta în capitolul următor, jocul se bazează pe un nivel principal de tip "infinite runner" (joc infinit de alergare) și încă cinci mini-nivele bazate pe cele cinci etape ale durerii. Jucătorului i se cere să rezolve cinci puzzle-uri moderat de dificile astfel încât el să prindă încredere în sine. Mai jos voi prezenta inspirațiile acestor jocuri, în ordinea în care apar în joc.

Circuitul logic este un tip de puzzle general în care jucătorul trebuie să schimbe valoarea mai multor întrerupătoare legate la porți logice, astfel ca valoarea finală de ieșire să fie 1 (sau adevărat). Există mai multe variații în acest sens, însă în cea mai utilizată sunt disponibile patru porți:

1. poarta "AND" ("ȘI"): Valoarea de ieșire este 1 doar dacă toate valorile de intrare sunt 1
2. poarta "OR" ("SAU"): valoarea de ieșire este 1 doar dacă măcar o valoare de intrare este 1
3. poarta "XOR" ("SAU EXCLUSIV"): valoarea de ieșire este 1 doar dacă există un număr impar de valori de intrare cu valoare 1
4. poarta "NOT" ("NEGAT"): valoarea de ieșire este opusul valorii de intrare. Ea se aplică pe o singură intrare.

La acestea se adaugă inversiunea, care inversează valoarea de ieșire a unei porți (echivalentă cu o poartă urmată de o poartă NOT). Toate aceste porți, puse în combinație, creează un puzzle logic care va pune mintea jucătorului la încercare.

Acest puzzle reprezintă refuzul (denial), fiind o metaforă potrivită prin valorile de fals sau adevărat.

"Heart-Shaped Box" ("Cutie În formă de inimă") este un puzzle inspirat din jocul "Superhot" creat de echipa poloneză SUPERHOT³. Scopul jocului este de a împușca inamici folosind obiecte din mediul înconjurător cum ar fi sticle, săbii sau pistoale. Mecanica principală a jocului este timpul, jocul mișcându-se odată cu tine. Acest stil fundamental aduce aminte de jocurile de strategie, jucătorii analizând cu atenție fiecare mișcare și anticipând acțiunile oponentilor. Grafica minimalistă și designul stilizat induc un simț de mister acestei lumi, dar având grijă ca jucătorul să nu fie furat de

³<https://superhotgame.com/>

peisaj, inamicii putând apărea de oriunde. Numele nivelului este luat dintr-o melodie Nirvana.⁴

Acest puzzle reprezintă furia (anger), deoarece jucătorul își controlează furia întâi prin aplicarea ei (spargerea oglinzii), apoi prin calm (mișcarea înceată). Această emoție a fost îndelung studiată de către experți, fiind un subiect controversat și în cadrul mass-media ⁵. În 2011, o echipă de cercetători britanici au încercat să recreeze un studiu care a fost, până atunci, cel definitoriu în acest sens[5]. Astfel, studiind în paralel două jocuri din realitatea virtuală, unul violent și celălalt nu, au descoperit că nu există diferențe semnificative între cele două genuri. În plus, datorită unui studiu precedent pentru calculator, s-a observat că nici diferența dintre calculator și realitatea virtuală nu este notabilă, astfel că nu se poate afirma creșterea violenței prin jocuri. Ba mai mult, cele cu material violent au fost determinate ca fiind mai interesante de către participanți. Prin urmare, puzzle-ul de față încearcă să combine aceste paralele, folosindu-se atât de partea violentă, cât și de cea calmă, pentru a trage concluzii în privința realității virtuale.

"Water Sort" ("Sortarea apei") este un puzzle destul de comun care s-a bucurat de o popularitate mare în rândul utilizatorilor de IOS/Android⁶. Scopul jocului este de a sorta lichide de diferite culori prin turnări succesive din eprubetă. O limitare care face jocul mai dificil este că poți turna un lichid dintr-un tub în altul numai dacă tubul destinație nu este plin, iar culoarea de deasupra este aceeași cu cea culoare care urmează să fie turnată.

Acest puzzle reprezintă negocierea (bargaining), schimbând constant culori între ele și "negociind" între tuburi.

"Light and Mirrors" ("Lumină și oglinzi") este un puzzle optic în care jucătorului i se cere să învârtă mai multe oglinzi cu scopul de a ghida o sursă de lumină spre un obiectiv. Chiar dacă nu există un joc notabil care să se folosească doar de această idee, ea se găsește în mai multe, cel mai notabil fiind Portal 2 (vezi figura 1.1). Acolo, oglinzile sunt înlocuite de cuburi reflectoare care conduc un laser cu scopul de a deschide uși sau a activa alte mecanisme. Spre deosebire de aplicația de față, cuburile trebuie așezate pe o suprafață plană, așa că acest joc nu exploatează în totalitate potențialul 3D al conceptului.

⁴<https://www.youtube.com/watch?v=n6P0SitRwy8>

⁵<https://au.news.yahoo.com/video-games-cause-violence-real-141502320.html>

⁶<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gma.water.sort.puzzle>

Acest puzzle reprezintă depresia (depression), ea fiind depășită prin găsirea luminii și conducerea ei către sine.



Figura 1.1: Exemplu de puzzle "Light and Mirrors" în Portal 2

"Tetracubes" ("Tetracuburi") cere jucătorului să completeze un paralelipiped dreptunghic de dimensiuni 4x3x3 cu un set de tetracuburi date. Tetracuburile sunt piese de tetromino în trei dimensiuni, cu a treia dimensiune fiind de lungime 1, ca în figura de mai jos (figura 1.2). Piesele de tetromino sunt realizate prin combinarea a patru pătrate legate între ele.

Astfel de piese se regăsesc, de exemplu, în jocul de Tetris creat de Alexey Pajitnov.⁷ Tetris a fost creat în 1985 de către un inginer sovietic. Acest joc deține recordul pentru cel mai portat joc (adică transferat de pe platforma pe care a fost creat, pe alte platforme), fiind valabil pe 65 de platforme, iar pentru mulți ani a deținut și recordul pentru cel mai bine vândut joc din toate timpurile (fiind vorba de versiunea din 2005 lansată de EA ⁸).

⁷<https://tetris.com/play-tetris>

⁸https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_best-selling_video_games

Acest puzzle reprezintă acceptarea (acceptance), creând o stare de armonie în jucător prin potrivirea unor forme care să completeze spiritual persoana care le mânuiește.



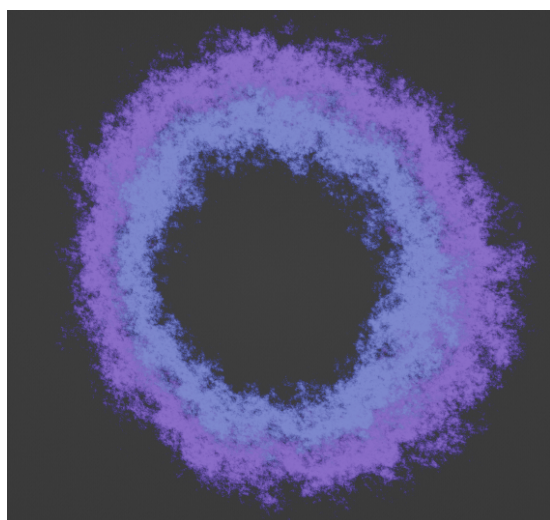
Figura 1.2: Tetracuburi. Sursa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tetromino>

Capitolul 2

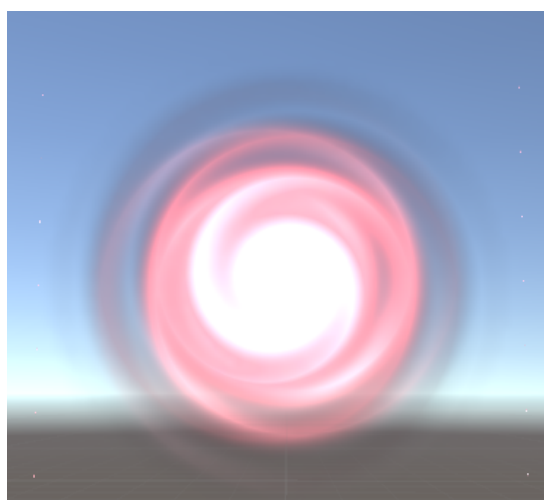
Arhitectura aplicației și implementare

2.1 Tehnologii utilizate

Partea de modelare a fost făcută, în mare parte, în Blender 3, și apoi 4. Blender este un software gratuit și open-source de modelare, animație, randare și creare de conținut 3D. Este utilizat în mod frecvent pentru crearea de animații, grafică computerizată, efecte vizuale, jocuri video și multe altele. O provocare serioasă a fost exportarea conținutului realizat în Blender către Unity, motorul principal al jocului. Din cauza diferențelor dintre programe, unele materiale folosite pentru obiecte au trebuit refăcute cu pachetele din Unity. Mai jos este o comparație între un portal realizat în Blender (Figura 2.1.a) și cel folosit, în final, în Unity (Figura 2.1.b).



