

Politecnico di Torino

Laurea Magistrale in Ingegneria del Cinema e dei
Mezzi di Comunicazione



Tesi di Laurea Magistrale

**Locked Up:
a VR story of social isolation**

**Realizzazione e sviluppo di un'esperienza cinematografica
immersiva e interattiva**

Fabiana Spallone

Relatore: Prof. Riccardo Silvio Antonino

Correlatore: Prof. Andrea Bottino

Correlatrice aziendale: Chiara Mastino

Dicembre 2022

Abstract

La realtà virtuale (o Virtual Reality, VR) è un mezzo con infinite possibilità che permette di immergersi in ambientazioni digitali e situazioni senza limiti spazio-tempo con un coinvolgimento totale: sensoriale, emozionale e cognitivo.

Negli ultimi anni la realtà virtuale è diventata più accessibile ad un più ampio pubblico grazie al potenziamento dei dispositivi e all'abbattimento dei costi, raggiungendo diversi ambiti di applicazione : videogame, film, formazione medica, terapia psicologica, istruzione, musei e sport.

Il lavoro di tesi presentato in questo documento descrive, nello specifico, lo stato dell'arte di prodotti immersivi virtuali in ambito cinematografico, le loro principali piattaforme di fruizione e distribuzione e le analogie e le divergenze con il mezzo cinematografico tradizionale.

Il lavoro di tesi prosegue infine con la descrizione delle fasi di realizzazione e sviluppo del progetto in Realtà Virtuale Locked Up.

Il progetto è stato ideato nel 2020 durante il corso di "XR - Immersive Interactive Stories" da un gruppo di studenti di Ingegneria del Cinema in collaborazione con il Politecnico di Torino e il National Film Board of Canada (NFB). Nel 2021, sotto la produzione e la direzione della casa di produzione Robin Studio, il progetto è stato presentato e selezionato al bando Biennale College Cinema - Sezione VR a Venezia, risultando uno dei due migliori in tutta Italia.

LockedUp è un'esperienza interamente costruita in Computer Grafica in cui l'utente impersonifica Robin, un adolescente che soccombe sotto la pressione di avere successo nella vita e teme il giudizio delle persone che lo circondano e della società. Ciò lo porta a rinchiudersi nella propria stanza, in cui crea

Abstract

il suo mondo perfetto, ma irreali. Attraverso la realtà virtuale l'utente verrà immerso in prima persona nella vita di Robin e sarà possibile sperimentare la sensazione di fallimento, oppressione e vergogna provocata dall'ansia sociale e dalla pressione del giudizio altrui.

Nel corso dell'esperienza l'utente si muoverà secondo tre trame legate a momenti della vita del protagonista. Ogni evento o ricordo è attivato da un oggetto specifico con cui l'utente dovrà interagire. Le trame dell'esperienza riflettono le relazioni che il protagonista ha ancora con il mondo esterno: ricordi, amicizia e amore.

Nello specifico questo lavoro di tesi si è occupato dello sviluppo dell'applicazione per Oculus Quest 2 sul game engine Unity, con l'adozione di scelte di User Experience per migliorare l'usabilità dell'utente nell'esperienza VR.

Per l'implementazione delle interazioni è stato utilizzato l'XR Interaction Toolkit, un sistema di interazione di alto livello disponibile su Unity. Le meccaniche di gioco sono state implementate in maniera da essere naturali e user-friendly utilizzando 'grip' e 'trigger' dei controller.

Tramite audio e visual cues realizzate con lo Shader Graph di Unity, viene facilitata l'esplorazione ma sempre garantendo la libertà di movimento in un ambiente 3D interamente navigabile.

Essendo state previste molteplici linee narrative in relazione ai diversi possibili comportamenti dell'utente, sono state gestite le diverse azioni disponibili in modo che l'utente possa vivere l'esperienza virtuale senza perdere il senso di presenza e immersione all'interno della storia.

Indice

Abstract	iii
Ringraziamenti	xiii
1 Introduzione	1
1.1 Organizzazione dei contenuti	1
1.2 Caso studio: <i>Locked Up</i>	2
1.2.1 Descrizione del progetto	3
1.2.2 Obiettivo del progetto	5
2 Panoramica generale della virtual reality	11
2.1 Storia e sviluppo degli strumenti per la realtà virtuale	11
2.1.1 Sutherland: la spada di Democle	11
2.1.2 Morton L.Hiling : Sensorama	12
2.1.3 Videoplace: Myron Krueger	13
2.1.4 VIVED (Virtual Visual Environment Display)	14
2.1.5 VIEW (Virtual Interface Environment Workstation)	14
2.1.6 BOOM (Binocular Omni-Orientation Monitor)	15
2.1.7 UNC Walk-Through Project	15
2.1.8 Virtual Wind Tunnel	15
2.1.9 CAVE	16
2.2 Le extended realities: differenze tra <i>AR</i> , <i>VR</i> e <i>MR</i>	16
2.2.1 AR (Augmented Reality)	17
2.2.2 MR (Mixed Reality)	17
2.2.3 VR (Virtual Reality)	18

2.3	Report e indagini di mercato sulla VR	18
2.4	Tecnologie per la realtà virtuale	20
3	Grammatica della VR: Immersione, emotività e interazione	25
3.1	Immersione e presenza	25
3.2	Emotività e attrazione	26
3.3	Interazione	28
4	Utilizzo della VR nel settore cinematografico	31
4.1	Il linguaggio cinematografico nelle esperienze virtuali	33
4.1.1	Il montaggio	33
4.1.2	La macchina da presa	36
4.1.3	I professionisti del settore	39
4.2	Il processo di produzione di un prodotto VR	40
4.3	Distribuzione di un prodotto VR	42
4.3.1	Piattaforme di distribuzione online	42
4.3.2	Distribuzione in ambito fieristico e nei festival cinematografici	44
5	Tecnologie Utilizzate	47
5.1	Software	47
5.1.1	Unity 3D	47
5.1.2	Blender	48
5.2	Hardware	49
5.2.1	Oculus Quest 2	49
6	Progettazione	51
6.1	L'inizio	51
6.2	Game Design Document	52
6.2.1	Ambientazione	52
6.2.2	I personaggi	57
6.2.3	Il tempo	61
6.2.4	Meccaniche di gioco	62

6.2.5	Suggerimenti	62
6.3	Narrazione generale dell'esperienza	63
6.3.1	Scena 1 - Act 1 (Inside Yourself)	63
6.3.2	Scena 1 - Act 2 (Inside your classroom)	64
6.3.3	Scena 1 - Act 3 (Why are you all judging me?)	66
6.3.4	Scena 2 - Act 1 (My room, my universe)	66
6.3.5	Scena 2 - Act 2 (The world out there)	68
6.3.6	Scena 2 - Act 3 (My room, my prison)	69
6.3.7	Scena 2 - Act 4 (Epilogue)	73
7	Realizzazione	75
7.1	Interaction Manager	75
7.2	Audio Manager	79
7.3	XR Interaction toolkit	81
7.3.1	XR Controllers	84
7.4	Shaders	85
7.4.1	Shader materializzazione e dematerializzazione	85
7.4.2	Shader highlight	86
7.4.3	Shader displacement + dissolve	87
7.5	Continuous movement e Snap turn	89
7.6	Interazione walkman	90
7.7	Apparizione dell'aula	91
7.8	Sguardo studenti rivolto verso Robin	93
7.9	Interazione gessetto	94
7.10	Attacco di panico	96
7.10.1	Attacco di panico classe	96
7.10.2	Attacco di panico camera	97
7.11	Interazione cordicella della luce	99
7.12	Interazione palla	100
7.12.1	La parabola di lancio	100
7.12.2	La bounciness	102
7.12.3	Il Canestro	102

7.13	Interazione Dooda	105
7.14	Interazione Console Portatile	106
7.14.1	Gestione dell'interazione a due mani	106
7.14.2	Gestione della posizione della switch vincolata alla camera	106
7.15	Interazione lettera	107
7.16	Interazione joystick	109
7.17	Implementazione gioco 2D Dooda-verse	110
7.18	Interazione veneziana	114
7.19	Interazione cellulare/ricordino della nonna	117
7.20	Interazione mouse	117
8	Survey per la valutazione della User Experience (UX)	119
8.1	PQ (Presence questionnaire)	122
8.2	CSE (Computer Self-Efficacy)	122
8.3	SUS (System Usability Scale)	123
8.4	UEQ (User Experience Questionnaire)	123
8.5	Domande specifiche LockedUp	124
9	Conclusioni	127
9.1	Stato attuale dell'applicazione	128
9.2	Calcolo per ciascun questionario	128
9.3	Risultato dei test	129
9.3.1	Risultati complessivi	129
9.3.2	Confronto utenti experienced e non experienced	132
9.4	Implementazioni e sviluppi futuri	133
9.4.1	Movimento più rapido	133
9.4.2	Maggiore controllo della narrazione	134
9.4.3	Implementazione di audio e texture	136
9.4.4	Realizzazione installazione fisica	136
	Bibliografia	137

Elenco delle figure

2.1	<i>La spada di Democle, Sutherland</i>	13
2.2	<i>Sensorama, L.Hiling</i>	13
2.3	<i>Videoplace, Myron Krueger</i>	14
2.4	<i>VIVED (Virtual Visual Environment Display)</i>	15
2.5	<i>BOOM (Binocular Omni-Orientation Monitor)</i>	16
2.6	<i>AR,VR,MR</i>	17
2.7	<i>Growth Rate by Region, MordorIntelligence</i>	20
2.8	<i>GearVR</i>	21
3.1	<i>SPHERES: CHORUS OF THE COSMOS, Eliza McNitt</i>	28
3.2	<i>END OF NIGHT, David Adler</i>	29
3.3	<i>END OF NIGHT, David Adler</i>	30
4.1	<i>Carne y Arena, Alejandro G. Iñárritu</i>	32
4.2	<i>Gloomy Eyes. Jorge Tereso, Fernando Maldonado</i>	35
4.3	<i>Here. Lysander Ashton.</i>	37
4.4	<i>Kobold.Max Sacker, Ioulia Isserlis</i>	38
4.5	<i>Alita: :Personaggio finale e attrice in live action con addosso la tuta per il motion capture.</i>	40
4.6	<i>Agile Methodology.</i>	41
6.1	<i>Locandina di Locked Up, Illustrator: Edoardo Audino</i>	52
6.2	Confronto tra reference 2D di Audino e render 3D della classe	53
6.3	Confronto tra reference 2D di Edoardo Audino e render 3D in Unity della trasformazione	54

Elenco delle figure

6.4	Confronto tra reference 2D di Edoardo Audino e render 3D in Unity della cameretta di Robin	55
6.5	<i>Il mondo di Dooda-verse, Illustrator: Edoardo Audino</i>	56
6.6	<i>Trasformazione della stanza, Illustrator: Edoardo Audino</i>	56
6.7	<i>Robin, Illustrator: Edoardo Audino</i>	58
6.8	<i>Fotografia di Robin e della nonna al teatro, Illustrator: Edoardo Audino</i>	59
6.9	<i>console di gioco Dooda-verse, Illustrator: Edoardo Audino</i>	60
6.10	<i>Robin guarda dalla finestra gli amici giocare a basket, Illustrator: Edoardo Audino</i>	61
6.11	<i>Ricordino della nonna, Illustrator: Edoardo Audino</i>	62
6.12	<i>Rappresentazione grafica linee narrative con Miro</i>	64
6.13	<i>Walman, Illustrator: Edoardo Audino</i>	64
7.1	<i>Interactive Game Objects Component in Interaction Manager</i>	76
7.2	<i>Audio Manager</i>	82
7.3	<i>Unity inspector: XR Controler, XR Ray Interactor</i>	83
7.4	<i>Shader Graph del materiale Dissolve</i>	86
7.5	<i>Shader Graph del materiale highlight</i>	87
7.6	<i>Parte di Shader Graph relativo al vertex displacement del materiale</i>	87
7.7	<i>Parte di Shader Graph relativo al dissolve del materiale</i>	89
7.8	Interazione walkman	91
7.9	Sguardo studenti rivolto verso Robin	94
7.10	Interazione gessetto	94
7.11	Trasformazione studenti attacco di panico	96
7.12	<i>Post-Processing attacco di panico</i>	98
7.13	Corda della luce	99
7.14	Interazione palla	100
7.15	<i>settaggio del Physic material della palla</i>	103
7.16	Interazione Dooda	105
7.17	Interazione switch	107
7.18	Interazione lettera	108

7.19	Interazione joystick	109
7.20	<i>Blend Tree animazione dita</i>	111
7.21	<i>Mondo Dooda-verse</i>	112
7.22	Animator del Gioco 2D	114
7.23	Interazione veneziane	115
7.24	<i>Configurable Joint per l'interazione mouse</i>	118
8.1	<i>UX items for immersive experiences</i>	120
8.2	<i>UX items for immersive experiences</i>	121
8.3	<i>Presence questionnaire (PQ). Items: realismo e possibilità di agire</i>	122
8.4	<i>user skill</i>	122
8.5	<i>usability</i>	123
8.6	<i>UEQ</i>	124
8.7	<i>Domande LockedUp</i>	125
9.1	<i>UEQ global results</i>	129
9.2	<i>Presence global results</i>	130
9.3	<i>LockedUp global results</i>	131
9.4	<i>UEQ experienced/unexperienced results</i>	132
9.5	<i>Presence experienced/unexperienced results</i>	133
9.6	<i>Usability experienced/unexperienced results</i>	134
9.7	<i>UEQ items global results</i>	135
9.8	<i>Presence items global results</i>	135

Ringraziamenti

Per la redazione di questa tesi ho potuto avvalermi del supporto, per me fondamentale, di Alessandro Visconti. Vorrei cogliere l'occasione per ringraziarlo della sua immensa disponibilità e comprensione, e augurargli un percorso brillante che gli permetta di perseguire i suoi interessi e le sue passioni.

Ringrazio Chiara Mastino, che ho avuto la fortuna di conoscere durante questo percorso di tesi, e che è stata per me di grande supporto morale, oltre che professionale.

Grazie a Lorenzo, Nicola e Antonio, persone brillanti con cui ho avuto il piacere di collaborare per lo sviluppo del progetto.

I consigli e l'attenzione dei ragazzi di Robin Studio, che mi hanno aiutato in fase di test, sono stati per me preziosi. A tutti loro vanno i miei ringraziamenti.

Ringrazio prof. Andrea Bottino e Francesco Strada, per avermi fornito supporto per i test di usabilità, fondamentali per il futuro sviluppo del progetto.

Ringrazio, infine, il prof. Riccardo Silvio Antonino, per avermi offerto l'opportunità di lavorare su questo progetto così arricchente per il mio percorso professionale.

1 Introduzione

Può la tecnologia della virtual reality risultare a tutti gli effetti una nuova strada per la creazione di contenuti artistici, un valido vettore per strutturare lo storytelling e un modo per fare filmmaking, ponendosi come nuova forma cinematografica?[1]

1.1 Organizzazione dei contenuti

Il seguente documento è suddiviso in capitoli che prevedono di fornire una descrizione generale dello stato dell'arte di progetti VR (Virtual Reality) per l'intrattenimento e, successivamente, di seguire il flusso di sviluppo e realizzazione del progetto *Locked Up*, caso di studio su cui ho lavorato, dalla sua ideazione passando per la sua implementazione fino all'analisi dei risultati dei test.

Questo primo capitolo presenta il concept del progetto, il panorama nel quale si inserisce, gli scopi alla base della sua ideazione e realizzazione e gli obiettivi da raggiungere in vista di una sua futura distribuzione.

Il secondo capitolo fornisce una panoramica sulla Realtà virtuale. Vengono presentati alcuni cenni storici, le principali differenze tra Augmented, Mixed e Virtual Reality, indagini di mercato sulla realtà virtuale e le principali tecnologie sul mercato.

Il terzo capitolo descrive le peculiarità e le caratteristiche di un prodotto in realtà virtuale.

Il quarto capitolo si focalizza sul suo ruolo innovativo della VR nel cinema, delineandone analogie e divergenze nella produzione e negli obiettivi attesi.

1 Introduzione

Viene presentato lo stato dell'arte di questa tecnologia nel settore culturale ed artistico, partendo dalla conservazione e valorizzazione museale e video arte fino alla sua implementazione nel settore cinematografico. Viene, infine, fornita una panoramica delle regolamentazioni e delle piattaforme di distribuzione digitale.

Il quinto capitolo descrive le tecnologie hardware e software utilizzate per lo sviluppo del progetto.

Il sesto capitolo illustra nello specifico il lavoro di *Locked Up*: l'ambientazione, i personaggi, gli oggetti salienti interagibili, lo stile grafico e scelte narrative.

Il settimo capitolo presenta nel dettaglio come sono stati realizzati e sviluppati gli elementi e gli strumenti di gioco presentati nel capitolo precedente, la loro implementazione nel motore gioco Unity 3D e le scelte di User Experience che sono derivate.

L'ottavo capitolo descrive i questionari utilizzati per valorizzare la UX di un prodotto in realtà virtuale e le componenti di cui tenere conto per un'analisi accurata di un prodotto virtuale immersivo.

Il nono e ultimo capitolo riporta, infine, i test condotti e i successivi risultati ottenuti delineando gli sviluppi futuri del lavoro svolto.

1.2 Caso studio: *Locked Up*

Locked Up è una esperienza in realtà virtuale ideata nel 2020 durante il corso di "XR - Immersive Interactive Stories" da un gruppo di studenti di Ingegneria del Cinema in collaborazione con il Politecnico di Torino e il National Film Board of Canada (NFB).

Nel 2021, sotto la produzione e la supervisione di Robin Studio, il progetto è stato presentato e selezionato al bando Biennale College Cinema - Sezione VR del festival internazionale d'arte cinematografica di Venezia, risultando uno dei due migliori progetti VR in tutta Italia.

Locked Up è un'esperienza in VR non lineare di 20-25 minuti interattiva. L'utente vestirà i panni di Robin, un adolescente che soffre della troppa pressione

che percepisce riguardo all'aver successo nella vita, teme il giudizio delle persone che lo circondano e della società e che quindi si rinchioda nella propria stanza, in cui crea il suo mondo perfetto, ma irreali. Grazie alla realtà virtuale l'utente verrà immerso in prima persona in questo modo di vivere, con l'obiettivo di trasmettere il senso di ansia sociale e la conseguente dipendenza che il proprio spazio di comfort può dare. Sarà possibile sperimentare la sensazione di fallimento, di pressione sociale, di vergogna entrando in un'aula piena di persone e in cui non esistono ripari sicuri.

L'utente si muoverà secondo tre trame e ambienti legati a momenti della vita del protagonista.

Ogni evento è attivato da un oggetto specifico con cui l'utente dovrà interagire. Le trame dell'esperienza riflettono le relazioni che il protagonista ha ancora con il mondo esterno: ricordi, amicizia e amore.

1.2.1 Descrizione del progetto

Locked Up è un progetto cinematografico interattivo, immersivo e nodale.

Locked Up sfrutta il linguaggio del mezzo cinematografico di animazione per narrare e comunicare la condizione psicologica ed emotiva che l'isolamento fisico porta con sé durante l'adolescenza.

Locked Up utilizza tecniche narrative videoludiche portando lo spettatore ad un nuovo livello di partecipazione: fruitore e al tempo stesso protagonista principale della narrazione.

Il progetto si pone a metà tra esperienza cinematografica e videoludica in quanto l'utente può interagire con alcuni oggetti virtuali che veicolano l'avanzamento della narrazione.

In *Locked Up* l'utente si immerge in due scenari virtuali interamente costruiti in computer grafica: la classe e la stanzetta di Robin. L'utente, nei panni di Robin, è libero di esplorarli muovendosi nello spazio con i controller e interagendo con alcuni degli oggetti presenti. Questi possono essere grabbati tramite l'utilizzo dei controller e l'interazione conduce ad una nuova linea narrativa che fornisce ulteriori dettagli sulla vita e sull'emotività di Robin. La complessi-

1 Introduzione

tà legata alla imprevedibilità dei movimenti dell'utente e l'esigenza di garantire la sua libertà di agire e interagire, hanno reso necessario lo sviluppo di più linee narrative e di interazioni strutturate su più livelli e temporizzate.

All'interno dell'enorme contenitore che racchiude i prodotti interattivi e immersivi, è possibile definire una sottocategoria di prodotti mediali che comprende quei progetti cinematografici la cui narrativa è veicolata da scelte dell'utente che può modificare il corso degli eventi: i media 'nodali'. Un 'nodo' è un punto della narrazione che conduce l'utente ad effettuare una scelta che altera significativamente lo sviluppo della narrazione. La caratteristica essenziale è la continuità del flusso narrativo, che deve svolgersi senza interruzioni e coerentemente con le scelte e la percezione dell'utente. Quest'ultimo, quanto più troverà un feedback efficace in risposta alla sua influenza e esperienza diretta, più si sentirà partecipe e artefice di una esperienza unica e dedicata, simulando, nella finzione del racconto cinematografico, un tipo di interazione che è proprio della vita reale.

All'interno di tale sottocategoria non è difficile trovare videogiochi che utilizzano sistemi dinamici di interazione collegati alle azioni del giocatore. L'industria audiovisiva per produzioni interattive immersive, estrapola tali sistemi e li ristrutturando dando ad essi la possibilità di respirare in un ambiente nuovo adattandoli a questo nuovo linguaggio mediale.

Locked Up presenta moltissimi 'nodi' narrativi, la maggior parte di questi definiscono solo l'ordine degli eventi senza modificarne l'evoluzione. Gli oggetti sviluppano parallelamente tre sfere narrative diverse: amicizia, amore e affetti. Ciascuno dei tre atti presenta un oggetto per ognuna delle tre sfere, generando progressivamente una reazione emotiva più forte da parte di Robin. Ai fini della storia non è influente l'ordine di interazione con i tre oggetti in ciascun atto e, la mancata interazione con qualcuno di essi, non impedisce il proseguimento della narrazione. Ciò permette all'utente di vivere, benchè in maniera parziale, l'esperienza virtuale senza interruzioni anche nel caso in cui non dovesse interagire con qualcuno di questi oggetti. Il vero e proprio nodo narrativo è presente proprio alla fine dell'esperienza: sarà l'utente a decidere,

in base all'elemento con cui interagirà, quale delle tre sfere rompere.

1.2.2 Obiettivo del progetto

1.2.2.1 *I festival*

Nel 2021, sotto la produzione e la direzione di Robin Studio, il progetto *Locked Up* è stato presentato e selezionato al bando Biennale College Cinema - Sezione VR a Venezia, risultando uno dei migliori due in Italia.

Per il primo anno di distribuzione si è creato un Database dei maggiori festival con sezioni dedicate al VR, che sarà accompagnato da una intensa attività di marketing e di prevendita per una seconda fase. I festival a loro volta verranno divisi in categorie, a seconda di prezzo di accesso, deadline di partecipazione e risonanza.

1.2.2.2 *Scuole, fondazioni, istituzioni.*

Contestualmente si è progettata una fase di raccolta dati e creazione di un database di scuole medie e superiori e di associazioni culturali, enti sanitari e gruppo di supporto, in Italia e successivamente con focus su Europa, UK, USA, Canada e Giappone e su tutto il mondo anglofono in generale.

Al personale didattico e sanitario verranno forniti:

- Il numero richiesto di visori con *Locked Up* preinstallato (se necessario in modalità Kiosk)
- Un tutorial per l'esperienza
- Un vademecum in formato pdf di approfondimento sulle tematiche dell'isolamento sociale.
- Una masterclass registrata o una lezione a distanza con il Dott. Antonino Giorgi della facoltà di Psicologia dell'Università Cattolica di Brescia.

In questa maniera il semplice valore della fruizione dell'esperienza viene superato dal valore didattico del pacchetto e dell'hardware che rimarrà in dotazione

1 Introduzione

ai clienti per essere utilizzato anche con altri prodotti. Questo aiuterà la diffusione della tecnologia VR in contesti didattici. Il costo previsto per l'acquisto di questo pacchetto parte da una prezzo lancio di 900 euro, comprensivo di un visore Quest2, per esperienza "seated", masterclass e spedizione del device nell'area Schengen.

1.2.2.3 Conferenze accademiche

Secondo il programma di distribuzione il Dott. Antonino Giorgi fornirà supporto di carattere accademico al progetto e permetterà, inoltre, di intervistare persone affette da sindromi di esclusione sociale volontaria o disturbi affini. Il Dott. Giorgi Si occuperà di organizzare lecture e di fornire le basi per la distribuzione dell'esperienza nell'ambito delle conferenze accademiche di settore.

1.2.2.4 Modalità di fruizione "a installazione fisica"

Uno degli obiettivi del progetto è quello di realizzare una installazione fisica. La scenografia fisica, volutamente spoglia e costituita da elementi semplici, rispecchia come volumi quella virtuale ed è studiata per essere costituita interamente di elementi pieghevoli o in pannelli di compensato. La scenografia verrà montata su moduli di tappeto danza premarcati per indicare la posizione degli elementi scenici. Tutti gli elementi che compongono la scenografia avranno una dimensione massima di 1.80m sul lato lungo, in modo da rendere l'installazione trasportabile su piccolo van. Attraverso uno schermo e una soundbar posto all'esterno dell'installazione sarà possibile anche per il pubblico di passaggio osservare ed ascoltare l'esperienza dell'utente. Sono previsti un impianto di illuminazione leggero, gestito con illuminatori RGBW compatibili con Alexa per illuminare l'interno dell'installazione e la stampa di totem, booklet e striscioni informativi Il magazzino in cui sarà stoccato il materiale per l'installazione si troverà a Torino, nella sede di Robin Studio in Via Rovigo 15. Il costo del trasporto e del montaggio dell'esperienza in Europa è previsto

per una media di € 2000 a tratta, comprensivo di accomodation e vitto per due persone addette al montaggio.

1.2.2.5 Venues e gallerie d'arte

Verranno redatte una scheda tecnica e una presentazione e potrà così partire la ricerca di spazi espositivi interessati ad ospitare l'esperienza in ambito di rassegne (Es. The Others, Artissima) e in specifiche gallerie e spazi espositivi (come La Venaria Reale, Francisco Carolinum, SFMOMA, The Lighthouse of Digital Art, re:publica, Futurium (Berlin)). Location e contatti diretti verranno anch'essi organizzati in un database e l'attività commerciale inizierà alla prima certificazione di selezione ad un festival.

Se necessario è prevista l'integrazione nel team di un contatto commerciale nell'ambito delle art fairs potenzialmente interessate. I contratti saranno redatti con la consulenza gratuita di Virginia Cimino, Project manager per progetti allestitivi presso il Museo Egizio.

1.2.2.6 CRM

Attraverso il CRM Monday.com verrà tenuta traccia di leads e sales, oltre alla gestione del flusso di lavoro interno.

1.2.2.7 Versione ridotta

Si sta realizzando inoltre una versione ridotta dell'esperienza VR. La scena della classe viene presentata come un flashback una volta che l'utente prenda in mano una foto con i compagni di classe, rievocando quel ricordo di quando l'insegnante alla lavagna umiliò il protagonista di fronte a tutti. Riducendo anche il primo atto della seconda scena della stanza si potrebbe attestare la durata a 10 min per poterlo presentare in contesti in cui la velocità dell'esperienza fosse la chiave per farlo provare a più persone possibili.

1 Introduzione

1.2.2.8 *VR users network*

Gli utenti esperti e gli influencer della community *VR* saranno il punto di riferimento per la community. Attraverso demo su *VRchat*, contatti diretti ed invio di trailer e sequenze cinematiche, puntiamo ad essere featured nei loro canali o nelle talk su piattaforme *VR*, per poter così toccare, tramite il passaparola, il mercato delle experience e raccogliere i feedback degli utenti più attenti ai dettagli. Gli screening e i pitch saranno funzionali alla raccolta di fondi e alle release successive fin dalle versioni beta.

1.2.2.9 *Piattaforma Oculus*

Locked Up verrà pubblicato secondo l'iter usuale su App Lab prima, e Oculus Store in un secondo momento. Questo però avverrà solo dopo aver terminato la fase distributiva sui festival. In caso non comporti problematiche tecniche particolari e non precluda la partecipazione al circuito dei festival, tramite App Lab renderemo l'esperienza scaricabile su invito. Al momento la nostra intenzione è quella di rilasciare *Locked Up* in forma gratuita a partire dall'inizio del 2024.

1.2.2.10 *Circuito dei planetari e delle cupole*

Ultimo canale preso in considerazione per la distribuzione, una volta percorse le altre strade, è quello delle cupole e dei planetari, che sempre più spesso bramano contenuti alternativi di qualità rispetto alle proiezioni a tema stelle e spazio. Attraverso una partnership con Starway Multimedia di Matteo Gagliardi, verrà prodotta una versione non-interattiva e 2D di *Locked Up* da proiettare nelle sale semisferiche insieme ad una serie di altre esperienze narrative selezionate. Questo consentirà alle classi di studenti di fruire l'esperienza in gruppo, azzerando quindi i costi per l'hardware. L'interesse del mercato è stato preliminarmente sondato con il supporto del Planetario di Torino e di Starway Multimedia. In caso la distribuzione nel circuito scolastico non abbia la

1.2 Caso studio: Locked Up

risonanza sperata, abbinare alla vendita del visore anche l'esperienza collettiva nel planetario potrebbe aiutare.