(a) Portal în Blender



(b) Portal în Unity

Figura 2.1: Portale

Aplicația a fost dezvoltată utilizând Unity 2022.3.14f1. Unity este o platformă de

dezvoltare a jocurilor video extrem de populară, fiind folosită în 66% din jocurile existente pe piață. Cu o mare versatilitate, cu ajutorul ei se pot lansa jocuri pe majoritatea platformelor principale, printre acestea fiind și Meta Quest 2, dispozitivul pe care s-a testat acest program.

În cadrul Unity, printre pachetele folosite se numără OpenXR, ce a permis lucrul pe o cască de realitate virtuală și o simplă configurare a butoanelor de pe controllerele asociate cu aceasta. Acest pachet a permis și testarea rapidă a fiecărei versiuni, fiind nevoie doar de o conexiune USB și aplicația desktop a celor de la Oculus (între timp devenind Meta Quest). Un alt pachet important este ShaderGraph, cel care a fost folosit preponderent pentru refacerea materialelor din Blender. Cu un număr impresionat de efecte vizuale, ShaderGraph este printre cele mai bune unelte de manipulare a shade-urilor din Unity. Singurul dezavantaj este timpul de rulare a unui program ce folosește grafici generate cu acest pachet, fiind un proces foarte costisitor pentru placa video.

Cum a fost menționat mai sus, platforma utilizată a fost Meta Quest 2 (fost Oculus Quest 2), o cască de realitate virtuală lansată de cei de la Meta. Ea vine ca un update considerabil față de predecesoarea ei, Oculus Quest, fiind mult mai ușoară și cu o capacitate de până la 256GB. Componentele hardware s-au îmbunătățit, putând rula majoritatea aplicațiilor de realitate virtuală; cele cu cerințe mari sunt rulate exclusiv prin cablu.

Meta Quest 2 a fost varianta principală de mediu VR deoarece deține această cască, făcând testarea mult mai facilă. De altfel, este foarte mobilă, putând a fi cărată cu ușurință și încărcată cu un cablu USB-C.

2.2 Structura aplicației

Aplicația este structurată în două părți: cea principală, de tipul "infinite runner", și cea secundară, de tip puzzle. Cele două părți au scopul de a fi complementare, solicitând jucătorul în prima parte, punându-i la încercare dexteritatea, reflexele și puterea de observație, după care a doua parte va fi una mai relaxantă fizic, dar care îl va su-pune la muncă intelectuală. Jocul începe cu partea principală, intercalându-se cu câte un puzzle, în ordinea prezentată în capitolul anterior. Sfârșitul fiecărui puzzle are un citat, ca un fel de morală pentru ce s-a rezolvat. Citatele sunt preluate dintr-un joc numit Antichamber, un joc non-euclidian tot de tip puzzle¹.

¹https://antichamber.fandom.com/wiki/List_of_Signs

Fiecare parte va avea întâi o scurtă descriere a componentelor din punct de vedere grafic (materiale, animații), muzica aleasă, după care o descriere a cum funcționează și ce scripturi au fost folosite în spate, iar la final probleme întâmpinate în cadrul implementării. Toate melodiile sunt cu licență deschisă și disponibile prin site-ul <https://freemusicarchive.org/>.

2.2.1 Infinite runner

Grafică

Modul principal de joc aduce jucătorul în postura unui alergător care trebuie să treacă de obstacole de culori arbitrare folosindu-se de un pistol ce creează portale. Există trei benzi pe care se desfășoară acțiunea, ele fiind separate de un garduleț. Jucătorul se poate muta de pe o bandă pe alta cu ajutorul portalelor, având la dispoziție două portale, roșu și albastru. Ele pot fi amplasate doar pe suprafețe de aceeași culoare. Materialele folosite pentru podea și pereți au fost preluate de pe <https://freepbr.com>.

Controllerele de la Meta Quest 2 au fost înlocuite cu modele personalizate în Blender. Ele au formă de pistol futuristic, fiind arma cu care jucătorul trage pentru a crea portalele cu care se mișcă. Culorile nu au putut fi transportate din Blender în Unity, așa că în acest caz s-a folosit pachetul ShaderGraph care a permis colorarea pistoalelor și crearea unor inele luminoase în jurul țevii. De altfel, portalele descrise la începutul capitolului au fost create în ShaderGraph.

Designul inițial al aplicației conținea un monstru care să urmărească jucătorul în timp ce el fuge, însă în urma unor analize mai atente, s-a dovedit că prezența celui antagonizat crea un sentiment inutil de anxietate. Scoaterea lui ar aduce lumii virtuale, în teorie, o senzație de relaxare și lipsă de griji.

Pentru o generalizare, aici voi descrie și templul în care se desfășoară fiecare puzzle. A fost modelat în Blender, coloanele fiind apoi duplicate și puse la distanțe egale. Materialul nu este creat, ci preluat de pe internet din linkul pus mai sus.

Muzică

Muzica aleasă pentru nivelul principal este Sonata numărul 14 op. 27, numărul 2, mișcarea a treia, de Ludwig van Beethoven, cunoscută și sub numele de "Sonata lunii". Compusă în 1801, este realizată în C# minor, cu a treia mișcare în ritm presto

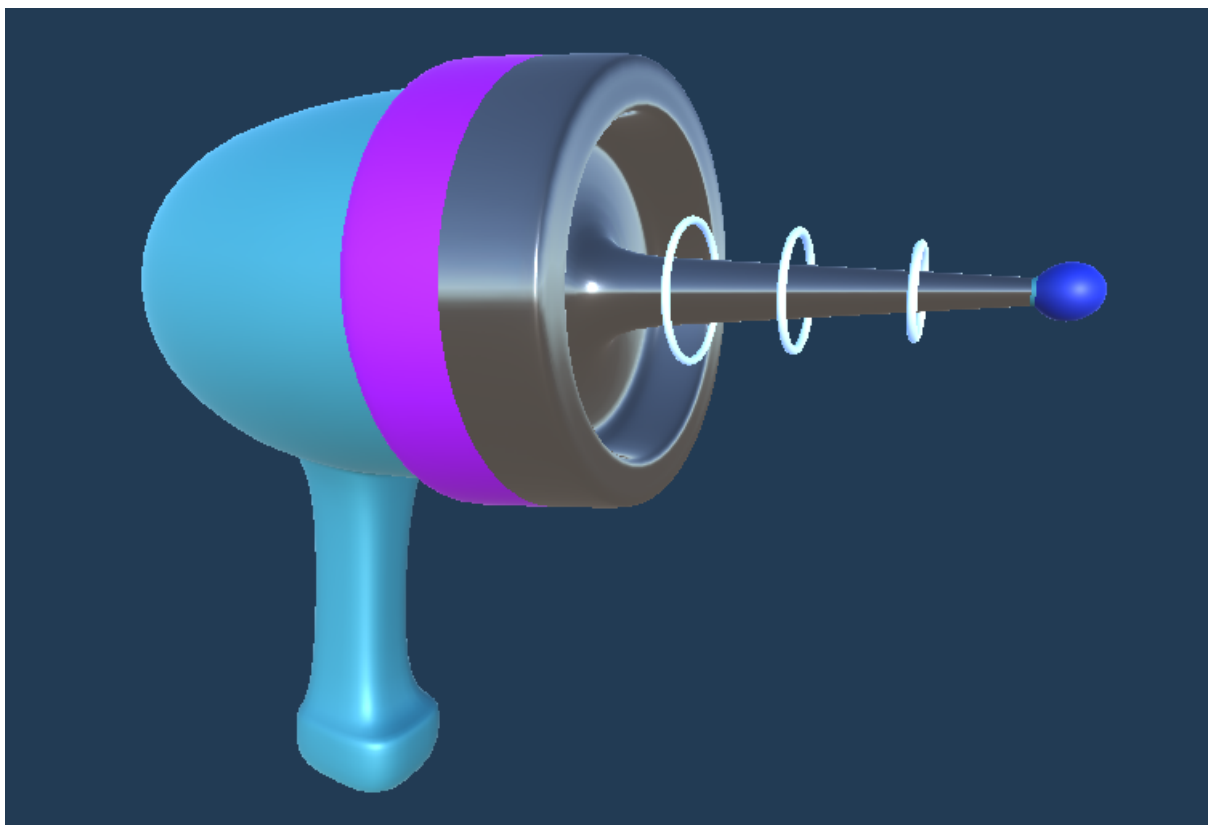


Figura 2.2: Arma albastră de portale

agitato. Ritmul alert și plin de viață imprimă energie ascultătorului, potrivindu-se cu dinamica rapidă a depășirii obstacolelor din acest nivel. Melodia este preluată de pe Youtube dintr-un video coreean cu licență deschisă².