2 Panoramica generale della virtual reality

2.1 Storia e sviluppo degli strumenti per la realtà virtuale

In questo capitolo saranno presentate le pietre miliari nel processo di evoluzione della tecnologia *VR*. Verranno delineati a grandi linee i momenti chiave che hanno portato la *VR* ad essere attualmente una tecnologia diffusa ed affermata.

La sperimentazione nell'ambito della *realtà virtuale* è iniziata negli anni Sessanta. Grande impulso alla ricerca su tale argomento è stato dato da agenzie e enti governativi come la *NASA*, che per molti anni hanno tenuto nascosto lo sviluppo di questa industria.

Oggi, alcune aziende private, tra cui in particolar modo *META*, sono le protagoniste in campo di avanzamento tecnico della tecnologia.

2.1.1 Sutherland: la spada di Democle

Ivan Sutherland, informatico e ricercatore statunitense, vincitore del premio Turing nel 1988, è considerato il pioniere della *realtà virtuale* avendo costruito il primo HMD (head-mounted display) o visore per la *realtà virtuale* nel 1968. Si è deciso di introdurre questo paragrafo riportando un suo enunciato di 'The Ultimate Display' (1965), a seguito di conferenze sul tema della *realtà virtuale*:

2 Panoramica generale della virtual reality

Viviamo in un mondo fisico le cui proprietà siamo venuti a conoscenza con grande familiarità. Sentiamo un coinvolgimento con questo mondo fisico che ci dà la capacità di prevedere bene le sue proprietà. [...] Ci manca la corrispondente familiarità con forze su particelle cariche, forze in campi non uniformi, trasformazioni geometriche non proiettive, movimenti a basso attrito e ad alta inerzia. Un display collegato ad un computer digitale ci dà la possibilità di acquisire familiarità con concetti non realizzabili nel mondo fisico. È uno specchio in un paese delle meraviglie matematico. [2]

Negli anni '60, nonostante ancora non fosse stato introdotto il termine *realtà virtuale*, Sutherland già accennava alla costruzione di strumenti esterni al fine di migliorare l'immersione e l'interazione con il mondo virtuale. La sua idea era quella di ideare un computer in grado di generare materia attraverso stimoli sensoriali ottenuti tramite grafiche interattive, odori, suoni e applicazione di forze fisiche.

Nel 1968, tre anni più tardi, Sutherland completò il dispositivo chiamato 'La spada di Democle' a causa del fatto che lo strumento fosse così grosso e pesante che per usarlo i ricercatori dovevano montarlo su un braccio collegato al soffitto.

Si tratta di un primo dispositivo HMD nel quale l'utente che ne fa esperienza ha la possibilità di girare la testa, cambiando prospettiva di ciò che sta guardando.

2.1.2 Morton L.Hiling : Sensorama

Nel 1957 Morton L. Hiling, un regista statunitense, lavorò sulla progettazione di Sensorama, una macchina con un sistema di lenti stereoscopiche, impianto audio binaurale, sedile mobile, bocchette per la presa d'aria e diffusore di profumi.

Il Sensorama prevedeva una fruizione singola, lo spettatore poteva scegliere tra una serie di cortometraggi e immergersi in un'esperienza multisensoriale.

2.1 Storia e sviluppo degli strumenti per la realtà virtuale



Figura 2.1: La spada di Democle, Sutherland

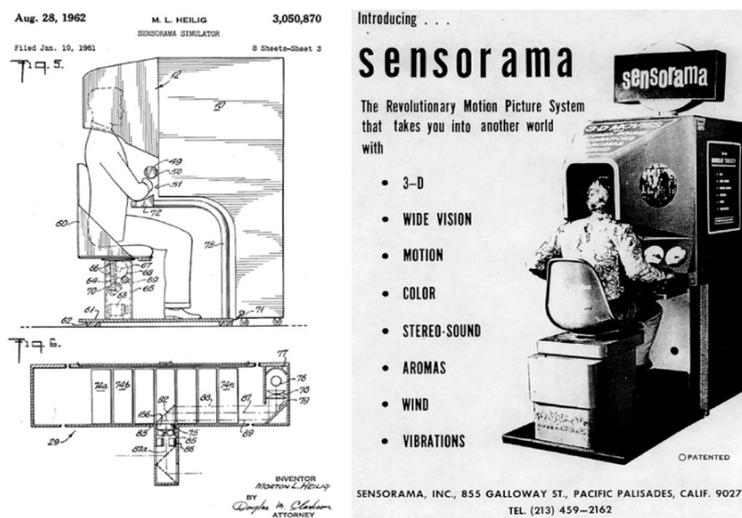


Figura 2.2: Sensorama, L.Hiling

2.1.3 Videoplac: Myron Krueger

Nel 1974 viene fondato Videoplac, un laboratorio di realtà artificiale basato su videoproiettori. L'idea era quella di rendere l'utente parte dell'installazione stessa proiettando la sua immagine su uno schermo. L'immagine proiettata dei soggetti coinvolti nell'esperienza poteva essere ruotata, ridimensio-

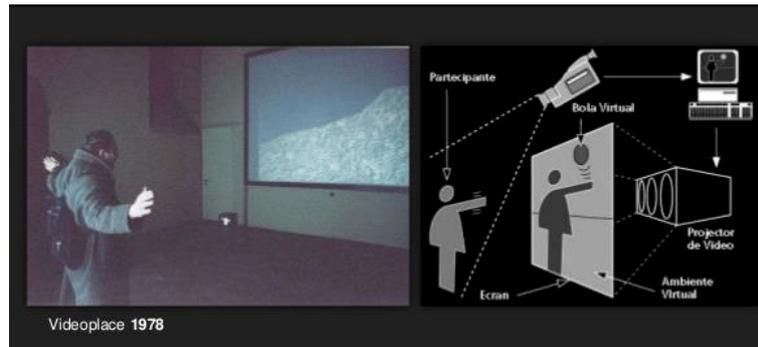


Figura 2.3: Videoplacé, Myron Krueger

nata e cambiata di colore. Inoltre, gli utenti potevano interagire con oggetti completamente virtuali.

2.1.4 VIVED (Virtual Visual Environment Display)

Negli anni '90 la NASA, il Dipartimento della Difesa e la National Science Foundation hanno finanziato gran parte della ricerca scientifica in questo settore. Il VIVED (Virtual Visual Environment Display), tecnologia finanziata dalla NASA nel 1984, consentiva ad un soggetto di esplorare gli oggetti e gli ambienti virtuali in realtime e da più punti di vista mentre un altro utente li creava nello spazio digitale.

2.1.5 VIEW (Virtual Interface Environment Workstation)

Il VIEW (Virtual Interface Environment Workstation), commissionato dalla NASA in collaborazione con VPL Research, proponeva due tecnologie: DataGlove e Eyephone HMD. E' un sistema di visualizzazione stereoscopica in cui il display può essere un ambiente artificiale generato dal computer oppure un ambiente reale trasmesso da videocamere remote. L'operatore può 'entrare' in questo ambiente e interagire con esso. Il DataGlove ha una serie di cavi in fibra ottica e sensori che rilevano qualsiasi movimento delle dita e lo riproducono su una mano virtuale.



Figura 2.4: VIVED (*Virtual Visual Environment Display*)

2.1.6 BOOM (Binocular Omni-Orientation Monitor)

Il BOOM (Binocular Omni-Orientation Monitor) è stato creato nel 1989 dal Fake Space Labs. Il BOOM è una piccola scatola contenente due monitor CRT. L'utente può prendere la scatola e muoverla nell'ambiente virtuale grazie ad un braccio meccanico che misura la posizione e l'orientamento di quest'ultima.

2.1.7 UNC Walk-Through Project

Nella seconda metà del 1980 all'Università del North Carolina è stata sviluppata un'applicazione che permetteva di camminare attraverso le architetture. Molti dispositivi VR sono stati sviluppati per migliorare la qualità del sistema come HMDs, tracker ottici e Pixel-Plane graphics engine.

2.1.8 Virtual Wind Tunnel

Sviluppato dalla NASA nel 1990, permette l'osservazione e la ricerca di campi di flusso con l'aiuto del BOOM e di DataGlove. Il DataGlove permette la manipolazione dei flussi e il BOOM la mobilità all'interno dell'ambiente virtuale per l'individuazione delle instabilità.



Figura 2.5: *BOOM (Binocular Omni-Orientation Monitor)*

2.1.9 CAVE

Il CAVE, presentato nel 1992, è un sistema immersivo virtuale che cala l'utente all'interno di un sistema di schermi piuttosto che utilizzare dispositivi HMD. Ciò limita moltissimo l'effetto di motion sickness.

I mega schermi video 3D proiettano in stereo sulle pareti e sulle pareti di una stanza l'ambiente virtuale. L'utente, attraverso l'utilizzo di occhiali dotati di sensori a infrarossi, può immergersi nell'ambiente virtuale e manipolare oggetti utilizzando una coppia di controller.

2.2 Le extended realities: differenze tra AR, VR e MR

Con extended realities (XR) ci si riferisce a tutta quella serie di tecnologie che sono in grado di 'estendere' la realtà. Al suo interno, a seconda del rapporto che esse creano tra il reale e il virtuale, distinguiamo tre tipi di tecnologie : Augmented Reality (AR), Mixed Reality (MR), Virtual Reality (VR). In questo paragrafo viene presentata una breve descrizione delle differenze per poi



Figura 2.6: AR,VR,MR

soffermarsi sulla virtual reality e i suoi settori di applicazione.

2.2.1 AR (Augmented Reality)

Questa tecnologia implementa elementi 3D virtuali all'interno dell'ambiente reale, visionabili attraverso l'utilizzo di devices come smartphone e tablet.

E' la tecnologia più utilizzata e più facilmente usufruibile in quanto i devices utilizzati presentano già di fabbrica fotocamera, processore e spazio di archiviazione. Non si necessita, fatta eccezione di casi specifici, di apparecchiature esterne.

Tutti i più grandi social media hanno ormai integrato questa tecnologia permettendone la diffusione. Basti pensare, per esempio, ai filtri di Snapchat e Instagram che sono largamente utilizzati da ogni tipologia di utente.

In ambito videoludico l'esempio più eclatante è PokemonGo. Lanciato sul mercato da Nintendo nel 2016, sfrutta il rilevamento di posizione dell'utente tramite GPS per creare una mappa 'aumentata' in cui è possibile catturare i piccoli yokai virtuali all'interno dell'ambiente urbano che si sta esplorando.

2.2.2 MR (Mixed Reality)

Si pone nella via intermedia tra la AR e la VR.

La mixed reality si basa sulla creazione di modelli olografici in 3D che si inseriscono visivamente all'interno dell'ambiente fisico.

Queste immagini olografiche sono visionabili attraverso degli appositi visori che si differenziano da quelli per la VR in quanto possiedono un doppio paio di lenti trasparenti che permettono di vedere l'oggetto virtuale integrato nell'ambiente reale.

Il principale modello di visore per tale tecnologia è l'Hololens di Microsoft. Questa tecnologia è ampiamente utilizzata in ambito culturale, presentandosi come valido linguaggio per raccontare l'arte e la storia. Presenta tuttavia una serie di limiti connessi alla compresenza di mondo reale e virtuale.

2.2.3 VR (Virtual Reality)

La *realtà virtuale*, come accennato in precedenza, è totalmente immersiva in quanto simula l'ambiente in cui l'utente è immerso staccandosi completamente da quello reale.

L'ambiente virtuale può essere creato tramite sistemi di grafica 3D o con riprese dal vero utilizzando videocamere 360.

La VR, inoltre, permette anche l'interazione con il mondo virtuale grazie ad una serie di sensori integrati ed esterni e a una serie di input quali controllers, gloves e 'zainetti'.

Attualmente il mercato dei visori è conteso tra Oculus e HTC Vive.

2.3 Report e indagini di mercato sulla VR

In questo paragrafo si vuole analizzare i livelli di consumo attuali e le principali aree geografiche di diffusione della tecnologia VR basandosi su paper di indagini e statistiche di mercato.

A livello globale il mercato asiatico e quello statunitense sono gli epicentri per la produzione di hardware e per la ricerca nello sviluppo tecnologico.

In Europa, secondo un paper pubblicato nel 2021 da Ecorys, Germania, UK e Francia sono i principali paesi di diffusione di tale tecnologia in termini di numero di aziende nel settore e creazione di contenuti. In Germania gli ambiti più diffusi sono media per advertisement (12,4%) e entertainment (9.7%) per la scena Berlese e settore automotive per la scena XR del sud (Monaco, Stuttgart e Darmstadt).

La scena inglese comprende sia applicazioni industriali che contenuti creativi. Londra, Bristol e Brighton sono le aree di sviluppo principale di start-up e

aziende del settore.

In particolare, i settori in cui il Regno Unito maggiormente si rivolge sono quelli di Entertainment (13.1%) e gaming (10,8%).

In Francia gli hub principali per l'industria VR sono Parigi e Laval. Quest'ultima, nonostante sia una piccola città nel nord della Francia, ospita uno degli eventi XR più attesi e acclamati: Laval Virtual. In Francia le applicazioni maggiormente sviluppate sono nel settore automotive (18.8%) e intrattenimento cinematografico (10,5%).

In Italia la maggior parte delle industrie XR si concentrano nel nord, con Milano e Torino principali hubs. Le aziende si dedicano principalmente al settore automotive, luxury fashion, design e cultura. La tecnologia VR è ancora ai primi sviluppi in Italia ma sta prendendo piede grazie agli investimenti da parte del governo nell'implementazione dell'industria 4.0. Uno dei principali problemi connessi allo sviluppo di tale tecnologia è connesso alla disponibilità di aziende di piccole dimensioni che sono riluttanti nell'investire in tecnologie nuove e costose[3].

In linea generale è interessante notare che l'industria videoludica è stata quella che ha dato una spinta notevole allo sviluppo di queste tecnologie. Il segmento dei giochi, infatti, rappresenta la quota di mercato più ampia.

C'è stata una rapida crescita dei giocatori VR e AR in tutto il mondo, ampliando l'orizzonte di mercato. [...] si prevede che la base globale di utenti di giochi VR e AR aumenterà a 216 milioni di utenti e varrà 11,6 miliardi di dollari entro il 2025 [4].

Lo sviluppo hardware nel continente asiatico sta raggiungendo risultati impressionanti:

2 Panoramica generale della virtual reality

A marzo del 2022 DPVR, un'azienda di progettazione e produzione di dispositivi per realtà virtuale con sede a Shanghai, ha lanciato DPVR 4G/5G per i suoi visori VR all-in-one. La società ha affermato che il nuovo modulo è progettato per consentire a settori verticali come formazione, assistenza sanitaria, istruzione e conferenze di integrare i visori VR in situazioni che richiedono l'utilizzo mobile o il lavoro a distanza. Il nuovo DPVR supporta le bande di frequenza 2G/3G/4G e 5G in tutto il mondo.¹

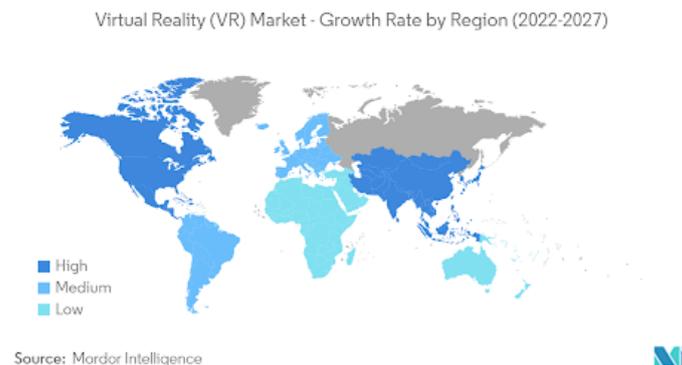


Figura 2.7: Growth Rate by Region, MordorIntelligence

2.4 Tecnologie per la realtà virtuale

Per ciò che concerne i sistemi hardware, è possibile distinguere sistemi di fruizione attivi e passivi.

I sistemi passivi sono comunemente chiamati cardboard e sono largamente utilizzati in ambito educativo. La qualità dell'immagine dipende dalle specifiche dello smartphone utilizzato per la fruizione. Un sistema di questo tipo è il Samsung Gear VR.

L'interattività è molto limitata essendo vincolata a un dispositivo esterno di tipo 'punta e clicca' che consente mobilità ridotta nell'ambiente virtuale.

I sistemi attivi si caratterizzano per un'esperienza molto più immersiva. Sono i cosiddetti HMD o Head-Mounted-Display, costituiti da una coppia di

¹VIRTUAL REALITY (VR) MARKET - GROWTH, TRENDS, COVID-19 IMPACT, AND FORECASTS (2022 - 2027). MordorIntelligence, 2021



Figura 2.8: GearVR

schermi per la visione stereo e da sistemi di rilevamento del movimento della testa.

L'audio viene riprodotto attraverso degli auricolari integrati all'interno dell'HMD. L'utente può navigare all'interno dello spazio virtuale tramite l'utilizzo di controller dotati di sensori per il tracciamento del movimento delle mani e delle dita.

Nel 2018 sono comparsi sul mercato i primi dispositivi stand-alone, come l'Oculus GO e l'Oculus Quest. Questi dispositivi sono utilizzabili wireless grazie alla disponibilità di un hardware interno.

Al giorno d'oggi, i migliori HMD rivolti al mercato di massa sono prodotti da due grandi aziende americane: la Oculus VR e la Valve Corporation.

I dispositivi principali di Oculus Quest VR sono Oculus Rift S (marzo 2019), Oculus Quest e Oculus Quest 2 (2020). Quelli di Valve Corporation sono Valve Index (2019) e HTC Vive Cosmos Elite (2020).

Il principale vantaggio dell'Oculus Quest 2 è che è un dispositivo wireless consentendo all'utente maggiore libertà di movimento, mentre Oculus Rift S, Valve Index e HTC Vive devono essere collegati ad un PC da gaming tramite cavo.

2 Panoramica generale della virtual reality



(a) Oculus Rift S

(b) Valve Index



(c) Oculus Quest 2



(d) HTC Vive Pro

Il Valve Index presenta una qualità grafica migliore in termini di campo visivo (130 gradi), risoluzione (2880x1600 pixel) e frequenza di aggiornamento (80/90/120 e 144Hz).

Oculus Rift ha un sistema di tracking unico rispetto agli altri: utilizza un monitoraggio interno con cinque telecamere integrate che mappano l'area intorno all'utente. Non necessita quindi di telecamere esterne rendendo il sistema molto semplice da configurare.

HTC Vive PRO e Valve Index sfruttano sensori esterni per delimitare area di gioco e registrare i suoi movimenti.

Per quanto riguarda i controller, i Valve Index sono i migliori in quanto tracciano i movimenti di ogni dito per offrire un'esperienza più realistica.

In termini di prezzi, l'Oculus Rift è molto più economico degli altri due: il kit completo costa 450 euro contro 1490 e 1070 euro (prezzi aggiornati al 2022).

Rispetto al Rift e al Quest che utilizzano uno schermo OLED, il Quest 2 ne ha

uno LCD che presenta un contrasto inferiore e un nero meno profondo.

La risoluzione del Quest 2 risulta essere nettamente superiore rispetto ai due predecessori in quanto presenta un unico pannello LCD capace di generare 1832x2880 pixel per occhio. Ciò rende il reticolo di pixel quasi invisibile alla vista. In termini di costo e di refresh rate, l'Oculus Quest 2 e il Rift S sono paragonabili[5].

Per maggiori dettagli tecnici sulla tecnologia VR 'Oculus Quest 2' si rimanda al paragrafo 5.2.1 Oculus Quest 2.

3 Grammatica della VR: Immersione, emotività e interazione

Di seguito vengono approfonditi gli elementi chiave che caratterizzano un prodotto in realtà virtuale: immersione, presenza e interazione.

3.1 Immersione e presenza

Oliver Grau è uno storico dell'arte e teorico dei media specialista in scienza delle immagini, comunicazione visiva nelle arti e multimedialità moderna. Grau dirige principalmente la sua ricerca attraverso la storia delle arti multimediali, intorno alle nozioni di immersione ed emozione, presenza televisiva e vita artificiale [6].

In 'Visual Art: From Illusion to Immersion' (2003) analizza in un'ottica comparativa la storia delle teorie immersive e l'evoluzione del senso di illusione prodotte dai media. Oliver Grau delinea la transizione da illusione a immersione come passaggio dai media tradizionali, in cui il canale visivo è dominante, alla comunicazione digitale, in cui l'esperienza passa attraverso un coinvolgimento multisensoriale e interattivo.

La vocazione esperienziale dell'arte passa attraverso concezioni teoriche, ricerche e pratiche tese al coinvolgimento sensoriale sempre più spinto. In quest'ottica la svolta generata dal computer e dalla cibernetica coinvolge l'arte in molteplici direzioni.

Questi sono i presupposti per comprendere l'emergere dell'arte virtuale digitale e l'evoluzione delle interfacce naturali.

In un'opera in virtual reality, l'ambiente ricostruito in CG oppure ripreso dal vero (o una fusione tra i due) e la caratteristica del media di essere polisensoriale, concorrono al processo di 'totalizzazione': l'opera d'arte, il messaggio da essa veicolata e il mezzo attraverso cui avviene la rappresentazione sono percepiti in maniera unitaria.

Attraverso l'utilizzo della tecnologia, della computer grafica e di strumenti di interazione esterni (headset e controller), il corpo si trova in un ambiente virtuale ma i sensi hanno la percezione di assistere e interagire con un mondo simulato.

Questa tecnologia non confina lo spettatore ad una inquadratura fissa, ma gli lascia libertà di direzionare lo sguardo nell'ambiente ripreso. Il movimento presenta 6 DOF (gradi di libertà), a differenza del cinema 360 che ne presenta generalmente 3. L'utente può muovere la testa, sporgersi, avvicinarsi e camminare. Grazie alla diretta correlazione tra il movimento nello spazio reale e quello virtuale, la libertà di movimento e l'immersività sono portati all'estremo, escludendo eventuali vincoli fisici legati all' utilizzo dell' attrezzatura.

Poiché l'utente può muoversi, avvicinarsi agli oggetti, afferrarli e interagire con essi, capiamo come questa libertà amplifichi il senso di presenza e di appartenenza al mondo digitale. [7]¹

3.2 Emotività e attrazione

I concetti di immersione e presenza non possono prescindere da elementi soggettivi quali esperienza pregressa dell'utente e empatia di quest'ultimo verso l'ambiente e la situazione rappresentata.

Si suppone che un pubblico che abbia avuto esperienza con prodotti in CGI

¹Joshua Cameron; Gary Gould; Adrian Ma., 360 Essentials: A Beginner's Guide to Immersive Video Storytelling. p.20

cinematografici o videogame sia più propenso a ‘staccarsi’ dalla realtà, immergersi nell’ambiente virtuale ed empatizzare con esso. La virtual reality quindi si pone come un mezzo più facilmente dedicato alle nuove generazioni, immerse sin dall’infanzia nel consumo mediatico.

La chiave emotiva risulta essere fondamentale per l’immersività del prodotto mediale virtuale. L’ elemento su cui far leva per avvicinarsi al nuovo media è lo stupore, la meraviglia.

Si parte dall’affermazione di Gunning per quanto riguarda il cinema tradizionale:

L’estetica dell’attrazione si rivolge direttamente al pubblico, come in questi primi film del treno dei fratelli Lumière, esagerando questo confronto in un’esperienza che assale lo spettatore . [...] Se i primi spettatori gridavano, era per riconoscere il potere della nuova tecnologia di spazzare via un precedente e fermamente radicato senso della realtà. La vertiginosa esperienza della fragilità della nostra conoscenza del mondo davanti al potere dell’illusione visiva ha prodotto quel miscuglio di piacere e ansia [...] sensazioni ed emozioni e su cui si fonda una nuova estetica delle attrazioni [8]²

Secondo Gunning, lo stupore e la paura verso le capacità intrinseche del cinematografo e la percezione dell’inganno dei sensi hanno fatto sì che si sviluppasse un interesse e un’attrazione verso il nuovo media. In seguito, quando lo spettatore comincia ad abituarsi alla novità, si ha il passaggio da estetica della meraviglia a rappresentazione narrativa.

Il concetto di ‘estetica della meraviglia’ può essere declinato analogamente al nuovo strumento della realtà virtuale: l’utente si sente completamente immerso nell’ambiente virtuale coinvolgendo i sensi di vista e udito. Ciò provoca stupore, meraviglia e talvolta ansia.

Uno degli esempi più interessanti di esperienza virtuale priva di trama e il cui scopo è quello di far scaturire nello spettatore sinergicamente emozioni primarie quali stupore, meraviglia e paura, è “Spheres” diretto da Eliza McNitt e

²TOM GUNNING, An Aesthetic of Astonishment: Early Film and the (In)Credulous Spectator, in *Viewing Positions: Ways of Seeing* pp.121-122

presentato alla 75esima Mostra del Cinema di Venezia (2018)[9]³.

Si tratta di un progetto in realtà virtuale suddiviso in tre capitoli in cui la regista conduce lo spettatore nell'universo e gli permette di esplorare i suoni dello spazio e percepire le onde elettromagnetiche che emettono i corpi celesti nello spazio.

Lo stupore e la meraviglia sono garantiti dalla totale immersione in uno spazio a noi tuttora sconosciuto: l'universo.

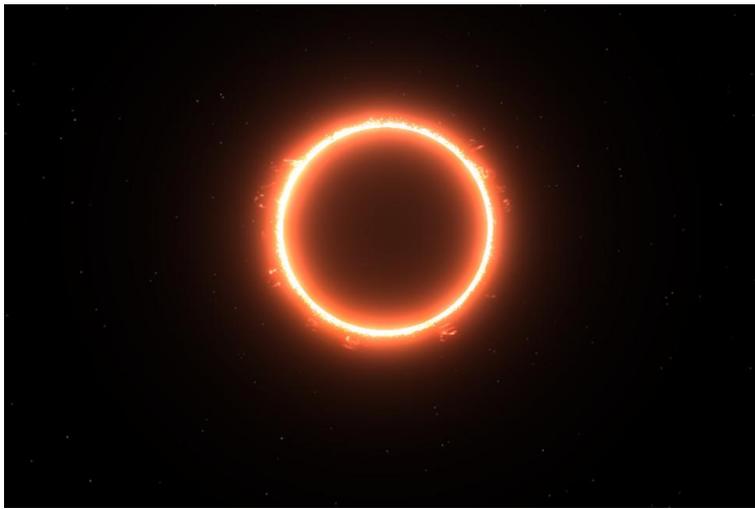


Figura 3.1: *SPHERES: CHORUS OF THE COSMOS*, Eliza McNitt

3.3 Interazione

La Mostra del Cinema di Venezia suddivide le opere VR in due categorie : ‘lineare’ e ‘interattivo’.

Della categoria ‘lineare’ fanno parte cortometraggi immersivi che sfruttano l'utilizzo di un headset e di audio binaurale ma non prevedono alcun tipo di interazione nello spazio virtuale. In questo caso la libertà di movimento ha 3 DOF.

³Un video dell'esperienza è presente su vimeo al seguente link: <https://player.vimeo.com/video/285035081?color=ffffff&title=0&byline=0&portrait=0>

Un esempio di cortometraggio appartenente a questa categoria è 'End of night' di David Adler presentato alla 78° mostra del cinema di Venezia. Lo spettatore si trova a bordo di una barca con Josef, in fuga dalla Danimarca occupata. Il viaggio racconta attraverso la trasformazione dell'ambiente circostante la vita di Josef e i dolorosi ricordi che gli affiorano alla mente relativi al trauma della fuga [10]⁴.



Figura 3.2: *END OF NIGHT*, David Adler

Sono 'interattivi', invece, quei cortometraggi che utilizzano tecnologie apposite supplementari come controller e 'guanti' per interagire con l'ambiente virtuale. La libertà di movimento nella VR può avere 6 DOF, se l'utente è libero di muoversi nello spazio, oppure 3DOF se è fermo in un punto ma ha una visione a 360°.

La capacità di muoversi può essere ricreata attraverso l'uso di controller oppure tramite utilizzo di sensori interni o esterni muovendosi fisicamente nello spazio circostante. Un esempio interessante di progetto virtuale interattivo a 3 DOF è GOLIATH: PLAYING WITH REALITY.

Goliath: Playing with reality è il progetto premiato alla 78° edizione della Mostra del Cinema di Venezia. Gli autori conducono lo spettatore a 'scomporsi' e

⁴Un video dell'esperienza è presente su Youtube al seguente link: <https://www.youtube.com/watch?v=PGMu8F7gsQg>

‘dematerializzarsi’ attraverso un’animazione grafica raffinata, per immergersi all’interno del vissuto del protagonista.

Goliath: Playing with Reality segue la storia vera di un uomo dall’infanzia travagliata, che perde i genitori e a cui viene poi diagnosticata la schizofrenia. Trascorrerà molti anni in un ospedale psichiatrico, imbottito di farmaci e quasi sempre in isolamento. Quando ne esce, riesce a relazionarsi con gli altri solo partecipando a giochi multiplayer online.

Entriamo nel mondo di Goliath, scivolando tra reale e irreale, attraverso conversazioni sincere, animazioni ipnotiche e interazioni tattili.

Il progetto analizza cosa significhi non sentirsi in accordo con il mondo e trovare il proprio posto per mezzo di realtà condivise [11]⁵.

L’utente può interagire con gli oggetti utilizzando i controller. Durante l’intera esperienza l’utente è guidato dai pensieri del personaggio che si materializzano e dematerializzano sottoforma di figure geometriche sfruttando effetti visivi straordinari.

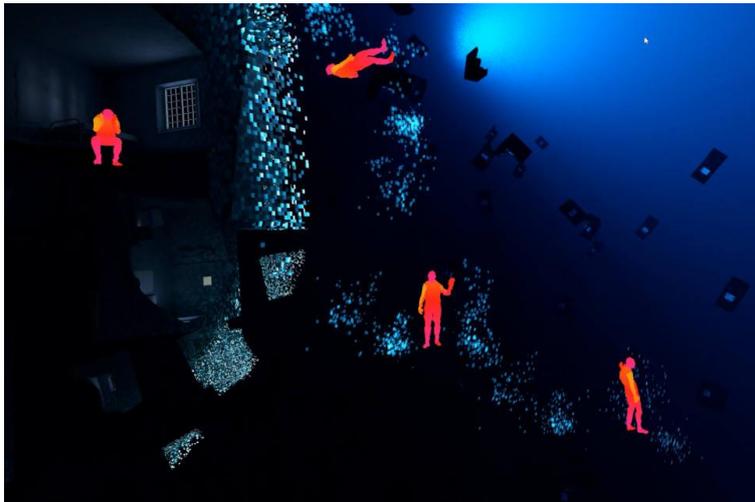


Figura 3.3: *END OF NIGHT*, David Adler

⁵Al seguente link è possibile vedere l’intera esperienza di gioco: <https://www.youtube.com/watch?v=QdcfLwZZ114>

4 Utilizzo della VR nel settore cinematografico

Si è deciso di introdurre questo paragrafo con un esempio emblematico a dimostrazione del fatto che anche il cinema sta muovendo le proprie radici verso il mondo della tecnologia virtuale, pur mantenendo alcuni paradigmi tecnici e semantici del medium tradizionale: *Carne y arena* (2017) del regista Oscar Alejandro G. Iñárritu.

Questo primo esempio, rappresenta un caso molto interessante, in quanto Iñárritu è un regista proveniente dal cinema tradizionale che si avvicina al cinema in realtà virtuale con l'obiettivo di superare la dittatura dell'inquadratura.

L'installazione in realtà virtuale "*Carne y arena*" (2017) del regista Oscar Alejandro G. Iñárritu è stato incluso nella selezione ufficiale del 70° festival di Cannes.

Basato sul racconto di fatti realmente accaduti, il progetto confonde e rafforza le sottili linee di confine tra soggetto e spettatore, permettendo ai visitatori di camminare in un vasto spazio e rivivere intensamente un frammento del viaggio di un gruppo di rifugiati. "*Carne y arena*" utilizza le più recenti e innovative tecnologie di realtà virtuale, mai usate prima, per creare un grande spazio multi-narrativo che include personaggi reali. Iñárritu afferma:

4 Utilizzo della VR nel settore cinematografico



Figura 4.1: *Carne y Arena*, Alejandro G. Iñárritu

La mia intenzione era di sperimentare con la tecnologia VR per esplorare la condizione umana e superare la dittatura dell'inquadratura, attraverso la quale le cose possono essere solo osservate, e reclamare lo spazio necessario al visitatore per vivere un'esperienza diretta nei panni degli immigrati, sotto la loro pelle e dentro i loro cuori [12]

La VR rende osmotica lo scambio tra visione ed esperienza, dissolvendo la dualità tra corpo organico e corpo artificiale. È una rivoluzione comunicativa in cui il vedere si trasforma in sentire e in condividere fisicamente il cinema: una transizione dallo schermo allo sguardo dell'essere umano, con un'immersione totale dei sensi.

4.1 Il linguaggio cinematografico nelle esperienze virtuali

‘Può la tecnologia combinata della virtual reality risultare a tutti gli effetti una nuova strada per la creazione di contenuti artistici, un valido vettore per strutturare lo storytelling e un modo per fare filmmaking, ponendosi come nuova forma cinematografica?’

Per poter dare una risposta alle domanda che ci si è posti all’inizio di questa tesi, è importante analizzare i punti di contatto e di dissonanza più significativi tra il linguaggio del cinema e quello della realtà virtuale.

Lev Manovich parla di ‘interfacce culturali’, ovvero di interfacce uomo-computer-cultura, per definire la modalità di accesso alle informazione della società odierna, mediata da computer che permettono di interagire con essi. Per Lev Manovich il cinema è l’interfaccia culturale per eccellenza, dal momento che è sempre più comune rappresentare i dati sotto forma di contenuti audiovisivi dinamici. Considerando la virtual reality un’interfaccia culturale che deriva dal linguaggio cinematografico tradizionale, possiamo riscontrare diversi punti di analogia e differenza tra i due media.

4.1.1 Il montaggio

La principale differenza tra narrazione cinematografica e quella della virtual reality, consiste nella totale assenza di inquadratura. Nel momento in cui l’esperienza simulata è in prima persona e interattiva, la continuità nel montaggio è la logica dominante.

Il visore permette all’utente di avere una visione stereoscopica a 360° minimizzando alcuni elementi comuni alla grammatica filmica: il montaggio; il campo-controcampo; i diversi piani all’interno della composizione.

Ciò è vero se ci si riferisce all’esperienza virtuale come esperienza in prima persona e interattiva.

Quando, invece, l’esperienza ha un impianto narrativo più marcato, si sfrutta-

4 Utilizzo della VR nel settore cinematografico

no rappresentazioni semisoggettive in camera tracking oppure in terza persona, che permettono di concentrare l'attenzione degli utenti su eventi e oggetti particolarmente significativi ai fini narrativi : le cut scenes.

Le cut scenes, largamente utilizzate nei videogame, permettono di incrementare l'aspetto emozionale dell'opera sfruttando la grammatica del cinema tradizionale. Queste ultime hanno un ruolo fondamentale nei videogiochi, in quanto mostrano all'utente gli effetti delle sue decisioni, accrescendo la sua importanza.

Negli ambienti virtuali, le cut scenes permettono di sottolineare l'importanza di qualche evento o oggetto 3D, coinvolgendo l'utente e guidandolo all'interno di uno spazio che altrimenti potrebbe risultare di difficile esplorazione.

Altra tecnica che viene sfruttata all'interno degli ambienti virtuali che possiamo ricondurre ad una forma di montaggio, è il teletrasporto in punti 'notevoli': l'utente viene teletrasportato in punti specifici per privilegiare alcuni punti di vista.

Se da un lato, queste tecniche rendono l'utente più vicino ad uno spettatore cinematografico e lo accompagnano nell'esperienza, dall'altro ne invadono la libertà e l'autonomia di esplorazione, rischiando di andare a rompere il senso di immersione e di presenza e riducendo il visore a una macchina da presa.

Uno degli esperimenti più interessanti e meglio attuati nella storia dal punto di vista del montaggio in VR, è 'Gloomy Eyes' di Jorge Tereso e Fernando Maldonado presentato alla 76° edizione del Cinema di Venezia.

Quando il sole si stanca della razza umana, decide di nascondersi e non sorgere mai più. Allora le tenebre richiamano in vita i morti dalle loro tombe. Un giovane zombi chiamato Gloomy e una ragazza mortale di nome Nena si innamorano e costruiscono un legame così profondo che nemmeno l'uomo più potente della città può distruggere. [13]¹

¹Al seguente link è possibile vedere l'intera esperienza di gioco: <https://www.youtube.com/watch?v=oWLywD0nvkQ&t=265s>

4.1 Il linguaggio cinematografico nelle esperienze virtuali

Gloomy Eyes è una sfida a più livelli: utilizza i device specifici della realtà virtuale giocando con il concetto di scala. A livello cinematografico l'intera



Figura 4.2: *Gloomy Eyes*. Jorge Tereso, Fernando Maldonado

esperienza è riconducibile a un piano sequenza che riprende in stop motion un'ambientazione costruita in miniatura. Lo spettatore, personaggio esterno alla storia e osservatore della vicenda, può girare attorno alla scenografia e avvicinarsi come se fosse all'interno del set.

In questo caso, il montaggio rispetta la prerogativa di continuità richiesta dal mezzo: non ci sono stacchi o cambi di scena, ma l'evoluzione dell'ambientazione segue i movimenti dei personaggi che conducono lo spettatore a percorrere una scala a chiocciola fittizia.

In questo capolavoro della virtual reality, non solo la componente autoriale e di fruizione riescono a convivere, ma si rafforzano l'una con l'altra.

Lo spettatore, sebbene guidato dal punto di vista dell'autore, è libero di esplorare l'ambientazione dalle diverse angolazioni scorgendo nuovi dettagli.

4.1.2 La macchina da presa

HERE presenta un adattamento immersivo del rivoluzionario graphic novel di Richard McGuire. Questa singolare esperienza è un grande film biografico in cui il protagonista è un luogo anziché una persona. Attraverso l'acquisizione volumetrica e la tecnologia della realtà virtuale, partecipiamo con i numerosi personaggi che in epoche diverse hanno considerato casa propria questa specifica stanza. Gli spettatori sentiranno gli echi e i riverberi dei rapporti umani che hanno lasciato il segno in tempi diversi, connettendosi con coloro che ci sono stati nel passato e con chi deve ancora venire. L'innovativo racconto in VR invita il pubblico a riflettere sulla natura dell'esperienza umana attraverso generazioni differenti. [14]

La macchina da presa virtuale assume il ruolo di interfaccia, strumento indispensabile per accedere alle informazioni presenti nello spazio virtuale, influenzando sul punto di vista dello spettatore.

E' ruolo del progettista attribuire all'utente il compito di osservatore dello spazio virtuale oppure quello di personaggio attivo all'interno dell'esperienza.

Il cortometraggio 'Here' di Lyander Ashton, presentato alla 77° Mostra Internazionale del Cinema di Venezia, è un esempio interessante di come l'autorialità registica possa ancora essere elemento cardine in un progetto VR.

In questa esperienza, lo sguardo dell'utente è posto in un angolo della stanza e l'esperienza narrativa si evolve e si trasforma davanti ai suoi occhi. La sensazione è simile a quella di essere su un palcoscenico teatrale dinamico, all'interno di una scenografia che si trasforma. L'utente VR è spettatore passivo, il suo punto di vista è vincolato da una scelta registica che gli attribuisce il ruolo di macchina da presa virtuale.

Il regista, inoltre, utilizza delle tecniche cinematografiche per fare in modo che lo spettatore non perda l'attenzione di alcuni momenti chiave della narrazione grazie all'audio spazializzato e visual cues.

In questo esempio, l'autorialità della regia è ancora elemento cardine dell'e-

4.1 Il linguaggio cinematografico nelle esperienze virtuali



Figura 4.3: *Here*. Lysander Ashton.

sperienza, come nel cinema tradizionale.

Nonostante HERE sia un'esperienza virtuale estremamente immersiva e d'impatto emotivo, la vera sfida della virtual reality risiede proprio nella libertà di fruizione e nello sfruttamento delle potenzialità tecnologiche del nuovo mezzo.

Quando, invece, l'osservatore diventa utente attivo, ha la possibilità di abbandonare l'immobilità del punto di vista caratteristico delle precedenti forme di rappresentazioni visive. Il punto di vista, quando l'esperienza è in prima persona e prevale la libertà di fruizione, coincide con la tipologia di esperienza sensoriale che l'utente sperimenta all'interno dell'esperienza.

Derrick de Kerckhove, direttore del McLuhan Program Culture and Technology dell'Università di Toronto, afferma a tal proposito che

“Il punto di vista, in quanto fondazione del soggetto, verrebbe sostituito dal point d'être: la realtà artificiale diverrebbe allora presenza sul corpo, in contatto con la realtà esistente e con l'indivisibilità psicosensoriale del soggetto.”

In ambito cinematografico, la macchina da presa costituisce e rappresenta il punto di vista dell'autore. Il prodotto cinematografico si costruisce come un 'architettura di punti di vista'.

In un ambiente virtuale, invece, l'esperienza del fruitore è totalmente diversa: lo sguardo diventa esso stesso la macchina da presa. Il ruolo dell'autore e del

4 Utilizzo della VR nel settore cinematografico



Figura 4.4: *Kobold*. Max Sacker, Ioulia Isserlis

progettista è quello di intercalarsi nei panni dello spettatore e portare la narrazione ad essere incentrata sulla fruizione e non più sull'autore.

Un esempio interessante di progetto VR in cui l'autorialità del punto di vista si scioglie per lasciar posto alla libera fruizione nell'ambiente virtuale è 'Kobol' di Max Sacker e Ioulia Isserlis, proposto alla 78° edizione del Festival Nazionale del Cinema di Venezia:

'KOBOLD è un nuovo tipo di esperienza horror che confonde il limite tra cinema e gioco in VR. Immedesimatevi in un esploratore urbano che indaga il caso misterioso di un ragazzo scomparso. Prendete la torcia e scoprite i segreti di una villa abbandonata nel mezzo di un'oscura foresta. Immergetevi nel vero realismo cinematografico, esplorate un universo interattivo, raccogliete gli indizi e avventuratevi in un mondo mistico in cui le vostre azioni possono avere gravi conseguenze. Grazie a elementi visivi intensamente realistici catturati con fotogrammetria, movimento libero e interazioni intuitive, KOBOLD è un'esperienza VR unica, che trascina e terrorizza...' [15]

Nell'esperienza, l'utente è libero di muoversi all'interno dello spazio virtuale e interagire con una moltitudine di oggetti.

Si tratta di un esperimento interessante perché si trova a metà tra il cinema e

il videogame. All'inizio viene mostrato all'utente il contesto narrativo in cui l'esperienza è ambientata sotto forma di cortometraggio, dopodiché si entra nel vivo dell'azione in prima persona.

Inoltre, per rendere l'esperienza il più cinematografica e realistica possibile, l'ambientazione è stata resa scannerizzando con la fotogrammetria una villa di Brandenburg, in Germania.

Gli attori sono stati scannerizzati in 3D e animati utilizzando la motion capture e facial capture.

4.1.3 I professionisti del settore

Sia il cinema che la realtà virtuale, sono media che possono essere utilizzati con scopi narrativi e perciò avvalersi degli stessi strumenti in fase di produzione e di stessi professionisti del settore.

In entrambi i casi, infatti, viene preparato uno storyboard, la sceneggiatura e gli artwork.

Nel caso dello storyboard, a differenza del cinema, si parla di storyboard interattivo, ossia una complessa struttura testuale che consente la creazione di storie dotate di interazioni significative. In fase di progettazione devono, infatti, essere previste tutte le possibili connessioni tra segmenti narrativi, che devono necessariamente portare al compimento della narrazione.

Possono, inoltre, essere inclusi scenografi se l'ambientazione virtuale vuole essere realizzata utilizzando la tecnica della fotogrammetria scannerizzando un ambiente reale.

Anche nei progetti in realtà virtuale vengono chiamati a recitare virtualmente attori provenienti dall'industria cinematografica. Le tecniche combinate di motion e facial capture permettono di conferire un realismo nei movimenti assoluto che, combinati con le potenzialità della CGI, possono essere trasferiti a qualsiasi tipo di avatar. Spesso vengono inclusi doppiatori, trattandosi per la maggior parte delle volte di un prodotto di animazione.

Quando l'esperienza è in prima persona, è comune avere la voce di un narra-



Figura 4.5: Alita: :Personaggio finale e attrice in live action con addosso la tuta per il motion capture.

tore esterno che guida l'esperienza e stimola l'emotività dello spettatore.

4.2 Il processo di produzione di un prodotto VR

I progetti interattivi virtuali hanno ereditato parte della pipeline di produzione dallo sviluppo software, essendo profondamente dipendenti dalla programmazione informatica.

L'approccio principale utilizzato è l'Agile methodology che è infatti lo stesso che si usa per lo sviluppo software.

Si tratta di uno sviluppo principalmente basato su test, stand-up, sessioni di pianificazione e sprint.

Una cosa che distingue Agile da altri approcci è l'attenzione alle persone che lavorano e al modo in cui lavorano insieme. Le soluzioni si evolvono attraverso la collaborazione tra team interfunzionali auto-organizzati, che utilizzano le pratiche appropriate per il loro contesto.[16]

Il workflow è caratterizzato da consegne continuative di piccoli pezzi di lavoro per avere rapidi feedback. Questa risulta essere la metodologia di lavoro più appropriata siccome l'abilità di cambiare rapidamente è essenziale per risolvere problemi di design complessi.

I brevi periodi in cui vengono settati dei nuovi obiettivi sono chiamati sprints.

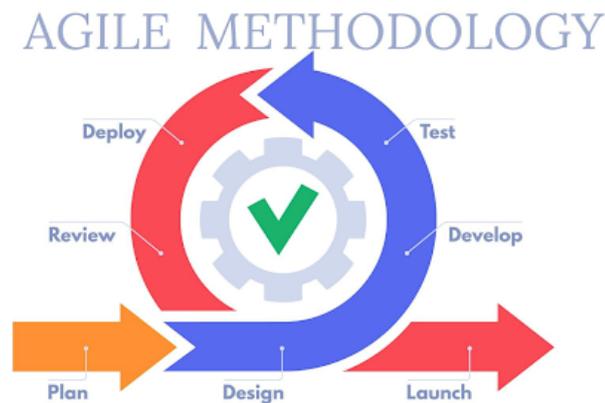


Figura 4.6: *Agile Methodology*.

I punti fondamentali per la metodologia sono i seguenti :

- Lavorare in Sprint: Gli sprint sono obiettivi di lunghezza fissa che devono essere chiari e fattibili.
- Tenere riunioni Scrum: gli incontri Scrum sono brevi incontri in cui i membri del team mostrano ciò che hanno compiuto, fissano obiettivi per il giorno successivo e discutono di eventuali ostacoli che impediscono loro di realizzare i loro obiettivi.
- Dare priorità e lavorare su caratteristiche basate su input da potenziali utenti: il produttore o product manager possiede un elenco di caratteristiche e prende decisioni con il team su quali di queste caratteristiche sono prioritarie.

All'interno delle metodologie Agile e Scrum, Interactive Studio di NFB, con sede a Montréal, ha concepito una divisione dei compiti della produzione in tre linee principali, ciascuna che identifica un aspetto diverso della produzione del contenuto:

- Il primo team è responsabile della pipeline creativa/editoriale. Di solito comprende la persona, o il gruppo di persone, che ha sviluppato l'idea

originale. Si concentrano sugli aspetti creativi del lavoro, definendo la narrazione e elaborando possibili modalità di interazione dell'utente e le dinamiche dell'esperienza.

- Il secondo team è responsabile delle tecnologie coinvolte nella creazione del progetto. Lavorano sul back-end della domanda; per questo motivo, è solitamente formata da programmatori e sviluppatori di software.
- Il terzo team lavora sul design dell'esperienza. È responsabile del front-end parte dell'applicazione, definendo e costruendo la migliore interfaccia per interagire con la narrazione. Di solito è composto da programmatori, artisti 3D e designer.

4.3 Distribuzione di un prodotto VR

4.3.1 Piattaforme di distribuzione online

Al giorno d'oggi, globalmente, non esistono delle leggi unanime che regolino l'età minima per indossare il visore e partecipare ad una esperienza virtuale. Le problematiche per cui è necessario prevedere delle regolamentazioni sull'utilizzo di questa tecnologia sono principalmente il peso del visore, la vicinanza occhi-lenti, la motion sickness e la messa in sicurezza dell'ambiente fisico circostante.

Il marchio Oculus e Samsung Gear VR hanno aderito al programma della IARC (International Age Rating Coalition) portando l'utilizzo dei dispositivi ad un'età minima di 13 anni.

L'International Age Rating Coalition (IARC) fornisce un processo di classificazione dell'età semplificato a livello globale per i giochi digitali e le app mobili, contribuendo a garantire che i consumatori digitali di oggi abbiano un accesso coerente a classificazioni di età consolidate e affidabili in tutti i dispositivi di gioco[17].

HTC Vive non si esprime riguardo ad un'età minima per l'utilizzo del visore, mentre PlayStation VR la impone ad un'età minima di 12 anni.

La suddetta varietà delle leggi governative in termini di erogazione dei contenuti multimediali si va a scontrare anche con le diverse policy dei canali distributivi digitali per il caricamento e la fruizione.

Di seguito vengono descritti alcuni canali social, emittenti televisive e piattaforme VOD (video on demand) tramite cui è possibile usufruire di prodotti audiovisivi in realtà virtuale.

Se prendiamo in considerazione i video 360°, Youtube ha implementato la funzionalità di caricamento e fruizione di questi ultimi usufruendo solo di card-board e cellulare (oppure visore se lo si possiede).

Trattandosi di una piattaforma estremamente versatile e diffusa, Youtube VR attira content creators di arte immersiva VR che la utilizzano come vetrina per le proprie opere prodotte e coprodotte.

Anche Facebook ha implementato la modalità di visualizzazione a 360° per video e foto.

Ulteriore piattaforma digitale gratuita per la distribuzione di prodotti audiovisivi di stampo artistico, culturale e educativo è il canale culturale europeo Arte.

Dal 2015 Arte ha aperto il suo catalogo anche a prodotti in realtà virtuale, aumentata e riprese 360 di cui la stessa emittente è produttrice o coproduttrice. Arte, inoltre, funge da vetrina per le piattaforme di download sebbene, molti dei prodotti di cui dispone, siano gratuitamente usufruibili sul canale Youtube di Arte. Un esempio è il sopra citato capolavoro VR ‘Gloomy Eyes’ interamente disponibile gratuitamente sulla piattaforma.

Guardando nel panorama italiano, nel 2019 è nato il canale Rai Cinema Channel VR, un’ app VR disponibile per smartphone oppure Oculus Quest 2, tramite cui è possibile vedere contenuti in VR. Si tratta di un’ app interessante in quanto, una volta scaricata l’ App ed indossato il visore, si può navigare all’interno di un ambiente full 3D. Nel Foyer si hanno a disposizione dei punti interattivi come un proiettore storico del Museo Nazionale del Cinema di Torino ricostruito in 3D, l’angolo dei premi Rai Cinema e gli ingressi per le 2 sale cinema con oltre 100 contenuti lineari e VR 360°. Selezionando le locandine, si viene

4 Utilizzo della VR nel settore cinematografico

proiettati direttamente nella sala per visionare il contenuto scelto.

Per quanto riguarda invece le piattaforme di acquisto online di contenuti VR interattivi e non, le principali sono:

- Steam: specializzato nel settore dei videogiochi, comprende un catalogo di esperienze VR di stampo cinematografico e di intrattenimento
- lo store di Oculus : piattaforma di distribuzione del marchio Oculus, offre un catalogo di esperienze VR suddiviso per tipo di dispositivo.
- Viveport: piattaforma di distribuzione del marchio HTC Vive.
- VeeR : piattaforma interamente dedicata alla distribuzione, promozione e finanziamento di contenuti VR.

4.3.2 Distribuzione in ambito fieristico e nei festival cinematografici

Il mondo dei festival e delle fiere dedicate a arte, informatica e elettronica è lo spazio di esposizione principale per questo nuovo media.

La Mostra Internazionale d'Arte Cinematografica di Venezia nel 2016 ha introdotto una sezione interamente dedicata alla realtà virtuale: Venice VR Expanded. E' considerato il primo festival ad aver introdotto in concorso la VR a livello internazionale. Questa sezione prevede una suddivisione tra opere in concorso e fuori concorso e una sezione di cortometraggi virtuali per il 'Biennale College VR'.

Michel Reilhac, produttore cinematografico e produttore della sezione VR, afferma:

Il nostro obiettivo è quello di mettere i contenuti VR sotto i riflettori, in modo che il pubblico, i media e l'industria cinematografica comprendano che la narrazione immersiva non è soltanto una moda passeggera, né un'estensione del cinema. Si tratta di una forma d'arte in sé. Noi stiamo promuovendo proprio questo a Venezia, luogo in cui il glamour e l'esposizione ci aiutano a sostenere questa causa. Il programma VR non è solo incluso tra le sezioni ufficiali della Mostra internazionale d'arte cinematografica, ma anche i tre premi che assegniamo sono consegnati ai vincitori durante la cerimonia di premiazione principale. È fondamentale che le opere immersive ricevano esattamente le stesse statuette che ricevono i lungometraggi. Nessun altro festival al mondo spinge così lontano questa giustapposizione fra narrazione immersiva e cinema come facciamo noi a Venezia, e ha un enorme impatto sul pubblico e sull'industria. [18]

Dal 2012 è stato inaugurato il Biennale College - Cinema, un laboratorio di alta formazione per promuovere nuovi talenti per il cinema, offrendo la possibilità di operare a contatto con i maestri per la realizzazione di lungometraggi a micro budget. Dal 2016 questa sezione è stata aperta a opere prime, seconde o terze in Virtual Reality.

Consultando il bilancio di esercizio dal 2017 al 2021 della Biennale di Venezia, è interessante notare un notevole aumento di interesse negli anni per la sezione VR.

Dopo gli 11 giorni di proiezioni, nel 2017 sono stati 75.000 i biglietti venduti (contro i 60 mila nel 2016) con un incremento del 14%. Inoltre ci sono stati 4500 accreditati che hanno partecipato alla Venice Virtual Reality [19]².

Nel 2018 sono state registrati 81.726 biglietti (12% in più rispetto al 2017)[20]³. Fino ad arrivare all'edizione 2021 che ha registrato un successo sbalorditivo con 153.265mila biglietti venduti (63% in più rispetto al 2020 tenendo però presente che si trattava di una edizione speciale a causa del Covid-19).[21]⁴

²bilancio di esercizio del 2017 disponibile al seguente link <https://static.labiennale.org/files/labiennale/Documenti/trasparenza/bilanci/bilancio-2017.pdf>

³bilancio di esercizio del 2018 disponibile al seguente link <https://static.labiennale.org/files/labiennale/Documenti/trasparenza/bilanci/bilancio-2018.pdf>

⁴bilancio di esercizio del 2021 disponibile al seguente link <https://static.labiennale.org/files/labiennale/Documenti/trasparenza/bilanci/bilancio-2021.pdf>

4 Utilizzo della VR nel settore cinematografico

A partire dal 2017 si sono aggiunti poi altri festival che hanno aperto una sezione collegata a prodotti audiovisivi VR. Tra questi possiamo citare Tribeca Film Festival, Sundance Film Festival e il Toronto International Film Festival.

5 Tecnologie Utilizzate

5.1 Software

5.1.1 Unity 3D

Unity è un motore grafico multiplatforma sviluppato da Unity Technologies e ampiamente impiegato per lo sviluppo di videogiochi e altri contenuti interattivi quali visualizzazioni architettoniche, ambientazioni tridimensionali e prodotti cinematografici immersivi. [22]

Grazie al supporto delle librerie Direct3D, OpenGL e OpenGL ES, Unity permette di sviluppare applicazioni cross-platform. E' possibile creare applicazioni per Windows, Mac, Linux, Web, iOS, Android, Windows Phone, Wii, Xbox e Playstation.

La versione base di Unity è completamente gratuita e offre tutti i tool necessari per lo sviluppo di prodotti di qualità.

Lo sviluppo di progetti in Unity è agevolato da una serie di tool che permettono di integrare la parte di programmazione con le esigenze grafiche interagendo con Maya, Cinema4D, Blender e altri software di modellazione 3D.

Altra caratteristica importante è l'utilizzo dello ASSET STORE tramite cui è possibile scaricare ambienti, oggetti e elementi sviluppati messi a disposizione da terze parti.

5 Tecnologie Utilizzate

L'ambiente di sviluppo di Unity è composto da un motore grafico, un motore fisico molto potente e un live game preview. Quest'ultimo permette di visualizzare in real-time le modifiche apportate al gioco durante le operazioni di programmazione [23].

5.1.1.1 C#

C# è attualmente il linguaggio più utilizzato in Unity per lo scripting.

Nel 2017 è stato deprecato il linguaggio UnityScript, versione di Javascript modificata per Unity, per favorire l'utilizzo di C# da parte degli utenti.

C# è un linguaggio di programmazione orientato a oggetti e orientato ai componenti. C# fornisce costrutti di linguaggio per supportare direttamente questi concetti, rendendo C# un linguaggio naturale in cui creare e usare componenti software.

Per lo scripting Unity si appoggia a Visual Studio, un ambiente di sviluppo integrato (IDE) di Microsoft. Quest'ultimo include un editor di codice che supporta IntelliSense, il componente per l'autocompletamento e i suggerimenti, e code refactoring.

5.1.2 Blender

Blender è un software libero e multiplatforma di modellazione, rigging, animazione, montaggio video, composizione, rendering e texturing di immagini tridimensionali e bidimensionali. Dispone inoltre di funzionalità per mappature UV, simulazioni di fluidi, di rivestimenti, di particelle, altre simulazioni non lineari e creazione di applicazioni/giochi 3D. [24]

Blender è un software multiplatforma che supporta l'intera pipeline 3D: modellazione, rigging, animazione, simulazione, rendering, compositing e motion tracking.