Funcționare

Jucătorul se folosește de armele descrise mai sus pentru a crea portale cu ajutorul cărora se deplasează. Această deplasare este instantanee; trecerea printr-un portal roșu duce jucătorul în spatele peretelui pe care este un portal albastru și invers.

Pereții sunt generați aleatoriu, mereu cu o soluție posibilă, astfel că niciun nivel nu va fi la fel. Viteza crește pe măsură ce avansezi, așa că trebuie să fii mereu în alertă.

Numărul de secțiuni generate este mereu cinci (cu excepția începutului): două secțiuni anterioare păstrate pentru continuitate, secțiunea pe care se află jucătorul și două secțiuni următoare. Această generare se face printr-o variabilă de tip bool, numită `generatingSection`, în funcție de care se produce generarea. Ea devine adevărată la începutul generării și rămâne adevărată un timp variabil, în funcție de viteza jucătorului. Secțiunea este distrusă după același timp variabil, astfel că numărul de secțiuni rămâne

²<https://www.youtube.com/watch?v=CtjzTYnNDGM>

la fel.

Puterile observaționale ale jucătorului vin în ajutor în momentul alegerii portalelor: jucătorul trebuie să pună portale conform unor coloane colorate din tavan. Având în vedere faptul că va trebui să treacă prin perețele de pe aceeași bandă cu el, el trebuie să vadă ce culoare are peretele și unde este situată coloana de culoare diferită (sunt folosite numai două culori, roșu și albastru). Un exemplu este mai jos:

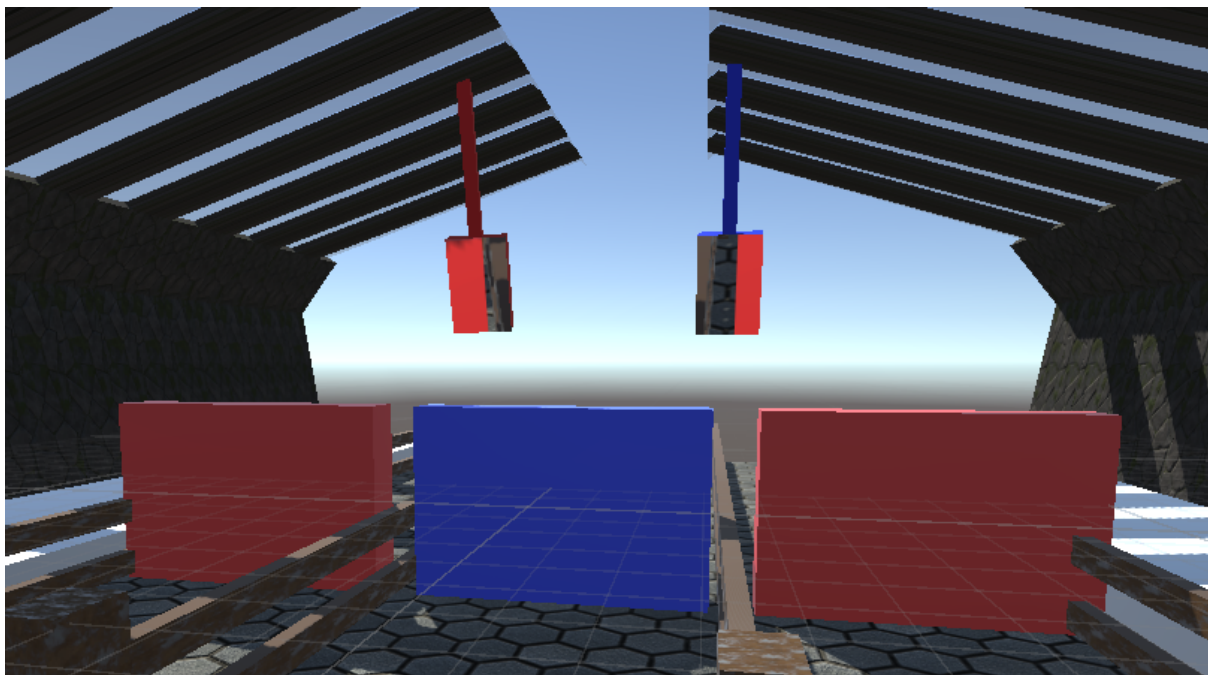


Figura 2.3: Oglinzi și obstacole colorate

Jucătorul se află pe banda din mijloc și are de ales între banda din stânga și cea din dreapta. Portalul de culoare albastră va fi pus pe mijloc, unde este peretele de culoare albastră, dar pentru celălalt portal trebuie privite coloanele de deasupra. Cea din stânga este roșie, deci jucătorul va trebui să pună portalul pe perețele roșu din stânga ca să treacă mai departe.

Probleme întâmpinate

O problemă interesantă care s-a pus în cadrul creerii acestui nivel a fost cea de generare automată a pereților deoarece era nevoie neapărat de o singură soluție, pentru a păstra jocul echilibrat. Astfel că programul generează întâi culoarea benzii pe care se află jucătorul, după care alege la nimereală între cele două benzi rămase și aplică culorile corecte. Aceste generări se întâmplă la un timp variabil, depinzând de viteza care este descrisă mai jos. Această tehnică a fost posibilă datorită metodei StartCoroutine

din Unity ³.

O altă cerință a fost mărirea vitezei pe parcursul nivelului, experiența devenind una mai intensă spre sfârșit. Prin urmare, viteza jucătorului este crescută treptat, ea fiind și cea care determină cât mai are de parcurs jucătorul.

Un lucru adăugat în faza de implementare, dar la care s-a renunțat până la urmă a fost un filtru alb-negru la începutul nivelului, care dispărea gradual pe măsură ce jucătorul avansa. Ea ar fi trebuit să reprezinte îmbunătățirea sinelui, însă testele au arătat că adăuga un nivel nenecesar de deprimare, fiind fix opusul a ce încearcă aplicația să facă. În plus, restartarea continuă a nivelului ar fi însemnat revenirea de la culori vii la alb-negru, ceea ce ar fi obosit cu rapiditate ochii.

O problemă minoră pe parcursul dezvoltării aplicației a fost cu pachetul de ShaderGraph. Procesarea materialelor create cu ajutorul lui aveau nevoie de o procesare mai amplă, astfel că o construire a scenelor cu materiale din acest pachet durau de 10 ori mai mult decât unele fără. Bineînțeles, această problemă a existat doar în timpul dezvoltării, neafectând varianta finală sau timpii finali simțiți de utilizator.

2.2.2 Circuitul logic

Grafică

Schema circuitului a fost realizată din becuri modelate în Blender, cu un material transparent, folosit și în următoarele puzzle-uri. Fiecare poartă logică este reprezentată de un cub cu o poză reprezentativă pe toate fețele. Becurile și porțile logice sunt unite cu cabluri negre, create prin formele de bază din Unity. Punctul final, sfera din mijloc, are tot un material transparent și funcționează ca o poartă logică AND. Citatul folosit: "Life is full of ups and downs."

Muzică

Pentru această secțiune, melodia este compusă de Robert Schumann, și anume Scene din copilărie, partea a șaptea, Reveria. Melodia se găsește la <https://shorturl.at/bc2JH>.