Blender supporta una grande varietà di primitive geometriche tra cui mesh

poligonali, curve di Bezier, le NURBS, le metaball e i font vettoriali. Presenta strumenti per gestire le animazioni, come cinematica inversa, le armature, le deformazioni lattice, il calcolo pesato dei vertici e la gestione delle particelle. Blender, inoltre, consente lo scripting in python per controllare aspetti del programma o della scena.

Attraverso il rigging, i personaggi possono essere animati modificando posizione e rotazione delle ossa. Queste animazioni possono essere importate in Unity per essere attivate in funzione di particolari interazioni desiderate dal progettista. Inoltre, utilizzando degli specifici add-on di Unity, si possono controllare i parametri del rigging per ottenere delle trasformazioni delle mesh relative a ossa specifiche.

Tale applicazione verrà dettagliatamente descritta nel capitolo relativo alle tecniche utilizzate per la realizzazione degli effetti e delle interazioni in Locked Up.

5.2 Hardware

5.2.1 Oculus Quest 2

Per la realizzazione di Locked Up è stato utilizzato l'Oculus Quest 2, lanciato sul mercato nel 2020 e prodotto da Facebook e Oculus.

Di seguito vengono elencate le principali caratteristiche del dispositivo:

- Specifiche tecniche:
processore mobile Snapdragon 865, abbinato a 6 GB di RAM. Oltre al processore, è stato integrato un motore specializzato nella gestione dei movimenti utilizzando quattro videocamere.
- Display:
 - Schermo LCD che peggiora la qualità dei colori e la profondità del nero rispetto agli schermi OLED dei dispositivi precedenti. Questo però riduce l'effetto 'screen door' che provoca motion sickness

5 Tecnologie Utilizzate

a causa di un livello di definizione maggiore di quello della vista umana tipico degli schermi OLED.

- Risoluzione 1832x1920 per singolo occhio. Ciò rende quasi impercettibile il reticolo di pixel all'occhio umano.
 - Frequenza di aggiornamento di 90 Hz.
 - Campo di visione ridotto rispetto ai dispositivi precedenti.
- Autonomia di circa 2 ore, possibilità di ricarica tramite cavo USB-C.
 - Supporto di AIR LINK: consente il collegamento con il PC tramite la connessione WIFI, senza bisogno di cavi.
 - Dispositivo stand-alone
 - Controller: Impugnatura con innesto circolare nella parte alta. Presenza di due grilletti, un joystick analogico e due pulsanti per ciascun controller. Funzionano con batterie AA.

6 Progettazione

Da questo capitolo in avanti il seguente documento di tesi si focalizza sul progetto Locked Up partendo dalla sua ideazione e progettazione, passando per l'implementazione e terminando con la fase di test. Nello specifico questo lavoro di tesi si è occupato dell'implementazione della applicazione sul Game Engine Unity e sull'adozione di scelte di User Experience per migliorare l'usabilità dell'utente nell'esperienza.

6.1 L'inizio

Come accennato all'inizio, Locked Up è un progetto ideato da un gruppo di studenti di Ingegneria del Cinema e dei Mezzi di Comunicazione nel 2020 durante il corso di "XR - Immersive Interactive Stories" del Politecnico di Torino e in collaborazione con il National Film Board of Canada (NFB).

Nel 2021, sotto la produzione e la supervisione della casa di produzione Robin Studio, il progetto è stato presentato e selezionato al bando Biennale College Cinema - Sezione VR a Venezia, risultando uno dei migliori due progetti VR in Italia.

Nel corso degli anni il progetto ha visto una forte evoluzione, grazie al supporto di specialisti del settore e all'entusiasmo di un team affiatato.

Di seguito viene esposto il GDG (Game Design Document), un documento indispensabile per lo sviluppo software creato dal team di sviluppo come risultato della collaborazione tra designer, artisti e programmatori.



Figura 6.1: Locandina di *Locked Up*, Illustratore: Edoardo Audino

6.2 Game Design Document

6.2.1 Ambientazione

Locked Up è ambientato in due spazi chiusi: la classe e la cameretta di Robin. Si tratta di due ambienti interamente costruiti in Computer grafica che evolvono e si trasformano durante lo sviluppo della narrazione.

Lo stile grafico che si è cercato di riprodurre è quello realizzato dall'illustratore Edoardo Audino: un mix di texture procedurali e pennellate fatto a mano.

6.2.1.1 La classe

L'esperienza inizia nell'ambiente della classe. Si tratta di un ambiente di circa 20 m².

Nelle due figure si confronta la reference 2D dell'ambiente in stile Audino con un primo test di render 3D in Blender dell'ambiente. L'ambiente è costituito da 3 file di banchi singoli, una cattedra e una lavagna. Dalle finestre laterali entra una forte luce diretta che mette in risalto le texture procedurali creando così un effetto di ombre lunghe e marcate.

I colori predominanti sono caldi e brillano alla luce del sole.

Robin, a causa del suo senso di disagio e di non appartenenza, si sente oppresso



(a) *Illustrazione 2D di Edoardo Audino*



(b) *Render 3D in Blender*

Figura 6.2: Confronto tra reference 2D di Audino e render 3D della classe

6 Progettazione

dall'ambiente che lo circonda. Procedendo nella storia, come vedremo, l'ambiente si trasforma adottando colori sempre più accesi e saturi e ombre sempre più deformi e marcate. La sensazione che si vuole trasmettere è quella di un caldo infernale ed opprimente, le ombre appaiono come esseri demoniaci.



(a) *Illustrazione 2D di Audino*



(b) *Render 3D in Unity*

Figura 6.3: Confronto tra reference 2D di Edoardo Audino e render 3D in Unity della trasformazione

6.2.1.2 La stanza

Nella seconda scena l'ambientazione diventa più confortevole: la stanzetta di Robin.

E' un ambiente di circa $12 m^2$, anch'esso interamente esplorabile.

Questo è il luogo in cui Robin racchiude tutte le sue sicurezze, il suo universo di stimoli.

E' un ambiente ricco di oggetti, molto curato nella sua estetica. Le lucine di



(a) Illustrazione 2D di Audino



(b) Render 3D in Unity

Figura 6.4: Confronto tra reference 2D di Edoardo Audino e render 3D in Unity della cameretta di Robin

natale che scorrono lungo tutte le pareti e il soffitto stellato, evidenziano una

6 Progettazione

particolare cura nel creare un ambiente confortevole e accogliente, un posto sicuro in cui Robin ripone tutte le sue sicurezze.

L'atmosfera richiama uno stile cyberpunk con le console di gioco, i monitor, il canestro led e i comic books. Affissi sulle pareti ci sono poster del Dooda-verse, un videogame a cui Robin è molto affezionato e di cui ha anche un peluche regalatogli dalla nonna quando era ancora un bambino. Alcuni trofei occupano



Figura 6.5: *Il mondo di Dooda-verse, Illustrator: Edoardo Audino*

gli scaffali in alto: come si vedrà, infatti, Robin è un talento del basketball.

L'ambiente si trascura nel tempo come Robin trascura se stesso e i suoi legami con il mondo esterno, diventando il suo alter-ego.

La stanza impallidisce, si sporca, perde vita in maniera graduale, quasi impercettibile agli occhi dello spettatore. Robin prenderà consapevolezza della trasformazione dell'ambiente insieme alla realizzazione della sua condizione di isolamento.

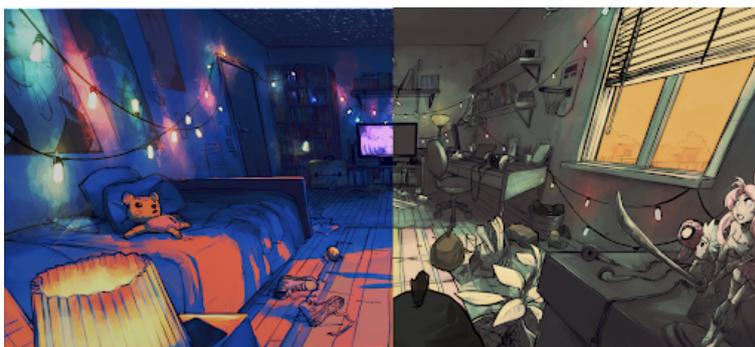


Figura 6.6: *Trasformazione della stanza, Illustrator: Edoardo Audino*

6.2.2 I personaggi

6.2.2.1 Robin

Robin è un ragazzo di 15 anni, persona dai mille talenti ma condizionato dalla pressione sociale che la società impone su di sé. La sua voce interiore lo porta costantemente a pensare che non potrà mai essere il migliore e non avrà mai successo nella vita.

E' un personaggio frenato dall'ansia, che influenza la sua percezione della realtà.

L'utente entra in contatto con lui attraverso i suoi pensieri e la sua emotività e vive con lui gli attacchi di panico che scaturiscono quando le sue insicurezze vengono a galla.

La sua condizione è quella che attualmente prende il nome di Hikikomori, (), Lit. "stare in disparte, essere confinati".

La passione più grande di Robin è il basketball, sport in cui eccelle e da cui ha ricevuto in passato numerose soddisfazioni.

E' un gamer sfegatato, appassionato di fumetti e di musica classica. Nocturne Op 55 è la canzone che ascolta maggiormente nei momenti di tensione per evadere dalla realtà e rifugiarsi nel suo mondo di sicurezze.

6.2.2.2 I compagni di classe

I compagni di classe sono più una rappresentazione mentale di Robin che persone in carne ed ossa.

La loro identità singola si dissolve per diventare una massa omogenea di rumori, voci e bisbigli. Robin li percepisce come una massa omologata: si muovono simultaneamente fissandolo negli occhi e commentano all'unisono con toni di giudizio la sua incapacità nel risolvere un'equazione matematica alla lavagna. Nel momento in cui Robin sta per avere un attacco di panico, gli studenti appaiono tutti sotto forma di ombre amorfe terrificanti.



Figura 6.7: Robin, *Illustrator: Edoardo Audino*

6.2.2.3 La professoressa

Personaggio che poco empatizza con il personaggio. Essa rivolge a Robin con toni aggressivi rimproverando per le sue carenze in matematica di fronte ai compagni.

Rappresenta le istituzioni scolastiche che talvolta mortificano e scoraggiano i soggetti che difficilmente si adattano a determinati contesti sociali, invece che offrire loro supporto.

6.2.2.4 La nonna

Personaggio chiave per la rappresentazione della sfera emotiva di Robin legata alla famiglia. Non la si vede mai fisicamente ma si viene a conoscenza del forte legame emotivo che li lega tramite i pensieri di Robin.

Quando era un bambino, la nonna lo portava spesso a teatro, da questo è nata la sua passione per l'arte e la musica classica. Non si rivolge in maniera aggressiva con lui in risposta alla sua condizione di isolamento, piuttosto cerca di instaurare un contatto attraverso una letterina che fa sgusciare sotto la porta. Purtroppo alla fine dell'esperienza, Robin scoprirà che la sua condizione di isolamento gli ha impedito di partecipare al suo funerale avvenuto mesi prima.



Figura 6.8: Fotografia di Robin e della nonna al teatro, Illustrator: Edoardo Audino

6.2.2.5 La madre

La madre vuole costringere Robin a uscire dalla camera staccandogli internet e quindi tutti i ponti che ha con il mondo esterno. Si percepisce una certa tensione nel rapporto tra i due: lei sofferente nel vedere suo figlio isolato dal mondo esterno e dalla famiglia stessa, lui aggredito da una imposizione da parte di lei nel cambiare la sua condizione. Robin nel corso della storia si mostrerà in più punti verbalmente aggressivo nei suoi confronti.

6.2.2.6 Jessy

Jessy rappresenta per Robin la sfera del sentimento amoroso. Jessy e Robin si sono conosciuti online, nel mondo in cui si sente compreso e può mettere alla prova le proprie abilità. Si incontrano spesso nell'universo virtuale di Dooda, dove possono parlare e darsi supporto. Lei non è a conoscenza della condizione di Robin e infatti si sorprende nel vedere i rapidi progressi di gioco di Robin e la sua reazione eccessivamente aggressiva all'invito della madre di uscire dalla stanza per cenare. Alla fine, lei gli chiederà di uscire per vedersi di persona ma, anche in questo caso, il tarlo nella testa di Robin di non essere abbastanza, distruggerà il suo legame con lei.



Figura 6.9: console di gioco Dooda-verse, Illustratore: Edoardo Audino

6.2.2.7 Adrian

Adrian rappresenta la sfera emotiva legata alla più grande passione di Robin: il basket.

Robin e Adrian spesso si incontrano per giocare a basket nel parquetto fuori casa di Robin. Adrian lo inviterà più volte a giocare insieme ma Robin respingerà l'invito per paura del fallimento e del confronto con gli altri.



Figura 6.10: *Robin guarda dalla finestra gli amici giocare a basket, Illustratore: Edoardo Audino*

6.2.3 Il tempo

Il tempo narrativo scorre più rapidamente rispetto a quello della durata dell'esperienza.

La storia racconta l'evoluzione della condizione di Robin in un periodo di almeno un mese, tempo in cui Robin non ha mai avuto contatti con l'esterno.

La sensazione del tempo che passa è restituita dall'apparizione graduale di piatti sporchi, spazzatura, fogli e fumetti.

Robin prende consapevolezza del tempo che è passato solo quando avrà l'ultimo attacco di panico che gli farà aprire gli occhi sulla condizione in cui è realmente.



Figura 6.11: Ricordino della nonna, Illustratore: Edoardo Audino

6.2.4 Meccaniche di gioco

L'utente può muoversi e interagire con gli oggetti utilizzando i controller. Le meccaniche di gioco sono state implementate in maniera da essere naturali e user-friendly.

Il movimento avviene tramite continuous movement e snap turn per girare, modalità che ricorda molto le meccaniche dei videogiochi.

Questa modalità è stata preferita rispetto a quella di teleport per favorire l'immersività e la continuità dell'esperienza. La scelta è derivata anche dal fatto che gli ambienti fossero abbastanza piccoli da poter immaginare spostamenti relativamente brevi e quindi escludere il rischio di motion sickness.

L'interazione avviene combinando grip e trigger dei controller. Il grip permette di afferrare l'oggetto interagibile rilevato tramite raycast, il trigger per svolgere delle azioni specifiche.

I controller con cui l'utente può giocare nell'ambiente virtuale di Dooda-verse prevedono invece una doppia interazione: devono essere grabbati con entrambe le mani per poter essere utilizzati. Si rimanda al prossimo capitolo la spiegazione in dettaglio dell'implementazione delle interazioni.

6.2.5 Suggerimenti

Per aiutare l'utente a capire quali degli oggetti presenti sono interagibili, sono state utilizzate delle audio e visual cues.

6.2.5.1 Audio e visual cues

Per invogliare l'utente all'esplorazione, i suggerimenti vengono mostrati solo ad una corta distanza dall'oggetto innescando dei trigger.

In particolare, viene fatto partire un raycast dal visore che determina se l'utente stia guardando o meno l'oggetto potenzialmente interagibile. Se il contatto visivo avviene, allora si attiva uno shader che illumina la texture e invita l'utente ad avvicinarsi per interagirci.

Lo stesso discorso avviene anche se l'utente si avvicina con i controller.

Il cellulare, il laptop e Dooda riproducono dei suoni quando l'utente si avvicina in modo da attirare l'attenzione sull'oggetto e invitarlo all'interazione.

6.2.5.2 Feedback aptici

Per suggerire all'utente quali controller utilizzare e per esortarlo a svolgere un'azione in un determinato momento, vengono usati dei feedback aptici.

6.3 Narrazione generale dell'esperienza

L'esperienza si svolge in due scene, ciascuna costituita da più atti.

La prima scena è ambientata in classe e si compone di 3 atti.

La seconda scena è ambientata nella stanzetta di Robin e si costituisce di 4 atti.

In questa prima parte verrà esposta la narrazione generale del progetto, dopodiché verranno descritte le interazioni e la loro implementazione. Viene posto un riferimento a ciascuna implementazione, ove presente, per facilitare una consultazione più rapida e immediata.

6.3.1 Scena 1 - Act 1 (Inside Yourself)

Lo spettatore, impersonificando Robin, si ritrova immerso nell'oscurità. Tutto è nero intorno a lui e la musica 'Nocturne Op 55' arrangiata per piano e violini si fa gradualmente più forte.

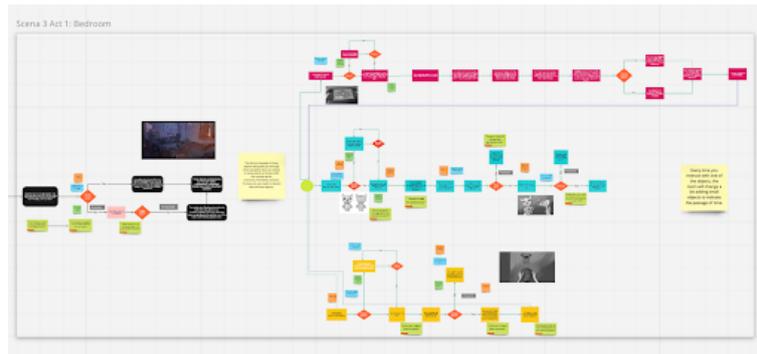


Figura 6.12: Rappresentazione grafica linee narrative con Miro

Lentamente compaiono anche le mani, la sedia e un banco di scuola. Nell'oscurità una scritta suggerisce di raggiungere il banco e di salire sulla sedia utilizzando i controller.

Una volta raggiunto il banco e utilizzate le meccaniche di movimento (continuous movement e snap turn), un walkman compare sul banco. Robin, sotto forma di dialogo interiore, suggerisce di spegnere il walkman per prendere coscienza dell'ambiente che lo circonda (vedi *interazione walkman*).



Figura 6.13: Walkman, Illustrator: Edoardo Audino

6.3.2 Scena 1 - Act 2 (Inside your classroom)

L'utente interagendo con il walkman lo spegne, l'ambientazione della classe si materializza e prende vita (vedi *apparizione aula*). Intorno a lui ci sono gli

studenti e l'insegnante che sta svolgendo la sua lezione di matematica.

Miss Lores, infastidita dal fatto che Robin stesse ascoltando musica durante la lezione assentandosi, gli chiede di risolvere un esercizio polinomiale alla lavagna e lo invita ad alzarsi. (vedi *continuous movement e snap turn*). In un primo momento Robin è riluttante ad alzarsi, l'ansia di trovarsi di fronte a tutti i suoi compagni lo blocca alla sedia. La professoressa si rivolge a lui con toni man mano più aggressivi e infastiditi, il rumore della classe aumenta e si fa insostenibile, Robin si trova di fronte ad una scelta: alzarsi oppure restare seduto.

- Variante 1: Robin rimane seduto.

L'insegnante ha dato a Robin l'ultima possibilità per alzarsi e decide di mettergli una F in pagella a causa del suo atteggiamento. Dopo l'ennesimo richiamo, Robin viene automaticamente teletrasportato alla lavagna.

- Variante 2: Robin si alza e cammina verso la lavagna.

I compagni di classe lo fissano mentre percorre il corridoio (vedi *sguardo studenti rivolto verso Robin*) che lo conduce alla lavagna, l'insegnante gli propone una semplice equazione. Il gessetto sulla cattedra è illuminato per richiamare l'attenzione dell'utente.

- Variante 2.1: Robin prende il gessetto.

Ogni volta che Robin prova a scrivere alla lavagna (vedi *interazione gessetto*), l'equazione si modifica diventando di volta in volta più complessa. Le voci dei compagni si fanno sempre più intense ed insistenti. La professoressa si rivolge in maniera man mano più aggressiva fino a quando il gessetto cade dalle mani di Robin. Lei lo sgrida dicendogli che la sua incapacità gli impedirà di ottenere soddisfazioni nella sua vita lavorativa.

- Variante 2.2: Robin non prende il gessetto.

L'insegnante lo invita più volte a prendere il gessetto e il suo tono diventa sempre più aggressivo. Le voci dei compagni si fanno sempre più intense ed insistenti. Lei lo sgrida dicendogli che la

sua incapacità gli impedirà di ottenere soddisfazioni nella sua vita lavorativa.

- Variante 3: Robin si alza ma non cammina o lo fa nella direzione sbagliata.

Dopo un certo tempo in cui Robin non raggiunge la lavagna verrà teletrasportato lì e l'interazione continuerà come nel punto precedente.

6.3.3 Scena 1 - Act 3 (Why are you all judging me?)

I compagni di classe assumono gradualmente un aspetto amorfo e terrificante (vedi *Shader displacement + dissolve*): figure nere come spettri che partono dal basso e avvolgono interamente gli studenti e la professoressa. I rumori della classe si fanno sempre più forti e i suoni diventano ritmici. Gli studenti bisbigliano parole di giudizio rivolte a Robin contemporaneamente, sovrappo-
nendosi:

Fail! “You’re gonna cry?”

“Why don’t you run home?”

“Oh my god that was like SO cringe”

“I’d kill myself”

“What a moron”

Alla fine questi suoni dissonanti si sincronizzano in uno solo che urla a Robin di scappare via. Robin pronuncia frasi sconnesse, i rumori si fanno sempre più insistenti. La tensione culmina in un attacco di panico (vedi *attacco di panico*).

6.3.4 Scena 2 - Act 1 (My room, my universe)

Passando per una dissolvenza dal bianco, un nuovo ambiente si figura davanti agli occhi : la stanzetta di Robin. Una cordicella della luce posta al centro della stanza emana una luce intermittente richiamando l'attenzione.

- variante 1: Robin accende la luce (vedi *Interazione cordicella della luce*)

- Variante 2: Robin non accende la luce.

Dopo un periodo di tempo in cui Robin non interagisce, la madre giunge dietro la porta, accende la luce della stanza e gli consiglia di non trascorrere tutto il giorno al buio.

Esplorando la stanza, l'utente ha la possibilità di interagire in questo momento con tre oggetti: una **palla da basket**, il **peluche Dooda** e una **console portatile**. E' irrilevante l'ordine di interazione con i tre oggetti e al completamento delle tre interazioni si passa all'atto successivo. Se l'utente non interagisce con tutti o parte degli oggetti, dopo 2 minuti si passa automaticamente all'atto successivo.

Interagendo con la **palla da basket**, un tabellone con il canestro si illumina evidenziando un punteggio e parte una musica arcade. L'utente può lanciare la palla in ogni direzione e farà sempre canestro (vedi interazione palla). Robin, infatti, è un talento del basket e spesso giocava con gli amici nel parchetto vicino casa. Adrian, suo compagno di squadra sin da bambino, rappresenta per lui la sfera delle amicizie.

- Variante 1: l'utente fa canestro 6 volte.

Dopo 6 canestri Robin penserà che non vuole più continuare a giocare e questa diventa non più interagibile. Questo segna la fine e il completamento dell'interazione.

- Variante 2: TimeOut di 30 secondi

Dopo 30 secondi scade il timer del cartellone e la palla non è più interagibile. Questo segna la fine e il completamento dell'interazione.

L'utente, avvicinandosi al **peluche Dooda**, può ascoltare una musica proveniente da esso. Una volta preso Dooda, Robin esorterà l'utente ad aprire la zip posta sulla pancia per estrarre la fotografia che aveva riposto dentro. Il peluche rappresenta la sfera dei ricordi: la nonna glielo aveva regalato quando era piccolo.

- Variante 1: l'utente apre la zip
Quando l'utente apre la zip (vedi *interazione Dooda*), cade a terra una fotografia raffigurante lui e la nonna fuori al teatro. La nonna, infatti, lo portava spesso lì sin da piccolo, motivo per cui lui ha maturato una forte passione per la musica classica.
- Variante 2: l'utente non apre la zip
Una serie di pensieri dolci riguardo al suo rapporto con la nonna vengono pronunciati ogni volta che Robin interagisce con l'oggetto.

Interagendo con la console portatile si attiva una chiamata da parte di Jessy all'interno del mondo di Dooda-Verse. In particolare, l'utente è nell'interfaccia di gioco di scelta del personaggio e personalizzazione.

Appena partita l'interazione (vedi *interazione console*), si attiva una chiamata con Jessy che si complimenta con lui dei traguardi ottenuti nel gioco. Jessy rappresenta la sfera dell'amore: è la ragazza che ha conosciuto nel mondo virtuale e con cui ha intrapreso una relazione online.

D'improvviso, mentre Robin e Jessy parlano del gioco, la madre lo chiama per cena e lo esorta con insistenza a uscire dalla camera. Lui risponde in maniera aggressiva che odia essere infastidito durante il gioco e Jessy, spaventata dalla sua reazione, si scollega dal gioco.

6.3.5 Scena 2 - Act 2 (The world out there)

Ogni volta che l'utente si gira, la stanza cambia sottintendendo il rapido passaggio del tempo. Compiono scatoloni Amazon, riviste, buste della spazzatura e compiti di scuola sparsi sulla scrivania

(vedi *shader materializzazione e dematerializzazione*). In questo atto diventano interagibili tre nuovi oggetti: la **finestra**, la **lettera** e il **joystick**.

L'utente, avvicinandosi alla porta, vede una **lettera** (vedi *interazione lettera*) apparire da sotto di essa. Prendendo la lettera, l'aletta si apre e cadono dei soldi. Sul dorso della lettera è presente un messaggio: è la nonna che gli ha fatto un regalo di compleanno. Nel messaggio lei lo esorta a andarla a visitare

presto perché sente la sua mancanza.

Sul mobiletto in fondo alla stanza un altro oggetto attira l'attenzione dell'utente: il **joystick** (vedi interazione joystick).

Nel momento in cui lo si prende con due mani, la schermata di gioco di Doodaverse compare sulla televisione. Muovendo i comandi di gioco si può controllare il proprio avatar e navigare nel mondo. Un'altra chiamata con Jessy parte all'istante, Robin risponde con gioia e deciso di rivelarle finalmente i suoi sentimenti.

Mentre lui si scusa con lei per il suo comportamento della volta precedente, la madre bussa alla porta più volte, ma ogni volta viene ignorata. Stufa della situazione, la madre stacca la connessione a internet e il messaggio [CONNECTION LOST] compare sulla schermata di gioco di Robin.

Lui, non essendo riuscito a rivelare i suoi sentimenti a Jessy, si rivolge alla madre infastidito per aver rovinato tutto di nuovo.

Dalla finestra provengono voci di ragazzini che giocano, le veneziane sbattono per via del vento, la cordicina per tirare su le veneziane si illumina. Tirando su le **veneziane** (vedi interazione veneziane), le voci si fanno più consistenti, un gruppo di ragazzini sta giocando a basket nel campo di fronte mentre ascoltano musica hip hop. Robin, guardandoli giocare, riconosce Adrian e pensa con nostalgia ai tempi in cui anche lui giocava con loro. Nonostante il desiderio di dimostrare le sue abilità, Robin decide di rimanere al sicuro nella sua camera per il timore di aver perso dimestichezza nel gioco. Le veneziane si chiudono automaticamente e le voci lentamente scompaiono.

6.3.6 Scena 2 - Act 3 (My room, my prison)

Il tempo scorre, più veloce di prima. Nuovi scatoloni, comic books e piatti compaiono nell'ambiente. La luce si trasforma rapidamente simulando l'avanzamento del giorno e della notte tramite un fascio di luce del sole che penetra dalle fessure delle veneziane.

Durante il time-lapse, Robin si esterna da se stesso e osserva la sua vita crollare.

ROBIN V.O.:2.22

Sometimes I can feel myself slipping. Like... like this isn't real, like I am not real. Should I worry? I mean... Can a collapsing mind objectively observe its own collapse? Bah... What am I even talking about? Who am I talking to? I can't think straight with all this noise. All around me. In my head. Everywhere. It's... It's overwhelming. Everything, all at once, all the time. I... I can't. I need to just deal with them one at a time. One.

L'utente può scegliere uno di tre nuovi oggetti interagibili: Un **telefono**, un **ricordino** e un **mouse** collegato al laptop. Qualsiasi sia la scelta dell'utente, Robin avrà un ulteriore attacco di panico causato dalla rottura della sfera emotiva associata a quell'oggetto.

- Variante 1: L'utente interagisce con il **telefono** (sfera amicizia)
Prendendo il cellulare (vedi *interazione telefono/ricordino*), partono automaticamente dei messaggi vocali in cui Adrian invita Robin a giocare a basketball. Questa volta la proposta rappresenta un'occasione speciale in quanto uno scout sarebbe presente al match: Robin avrebbe la possibilità di dimostrare il suo talento e realizzare il suo sogno di intraprendere una carriera da giocatore professionista. La paura di trovarsi circondato da tante persone durante il match e di percepire la delusione da parte dei compagni di squadra per la sua assenza dei mesi precedenti, lo scoraggia ancora una volta.

Il cellulare squilla nuovamente, parte un ulteriore messaggio da parte di Adrian in cui si mostra deluso per la mancata risposta da parte di Robin. Questa volta Adrian non farà più alcuna ulteriore mossa nel tentativo di riallacciare i rapporti con lui, deciderà di lasciarlo tra i suoi scatoloni e di dedicarsi a nuove amicizie. La consapevolezza di aver rinunciato al suo sogno di diventare giocatore professionista da un lato, e di aver rotto i rapporti con il suo unico amico dall'altro, porterà Robin ad avere un altro attacco di panico.

- Variante 2: L'utente interagisce con il **ricordino** (sfera affetti familiari/-ricordi).

Sulla scrivania una carta nera impolverata attira l'attenzione dell'utente: si tratta del ricordino della nonna

(vedi interazione telefono/ricordino), la data del funerale risale al 7 settembre. Robin ripensa agli ultimi ricordi con lei e alla sua assenza durante i suoi ultimi giorni di vita. Si ripromette di essere presente al funerale per lei, nonostante la forte angoscia di uscire dalla sua cameretta. Un attimo dopo, guardando il calendario, Robin realizza che è trascorso un mese dalla data del funerale. La perdita del funerale della nonna e la constatazione del tempo che ha trascorso solo nella sua camera, provocheranno un altro attacco di panico.

- L'utente interagisce con il **laptop** (sfera amore).

Interagendo con il mouse sulla scrivania (vedi interazione mouse), lo schermo del laptop si illumina con una schermata di avviso di chiamata di Jessy. Cliccando 'accetta', parte la voce di Jessy, preoccupata per non aver ricevuto notizie da parte di Robin da tempo. Jessy, dopo essere stati a parlare virtualmente per mesi, gli propone di vedersi di persona per la prima volta.

JESSE: 2.26

"Yeah, dummy! In person. We've been chatting for months, I feel like we're friends... and friends hang out. So, what do you say? Wanna hang?"

Il tasto per chiudere la chiamata compare sullo schermo : l'utente può scegliere se premerlo oppure lasciare che la conversazione tra i due prosegua.

- Variante 1: L'utente chiude la chiamata.

Robin, spaventato all'idea di incontrarla, preferisce non risponde-

re e chiude la chiamata. Questa scelta porterà Robin a pensare di aver rovinato tutto e averla persa per sempre. Questo pensiero gli provocherà un attacco di panico:

ROBIN V.O. 2.26

“Meeting in person... I don't know if I'm ready, what if I disappoint her expectations? I would really like to, but... maybe not so early...”

– Variante 2: L'utente non preme il pulsante 'Disconnect'.

Il ritardo di Robin nella risposta, porterà Jesse ad abbandonare l'idea di vedersi e deciderà quindi di lasciare a Robin i suoi spazi e non infastidirlo ulteriormente:

JESSE: 2.26

“I see. Sorry. I thought... Well, nevermind, I won't push it. I guess... yeah, uhm, I'll just go. I'll leave you be”

ROBIN V.O. 2.26

“Jesse it's just... I don't...”

JESSE: 2.26

“No, it's ok. I misread things. Maybe we shouldn't chat for a while, I feel like I'm bothering you. I'll... I'll go. Bye, Robin”

Anche in questo caso Robin avrà un attacco di panico.

6.3.7 Scena 2 - Act 4 (Epilogue)

Tutti gli oggetti nella stanza iniziano a vibrare (vedi *Shader displacement*). Il battito cardiaco di Robin accelera e diventa più forte, così come il respiro. Un attacco di panico in piena regola. I suoni dei pensieri diventano sempre più distorti. La stanza si trasforma assumendo colori più scuri e freddi.

ROBIN V.O. 2.27

"I can't breathe, I need my walkman... What am I doing with my life? I'm losing so much, with each passing day... I'll be alone... I am, alone. Alone in here. Is this a shelter or a cage? Is my safe place... a prison of my own making? It hurts... I-I want to go out... But I can't... my whole world is in here... Outside is... there's too much. It's overwhelming, it's loud, it's... everybody hates me, out there. I can't think... I..."

Where did I put it?!? Not on the table... Where's my walkman..? Where's my walkman..?!?"

Dopo qualche istante parte in automatico la canzone Nocturne Op 55. La stanza torna alla normalità, gli oggetti smettono di tremare, un voce interiore rivela l'intenzione di Robin di uscire dalla camera per cercare di recuperare i rapporti che si è lasciato sfuggire dalle mani da ormai troppo tempo.

6 Progettazione

ROBIN's final monologue (V 2.0) 2.29

"I lied to everyone so that they'd leave me alone. But I guess the worst lie is the one I told myself. That I didn't need them, or their help, any help. Was I too proud, too scared..? Doesn't matter. I gotta stop overthinking everything. Find rationalizations for the justifications to the excuses... No more. I need to get out of this room, and out of my head. Find the guts to open that door, hug mum, visit granny's grave, play with my friends again. Maybe finally meet Jesse, even. One day. One step at a time. Must make the first one though. Through that door."

La porta si apre davanti ai suoi occhi. Robin pronuncia le seguenti parole:

"mum? can we talk?"

L'esperienza termina con una dissolvenza al nero.

7 Realizzazione

7.1 Interaction Manager

La seconda scena è caratterizzata da due atti con tre oggetti interagibili ciascuno e un terzo atto con un solo oggetto interagibile. Il passaggio da un atto al successivo è determinato dal completamento delle interazioni con tutti gli oggetti dello specifico atto oppure dallo scadere di un tempo settato a 2 minuti trascorsi senza interazioni. Gli oggetti interagibili sono vincolati ad assumere solo un determinato set di valori utilizzando l'enumerated type:

```
public enum InteractedObject
{
    basket,
    teddy,
    console,
    window,
    letter,
    videogame,
    phone,
    blackCard,
    laptop
}
```

Ciascun oggetto interattivo è inoltre definito da un booleano che controlla se lo stato dell'interazione è completato, il gameObject associato a quell'oggetto che viene trovato tramite tag e l'atto a cui l'oggetto appartiene settabile tramite slider che può assumere valore 1,2 o 3.

7 Realizzazione

```
[System.Serializable]
public class InteractiveGameObject
{
    public InteractedObject obj;
    public bool completed = false;
    public GameObject go;
    [Range(1,3)]public int act = 1;
}
```

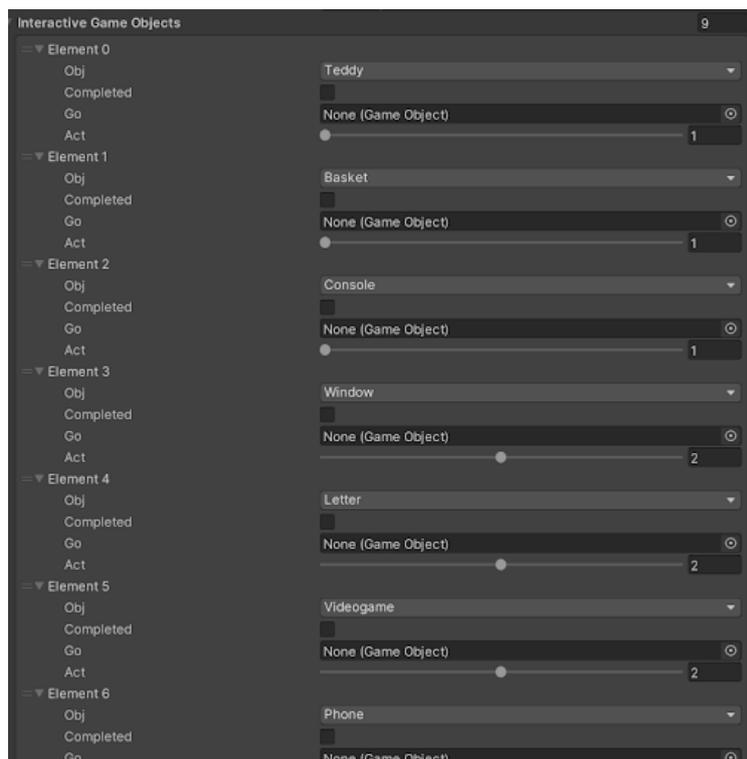


Figura 7.1: *Interactive Game Objects Component in Interaction Manager*

Il metodo **SetInteractable(bool val, GameObject obj, Material NotInteractableMat, Material InteractableMat)** prende in ingresso un booleano che rende l'oggetto obj interagibile se è true e non interagibile se è false; il materiale highlight dell'oggetto obj quando è interactable e il materiale non illuminato quando non è interactable. Se l'interazione risulta completata (boolean completed= true) l'oggetto non è più interagibile.

L'interaction Manager utilizza 3 metodi principali per la gestione delle interazioni :

- **InteractionStarted:** Quando si inizia l'interazione con un oggetto di un atto, gli altri due vengono resi non interagibili. Ogni volta che un'interazione viene iniziata si resetta il timer di 2 minuti.

```
GameObject.FindObjectOfType<ActManager>().SetTimeWithoutInteractionToMax();
    switch (val)
    {
        case InteractedObject.basket:
            SetInteractable(true, basketGO, basketMat, highlightBasketMat);
            SetInteractable(false, consoleGO, consoleMat,
                highlightConsoleMat);
            SetInteractable(false, teddyGO, teddyMat, highlightTeddyMat);
            break;
        case InteractedObject.teddy:
            SetInteractable(true, teddyGO, teddyMat, highlightTeddyMat);
            SetInteractable(false, consoleGO, consoleMat,
                highlightConsoleMat);
            SetInteractable(false, basketGO, basketMat,
                highlightBasketMat);
            break;
        case InteractedObject.console:
            SetInteractable(true, consoleGO, consoleMat,
                highlightConsoleMat);
            SetInteractable(false, basketGO, basketMat,
                highlightBasketMat);
            SetInteractable(false, teddyGO, teddyMat, highlightTeddyMat);
            break;

        [.....] //uguale per tutti gli altri oggetti
    }
```

```
}
```

- **InteractionSkipped:** questo metodo viene chiamato quando si inizia l'interazione con un oggetto ma non la si completa. Viene utilizzato nel caso dell'oggetto teddyBear: l'utente può grappare il peluche ma non aprire la zip. Se ciò avviene, gli viene lasciata la possibilità di poter interagire con gli altri oggetti e poi con il peluche in un secondo momento.
 - **InteractionCompleted:** Viene chiamato quando termina l'interazione con l'oggetto. Questo viene reso non interagibile e si attivano gli altri due se non hanno già completato l'interazione. Ogni volta che si termina l'interazione con un oggetto, un counter viene aggiornato in modo da avviare l'atto successivo quando counter=3 (dal primo atto al secondo); counter = 6 (dal secondo atto al terzo) e counter = 7 (dal terzo atto al quarto).
-

```
if (s.obj == InteractedObject.window)
{
    s.completed = true;
    counter++;
    if (counter == 6)
    {
        if (acts[2].loaded == false)
            actManager.LoadThirdAct();
    }
}
```

Lo scadere del timer e il caricamento degli atti è implementato nel FixedUpdate() dell'ActManager in questo modo:

```
public void FixedUpdate()
{
    if (timeWithoutInteraction <= 0f)
```

```

{
    if(acts[1].loaded==false)
        LoadSecondAct();
    if (acts[1].loaded == true && acts[2].loaded==false &&
        timeWithoutInteraction <= 0f)
        LoadThirdAct();
    if (acts[2].loaded == true && timeWithoutInteraction <= 0f)
        LoadFourthAct();
}
else if (timerON == true)
{
    timeWithoutInteraction -= Time.deltaTime;
}
}

```

7.2 Audio Manager

L'audio Manager gestisce la sequenza corretta di audio da riprodurre. La classe pubblica serializable Sound è stata implementando includendo alcuni parametri utili oltre quelli disponibili di default nell'AudioSource di Unity.

```

[System.Serializable]
public class Sound
{
    public string name;
    public AudioClip clip;
    public float _waitingTimeForTheNextSound;
    [Range(0, 1)] public float volume;
    [Range(-3, 10)] public float pitch;
    public bool play_On_Awake;
    public bool loop;
    [Range(0f, 1f)] public float spacial_blend;
    public GameObject source;
}

```

7 Realizzazione

```
[Range(0, 100)] public int MaxDistance;  
}
```

Tramite l'AudioManager viene creato un AudioSource nel gameObject che è selezionato come **source** quando viene riprodotto l'audio corrispondente.

Viene inserito un componente AudioManager per ogni oggetto di interazione e vengono inseriti solo gli audio corrispondenti a quella interazione specifica. Il parametro string **name** serve per identificare quale clip deve essere attivata con la funzione Play(string name) e così riprodurre l'audio corrispondente a quel nome. I dialoghi sono stati pensati per essere brevi e con delle pause, vengono riprodotti in successione per suggerire all'utente come procedere nell'interazione.

Per facilitare la successione automatica degli audio nelle pause in cui l'utente non interagisce, vengono utilizzati numeri consecutivi da 0 a n come parametro string del nome.

Nella funzione Play(), viene controllato se il parametro in ingresso è pari ad un counter che viene reinizializzato a 0 nell'awake() ogni volta che inizia l'interazione con un nuovo oggetto.

Se il nome in ingresso non è pari al counter, vengono arrestate tutte le coroutine.

```
public void Play(string nameSound)  
{  
    if (nameSound == counter.ToString() && this.gameObject.activeSelf)  
    {  
        foreach (Sound s in sounds)  
        {  
            if (s.name.Equals(name))  
            {  
                StartCoroutine(NextSound(s));  
            }  
        }  
    }  
}
```

```

else StopAllCoroutines();
}

```

Il metodo NextSound(s) aspetta la durata dell'audio più un eventuale ritardo inserito nel parametro **_waitingTimeForTheNextSound** e poi riproduce l'audio successivo, se esiste, che ha come nome il numero successivo del counter.

```

public IEnumerator NextSound(Sound sound)
{
yield return new WaitForSeconds(Clip_lenght(sound.name) +
sound._waitingTimeForTheNextSound);
counter++;
Play(counter.ToString());
}
}

```

7.3 XR Interaction toolkit

Unity permette di integrare componenti di interazione XR attraverso il pacchetto XR Interaction Toolkit, un sistema di interazione di alto livello basato su componenti.

XR Interaction Toolkit contiene una serie di componenti che supportano le seguenti attività di interazione:[25]

- Gestione dei controller XR multiplatforma: Meta Quest (Oculus), OpenXR, Windows Mixed Reality e altri.
- Gestione di hover, select e grab di oggetti virtuali
- Feedback tattile tramite controller XR
- Feedback visivo per indicare le interazioni possibili e attive

7 Realizzazione

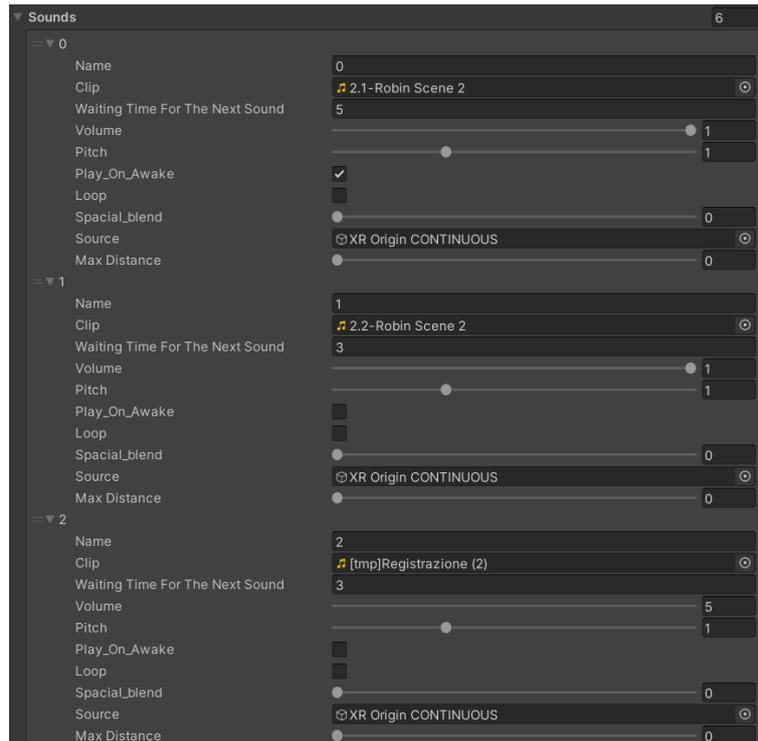


Figura 7.2: Audio Manager

- Utilità per interagire con XR Origin, una videocamera VR per la gestione di esperienze VR stazionarie e room-scale

Un interactor è un GameObject che ha il componente 'Interactor' e definisce il modo per fare detecting degli oggetti Interactable per interagirci. Esistono 3 diversi tipi di interactor :

- Direct Interactor: Permette all'utente di interagire direttamente con gli elementi del mondo virtuale. Questo permette una maggiore immersività e un'interfaccia naturale di interazione
- Ray Interactor: Con un raggio che funziona da interactor e una Line Renderer che fornisce il feedback visivo. E' utilizzato soprattutto per navigare nello spazio virtuale.

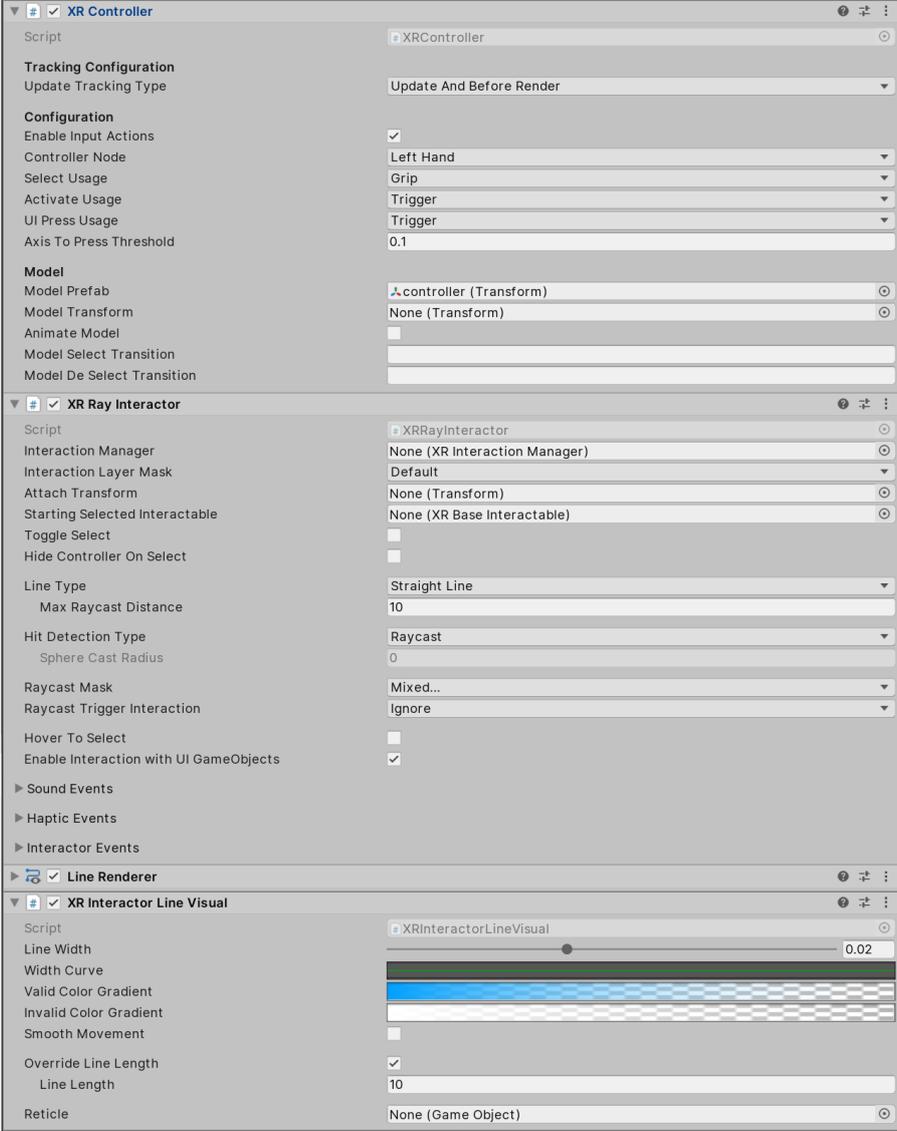


Figura 7.3: Unity inspector: XR Controller, XR Ray Interactor

- Socket Interactor: Posiziona l'interactable in un posto e attiva degli eventi quando l'interactable viene rimosso o posizionato all'interno di esso. Funziona bene per i puzzle.

Gli interactor Direct e Socket usano colliders per fare il detecting, il Ray interactor usa raycasting.

Gli interactable sono i GameObject con cui l'utente può interagire. Esistono di default 3 tipi di interactable che definiscono il tipo di interazione con l'oggetto:

- Grab interactable: permette la funzione di 'grab' diventando figlio dell'oggetto interactor.
- Simple interactable: E' la versione più semplice di interazione. Attiva gli eventi onHoverEnter/Exit e OnSelectEnter/Exit senza alcun comportamento di interazione sottostante
- Tint Interactable Visual: Componente che dimostra se un oggetto è interagibile applicando una tinta luminosa all'oggetto se è selezionato o in hover.

7.3.1 XR Controllers

Nell'esperienza, per l'interazione con gli oggetti è stato utilizzato l'XR Ray Interactor per ciascun controller.

Tale Interactor viene utilizzato per interagire con Interactables a distanza. Questo viene gestito tramite raycast che aggiorna il set di target validi per quell'interactor. Nella versione attuale dell'applicazione è stato preferito adottare una distanza di raycast minima (0.5), e non visualizzare il Line Visual. Ciò favorisce maggiore senso di immersione e realismo nell'interazione. Per poter prendere gli oggetti è necessario avvicinarsi all'oggetto con una mano e utilizzare il grip. Se il raggio colpisce un oggetto interactable con un componente XR Grab Interactable, questo verrà portato alla mano fin quando il grip non viene lasciato.

7.4 Shaders

7.4.1 Shader materializzazione e dematerializzazione

Per la realizzazione dello shader di materializzazione è stato applicato un **Simple Noise** al canale alpha del materiale. Il simple noise genera del rumore casuale che associa ai diversi punti della texture un valore compreso tra 0 (nero) e 1 (bianco). L'effetto di trasparenza viene ottenuto non renderizzando i pixel con valori alfa inferiori al valore specificato nel campo '**Alpha Clip Threshold**'. Ad esempio, una soglia di 0,1 significa che non verrà eseguito il rendering di valori alfa inferiori a 0,1. Più il parametro è alto, meno punti della texture vengono renderizzati.

Controllando il parametro da script, si è ottenuto l'effetto di 'materializzazione' graduale dei materiali, utilizzato sia per la comparsa dell'aula, sia per gli oggetti legati al passaggio del tempo.

I nodi *Subtract > Step Node > One Minus > Multiply* sono stati utilizzati per mettere in evidenza il bordo di separazione tra parte trasparente e parte opaca potendone scegliere spessore e colore. Il subtract sottrae al rumore in ingresso un valore desiderato che determina lo spessore dell'edge. Il rumore sottratto viene posto in input al nodo *Step*, che mappa i valori del rumore a 1 o a 0 a seconda che i diversi pixel della texture abbiano un valore maggiore o minore dell'input Edge. A questo input è associato il parametro di dissolvenza, soglia che controlla l'alpha clip.

Il nodo *One minus* genera la mappa inversa di 0 e 1. In questo modo verranno renderizzati i pixel della texture coerentemente con il valore di alpha clip, più un bordo che dipende dallo spessore scelto. Il nodo *multiply* permette di selezionare il colore che viene inserito in input al parametro 'emission' del materiale.

Lo script che aziona il parametro di dissolvenza viene attivato per ciascun gruppo di oggetti con un ritardo casuale variabile. In questo modo gli oggetti si materializzano gradualmente, andando a riempire la stanza man mano che l'esperienza prosegue.

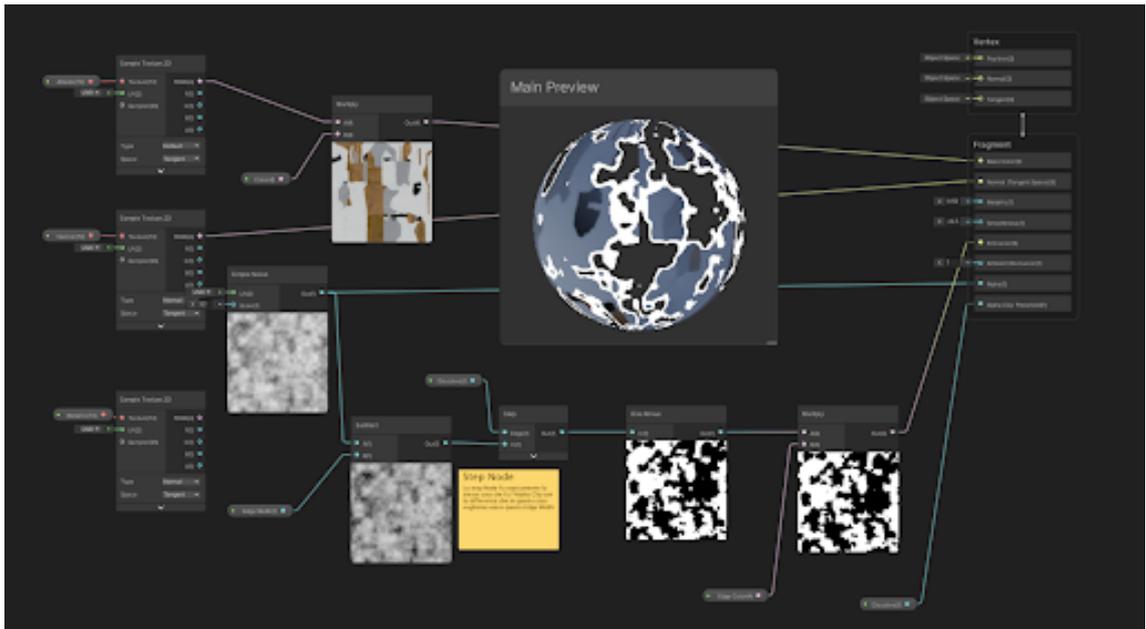


Figura 7.4: Shader Graph del materiale Dissolve

7.4.2 Shader highlight

Lo shader di highlight è stato ottenuto utilizzando il nodo *Fresnel* messo in input ad un nodo *Multiply* con una texture che alterna bianco e nero nel tempo con andamento sinusoidale.

L'effetto *Fresnel* è l'effetto della riflettanza su una superficie a seconda dell'angolo di visione, dove quando ci si avvicina all'angolo radente viene riflessa più luce. Il nodo Effetto *Fresnel* lo approssima calcolando l'angolo tra la normale alla superficie e la direzione della vista. Più ampio è questo angolo, maggiore sarà il valore di ritorno. Questo effetto viene spesso utilizzato per ottenere l'illuminazione del bordo, comune in molti stili artistici.

La texture ottenuta viene posta in ingresso a un ulteriore nodo *Multiply* per gestire il colore del bordo. Infine, viene aggiunta alla texture desiderata come base color e posta in ingresso al parametro emission.

Questo shader viene utilizzato per richiamare l'attenzione dell'utente sugli oggetti interagibili.

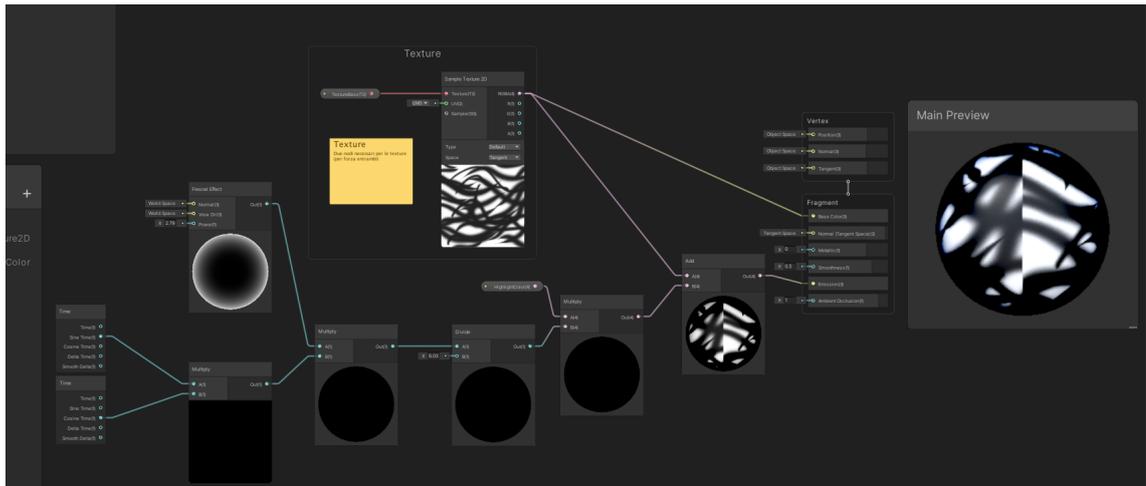


Figura 7.5: Shader Graph del materiale highlight

7.4.3 Shader displacement + dissolve

Sia per la trasformazione degli studenti che per la trasformazioni delle pareti della classe, è stato utilizzato uno shader che associa un vertex displacement a un dissolve. Questo shader muove un vertice della mesh lungo la sua normale

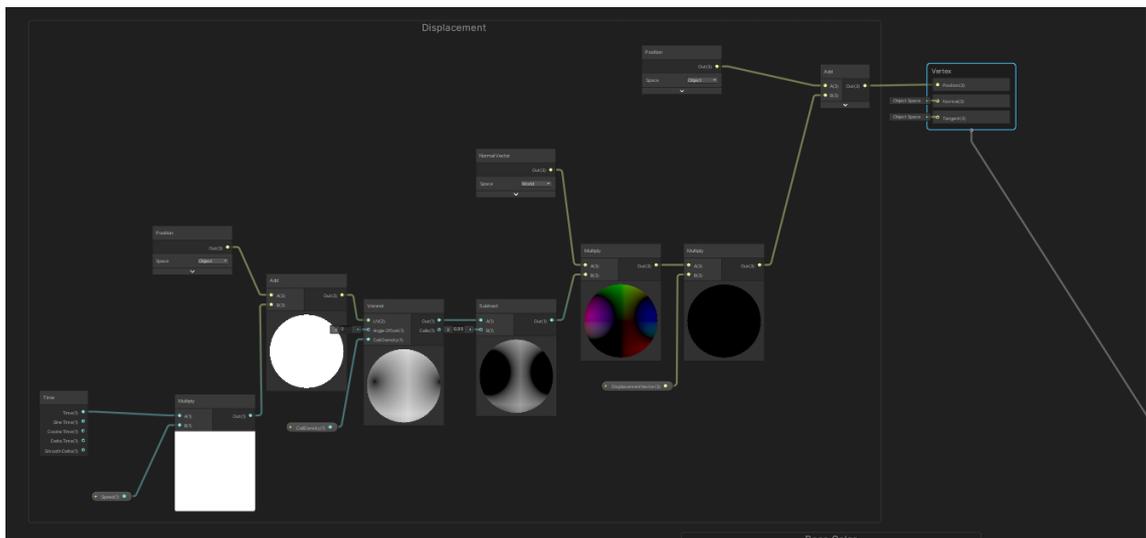


Figura 7.6: Parte di Shader Graph relativo al vertex displacement del materiale

di una quantità determinata usando un rumore procedurale. Il nodo *position* permette l'accesso alla posizione dei vertici della mesh. Questo viene posto in

ingresso al nodo *Voronoi noise* in modo che la posizione dei vertici dell'oggetto determini il comportamento del rumore. Per rendere il displacement meno morbido è stata sottratta una quantità specifica tramite il nodo *subtract*. Per mettere in movimento il displacement è stato utilizzato il nodo *Time* che sposta la posizione dei vertici in ingresso al rumore con una velocità 'speed' impostabile da inspector. Viene infine moltiplicato il rumore ottenuto con il normal Vector dell'oggetto e l'output viene posto in ingresso al valore position del materiale.