³<https://docs.unity3d.com/ScriptReference/MonoBehaviour.StartCoroutine.html>

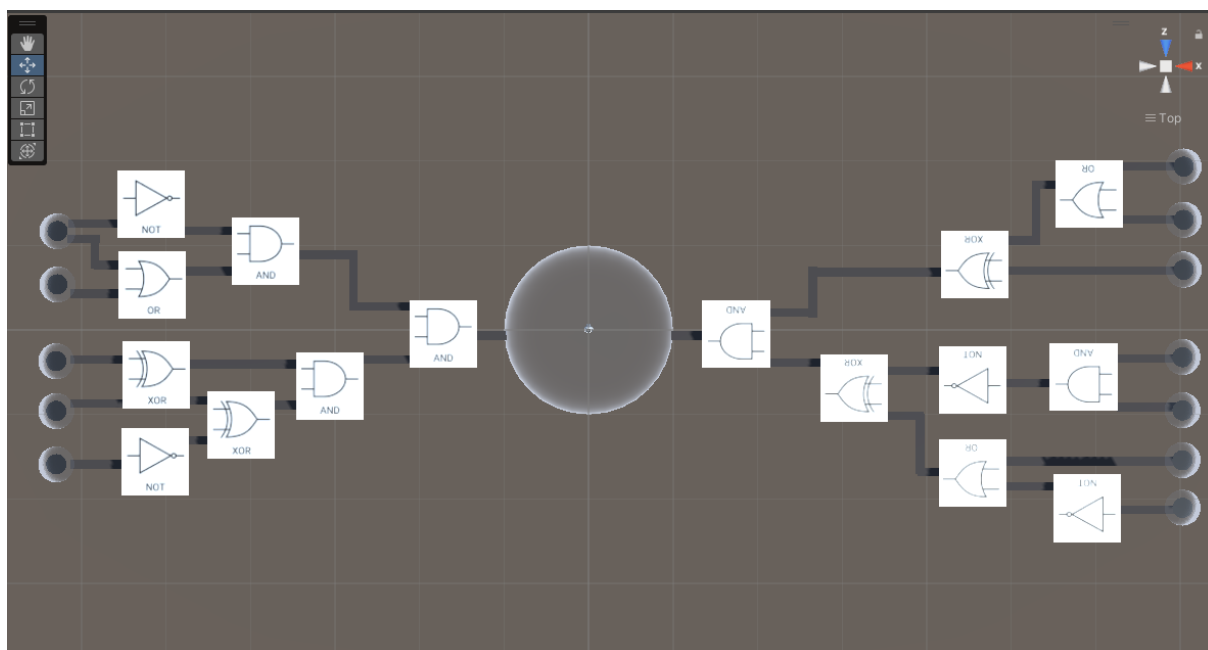


Figura 2.4: Schema circuitului

Funcționare

Implementarea acestui puzzle a fost facilitată de către natura programării, aceste porți logice fiind simulate cu ușurință de condiții "if". Activarea becurilor se face printr-o linie ce pleacă de la controller deoarece, din nou, în timpul testării, s-a constatat că activarea folosind mâna era nenaturală și crea frustrare pentru jucător din cauza mișcării dintr-o parte în alta.

Fiecare bec sau poartă are o legătură cu porțile pe care le va modifica, astfel că verificarea încheierii jocului se face doar atunci când un bec este modificat. Aceste legături dus-întors au ajutat la optimizarea aplicației, astfel că nu există nicio întârziere între inputul jucătorului și ceea ce vede. În plus, această verificare este făcută și la începutul jocului, porțile NOT generând input pozitiv dinainte ca jucătorul să intervină.

Probleme întâmpinate

Nu se poate spune că au fost probleme întâmpinate la această parte. Singura provocare a fost crearea unui circuit care să includă toate porțile și să echilibreze dificultatea atât în sine, cât și relativ la celelalte puzzle-uri din joc.

2.2.3 Heart-Shaped Box

Grafică

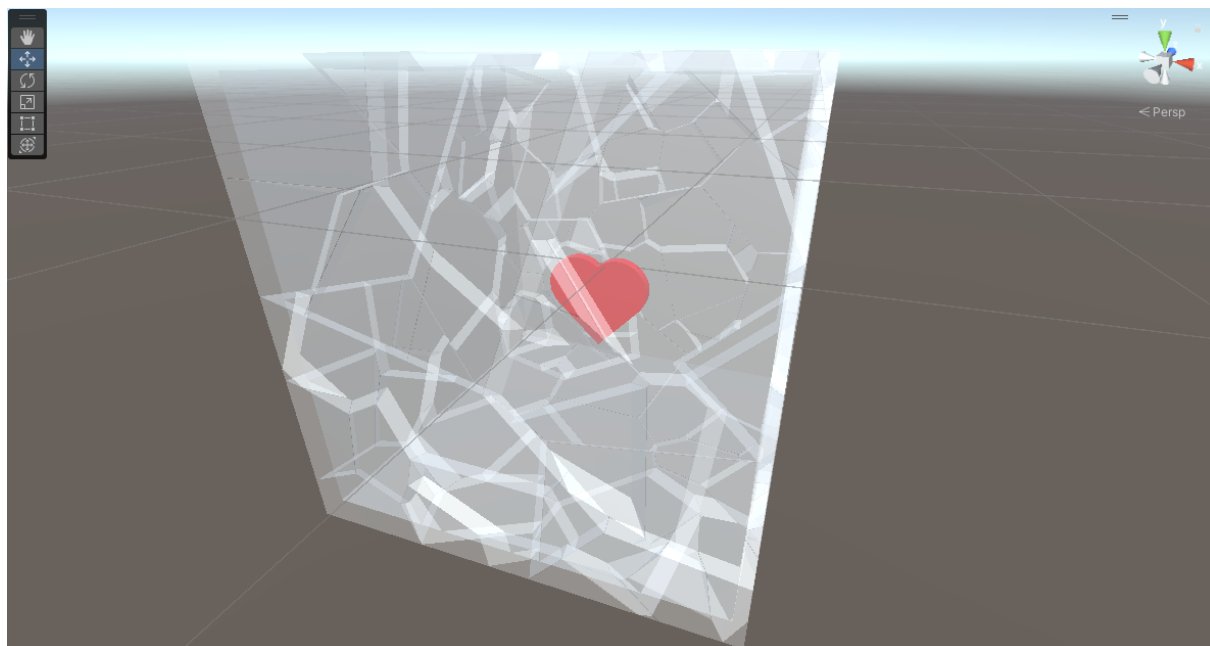


Figura 2.5: Heart-Shaped Box

Puzzle-ul este alcătuit dintr-o cutie de sticlă și o inimă, ambele modelate în Blender. Efectul de ciob a fost realizat în Blender cu un efect numit Cell Fracture ⁴. Cu această tehnică, a fost posibil să fie secționat cubul original într-un număr predefinit de părți care au fost, în mod recursiv, împărțite și ele, până s-a ajuns la 171 de cioburi. Efectul de sticlă a fost realizat în Unity folosind un material transparent. Citatul folosit: "We fall down when there is nothing there to support us."

Muzică

Pentru calmul acestui nivel se potrivește melodia Anotimpurile de Piotr Ilici Ceaikovski, partea a șasea, Iunie - Barcarolle. În ciuda calmului, vârful aprig din mijlocul melodiei amintește de viteza cu care se poate întoarce soarta acestui nivel. Melodia se găsește la <https://shorturl.at/P41HK>.

⁴https://docs.blender.org/manual/en/latest/addons/object/cell_fracture.html

Funcționare

La coliziunea dintre un controller și cubul de sticlă, se activează proprietatea de gravitație a cioburilor, ele deplasându-se în funcție de impactul cu jucătorul. Astfel se creează impresia de spargere a cubului la contactul cu jucătorul. Cioburile au un sistem special de fizică, având o fricțiune diferită cu aerul. A fost nevoie de un sistem diferit pentru a nu lua în calcul gravitația și a păstra senzația de explozie/spargere.

După aceea, jucătorul trebuie să aibă grijă la viteza mâinii lui. O viteză prea mare în contact cu sticla aduce la sfârșirea nivelului. Această mecanică este realizată prin calcularea vitezei jucătorului la contactul cu un ciob și verificarea unei limite dinainte alese. Toate acestea se întâmplă în timp ce jucătorul încearcă să ia inima din mijloc și să o aducă în exterior.

Probleme întâmpinate

O problemă care există în continuare în aplicație este performanța. Din cauza calculelor făcute în aproape fiecare cadru, nivelul suferă de o cădere a performanței, în funcție de platforma testată. Cum aplicația a fost testată pe un Meta Quest 2 fără fir (rulată direct pe hardware-ul existent), s-au întâmpinat întârzieri între mișcări și imagini. Din fericire, nivelul are o dificultate și lungime reduse, așa că această problemă nu ar trebui să se reflecte în vreun fel în chestionarul din capitolul 3.

2.2.4 Water Sort

Grafică

Eprubetele sunt create cu modelul de bază de cilindru din Unity. Culoarele sunt create folosind patru materiale diferite, puse în cilindre de mărimi reduse. Citatul folosit: "What we've done before may impact what we can do next."

Muzică

Piesa selectată este Liebestraum numărul 3, sau "Visul iubirii", compusă de Franz Liszt. Ea poate fi găsită la <https://shorturl.at/aGBX1>

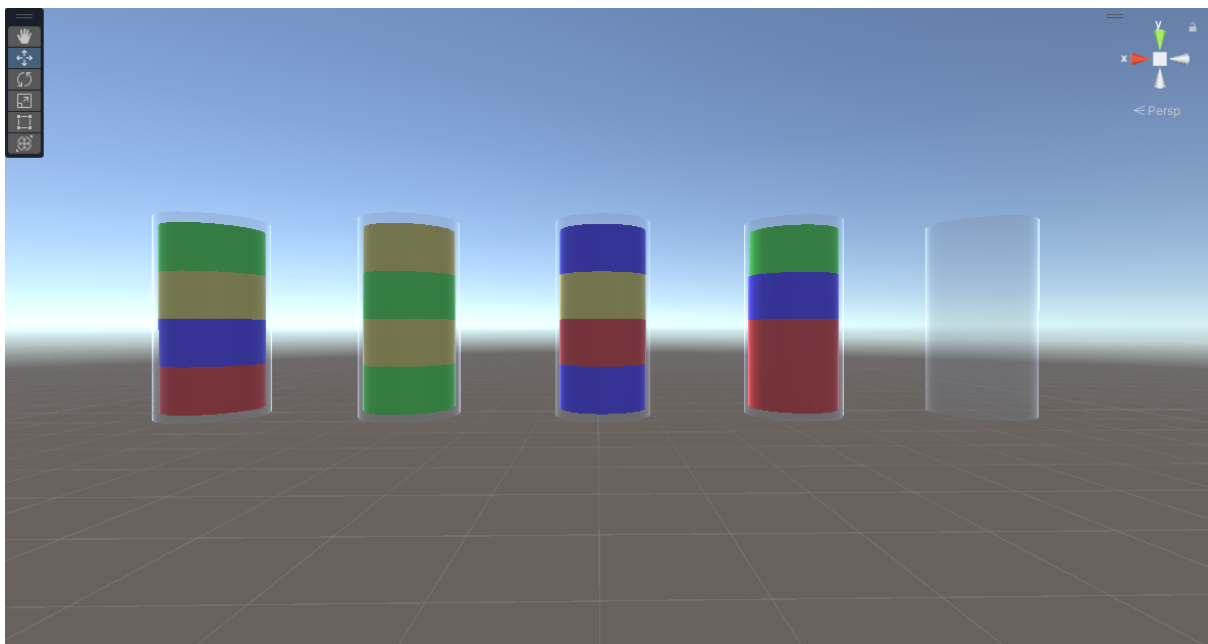


Figura 2.6: Water Sort

Funcționare

Întâi, jucătorul apucă o eprubetă. Jocul verifică ca acea eprubetă să fie goală, altfel nu va fi considerată apucată. Schimbarea culorilor de la o eprubetă la cealaltă se face în momentul înclinării eprubetei la un unghi de 105 grade deasupra unei alte eprubete, cu precizarea că eprubeta selectată trebuie să conțină la cel mai de sus nivel aceeași culoare ca și eprubeta de jos. Dacă eprubeta de jos nu conține niciun strat, se poate turna orice culoare în ea. Scopul este ca fiecare eprubetă să conțină o singură culoare, cu excepția uneia care va fi goală. Verificarea se face în momentul turnării unei culori, deci performanța nu este afectată de această verificare.

Probleme întâmpinate

Inițial, eprubetele fuseseră create în Blender, având o formă mai apropiată de cea din realitate. În momentul creerii unui material care să simuleze lichidele, au apărut probleme la texturarea materialului (din cauza lipsei unui plan care să închidă eprubeta, lichidul era redat mereu ca fiind până în vârf), așa că s-a renunțat la eprubeta din Blender și la materialul lichid.

O altă problemă a fost posibilitatea ca jucătorul să se împotmolească într-un moment, așa că a fost adăugat un buton de restart în spatele jucătorului care reîncarcă scena. Același buton a fost folosit și în cadrul ultimului puzzle, Tetracuburi.

2.2.5 Light and Mirrors

Grafică

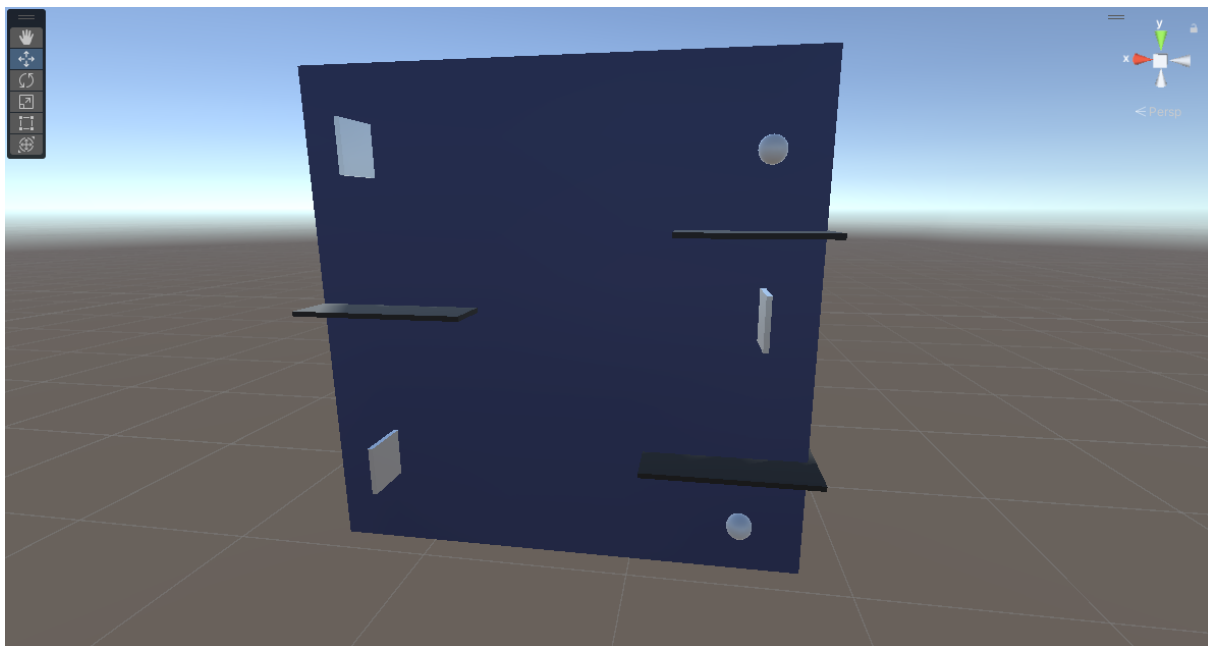


Figura 2.7: Light and Mirrors

Efectul de lumină a fost creat printr-un material opac și metalic de culoare galbenă care dă senzație de lumină. Celelalte forme sunt cele de bază din Unity. Citatul folosit: "Small steps can take you great distances."

Muzică

Anotimpurile de Piotr Ilici Ceaikovsky, mai exact partea întâi, Ianuarie - La focul șemineului, este piesa potrivită acestui nivel. Melodia se găsește la <https://shorturl.at/aqbIu>.

Funcționare

Sursa inițială de lumină trimite un fascicul de tip Raycast⁵ (modul în care interpretează Unity o rază) care parcurge o distanță predefinită. Distanța a fost predefinită din motive de performanță. Dacă pe parcurs se lovește de un obiect de tip "Mirror", atunci se reflectă la unghiul incident față de planul oglinzii, continuând așa până ajunge la obiectiv. Actualizarea unghiului se face în timp real, dar nu au fost observate probleme în performanță.

⁵<https://docs.unity3d.com/ScriptReference/Physics.Raycast.html>

Probleme întâmpinate

Cum a fost precizat mai sus, fasciculul trebuie să întâlnească un obiect de tip "Mirror" (în Unity, există funcționalitatea "Tag"⁶ care să recunoască acest tip). A fost nevoie de această precizare deoarece în timpul implementării, fasciculul se bloca în sfera de coliziune a controllerului, el nefăcând diferența dintre o coliziune cu un controller și una cu o oglindă.