Oltre a controllare il vertex displacement, si è deciso di rendere l'effetto di trasformazione più graduale aggiungendo un rumore casuale che controlla il canale alpha del materiale (simile a shader dissolve descritto in 7.4.1). Per gli studenti è stato utilizzato un materiale Unlit, così da ottenere un nero profondo non influenzato dall'illuminazione.

Il World-space cutoff, che considera la posizione dei vertici dell'oggetto rispetto al mondo, permette di ottenere l'effetto di dissolvenza che dipende da dove è posizionato l'oggetto nella scena rispetto alle coordinate del mondo. Questo si realizza mettendo la coordinata G (che controlla la posizione sull'asse y) del nodo *Position* rispetto al mondo, in ingresso al parametro 'Edge' del nodo *Step*. L'alpha clip threshold è impostata a un valore minore di zero, in modo da renderizzare anche i punti dove lo step node vale 0.

Si è applicato questo materiale a tutte le diverse parti del modello interessato alla trasformazione impostando le relative texture di partenza e controllando il parametro `_cutOffHeight` da script.

Per la trasformazione degli studenti è stato lasciato il colore nero per la parte di materiale relativo a un valore di alpha uguale a 0.

Per la trasformazione delle pareti della classe e della stanza tramite il nodo *ReplaceColor* è stato sostituito il nero con la texture relativa alla parete da trasformare resa più scura.

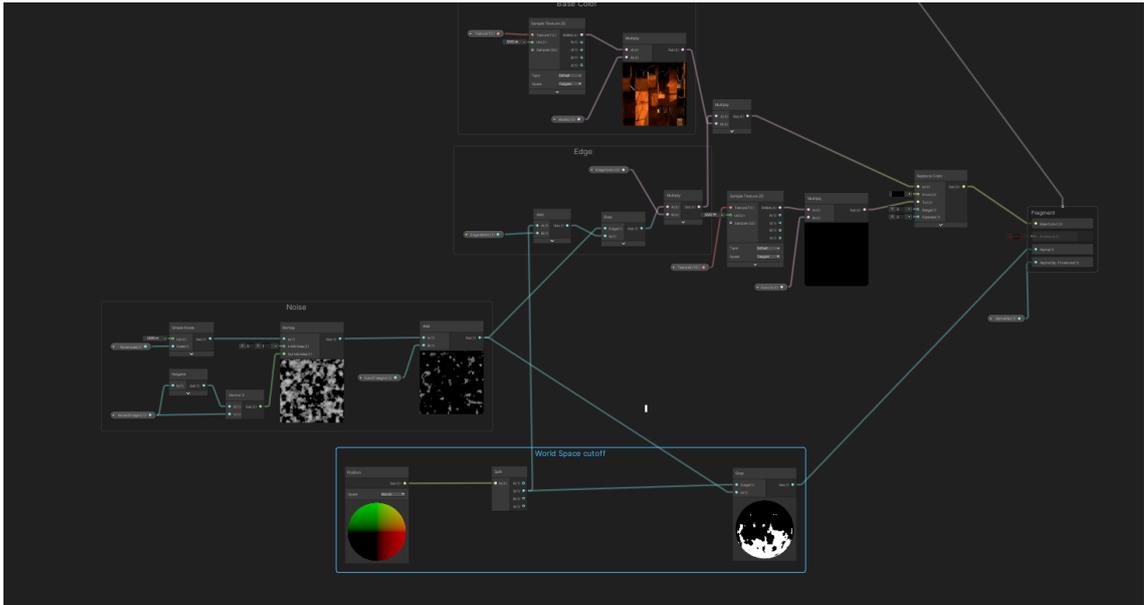


Figura 7.7: Parte di Shader Graph relativo al dissolve del materiale

7.5 Continuous movement e Snap turn

Il pacchetto XR Interaction Toolkit fornisce una serie di primitive che offrono i mezzi per muoversi all'interno di una scena durante un'esperienza XR. Questi componenti sono:

- Un XR Rig che rappresenta l'utente
- Un locomotion system che controlla l'accesso all'XR Rig
- Un Teleport System
- Uno Snap Turn Provider che ruota il rig di angoli fissi
- Un Continuous Turn Provider che ruota il rig in maniera continua
- Un Continuous Move Provider che sposta agevolmente il rig nel tempo

Per le meccaniche di movimento è stato preferito adottare il continuous movement e lo snap turn controllato rispettivamente tramite joypad del controller sinistro e del controller destro. Il continuous movement è stato preferito

rispetto al teleport per favorire un maggior senso di presenza e lasciare all'utente massima libertà di esplorazione dello spazio. Lo snap turn è stato scelto rispetto al continuous turn per limitare il senso di motion sickness.

7.6 Interazione walkman

Questa prima interazione ha lo scopo di funzionare da tutorial per le successive. L'interazione è guidata da scritte che suggeriscono i tasti da premere per completare l'azione. Questa tipologia di interazione si presenta più volte durante l'esperienza e si basa su l'utilizzo di meccaniche che combinano grip e trigger di entrambi i controller: l'oggetto viene afferrato usando il grip di un controller e viene attivato utilizzando il trigger dell'altro(vedi *XR Controllers*). L'interazione con il walkman è stata ottenuta aggiungendo un componente XR Grab interactable all'oggetto walkman e estendendo un componente XR Simple Interactable applicato al tasto di accensione/spengimento. Il walkman viene preso con una mano e l'altra viene posta sul pulsante di accensione/spengimento e viene premuto il pulsante di trigger. In questo modo l'oggetto viene 'attivato'.

```
protected override void OnHoverEntered(HoverEnterEventArgs args)
{
    base.OnHoverEntered(args);
    InputDevice inputR = rightController.inputDevice;
    inputR.TryGetFeatureValue(CommonUsages.triggerButton, out bool
        triggerPressedRight);
    InputDevice inputL = leftController.inputDevice;
    inputL.TryGetFeatureValue(CommonUsages.triggerButton, out bool
        triggerPressedLeft);
    if (walkmanGrabbed==true && (triggerPressedLeft || triggerPressedRight))
    {
        [...]
    }
}
```

In questo caso, l'azione dell'oggetto, una volta premuto il pulsante, è quella



Figura 7.8: Interazione walkman

di stoppare la musica e attivare lo shader di materializzazione applicato alle pareti dell'aula (vedi [apparizione dell'aula](#))

7.7 Apparizione dell'aula

L'aula è costituita da due gruppi di oggetti: uno contiene le pareti e i banchi; l'altro gli studenti e gli oggetti di arredo. Al primo gruppo, al livello gerarchico più esterno (il padre), è applicato un componente 'DissolveTemporization'. Questo componente, quando attivato, fa partire una coroutine che attiva per ogni figlio il componente 'DissolveChild' con un ritardo variabile. 'DissolveChild' contiene un riferimento al parametro dissolve del materiale (vedi [Shader materializzazione e dematerializzazione](#)) che viene fatto variare nel tempo con una velocità desiderata settabile tramite inspector.

In questo modo, l'effetto di materializzazione può essere controllato in termini di velocità a seconda del gusto artistico del progettista.

Il secondo gruppo di oggetti viene semplicemente attivato quando l'ultimo dei figli ha terminato la materializzazione.

7 Realizzazione

Si inserisce qui parte dello script che si riferisce alla coroutine in DissolveTemporization che attiva i Dissolve Childs per ogni figlio:

```
private IEnumerator Dissolve()
{
    foreach (Transform child in transform)
    {
        if (child.gameObject.activeSelf)
        {
            child.gameObject.GetComponent<DissolveChilds>().enabled = true;
            if (child.gameObject ==
                this.gameObject.transform.GetChild(this.transform.childCount
                    -1).gameObject &&
                SceneManager.GetSceneByName("Scene1").isLoaded==true)
            {
                yield return new WaitForSeconds(Random.Range(0.5f, 1f));
                GameObject.FindObjectOfType<TutorialTempo>().AppearRoom();
            }
            yield return new WaitForSeconds(Random.Range(0.1f, 0.2f));
        }
    }
}
```

Qui è mostrato come viene controllato il parametro dissolve del materiale tramite script in DissolveChild.

```
private void Start()
{
    propertyId = Shader.PropertyToID("dissolveParameter");
    dissolveMaterial.SetFloat("dissolveParameter", 1);
    currentValue = dissolveMaterial.GetFloat("dissolveParameter");
}
```

```
currentValue = 1;
}
private void Update()
{
    foreach (Transform child in transform)
    {
        if (child.GetComponent<Renderer>() != null)
        {
            child.GetComponent<Renderer>().material = null;
            child.GetComponent<Renderer>().material = new Material(dissolveMaterial);
            currentValue = Mathf.MoveTowards(currentValue, -0.1f, speed *
                Time.deltaTime);
            Shader.SetGlobalFloat(propertyId, currentValue);
            dissolveMaterial.SetFloat(propertyId, currentValue);
        }
    }
}
```

7.8 Sguardo studenti rivolto verso Robin

Per realizzare l'effetto in cui gli studenti rivolgono lo sguardo verso Robin mentre si sposta nella classe è stato utilizzato il pacchetto di Animation Rigging. L'Animation Rig crea un extra-rig sopra quello già esistente degli studenti e fa un override di parti dell'animazione originale. In questo caso è stato creato un rig con un componente Multi-Aim Constraint. Da inspector si scelgono le ossa che si vogliono controllare (osso della testa e del busto) e la trasformata del target da seguire. Il target viene impostato all'XR Rig nel FixedUpdate(), in maniera da aggiornare la posizione del personaggio e di conseguenza il movimento delle ossa.



Figura 7.9: Sguardo studenti rivolto verso Robin

7.9 Interazione gessetto

Per il gessetto è stato utilizzato un Raycast che parte dalla punta del gessetto e rileva la collisione con l'oggetto lavagna. Quando la collisione viene rilevata, un impulso aptico continuo viene mandato al controller e viene fatto partire il metodo Draw(). Tale metodo utilizza il metodo textureCoord che ritorna la coordinata della texture nel punto della collisione e poi mappa tale coordinata sulla dimensione della texture settata a 2048x2048. Se il valore della coordinata è fuori dalla texture, esce dal metodo e quindi smette di disegnare.



Figura 7.10: Interazione gessetto

```
public void Draw()
{
    if (Physics.Raycast(tip.position, transform.up, out _touch, _tipHeight))
    {
        if (_touch.transform.CompareTag("BlackBoard"))
        {
            _touchPos = new Vector2(_touch.textureCoord.x, _touch.textureCoord.y);
        }
    }
}
```

```

var x = (int)(_touchPos.x * _blackboard.textureSize.x - (penSize /
    2));
    var y = (int)(_touchPos.y *
        _blackboard.textureSize.y - (penSize / 2));

    if (y < 0 || y > _blackboard.textureSize.y || x < 0 || x >
        _blackboard.textureSize.x) return;

[.....]

```

Per riuscire a creare un tratto continuo e rimuovere l'effetto pixelato, è stata fatta una interpolazione tra l'ultima coordinata del pixel salvata e quella nuova, utilizzando il metodo Lerp. Vengono quindi disegnati i pixel corrispondenti alle coordinate e quelli corrispondenti ai valori di interpolazione:

```

_blackboard.texture.SetPixels(x, y, penSize, penSize, _colors);
_blackboard.texture.SetPixels(lerpX, lerpY, penSize, penSize, _colors);

```

Il parametro `_colors` è un Array di `Color[]` che è stato settato a 5x5 (5 è la grandezza della punta del gessetto) ed il colore è ricavato dal colore della mesh della punta.

```

_colors = Enumerable.Repeat(_renderer.material.color, penSize *
    penSize).ToArray();

```

In questo modo il colore viene ripetuto uguale in tutto l'array, disegnando quindi un numero pari a 25 pixel intorno al punto di collisione.

Quando viene rilevato che l'utente sta scrivendo alla lavagna vengono attivati dei canvas con delle espressioni matematiche sempre più complesse. Se l'utente si stacca dalla lavagna, parte un timer di 15 secondi che stoppa l'attivazione dei canvas successivi. Se scade il timer, l'interazione risulta completata. Se si raggiunge l'ultimo canvas, quindi l'utente ha continuato a scrivere alla lavagna, il gessetto cadrà dalle mani e l'interazione risulterà completata.

Se il gessetto viene lasciato, dopo 5 secondi apparirà nella posizione originale sulla cattedra e sarà possibile interagire nuovamente fin quando l'interazione non è completata.

7.10 Attacco di panico

7.10.1 Attacco di panico classe

L'attacco di panico della classe è ottenuto attivando la trasformazione degli studenti attivando lo shader displacement + dissolve (vedi *Shader vertex displacement + dissolve*), la trasformazione delle pareti e aumentando linearmente il peso di un layer di post-processing che applica i seguenti effetti:

- Color Adjustment: il render viene leggermente sovraesposto e viene aumentato il contrasto.
- Motion Blur: viene aggiunto il motion Blur per simulare il tremore che si ha durante un attacco di panico.
- Shadows Midtones Highlights: I toni bassi vengono portati verso colori più caldi e accesi come da reference



Figura 7.11: Trasformazione studenti attacco di panico

7.10.2 Attacco di panico camera

Per l'attacco di panico della camera viene attivata la trasformazione delle pareti utilizzando lo shader displacement + dissolve (vedi *Shader vertex displacement + dissolve*). Lo stesso shader viene anche utilizzato per alcuni oggetti con cui è stato possibile interagire durante l'esperienza virtuale (Dooda, la palla, la switch e il joystick). Anche in questo caso viene fatto aumentare linearmente il peso di un layer di post-processing che applica gli stessi effetti dell'attacco di panico dell'aula ma stando su toni più freddi. Vengono inoltre attivate in sequenza alcune parole che Robin dice parlando tra sè e sè: Dead, Funeral, Gone, Alone, Cage, Prison, I can't, Everybody hates me.

```
public IEnumerator ActiveWord(string word)
{
    active = true;
    this.transform.parent.transform.position = targetPosition ;
    this.transform.parent.transform.rotation = targetRotation;
    foreach (Transform child in transform)
    {
        child.localPosition = child.localPosition + new
            Vector3(Random.Range(-0.1f, 0.5f), Random.Range(-0.1f, 0.5f),
            Random.Range(-0.1f, 5f));
        yield return new WaitForSeconds(Random.Range(0.1f, 0.3f));
        child.GetComponent<TextMeshPro>().SetText(word);
    }
    yield return new WaitForSeconds(2f);
    foreach (Transform child in transform)
    {
```

7 Realizzazione

```
child.GetComponent<TextMeshPro>().SetText("");  
  
}  
  
active = false;  
  
}
```



Figura 7.12: *Post-Processing attacco di panico*

Ciascuna scritta compare contemporaneamente tre volte nella posizione in cui l'utente sta guardando più un offset gestito randomicamente. Dopo 2 secondi tutte le scritte scompaiono e vengono sostituite con la prossima parola. La posizione delle scritte viene di volta in volta aggiornata in base alla posizione in cui l'utente sta guardando e in maniera che le scritte siano sempre ruotate verso lo spettatore.

7.11 Interazione cordicella della luce

Quando si entra nella stanza la cordicella della luce è l'unico oggetto interagibile. La corda è illuminata con lo shader highlight ed è attaccata al soffitto tramite un Hinge Joint. Questo componente fa oscillare la corda quando viene rilevata una collisione. Per l'interazione è stato utilizzato un XR Simple Interactable che rileva se l'utente usa il grip per interagire e in tal caso attiva l'oggetto. L'interazione porta all'accensione delle luci e all'attivazione dei primi tre oggetti: la palla, il peluche e la console portatile. Il movimento della corda che viene tirata verso il basso e torna su è gestito tramite Animator. Se l'utente non interagisce con la corda, dopo una quantità di tempo, parte l'audio della mamma che esorta Robin ad accendere la luce. Alla fine dell'audio viene automaticamente lanciato il metodo `onSelectEnter` e l'esperienza prosegue:

```
manager = FindObjectOfType<XRInteractionManager>();  
manager.SelectEnter(interactor, interactable);
```

dove l'interactor è l'`XRRayInteractor` del controller e l'interactable è l'`XRSimpleInteractable` della cordicella.



Figura 7.13: Corda della luce

7.12 Interazione palla

7.12.1 La parabola di lancio

L'interazione della palla è fatta in modo da andare sempre a canestro quando questa viene lanciata. Il metodo `onSelectExit` dell' `XRGrabInteractable` collegato al gameobject della palla setta un parametro `'ballLanchedByHand'` a `true` che controlla il rilascio dell'oggetto da parte dell'utente. Tale parametro viene settato a `false` ogni volta che la palla collide con il canestro. In questo modo, il metodo `MagicHit()` che permette il lancio della palla, viene chiamato solo se rispettata la condizione che sia stato l'utente a lanciare la palla (`ballLaunchedByHand` è `true`) e che la collisione non ha detectato il canestro.



Figura 7.14: Interazione palla

```
public void MagicHit()
{
    height = Mathf.Abs(wallHeight - rigidBall.position.y);
    Physics.gravity = Vector3.up * gravity;
    rigidBall.useGravity = true;
    rigidBall.velocity = CalculateLaunchVelocity(height);
}
```

}

Il metodo CalculateLaunchVelocity(float h) calcola, dal punto della collisione, la velocity da attribuire al rigidbody della palla per raggiungere il canestro. Questo prende come parametro in ingresso la differenza tra l'altezza della parabola desiderata (wallHeight) e l'altezza della palla nel momento della collisione (rigidBall.position.y). Il parametro WallHeight deve essere impostato ad un'altezza maggiore di quella del target (il canestro stesso).

Per il calcolo della velocità di lancio sono state utilizzate le seguenti equazioni cinematiche.

$$s = ((u + v)/2) * t$$

$$v = u + a * t$$

$$s = u * t + (a * t^2)/2$$

$$s = v * t - (a * t^2)/2$$

$$v^2 = u^2 + 2 * a * s$$

La componente di velocità sull'asse y è stata calcolata come segue:

$$v^2 = u^2 + 2 * a * s$$

dove v(velocità finale) = 0, a=g e s=h

$$u^2 = -2 * g * h$$

$$u = \sqrt{-2 * g * h}$$

ovvero nello script:

```
Vector3 velocityY = Vector3.up * Mathf.Sqrt(-2 * gravity * h);
```

La componente di velocità sull'asse X e Z è stata calcolata come segue:

$$u_{right} = P_x / (\sqrt{-(2 * h)/g} + \sqrt{2 * (P_x - h)/g})$$

ovvero nello script:

```
Vector3 velocityXZ = displacementXZ/(Mathf.Sqrt(-2 * h / gravity) + Mathf.Sqrt(2 * (displacementY - h) / gravity));
```

Il displacementY è definito come la differenza tra la posizione del target e quella della palla nel punto di collisione (punto di inizio del lancio) rispetto all'asse Y. Il displacementXZ è invece dato da un vettore tridimensionale che calcola la differenza tra la posizione del target e della palla nel punto di collisione rispetto agli assi X e Z. Nel complesso viene qui indicato il metodo CalculateLaunchVelocity:

```
private Vector3 CalculateLaunchVelocity(float h)
{
    float displacementY = target.position.y - rigidBall.position.y;
    Vector3 displacementXZ =new Vector3(target.position.x -
        rigidBall.position.x, 0, target.position.z - rigidBall.position.z);
    Vector3 velocityY = Vector3.up * Mathf.Sqrt(-2 * gravity * h);
    Vector3 velocityXZ = displacementXZ/(Mathf.Sqrt(-2 * h / gravity) +
        Mathf.Sqrt(2 * (displacementY - h) / gravity));
    return velocityXZ + velocityY;
}
```

La somma delle componenti è stata attribuita alla velocity del rigidbody della palla.

7.12.2 La bounciness

La bounciness, ovvero la fisica del rimbalzo, è stata resa creando un Physic material da Unity (Figura 7.9).

7.12.3 Il Canestro

Per segnare il canestro effettuato è stato posto un trigger che aggiorna il punteggio mostrato sul cartellone quando è attraversato dalla palla. L'interazione

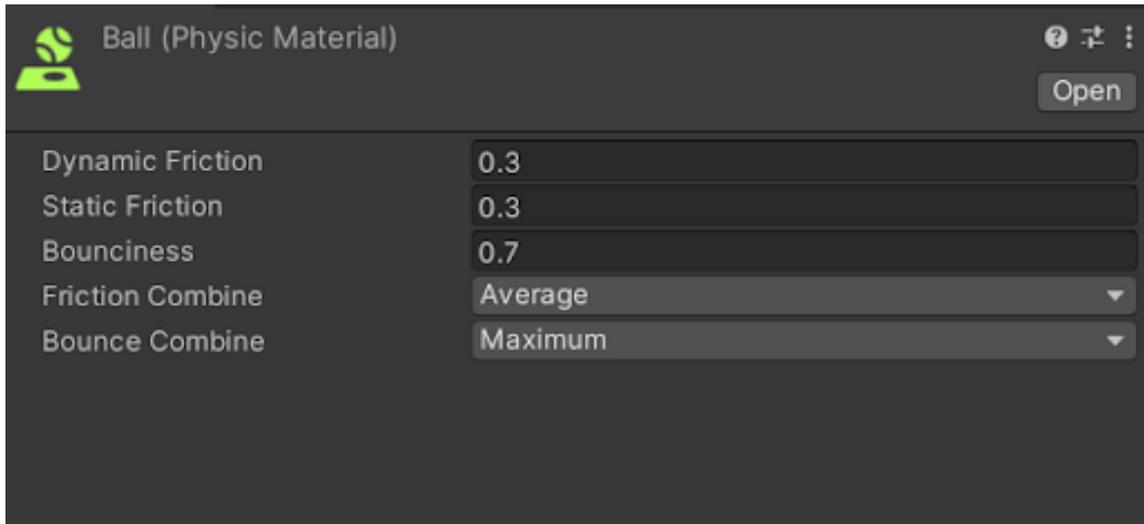


Figura 7.15: *settaggio del Physic material della palla*

continua fin quando non si raggiungono 6 punti oppure scade il timer di 30 secondi. Le luci del tabellone variano tra due configurazioni: il "serpente", animazione base del tabellone, e "luci alternate", che si attivano quando l'utente fa canestro.

- Il serpente:

E' stato realizzato con una coroutine che attiva e disattiva in sequenza ciascun child della gerarchia che rappresenta una lampadina.

```

foreach (Transform child in transform)
{
    child.gameObject.GetComponent<MeshRenderer>().material =
        glowMaterial;
    yield return new WaitForSeconds(.05f);
    child.gameObject.GetComponent<MeshRenderer>().material=
        baseMaterial;
    count++;
}

```

- luci alternate:

si alterna l'attivazione dei child il cui indice è pari e quelli il cui indice è

dispari in una coroutine.

```
foreach (Transform child in transform)
{
    if (child.GetSiblingIndex() % 2 == 0)
    {
        child.GetComponent<MeshRenderer>().material =
            glowMaterial;
    }
    else
    {
        child.GetComponent<MeshRenderer>().material =
            baseMaterial;
    }
}
yield return new WaitForSeconds(0.2f);
foreach (Transform child in transform)
{
    if (child.GetSiblingIndex() % 2 == 0)
    {
        child.GetComponent<MeshRenderer>().material =
            baseMaterial;
    }
    else
    {
        child.GetComponent<MeshRenderer>().material =
            glowMaterial;
    }
}
```

7.13 Interazione Dooda

L'interazione del peluche Dooda è stata realizzata utilizzando l'XR Grab interactable e l'XR Simple Interactable a cui è stato fatto l'override del metodo OnHoverEntered.

Ogni volta che viene afferrato il peluche vengono fatti partire degli audio in cui Robin parla del suo legame emotivo con sua nonna. Gli audio si susseguono fin quando non viene aperta la zip che il peluche ha sulla pancia.

Tramite il metodo OnHoverEntered dell'XRSimpleInteractable collegato al collider della zip, si controlla se l'utente preme il trigger del controller quando il peluche è grabbato.

Se questo avviene, viene fatta partire un'animazione che abbassa la zip ed estrae una fotografia ricordo che ritrae Robin e la nonna nei pressi di un teatro. Alla fine dell'animazione, quando la zip è aperta, viene attivato un Socket Interactor collegato alla zip del peluche. Il Socket Interactor è un interactor che vincola l'oggetto in una posizione specifica, in questo caso la fotografia viene vincolata alla zip del peluche. Subito dopo la foto viene rimossa dalla gerarchia e viene attivato il rigidbody ad essa relativa. In questo modo essa cade sotto effetto della gravità. Attivando il componente XRGrabInteractable collegato all'oggetto foto, questo può essere preso con il controller utilizzando il pulsante di Grip. Se la foto viene grabbata, parte un audio in cui Robin ripensa ai momenti felici di quando era piccolo e la nonna lo portava al teatro.



Figura 7.16: Interazione Dooda

7.14 Interazione Console Portatile

7.14.1 Gestione dell'interazione a due mani

Per la console portatile è stata pensata una interazione a due mani: per attivare l'oggetto è necessario premere il tasto grip di entrambi i controller. Lo shader highlight suggerisce l'interazione illuminando il lato della console che non è stato ancora grabbato. Per realizzare questa interazione è stato fatto l'override del metodo `onSelectEntered` dell'`XRGrabInteractable` collegato all'oggetto.

Il parametro `isSelected` della classe `XRBaseInteractable` restituisce un booleano che è true quando l'oggetto viene grabbato. Utilizzando questo parametro, e controllando se viene chiamato nuovamente il metodo `OnSelectEntered`, è possibile verificare se l'utente ha interagito con l'oggetto con entrambi i controller contemporaneamente.

Quando ciò avviene, viene chiamato il metodo `ActivateSwitchWithHands()`. Questo metodo sostituisce il modello delle mani con quello delle mani con la console.

Quest'ultimo è vincolato alla posizione e alla rotazione della camera in modo da posizionarsi di fronte ad essa per tutta la durata dell'interazione.

7.14.2 Gestione della posizione della switch vincolata alla camera

E' stato posto un un empty di fronte alla camera e child di quest'ultima che rappresenta la posizione target che la switch deve raggiungere.

E' stata selezionata una soglia che distingue il caso in cui l'utente stia ruotando solo la testa da quello in cui stia utilizzando lo `snapturn`, confrontando tale valore con la distanza tra la posizione target e quella della switch.

Se la distanza tra il controller e il target è maggiore di tale soglia, il movimento viene reso più smooth utilizzando un interpolazione lineare tra le due posizioni utilizzando il metodo `Lerp`.

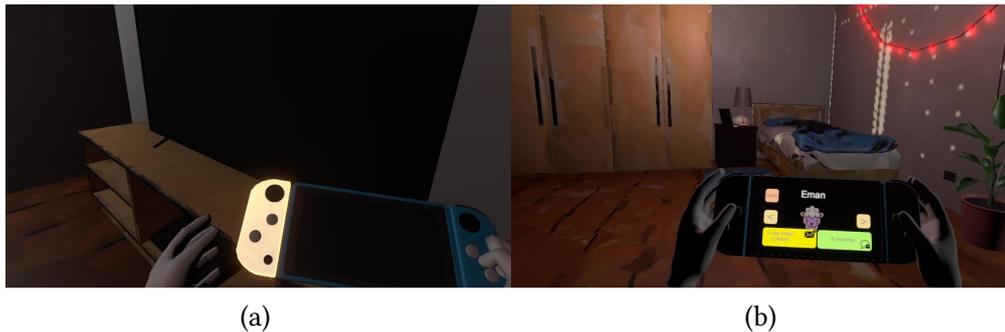


Figura 7.17: Interazione switch

```
transform.position = Vector3.Lerp(transform.position, target_position.position,
    velocity_lerp);
```

La rotazione della switch è stata invece implementata in questo modo:

```
Quaternion rotTarget = Quaternion.LookRotation(target_head.position -
    this.transform.position);
this.transform.rotation = Quaternion.RotateTowards(this.transform.rotation,
    rotTarget, Speedmax * Time.deltaTime);
```

Il metodo public static Quaternion LookRotation(Vector3 forward) prende in ingresso il vettore che rappresenta la direzione verso cui si vuole guardare (forward direction). Questa è calcolata come la differenza tra la posizione della switch e la posizione target, ovvero un empty posto di fronte alla camera e child di quest'ultima. Ottenuta la rotazione target, il metodo RotateTowards provvede alla rotazione nel tempo con la velocità *Speedmax* desiderata.

7.15 Interazione lettera

Nel secondo atto viene fatta apparire una lettera da parte della nonna sotto la porta. E' stato posto un trigger nei pressi della porta che quando attraversato dall'utente attiva l'animazione che modifica la posizione della lettera e la fa apparire nei pressi della porta.

Il gameObject è costituito da un'aletta che è collegata al corpo della lettera con



Figura 7.18: Interazione lettera

un HingeJoint per farla muovere sotto effetto della gravità.

Quando la lettera viene grabbata, vengono istanziati degli oggetti moneta a partire dalla posizione della lettera a cui vengono assegnati Rigidbody e Collider in modo da farli cadere al suolo.

```
for (int i = 1; i <= _coinsNumber; i++)
{
    GameObject childObject = Instantiate(coin) as GameObject;
    childObject.transform.parent = this.transform;
    childObject.transform.position = this.transform.position;
    childObject.transform.rotation = Quaternion.Euler(-180, 0, 0);
    childObject.transform.localScale *= 3;
    childObject.AddComponent<Rigidbody>();
    childObject.AddComponent<BoxCollider>();
    childObject.gameObject.GetComponent<Rigidbody>().useGravity = true;
}
```



Figura 7.19: Interazione joystick

7.16 Interazione joystick

Anche per il joystick è stata pensata una interazione a due mani, come per la switch: deve essere premuto il grip con entrambi i controller per attivarlo. Quando grabbato con due mani, l'utente non può più muoversi nello spazio ma può utilizzare i joypad dei controller per controllare il movimento del personaggio nel gioco 2D.

Se viene lasciato uno dei due grip, viene disattivato il modello delle mani con il joystick e attivato il modello del joystick grabbato in una delle mani, il gioco viene interrotto e ci si può nuovamente spostare nello spazio. Quando si avvia l'interazione con le due mani, viene caricata la scena del gioco 2D che compare sulla televisione in additive mode. Per far comparire la scena sul televisore è stata messa una render texture a un pannello posto in posizione dello schermo collegata all'output della camera della scena del videogioco 2D. Le mani sono state animate utilizzando un BlendTree i cui parametri corrispondono agli input dei due controller.

```
inputDevice.TryGetFeatureValue(CommonUsages.trigger, out indexValue);
    inputDevice.TryGetFeatureValue(CommonUsages.grip, out threeFingersValue);
```

7 Realizzazione

```
inputDevice.TryGetFeatureValue(CommonUsages.primaryButton, out bool
primaryPressed);inputDevice.TryGetFeatureValue(CommonUsages.secondaryButton,
out bool secondaryPressed);
inputDevice.TryGetFeatureValue(CommonUsages.triggerButton, out bool
triggerPressed); inputDevice.TryGetFeatureValue(CommonUsages.primary2DAxis,
out Vector2 primaryMovement);
```

Vengono quindi aggiornati i parametri dell'animatore che attivano le animazioni delle dita corrispondenti quando vengono premuti dei tasti del controller.

```
if (joystickWithHands.activeSelf)
{
    joystickAnimator.SetFloat(IndexTrigger, indexValue);
    joystickAnimator.SetFloat(ThumbX, thumbValue);
    joystickAnimator.SetFloat(ThumbY, thumbValueY);
    joystickAnimator.SetFloat(PrimaryRight, thumbPrimaryValueR);
    joystickAnimator.SetFloat(PrimaryUp, thumbPrimaryValueU);
    joystickAnimator.SetFloat(PrimaryDown, thumbPrimaryValueD);
    joystickAnimator.SetFloat(PrimaryLeft, thumbPrimaryValueL);
}
```

Il modello del joystick con le due mani viene posto di fronte alla camera (vedi *interazione console portatile*).

L'interazione con il joystick termina quando finisce l'audio in cui lui inveisce contro la madre per avergli staccato internet, il joystick diventa non interagibile e cade dalle mani.

7.17 Implementazione gioco 2D Dooda-verse

Dooda-verse è un videogioco 2D esplorativo. Robin può muovere il personaggio di Dooda-Verse utilizzando i joypad dei controller. La posizione della camera è ottenuta facendo una interpolazione lineare tra la sua posizione e quella del personaggio più un offset. In questo modo la camera segue il personaggio in maniera smooth con una velocità predefinita.

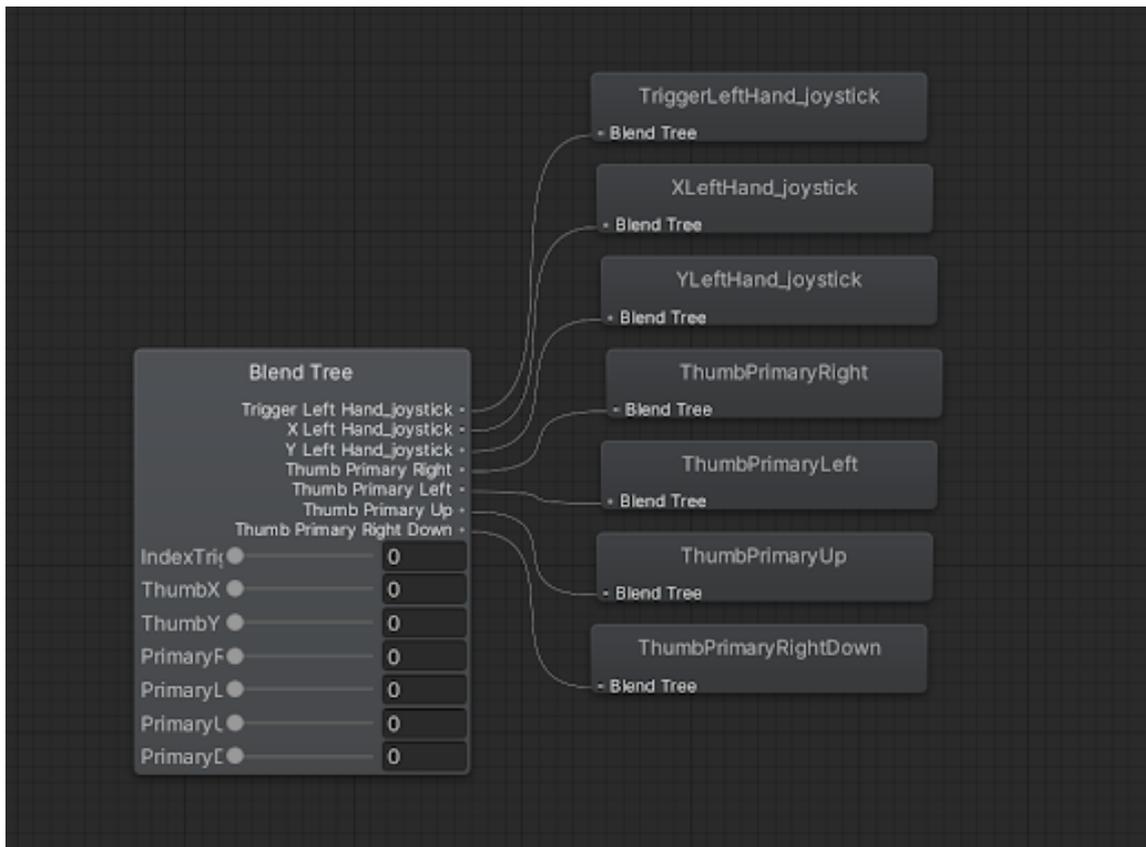


Figura 7.20: Blend Tree animazione dita



Figura 7.21: *Mondo Dooda-verse*

```
private void Update()
{
    if (target == null) return;

    targetPos = target.position + offset;
    transform.position = Vector3.Lerp(transform.position, targetPos,
        lerpSpeed * Time.deltaTime);
}
```

Per regolare la direzione in cui è rivolto il personaggio in Idle (quando velocità di movimento è 0) è stato creato un animator con un Blend Tree che assume valori tra 0 e 3.

- valore 0: il personaggio è rivolto verso l'alto.
- valore 1: il personaggio è rivolto verso destra.
- valore 2: il personaggio è rivolto verso il basso.
- valore 3: il personaggio è rivolto verso sinistra.

```
private void SetFacingDirection()
{
    if (Mathf.Abs(movement.y) > Mathf.Abs(movement.x))
    {
        if (movement.y > 0)
            animator.SetFloat("IdleDirection", 0);
        else
            animator.SetFloat("IdleDirection", 2);
    }
    else
    {
        if (movement.x > 0)
            animator.SetFloat("IdleDirection", 1);
        else
            animator.SetFloat("IdleDirection", 3);
    }
}
```

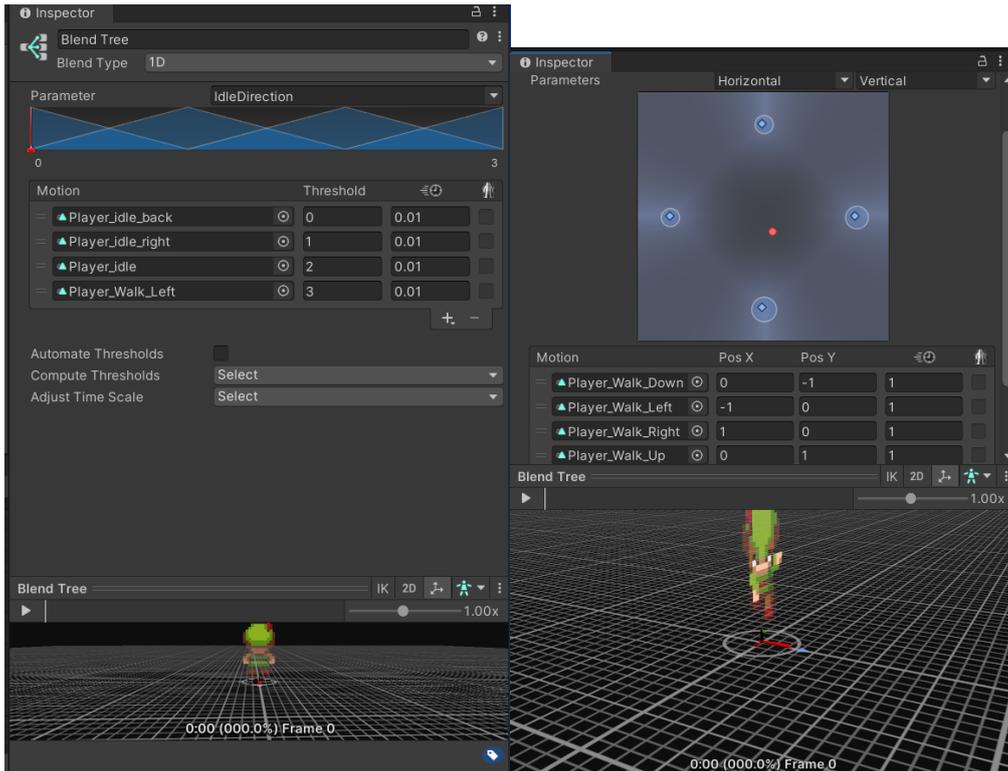
La velocità è calcolata come il valore mappato tra 0 e 1 del modulo (magnitude) del vettore nella direzione in cui il personaggio si sta muovendo.

```
speed = Mathf.Clamp01(movement.sqrMagnitude);
```

Viene utilizzata la `sqrMagnitude` che restituisce il quadrato della lunghezza del vettore essendo più efficiente computazionalmente rispetto al calcolo della magnitude che prevede la radice quadrata.

Quando la velocità è maggiore di 0.1f, viene attivato un `blendTree` che controlla l'animazione della camminata.

7 Realizzazione



(a) *BlendTree Idle*

(b) *BlendTree Walk*

Figura 7.22: Animator del Gioco 2D

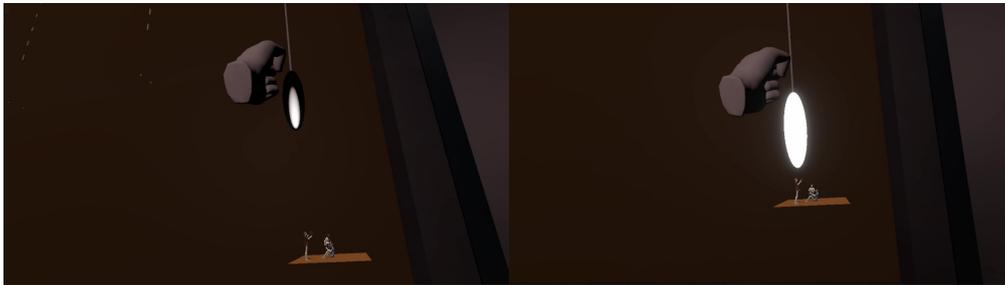
Il BlendTree è di tipo 2DSimple Directional e dipende dalla direzione del movimento (horizontal o vertical).

7.18 Interazione veneziana

Le veneziane si possono alzare utilizzando la cordicella sulla destra. Questa è collegata tramite un hinge joint alla parte rigida superiore della finestra.

Per poter interagire con la cordicella l'utente deve tirare la maniglia della cordicella premendo il grip di uno dei controller. L'interazione è stata realizzata utilizzando un componente XR Simple Interactable applicato alla maniglia. Quando la maniglia viene selezionata, tramite il metodo addListener collegato al SelectEnterEvent viene chiamato il metodo StoreGrabInfo, che registra la posizione iniziale dell'Interactor con cui si sta interagendo. Questa posizio-

ne viene utilizzata per calcolare la direzione verso cui si sta tirando la corda confrontandola con la posizione aggiornata del controller nell'Update.



(a)

(b)

Figura 7.23: Interazione veneziane

```
protected virtual void OnEnable()
{
    handle.selectEntered.AddListener(StoreGrabInfo);
}

private void StoreGrabInfo(SelectEnterEventArgs args)
{
    startingPercentage = currentPercentage;
    grabPosition = args.interactor.transform.position;
}
```

Per definire la lunghezza massima della corda che l'utente può tirare è stato messo un empty 'Start' in corrispondenza del punto di partenza e un empty 'End' in quello di arrivo. La differenza definisce la direzione target. La direzione di pull invece è calcolata come differenza tra la posizione aggiornata dell'Interactor e quella di partenza ottenuta tramite il metodo StoreGrabInfo.

```
private float FindPercentageDifference()
{
    Vector3 handPosition = handle.selectingInteractor.transform.position;
    Vector3 pullDirection = handPosition - grabPosition;
```

7 Realizzazione

```
Vector3 targetDirection = end.position - start.position;

float length = targetDirection.magnitude;
targetDirection.Normalize();

return Vector3.Dot(pullDirection, targetDirection) / length;
}
```

Infine si calcola il prodotto scalare tra i due vettori il cui risultato è uno scalare che confrontato con la lunghezza del tratto da tirare restituisce un valore percentuale compreso tra 0 e 1. Utilizzando la funzione Lerp si trova la posizione appropriata tra punto iniziale e punto finale che dipende dalla posizione del controller con cui l'utente sta interagendo.

```
mover.MoveTo(Vector3.Lerp(start.position, end.position, newPercentage));
```

dove il metodo MoveTo sposta il rigidbody nella posizione ottenuta.

```
public void MoveTo(Vector3 newPosition)
{
    rigidbody.MovePosition(newPosition);
}
```

La percentuale ottenuta controlla lo slider dell'animazione che apre la veneziana.

```
slider = this.GetComponentInChildren<DrawerSetup>().currentPercentage;
anim.speed = 0;
anim.Play("Apri", -1, slider);
```

Quando l'utente interagisce con le persiane, parte l'audio in cui Robin guarda fuori dalla finestra i suoi amici giocare a basket. Alla fine dell'audio le veneziane si chiuderanno automaticamente.

7.19 Interazione cellulare/ricordino della nonna

L'interazione è realizzata utilizzando un XRGrabInteractable. Quando gli oggetti sono selezionati parte l'audio relativo all'oggetto corrispondente.

7.20 Interazione mouse

Il mouse è stato realizzato sostituendo il modello della mano con quello della mano + mouse. Quando il controller destro entra in un trigger che delimita l'area del tappetino, viene attivato un raycast verticale visibile che diventa bianco quando posto sopra l'oggetto mouse. Se viene premuto il grip del controller, avviene la sostituzione dei modelli. Il modello mouse + mano è vincolato al tappetino tramite un Configurable Joint. L'anchor è il centro del joint, punto da cui viene calcolata la simulazione physics-based. In questo caso l'anchor è posizionata sul tappetino e la connected anchor nel centro dell'oggetto mouse+mano. Vincolando l'oggetto a muoversi sull'asse x si fa in modo che questo si muova solo sul tappetino.

Il punto di collisione del raycast verticale con il tappetino modifica la posizione dell'oggetto mentre è grabbato. Quando questo viene lasciato, compare il modello del mouse nella posizione in cui l'utente ha smesso di interagire. Cliccando con il grip sul mouse è possibile interagire nuovamente. La posizione dell'icona viene calcolata normalizzando rispetto alla dimensione dello schermo la posizione del mouse. La posizione sull'asse x del mouse determina la posizione locale sull'asse x dell'icona, mentre la posizione dell'asse z del mouse determina la posizione locale sull'asse y dell'icona.

```
Vector3 positionIcona = new Vector3(mouse.transform.localPosition.x * -1 / 0.4f,  
    mouse.transform.localPosition.z * -1 * 1.3f,  
    icona.transform.localPosition.z);
```

Sullo schermo del pc è possibile cliccare dei tasti per rispondere o chiudere la chiamata con Jessy utilizzando il trigger del controller.

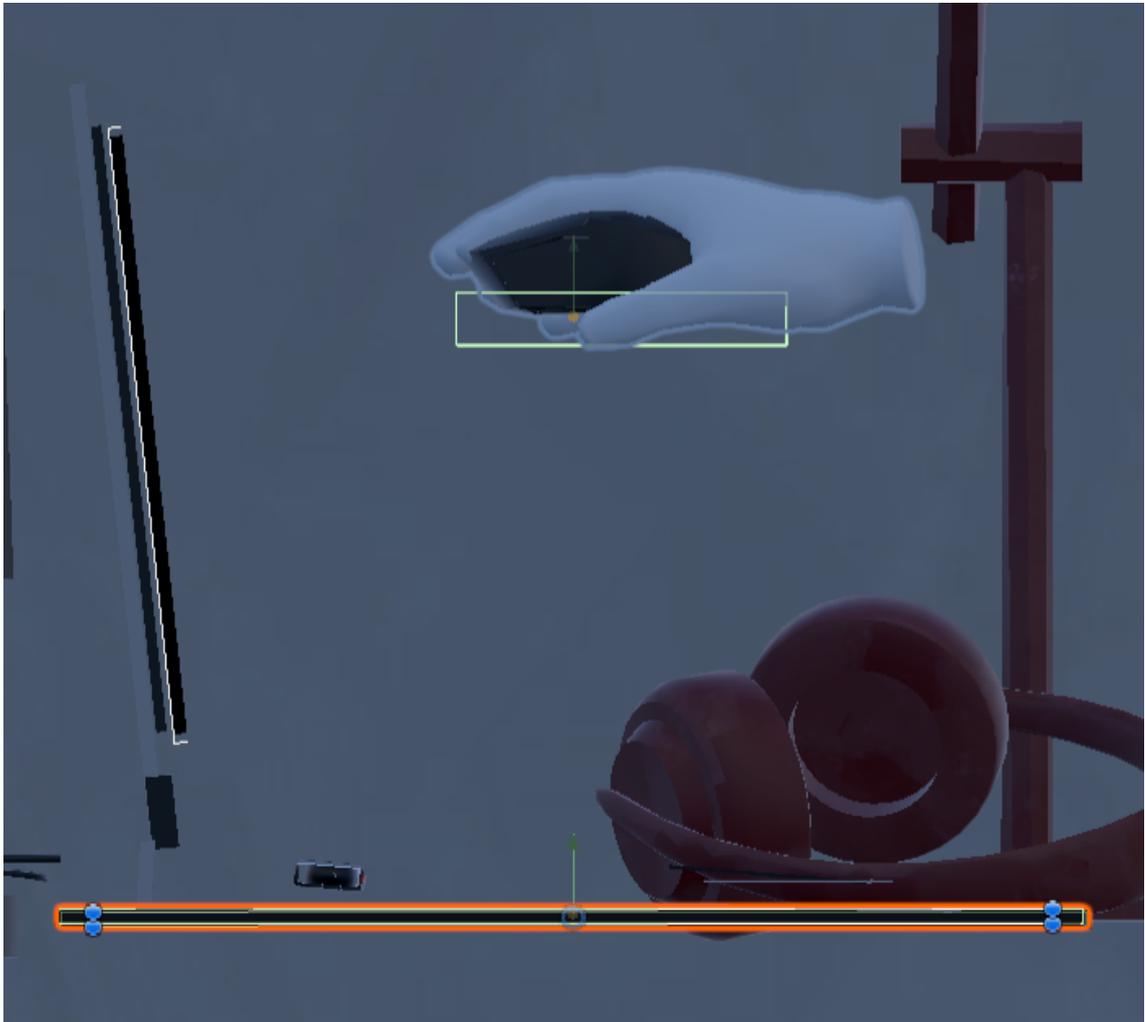


Figura 7.24: *Configurable Joint per l'interazione mouse*

8 Survey per la valutazione della User Experience (UX)

Ci sono diverse definizioni di User Experience (UX) ma molti ricercatori concordano con la definizione generale data dalla norma ISO 9241-210 (Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems) definendola come ‘ le percezioni e le risposte dell’utente risultanti dall’uso di un sistema o servizio’.

Molti studi sulla UX negli ambienti virtuali misurano la UX basandosi esclusivamente su questionari che indagano sul senso di presenza. Ci sono, però, moltissimi altri componenti da tenere in considerazione oltre alla presenza per misurare la UX in ambienti virtuali: immersion, engagement, flow, usability, skill, emotion, experience consequence, judgement, and technology adoption [26].

Si descrivono brevemente le caratteristiche di ciascun componente di cui si è tenuto in considerazione nella stesura della survey che viene esposta in seguito.

- Presence

La presenza è il senso che l’utente ha di appartenere al mondo virtuale.

- Engagement

L’engagement è la connessione tra una persona e l’ambiente dal punto di vista comportamentale, emotivo e cognitivo.

8 Survey per la valutazione della User Experience (UX)

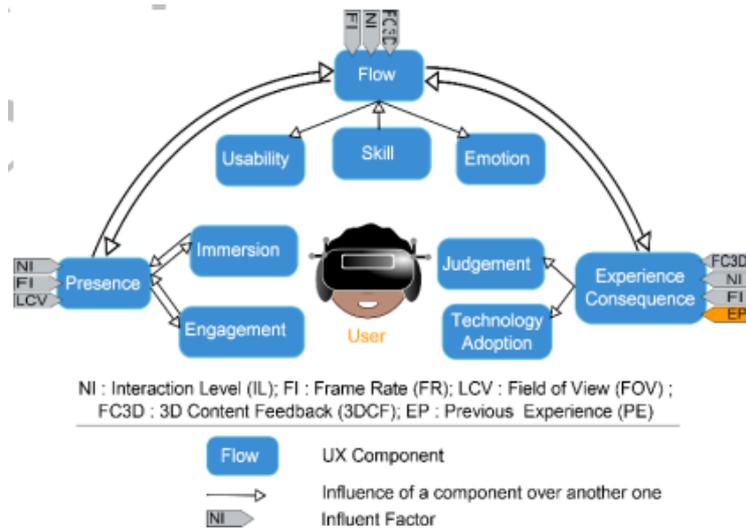


Figura 8.1: UX items for immersive experiences

- Immersione

L'immersione è l'illusione che la tecnologia VR sia in grado di sostituire lo stimolo sensoriale dell'utente con uno stimolo sensoriale virtuale.

- Flow

Il Flow è definito come un piacevole stato psicologico di senso di controllo e divertimento che l'utente prova interagendo con l'ambiente virtuale.

- Skill

La skill è definita come la conoscenza che l'utente guadagna interagendo con gli oggetti virtuali nel corso dell'esperienza.

- Emotion

Rappresenta la componente emotiva dell'utente durante l'esperienza virtuale.

- Usability

La usability è definita come la facilità di apprendimento e di utilizzo in termini di efficienza, efficacia e soddisfazione.

Items
<i>Presence</i>
1. The virtual environment was responsive to actions that I initiated.
<i>Engagement</i>
6. The sense of moving around inside the virtual environment was compelling.
<i>Immersion</i>
16. I felt stimulated by the virtual environment.
<i>Flow</i>
23. I felt I could perfectly control my actions.
<i>Usability</i>
34. I thought the interaction devices (oculus headset, gamepad and/or keyboard) were easy to use.
<i>Emotion</i>
37. I enjoyed being in this virtual environment.
<i>Skill</i>
52. I felt confident selecting objects in the virtual environment.
<i>Judgement</i>
58. A. Personally, I would say the virtual environment is impractical/practical
<i>Experience consequence</i>
62. I suffered from fatigue during my interaction with the virtual environment.
<i>Technology adoption</i>
71. If I use again the same virtual environment, my interaction with the environment would be clear and understandable for me.

Table 1. English translation of some items used in our unified UX questionnaire.

Figura 8.2: UX items for immersive experiences

- Technology Adoption

E' definito come le decisioni prese dall'utente per un futuro utilizzo o intenzione di utilizzo dell'ambiente virtuale. Identifica, in altre parole, la probabilità di successo dell'introduzione di una nuova tecnologia

- Judgement

Consiste nel giudizio generale dell'esperienza da parte dell'utente.

- Experience consequence

Identifica le conseguenze negative che l'utente può avere mentre usa la tecnologia VR in termini di nausea, problemi alla motilità oculare e disorientamento.

Per la stesura del questionario ci si è basati su questionari già esistenti (**PQ**, **CSE**, **UEQ**, **SUS**, **SSQ**), che si focalizzano su alcuni componenti tra quelli sopra descritti. In questo lavoro di tesi, si è deciso di adottare un metodo soggettivo sottoponendo ad un cluster di utenti un questionario a risposta chiusa volto ad ottenere le opinioni e le preferenze dell'utente. Questa parte di lavoro di tesi, essendo dedicata allo sviluppo delle interazioni e all'esperienza dell'uten-

8 Survey per la valutazione della User Experience (UX)

Dai un punteggio da 1 a 7 alle seguenti affermazioni. (1, per niente 7, perfettamente) [PQ Presence Questionnaire]	
Realismo	
22	Le interazioni nell'ambiente virtuale mi sono sembrate naturali
23	Il movimento all'interno dell'ambiente virtuale mi è sembrato naturale
24	Il senso di movimento degli oggetti nello spazio mi è sembrato naturale
25	La mia esperienza nel mondo virtuale mi è sembrata coerente con quella nel mondo reale
26	Ho creduto di essere il personaggio che stavo interpretando.
27	Nel mondo virtuale ho avvertito un senso di "presenza", ovvero di "trovarmi lì" durante l'esperienza
28	Ho avuto la sensazione di essere "immerso" nell'ambiente virtuale grazie al modo in cui i miei sensi sono stati stimolati
Possibilità di agire	
29	Quanto ti sentivi in grado di controllare gli eventi nell'ambiente virtuale?
30	Quanto era reattivo l'ambiente virtuale alle azioni che hai compiuto?
31	ti sei sentito in grado di anticipare quello che sarebbe successo in risposta alle azioni che hai compiuto durante l'esperienza?
32	Quanto ti sei sentito in grado di esplorare attivamente l'ambiente virtuale?

Figura 8.3: Presence questionnaire (PQ). Items: realismo e possibilità di agire

Dai un punteggio da 1 a 5 (1 per niente, 5 perfettamente) [CSE Computer Self-Efficacy]	
Skill : In generale, indipendentemente dall'esperienza	
5	Quanto ti sei sentito naturale nel manipolare i controller ?
6	Quanto ti sei sentito naturale nell'utilizzo dell'headset?
7	Quanto ti senti in grado di apprendere skill avanzate utilizzando la tecnologia VR?