2.2.6 Tetracubes

Grafică

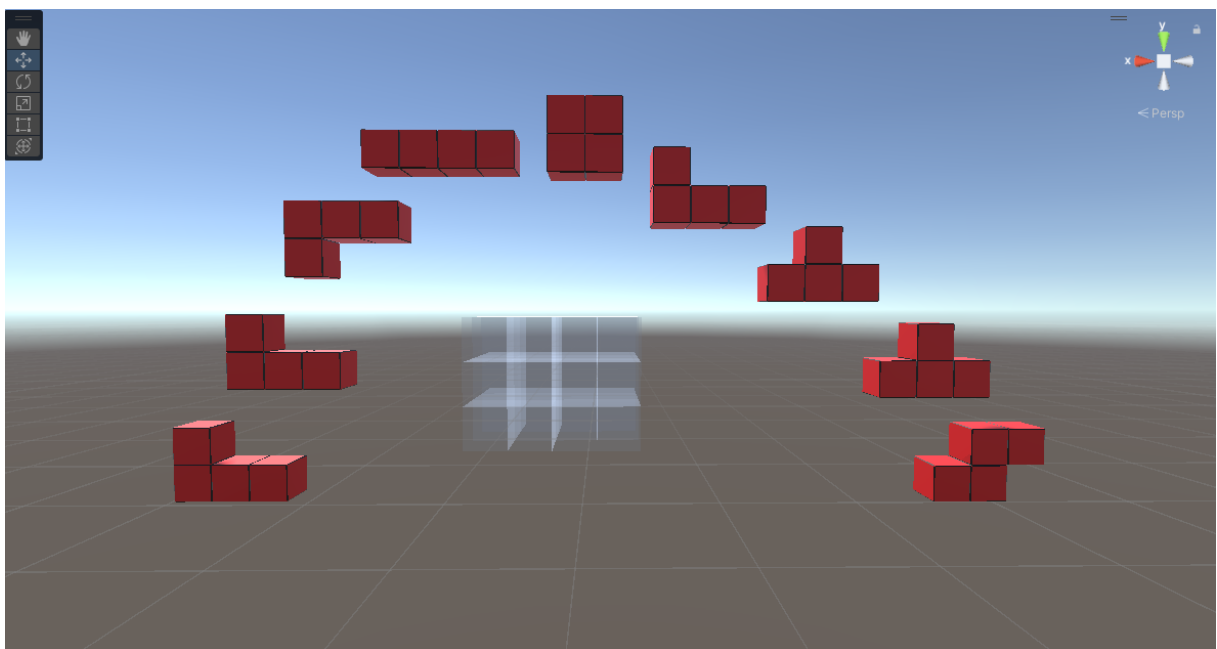


Figura 2.8: Tetracuburi

Tetracuburile sunt formate din patru cuburi identice lipite între ele. Cuburile au fost create în Blender, având marginile rotunjite pentru o înfățișare mai plăcută. În timpul designului, tetracuburile au fost concepute ca având animații, însă s-a constatat că se simte mai natural în realitatea virtuală ca jucătorul să învârtă tetracuburile așa cum își dorește, folosindu-se de mișcările mâinii. Aceste animații există în cod, dar nu au mai fost folosite.

Zona de joc este desemnată de mai multe cuburi semi-transparente în dimensiunile alese (aici, 4x3x3). Celelalte piese pot fi puse peste aceste cuburi semi-transparente

⁶<https://docs.unity3d.com/Manual/Tags.html>

fără a exista vreo problemă grafică din punct de vedere al suprapunerii. Citatul folosit: "Connecting the pieces can solve a puzzle."

Muzică

Penultima melodie a acestui joc se găsește sub forma unei compoziții de Mozart, Piano Sonata No. 8 D major, KV 311 - Mișcarea a doua. Melodia se găsește la <https://shorturl.at/Xaye9>.

Funcționare

La contactul dintre zona de coliziune a controllerului și cea a tetracubului, el este selectat dintr-un punct pivot și adus în mâna jucătorului. Acesta are posibilitatea să plaseze tetracubul oriunde, însă jocul îi va semnaliza dacă plasarea sa este în afara ariei cerute în nivel (prin colorarea cu albastru a primul cub care este în afara ariei). La sfârșitul completării zonei, toate piesele vor deveni verzi, desemnând încheierea nivelului.

Probleme întâmpinate

Plasarea instantanee a pieselor a adus cu sine mai multe probleme, printre care suprapunerea pieselor. Pentru rezolvarea acestei probleme, cu prețul unei mici întârzieri la plasare, se face verificarea fiecărui cub transparent în care se va plasa o nouă piesă și se verifică ca el să nu fi fost deja ocupat. Dacă se trece de această verificare, atunci se verifică ca fiecare cub din piesa plasată să fie în interiorul zonei de joc. Dacă și această cerință este îndeplinită, atunci cubul pivot va fi atașat în cubul transparent unde a fost lăsat, iar celelalte cuburi din piesă vor fi în continuarea lui. Datorită primei verificări este posibilă și verificarea încheierii jocului, văzând ca fiecare cub din zona de joc să fie umplut.

2.2.7 Final

După încheierea nivelului cu tetracuburi, jucătorul va fi felicitat de o nouă fe-reastră că a terminat acest joc, iar pe fundal va cânta Scott Joplin - The Entertainer (<https://shorturl.at/uvPew>).

Capitolul 3

Testare

Capitolul ce urmează se va axa pe testarea aplicației descrise în capitolul anterior. Prin testare se înțelege urmărirea unor simptome resimțite de către participant în urma folosirii aplicației. Aceste simptome, cât și calculul unui scor bazat pe ele, vor fi utilizate din cadrul chestionarului de disconfort în simulare (SSQ), cu mici modificări relevante pentru natura programului. Rezultatele vor fi interpretate și se vor scoate posibile îmbunătățiri pentru viitor

Pentru ca testele să fie în primul rând legale, dar și relevante din punct de vedere statistic, se va descrie etica acestor teste și ce legislație există în vigoare atât în Uniunea Europeană, cât și în S.U.A..

3.1 Etică și legislația prezentă

3.1.1 Etica

Ușurința proiectării, dezvoltării și implementării unor aplicații care să aducă rezultate importante a avansat radical în ultimii zece ani și se așteaptă ca această evoluție să continue în viitorul apropiat. Pe parcurs, medii virtuale mai sofisticate, la fel de accesibile ca programele obișnuite de procesare a textelor sau jocurile pe computer/video, vor apărea în peisajul clinic și social, îmbunătățind calitatea testelor.

Conform Universității Californiei de Sud [2], potențialul realității virtuale este considerabil în domeniul clinic deoarece mediul virtual dă senzația de imersie pacienților. Asta poate fi folosit, de exemplu, pentru a activa diferite frici ale utilizatorului care pot fi tratate cu dozarea potrivită. În acest sens, au fost create aplicații pentru arahnofobie (Carlin, Hoffman, & Weghorst, 1997), claustrofobie (Botella, Banos, Perpina, Villa,

Alcaniz, & Rey, 1998), acrofobie (Rothbaum, Hodges, Kooper et al., 1995b), frica de zbor (Rothbaum, Hodges, Watson, Kessler, & Opdyke, 1996; Smith, Rothbaum, & Hodges, 1999) sau alte probleme cum ar fi stresul post-traumatic (Rothbaum et al, 1999; Rothbaum et al., in press).

În ciuda acestor avantaje, există riscuri asociate cu testarea realității virtuale pe oameni. Două din categoriile de care ar trebui să aibă grijă cercetătorii sunt răul de mișcare virtuală (efecte pe termen scurt) și efecte generale pe termen lung. Răul de mișcare virtuală este o componentă foarte des întâlnită în rândul utilizatorilor de căști de realitate virtuală. El este cauzat de un conflict între informațiile primite de simțurile umane. De aceea, formularul descris în acest capitol urmărește să afle, printre altele, intensitatea efectelor pe termen scurt resimțite de subiecți. Efectele pe termen lung, cum ar fi modificări ale mișcării, schimbări în postură, oboseală, dereglări între percepție și funcțiile motoare, senzații de deja-vu, sunt cauzate de obișnuirea corpului cu mediul virtual și revenirea mai dificilă în lumea reală. Aceste efecte sunt mult mai rar întâlnite și depind foarte mult de tipul de program folosit.

3.1.2 Legislația Uniunii Europene

Uniunea Europeană prevede un sistem bine pus la punct când vine vorba de teste ce includ oameni. În primul rând, în cazul testelor care conțin date personale, este necesar consimțământul cu privire la colectarea, stocarea și utilizarea lor. Regulamentul General privind Protecția Datelor (GDPR) a intrat în vigoare în 2018, cercetătorii fiind nevoiți să obțină consimțământul explicit și informat al participanților pentru prelucrarea datelor.

O altă reglementare este directiva 2001/20/EC, mai exact directiva privind studiile clinice. Chiar dacă nu este aceeași situație, multe dintre condițiile necesare unui studiu clinic se aplică acestui tip de testare. Una dintre cele mai importante este bunăstarea și siguranța participanților. Studiile clinice trebuie să fie proiectate astfel încât riscurile pentru participanți să fie minimizate și să fie justificate în raport cu beneficiile potențiale. Monitorizarea participanților este obligatorie pe toată durata studiului.

3.1.3 Legislația S.U.A.

Common Rule (45 CFR 46) este un set de reglementări federale adoptate în 1991, care protejează participanții la cercetare. Se aplică tuturor studiilor finanțate de guvernul federal și a fost revizuită ultima dată în 2018 pentru a îmbunătăți protecția participanților și a moderniza procesul de revizuire a cercetării.

Pentru a putea continua cu un studiu pe oameni, este necesar un IRB. Ele sunt comitete independente înființate la nivelul instituțiilor de cercetare pentru a evalua, aproba și monitoriza studiile pe oameni. Rolul principal al IRB-urilor este de a proteja drepturile și bunăstarea participanților la cercetare.

3.2 Formularul

Cum a fost menționat în introducere, formularul folosit va fi cel de la Universitatea din Minnesota, și anume SSQ[9]. Prin acesta, se urmăresc simptomele prezentate de subiecți, împărțite în trei categorii: simptome de greață, de natură oculomotorie și de dezorientare (vestibulare).

Formularul este aplicat înainte și după testare. Motivul dublei testări este de a ne asigura de veridicitatea simptomelor cauzate de aplicație, luând în calcul factorii pre-existenți testării. Diferența dintre cele două scoruri (cel final minus cel inițial) este scorul real al utilizatorului. În urma tuturor testelor, se va face media și se va observa dacă există vreun outlier sau alte date neobișnuite, dând posibile explicații pentru acestea.

Există patru grade pe care le va nota pacientul:

- 0 - Nimic
- 1 - Puțin
- 2 - Moderat
- 3 - Sever

Gradele descrise vor fi introduse într-un tabel al formularului unde sunt puse ca linii simptomele, iar pe coloane cele trei categorii. Cu "1" sunt marcate categoria/categoriile din care face parte simptomul. Tabelul arată în felul următor:

Simptome	Greață	Oculomotor	Dezorientare
Disconfort general	1	1	
Oboseală		1	
Durere de cap		1	
Oboseală a ochilor		1	
Dificultate de concentrare a privirii		1	1
Salivație excesivă	1		
Transpirație	1		
Greață	1		
Dificultate de concentrare	1	1	
Senzație de presiune în cap			1
Vedere încetățată		1	1
Amețeață (cu ochii deschiși)			1
Amețeață (cu ochii închiși)			1
Vertigo			1
Senzație de disconfort la nivelul stomacului	1		
Eructații	1		

Calcularea scorurilor se face în felul următor: se ia fiecare coloană în parte. Dacă aceea coloană are valoarea 1 la o linie, atunci se ia scorul pentru acel criteriu și se adună. Dacă nu are valoarea 1, atunci linia este ignorată. Se face așa la fiecare linie, iar la final, suma adunată se înmulțește cu o constantă reieșită din practică. Mai jos sunt redate aceste constante:

$$\text{Greața} = [1] * 9.54$$

$$\text{Oculomotor} = [2] * 7.58$$

$$\text{Dezorientare} = [3] * 13.92$$

$$\text{Scorul final} = ([1] + [2] + [3]) * 3.74$$

Pe lângă caracteristicile SSQ, au fost adăugate interogări specifice obiectivului lucrării, anume: frustrare, agresivitate, răbdare, fericire și sentiment de împlinire ("sense of accomplishment"). Aceste atribute sunt în strânsă legătură cu temele mini-jocurilor de pe parcursul aplicației, descrise în primul capitol.

Frustrarea va determina, în principal, nivelul de dificultate a nivelelor. Agresivitatea este un atribut legat de temele discutate în primul capitol, printre care și articolul lui Christopher Ferguson [5]. Răbdarea reprezintă dorința jucătorilor de a mai juca, fiind asociat cu repetabilitatea jocurilor. Fericirea și sentimentul de împlinire ar trebui să rezume tema licenței de față, fiind o reprezentare numerică a încercării de a îmbunătăți moralul jucătorilor.

3.3 Rezultate

Au fost efectuate teste asupra N=5 persoane, fiecare subiect primind un formular înainte și după folosirea aplicației. Numărul redus de participanți este dat de dificultatea de a testa pe o cască de realitate virtuală. Pentru testare, ori echipa care testează, ori subiectul, trebuie să dețină casca, iar în România, numărul persoanelor care dețin această cască specific este redus (statisticile spun că numărul maxim de români care dețin orice tip de cască VR este de 300.000¹). În plus, platforma de aplicații Meta Store este foarte strictă când vine vorba de publicații noi, astfel că installerul de tip .apk ar fi trebuit încărcat pe altă platformă.

Urmează să fie descrise rezultatele, să fie transpuse în grafice și să fie interpretate, iar feedbackul fiecărui jucător să fie descris. Acest feedback va fi folosit pentru direcții viitoare ale aplicației.

¹<https://www.statista.com/outlook/amo/ar-vr/vr-hardware/romania>

3.3.1 Comparații

În urma testării asupra N=5 persoane, rezultatele individuale au fost descrise în următorul tabel (creat în Excel):

	Testul 1		Testul 2		Testul 3		Testul 4		Testul 5		Media	
	Pre-testare	Post-testare	Pre-testare	Post-testare	Pre-testare	Post-testare	Pre-testare	Post-testare	Pre-testare	Post-testare	Pre-testare	Post-testare
Disconfort general	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oboseală	1	2	1	1	0	0	0	1	1	1	0.6	1
Durere de cap	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0.6
Oboseală a ochilor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dificultate de concentrare a privirii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salivație excesivă	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transpirație	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1	0	1
Greață	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0.4
Dificultate de concentrare	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Senzație de presiune în cap	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0.4
Vedere încețoșată	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ameteală (cu ochii deschiși)	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.4
Ameteală (cu ochii închiși)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vertigo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Senzație de disconfort la nivelul stomacului	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0.4
Erucții	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frustrare	-	1	-	1	-	0	-	1	-	0		0.6
Agresivitate	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0		0
Răbdare	-	3	-	3	-	3	-	3	-	3		3
Fericire	-	3	-	2	-	2	-	2	-	2		2.2
Sentiment de împlinire	-	2	-	2	-	2	-	1	-	1		1.6
Total greață	0	0	0	9.54	0	38.16	0	9.54	0	28.62	0	17.172
Total oculomotor	7.58	15.16	7.58	7.58	0	22.74	0	15.16	7.58	15.16	4.548	15.16
Total dezorientare	0	13.92	0	0	0	41.76	0	0	0	0	0	11.136
Total	3.74	11.22	3.74	7.48	0	37.4	0	11.22	3.74	18.7	2.244	17.204

Figura 3.1: Rezultatele individuale a testelor

Ele au pus în comparație formularele dinainte și de după testare. Se poate observa că unele valori legate de dezorientare și greață au rămas constante după folosirea aplicației. În medie, simptomele ce țin de greață au fost gradate mai sus din cauza unui test diferit (outlier). Acest outlier poate fi explicat prin lipsa de experiență a subiectului în mediul virtual, precum și fizionomia sa. În plus, un feedback primit recurent a fost o dificultate ridicată la nivelul principal, ceea ce cere o concentrare mai ridicată, dar fiecare feedback va fi descris într-un subcapitol de mai jos.

În lipsa acestui outlier, simptome resimțite în mod recurent au fost cele de natură oculomotorie. Aceste diferențe erau așteptate și se explică prin natura aplicației, nivelul principal fiind foarte dinamic și care cere coordonare între ochi și mâini. De menționat este că această zonă a fost singura care a înregistrat puncte în formularul pre-testare din cauza oboselii cotidiene.

Atributele interogate specific acestei lucrări au avut rezultate chiar mai bune decât se preconiza. Niciunul dintre subiecți nu a înregistrat agresivitate în urma utilizării aplicației, dar toți ar fi dorit continuarea testului, având un scor maxim de răbdare. Acest rezultat creează o primă direcție de viitor, aceea de a crea un mod de joc nelimitat care să testeze rezistența jucătorului în nivelul principal, dar cu un scor care să îl încurajeze să își depășească limitele. În schimb, chiar dacă au fost apreciate nivelele de tip puzzle, sentimentul de împlinire nu a înregistrat un scor maxim. Pot

exista două explicații pentru acest fenomen: mecanicile puzzle-urilor au fost creative și o noutate pentru jucători, dar dificultatea lor a fost redusă, ori concentrarea asupra părții principale a redus din aprecierea jucătorilor pentru celelalte părți. Oricum ar fi, gradul de fericire a avut nivele așteptate, astfel că testările pot fi considerate un succes.

În figura 3.2 sunt preluate media rezultatelor post-testare, folosind calculele descrise în sub-capitolul anterior. Simptomele resimțite cel mai puternic sunt transpirația și oboseala, dar au existat destule simptome neresimțite de niciun subiect. Niciunul dintre teste nu a fost oprit din cauza simptomelor, însă au existat teste oprite deoarece ultimul nivel s-a dovedit prea dificil.

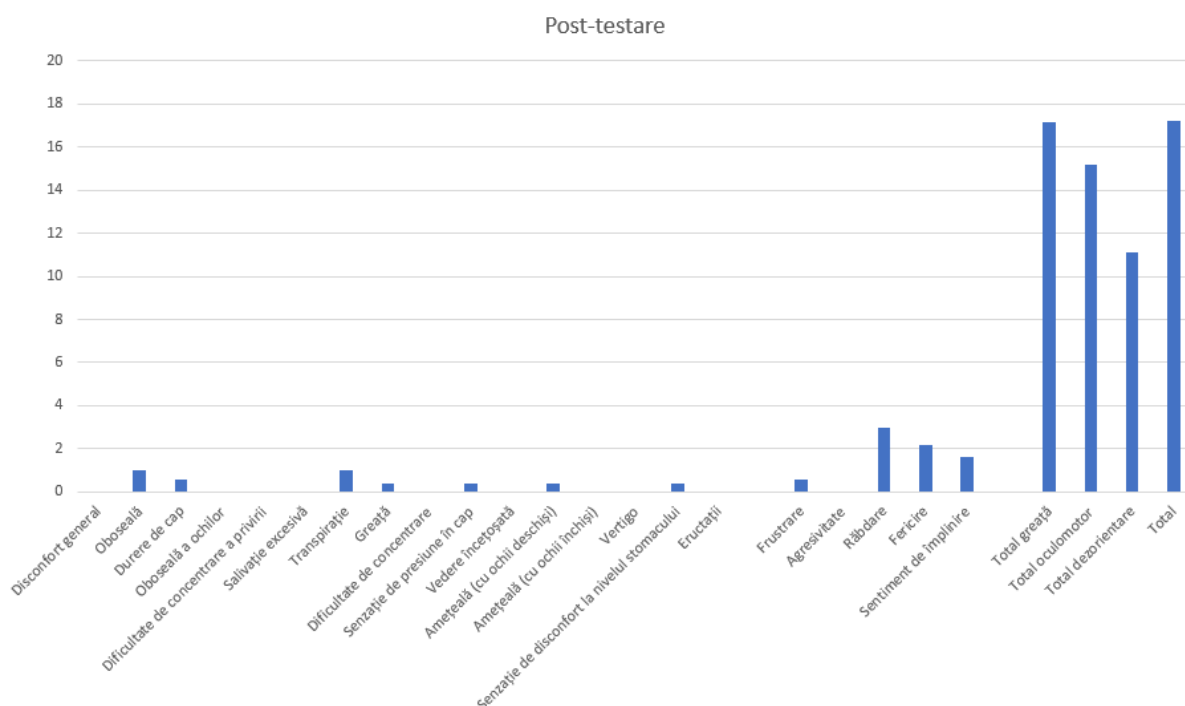


Figura 3.2: Media rezultatelor post-testare

3.3.2 Feedback și direcții viitoare

Cel mai recurent feedback a fost legat de ultimul puzzle, Tetracuburi, care s-a dovedit mai dificil decât se preconiza. Astfel, o parte dintre teste au fost oprite înainte de încheiere din cauza dificultății lui. Așa se pot explica câteva note mai ridicate pentru frustrare, însă nu a fost ceva care să deranjeze prea mult subiecții. Un rol în reducerea nivelului frustrării l-au avut melodiile clasice prezente în fiecare moment. O direcție viitoare este simplificarea gridului, folosindu-se de preferat un paralelipiped dreptunghic de dimensiuni mai mici decât 4x3x3.

Un alt feedback, care dovedește o parte psihologică importantă a jucătorului, a fost dificultatea nivelului principal: toți subiecții au fost critici în primele minute legate de complexitatea regulilor, însă odată ce au trecut de primul nivel, aproape toți au trecut cu ușurință în următoarele reluări ale nivelului. Asta dovedește reticența înțelegerii unui nou concept și obișnuința care poate ajuta jucătorul în a-l rezolva constant. O expresie relevantă pentru această situație este "hard to learn, easy to master" ("greu de învățat, ușor de stăpânit"). Fiind un concept abstract, o direcție de viitor este construirea unei idei mai ușor de comparat cu viața reală, ceva mai concret de care se poate lega jucătorul. Cum menționam în aplicația Beat Saber, acel concept abstract a fost concretizat prin folosirea ritmului melodiilor de fundal. Pe lângă concretizare, un alt mod de a face jucătorul să înțeleagă mecanica este de a prezenta un videoclip sub formă de tutorial sau o versiune mai încetinită în care se poate antrena.

Tot în legătură cu nivelul principal, jucătorii au avut o grijă în plus legată de încheierea nivelului în sensul în care jocul nu afișează în vreun fel progresul pe care îl ai. Decizia aceasta a fost luată în timpul dezvoltării pentru a lăsa jucătorul să se integreze în joc, fără a fi deranjat de bara de progres. În final, s-a dovedit o decizie greșită, îngreunând procesul de învățare a nivelului. O posibilă adăugare pe viitor a unui contor de obstacole depășite sau a unei bare de progres ar aduce beneficii majore jucătorului. În plus, un ecran care să informeze jucătorul când pierde ar fi o adiție pozitivă.

3.3.3 Concluzie

În concluzie, jucătorii au avut o experiență plăcută în cadrul jocului, fără să aibă simptome mai pronunțate față de celelalte aplicații de realitate virtuală. În ciuda unor aspecte care reflectă statutul nerafinat al aplicației, ea are potențialul de a avea un rol pozitiv în viața persoanelor. În acest moment, este o aplicație distractivă, apreciată pentru mecanicile creative din cadrul puzzle-urilor.

Bibliografie

- [1] Szpak A, Michalski SC și Loetscher T, “Exergaming With Beat Saber: An Investigation of Virtual Reality Aftereffects”, în *J Med Internet Res* 2020;22(10):e19840 (2020), DOI: <http://dx.doi.org/10.2196/19840>.
- [2] Rizzo ‘Skip’ Albert, Maria T. Schultheis și Barbara O. Rothbaum, “ETHICAL ISSUES FOR THE USE OF VIRTUAL REALITY IN THE PSYCHOLOGICAL SCIENCES”, în *Ethical Issues in Clinical Neuropsychology* (2003), pp. 243–280, DOI: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=45c3dd4ff71621e08e67625763cf9bd383f7727d>.
- [3] Geir Scott Brunborg, Rune Aune Mentzoni și Lars Roar Frøyland, “Is video gaming, or video game addiction, associated with depression, academic achievement, heavy episodic drinking, or conduct problems?”, în *Journal of Behavioral Addictions* 3.1 (2014), pp. 27–32, DOI: <https://doi.org/10.1556/jba.3.2014.002>.
- [4] Grigore C. Burdea și Philippe Coiffet, *Virtual Reality Technology*, John Wiley & Sons, 2003, ISBN: 9780471360896.
- [5] Christopher J. Ferguson et al., “Video games, frustration, violence, and virtual reality: Two studies”, în *British Journal of Social Psychology* 61.1 (2021), pp. 83–99, DOI: <https://doi.org/10.1111/bjso.12471>.
- [6] Steven M. LaValle, *Virtual Reality*, Cambridge University Press, 2023, ISBN: 9781107198937.
- [7] Joost Raessen și Jeffrey Goldstein, *Handbook of Computer Game Studies*, MIT Press, 2011, ISBN: 9780262516587.
- [8] Daniela Villani et al., “Videogames for Emotion Regulation: A Systematic Review”, în *Games for Health Journal* 7.2 (2018), pp. 85–99, DOI: 10.1089/g4h.2017.0108, URL: <https://doi.org/10.1089/g4h.2017.0108>.

- [9] Hannah Walter, "A brief explanation of the Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)", in *University of Minnesota* (2019), DOI: <https://conservancy.umn.edu/server/api/core/bitstreams/70c8fe0f-c84a-4d0e-80ba-b97822a5cf95/content>.