Figura 8.4: user skill

te in termini di movimento nello spazio e facilità di comprensione dei task e del flusso narrativo, non vuole indagare sulla qualità grafica e sul coinvolgimento emotivo dell'utente. Per questo motivo, le componenti della UX su cui si è deciso di indagare sono: presence, usability, emotion, skill e experience consequence.

8.1 PQ (Presence questionnaire)

Basandosi sul questionario PQ di Witmer Singer (2004) [27]¹ sono state poste le domande in figura 8.3.

8.2 CSE (Computer Self-Efficacy)

Il questionario CSE [28] identifica l'attitudine dell'utente nei confronti di una tecnologia informatica e il grado con il quale si sente a proprio agio. E' stato utilizzato come indicatore della Skill.

¹<https://marketinginvolvement.files.wordpress.com/2013/12/pq-presence-questionnaire.pdf>

8.3 SUS (System Usability Scale)

Dai un punteggio da 1 a 5 alle seguenti affermazioni. (1. per niente 5. perfettamente) [SUS (System Usability scale)]		
	<i>Usability</i>	
33	Credo che potrei usare il sistema frequentemente	
34	Ho trovato il sistema eccessivamente complesso	
35	Penso che il sistema sia facile da usare	
36	Penso che avrei bisogno del supporto di un "tecnico" per usare il sistema	
37	Ho trovato le varie funzioni del sistema ben implementate	
38	Penso ci fossero troppe incongruenze nel sistema	
39	Penso che la maggior parte delle persone imparerebbe ad usare un sistema come questo velocemente	
40	Ho trovato il sistema scomodo da usare	
41	Mi sentivo confidente/sicuro nell'usare il sistema	
42	Ho avuto bisogno di imparare molte cose prima di poter utilizzare il sistema	

Figura 8.5: *usability*

8.3 SUS (System Usability Scale)

E' stato chiesto all'utente di rispondere alle seguenti affermazioni dando un punteggio da 1 (Completamente in disaccordo) a 5 (Completamente d'accordo). La media dei valori globali ottenuti dal SUS rappresenta il livello di soddisfazione medio del campione utilizzato dal conduttore. Data la non rappresentatività del campione utilizzato per l'analisi esplorativa, i risultati rimangono assolutamente non generalizzabili, ma solamente indicativi di possibili aree problematiche.

8.4 UEQ (User Experience Questionnaire)

Nel questionario UEQ[29], le domande sono rappresentate da due termini di significato opposto. Gli utenti sono invitati ad indicare un punteggio da 1 a 7 in modo da evitare il central tendency bias.

Un esempio di domanda è:

attractive o o o o o o unattractive

L'ordine dei termini è casuale: metà delle domande iniziano con un termine positivo e metà con un termine negativo per minimizzare il rischio di creare tendenze nelle risposte. Il questionario contiene 6 scale e 26 domande :

- Attrattività : Impressione generale del prodotto. L'utente ha apprezzato il prodotto?

8 Survey per la valutazione della User Experience (UX)

Come valuteresti l'esperienza virtuale di Locked Up ? (Scala da 1 a 7) [UEQ]		
Attrattività		
8	fastidiosa/piacevole	
9	scarsa/valida	
10	seccante/simpatia	
Apprendibilità		
11	Incomprensibile/comprendibile	
12	Difficile da imparare/Facile da imparare	
13	Complicata/facile	
14	confusa/chiaro	
Efficienza		
15	Lento/veloce	
16	Inefficiente/Efficiente	
17	Caotico/lineare	
Stimolazione		
18	noiosa/accattivante	
19	non interessante/interessante	
Originalità		
20	piatta/creativa	
21	convenzionale/originale	

Figura 8.6: UEQ

- Apprendibilità : E' facile apprendere come utilizzare il prodotto?
- Efficienza : E' riuscito l'utente a risolvere i task senza sforzi?
- Controllabilità: L'utente si sente di avere il controllo della situazione?
- Stimolazione : E' motivante utilizzare il prodotto?
- Originalità : Si tratta di un prodotto innovativo?

In questo progetto di tesi si è deciso di analizzare solo alcuni dei componenti del questionario UEQ: Attrattività, apprendibilità, efficienza, stimolazione e originalità. Le domande sottoposte sono quelle in figura 8.6.

8.5 Domande specifiche LockedUp

Sono state poi poste delle domande specifiche sull'esperienza Locked Up specificatamente volte ad indagare l'efficacia di alcune scelte implementative. Le domande sono quelle in figura 8.7.

8.5 Domande specifiche LockedUp

Dai un punteggio da 1 a 5 alle seguenti affermazioni. (1. per niente 5. perfettamente)		
43	Penso che le audio e visual cues erano adeguate per richiamare l'attenzione sugli oggetti interagibili	
44	La combinazione grip e trigger per l'interazione è intuitiva e facile da apprendere	
45	Penso che l'interazione ad un solo input (grip o trigger) potrebbe facilitare l'apprendimento delle meccaniche	
46	La libertà di movimento nell'ambiente virtuale mi ha disorientato	
47	L'interazione a due mani (es. grab dei controller) mi è sembrata intuitiva	
48	Il tutorial iniziale è sufficiente per comprendere le meccaniche principali	
49	Ho avuto la sensazione di avere il controllo del flusso della narrazione	
50	La narrazione prosegue senza interruzioni	
51	Avrei preferito un altro sistema di movimento (domanda aperta facoltativa)	

Figura 8.7: Domande LockedUp

9 Conclusioni

L'esperienza Locked Up è stata testata da 15 utenti di età compresa tra i 22 e i 29 anni.

L'indagine si è svolta in 2 fasi:

- Fase 1:

Domande pre-esperienza per conoscere il livello conoscitivo della tecnologia VR e videoludica dell'utente.

In questa fase è stato chiesto all'utente di specificare se lavora o studia nell'ambito delle ICT (Information and communications technology) e qual è il suo livello di esperienza nel settore videoludico e con le tecnologie VR.

- Fase 2:

Domande post-esperienza con cui sono state valutate le seguenti componenti della UX: Skill, attrattività, apprendibilità, efficienza, originalità, realismo, possibilità di agire, usability e stato di salute post-simulazione.

Con le informazioni ricavate dal questionario pre-esperienza e dal parametro skill post-esperienza (Fase 1), sono stati distinti:

- 9 utenti VR/videogame users che hanno maturato una buona skill con la tecnologia.
- 6 utenti non VR user e con poca esperienza nell'ambito videoludico.

Tale distinzione è stata utile per poter fare un confronto con i risultati ottenuti dai test tra queste due diverse tipologie di utente.

9.1 Stato attuale dell'applicazione

I risultati dei test sono relativi ad uno stato dell'applicazione ancora in fase di sviluppo. Al momento, infatti, audio, grafica 2D e grafica 3D (texture e modelli 3D), non sono definitivi e talvolta sono del tutto mancanti. Per quanto riguarda l'implementazione delle interazioni, sono state sviluppate solo quelle per gli oggetti che hanno una funzione narrativa (descritte nel capitolo 7).

9.2 Calcolo per ciascun questionario

- **UEQ ((User Experience Questionnaire)**

Il questionario è stato sottoposto chiedendo di dare un punteggio da 1 a 7 tra due termini di significato opposto. I punteggi sono stati trasformati in modo da assumere valori in una scala [-3,3] sottraendo 4 al punteggio iniziale.

- **Presence Questionnaire (PQ)** Anche il PQ prevede un assegnazione in una scala da 1 a 7. I punteggi sono stati trasformati per assumere valori [-3,3].

- **Usability** Calcolo della SUS:

- per gli item dispari (1, 3, 5, 7, 9) è stato effettuato il calcolo: punteggio assegnato dal partecipante -1 (meno 1);
- per gli item pari (2, 4, 6, 8, 10) è stato effettuato il calcolo: 5 - (meno) punteggio assegnato dal partecipante;
- vengono sommati i punteggi ricalcolati;
- si moltiplica il valore ottenuto per 2,5 (si ottiene un punteggio che oscilla tra un minimo di "0" e un massimo di "100").

- **Domande specifiche LockedUp**

In questo caso i punteggi sono da 1 a 5 e si è calcolata una media per ciascun item.

9.3 Risultato dei test

9.3.1 Risultati complessivi

9.3.1.1 UEQ

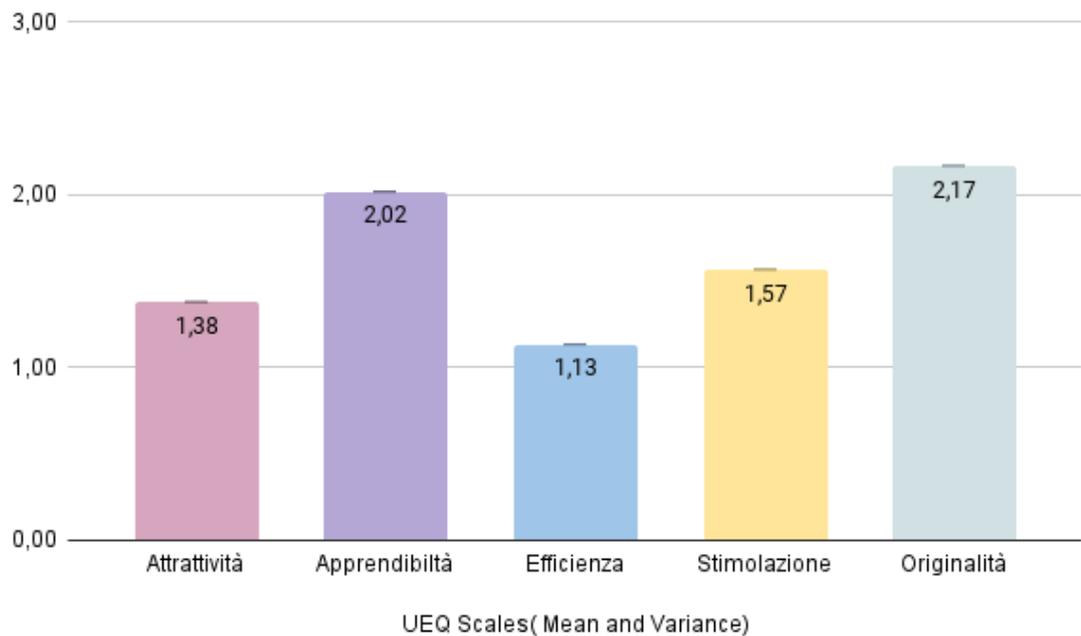


Figura 9.1: UEQ global results

La UEQ mostra ottimi risultati per gli item di Originalità e Apprendibilità raggiungendo punteggi compresi tra 2 e 3. Attrattività e stimolazione hanno ottenuto un punteggio medio compreso tra 1,3 e 1,5. Il componente con punteggio inferiore risulta essere quello relativo all'Efficienza (1,13/3). L'item con punteggio inferiore è 'Lento/veloce' con punteggio 0,67/3 (unità efficienza). L'item con il punteggio più alto è 'difficile da imparare/facile da imparare' con punteggio 2,32/3.

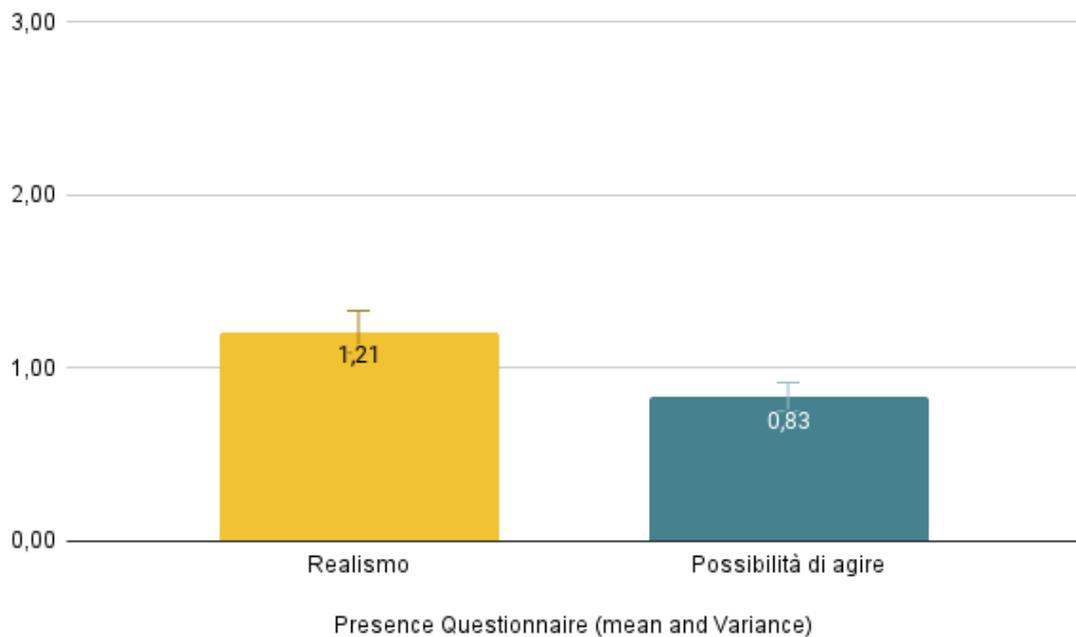


Figura 9.2: *Presence global results*

9.3.1.2 Presence Questionnaire

Globalmente il progetto ha ottenuto un punteggio di 'presenza' di 1,02/3 con 1,21/3 di realismo e 0,83/3 di possibilità di agire. Gli item che sono da ritenere più importanti per le correzioni future sono:

- Quanto ti sentivi in grado di controllare gli eventi nella realtà virtuale? (0.53/3)
- Il movimento all'interno dell'ambiente virtuale mi è sembrato naturale (0.60/3).
- Quanto era reattivo l'ambiente virtuale alle azioni che hai compiuto (0.93/3).

Gli item che hanno ottenuto il punteggio più alto sono:

- Le interazioni nell'ambiente virtuale mi sono sembrate naturali (1.80/3)
- Nel mondo virtuale ho avvertito un senso di "presenza", ovvero di "trovarmi lì" durante l'esperienza (1,60)

- La mia esperienza nel mondo virtuale mi è sembrata coerente con quella del mondo virtuale (1,40/3)

9.3.1.3 Usability

In media la Usability ha assunto un valore piuttosto soddisfacente (86,6/100).

9.3.1.4 Domande generali Locked Up

Dal questionario è risultato in generale un'ottima intuitività e apprendibilità delle interazioni a due mani e della combinazione di grip e trigger. Inoltre è risultato che il tutorial iniziale è sufficiente per apprendere le meccaniche principali.

La domanda che ha ricevuto il punteggio più basso è 'Ho avuto la sensazione di avere il controllo del flusso della narrazione' con un punteggio di 3.2/5.

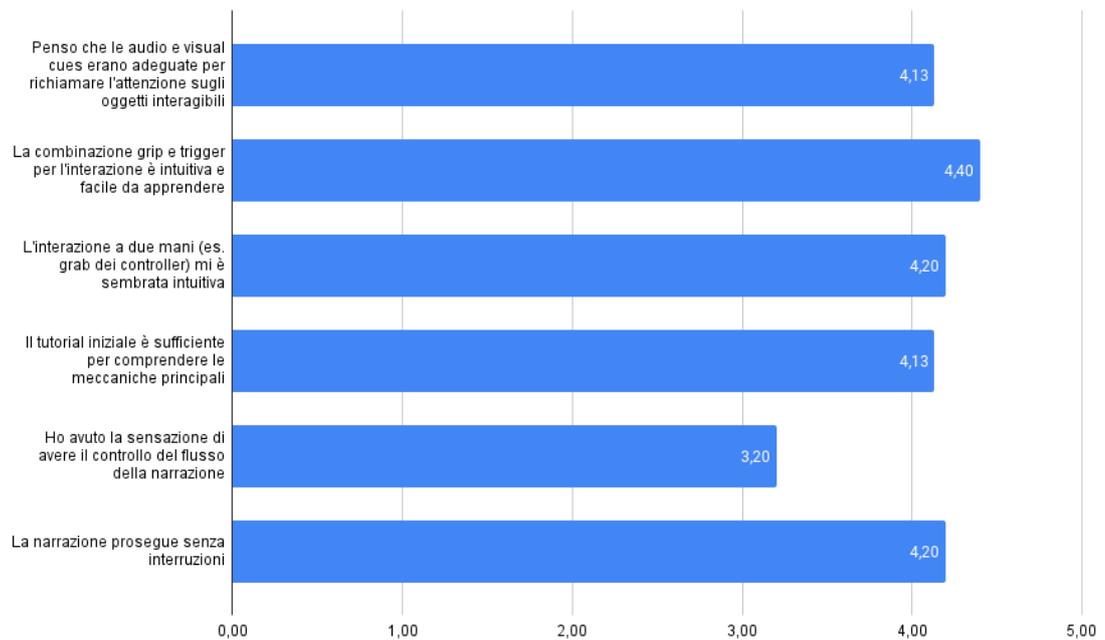


Figura 9.3: *LockedUp* global results

9.3.2 Confronto utenti experienced e non experienced

9.3.2.1 UEQ

Nel confronto tra i due tipi di utenti target, si delineano particolari differenze per gli item di Originalità e Stimolazione. Gli utenti unexperienced hanno infatti apprezzato l'originalità del progetto più degli utenti experienced. Per quanto riguarda la stimolazione, invece, l'utente experienced ha ritenuto il progetto più interessante e accattivante rispetto all'unexperienced.

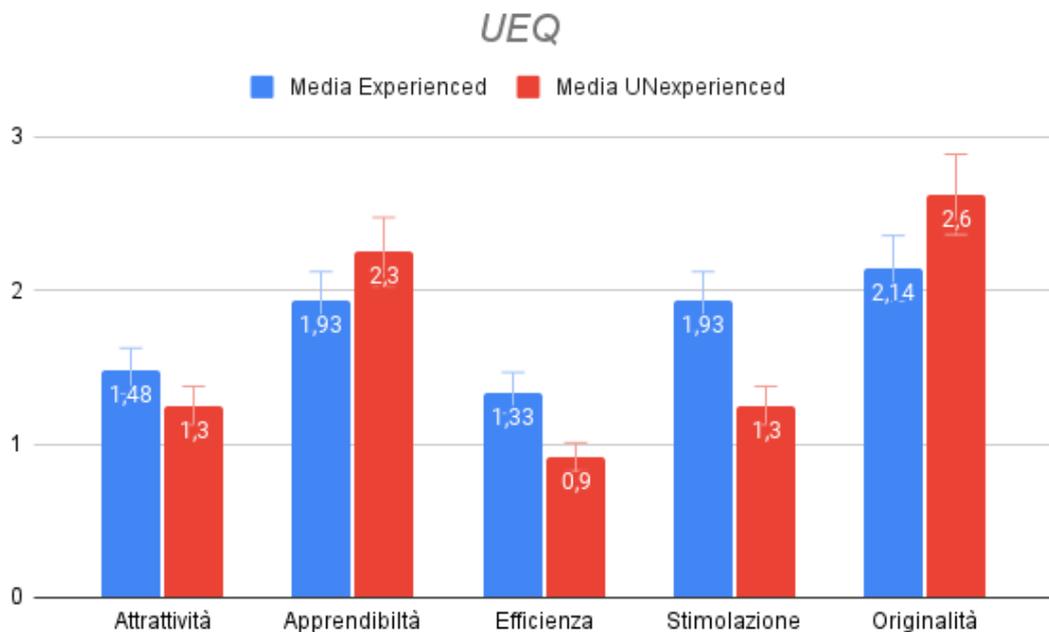


Figura 9.4: UEQ experienced/unexperienced results

9.3.2.2 Presence Questionnaire

I risultati in questo caso sono confrontabili. Gli utenti experienced hanno trovato maggiore realismo nell'esperienza rispetto agli utenti unexperienced. Entrambi non hanno mostrato particolare soddisfazione nella possibilità di agire.

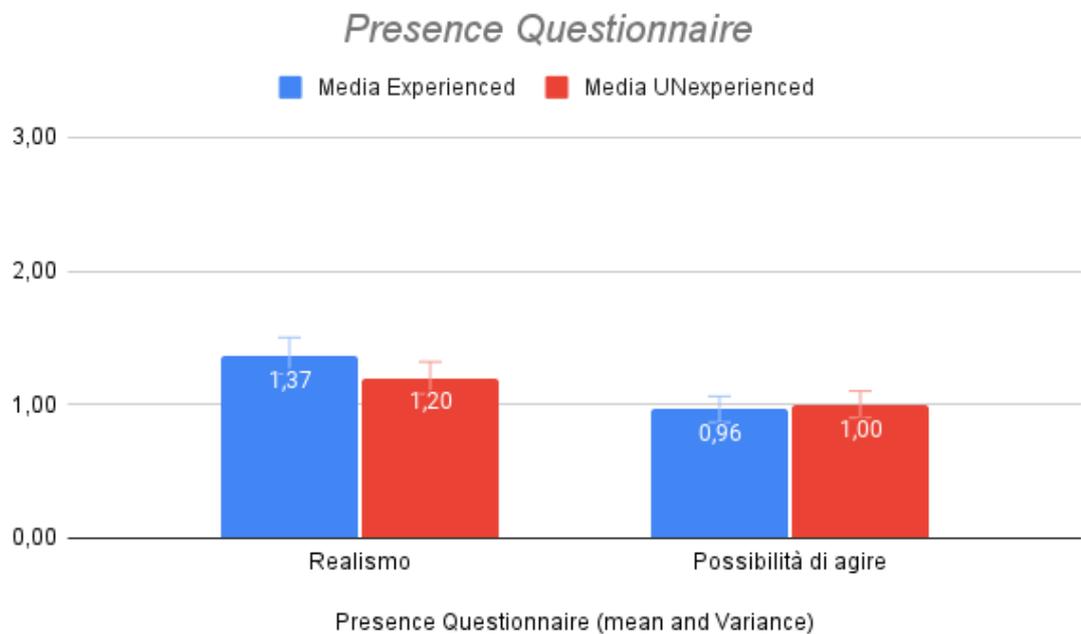


Figura 9.5: *Presence experienced/unexperienced results*

9.3.2.3 Usability

La usability ha ottenuto risultati simili e apprezzabili in entrambi i casi (circa 85/100).

9.4 Implementazioni e sviluppi futuri

Analizzando i risultati dei questionari sono state delineate alcune modifiche più o meno urgenti da apportare prima del rilascio del progetto.

9.4.1 Movimento più rapido

L'elemento che più penalizza l'esperienza sembra essere il movimento. In generale, infatti, buona parte degli utenti preferirebbero un sistema di movimento più rapido. La velocità di movimento è stata scelta, in questa fase, in modo da limitare il più possibile il rischio di motion sickness, ed è stata per questo po-

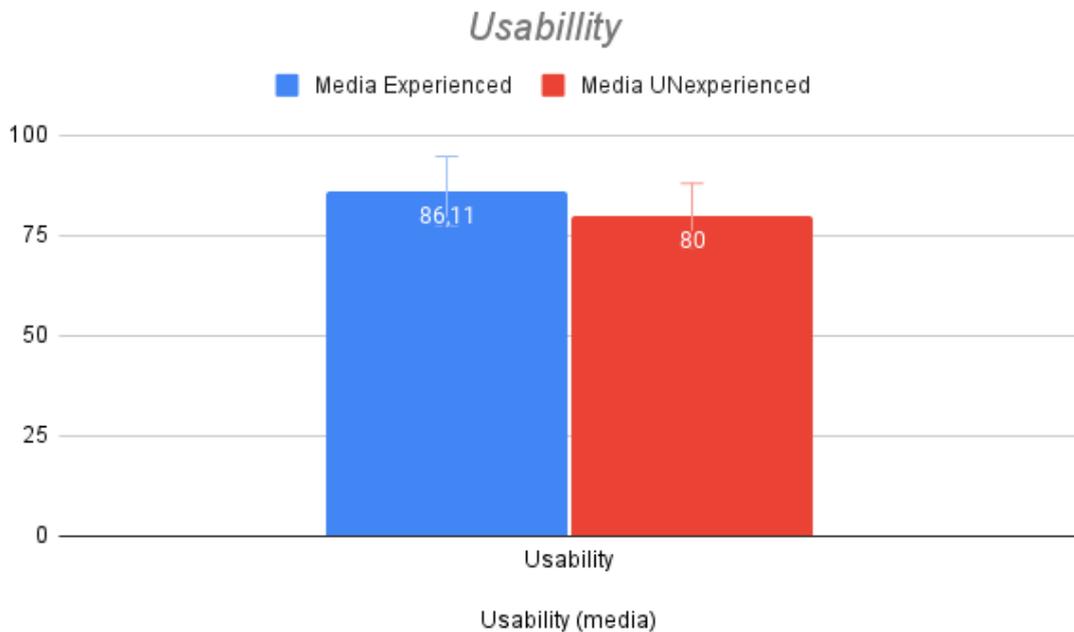


Figura 9.6: *Usability experienced/unexperienced results*

sta a un valore molto basso. Nessuno tra gli utenti, anche chi non aveva mai partecipato ad esperienze in VR prima di Locked Up, ha avuto alcun sintomo post-simulazione. In uno sviluppo futuro si prevede di poter scegliere il movimento tra teleport mode e continuous movement per poter valutare qual è la modalità preferita per quest'esperienza. Inoltre, la velocità di movimento sarà settabile dall'utente stesso tramite uno slider.

9.4.2 Maggiore controllo della narrazione

Nonostante la storia si sviluppi in base all'oggetto d'interazione scelto, il fatto di essere vincolati ad ognuno di essi fino alla fine dell'interazione (scandita dalla durata dei dialoghi), limita tantissimo il senso di controllo e il realismo del flusso narrativo. Sono da evitare e ripianificare quelle interazioni, come la switch, che occupano la visuale dell'utente senza lasciargli la possibilità di terminare l'interazione quando lo desidera. Si potrebbe inoltre pensare ad im-

9.4 Implementazioni e sviluppi futuri

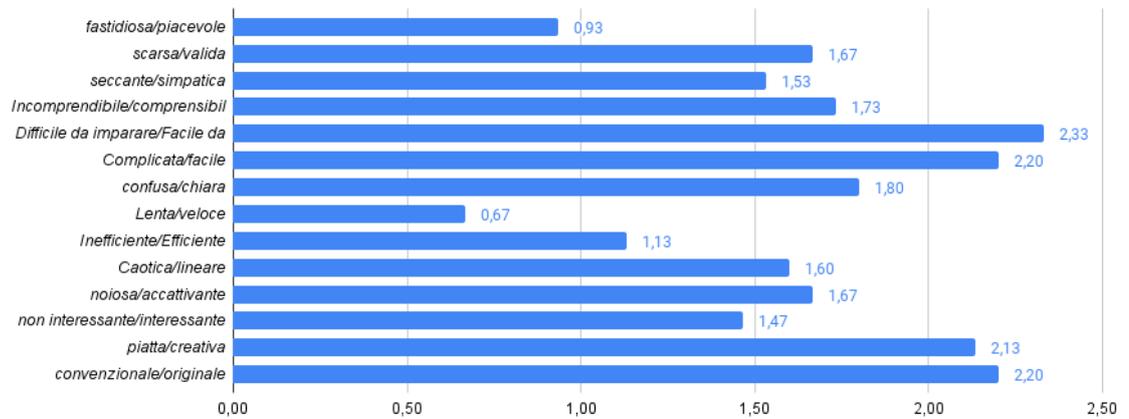


Figura 9.7: UEQ items global results

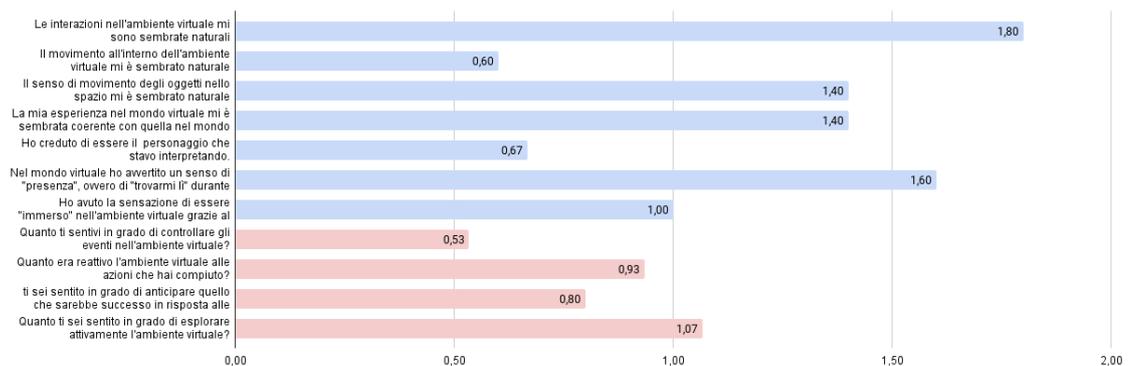


Figura 9.8: Presence items global results

plementare interazioni più rapide e suddividerle in più oggetti interagibili per ciascun atto. E' necessario, infine, attribuire una fisica a tutti gli oggetti, in modo che possano essere spostati e lanciati anche se non hanno una funzione narrativa.

9.4.3 Implementazione di audio e texture

Un futuro sviluppo del progetto prevede l' implementazione di audio e di voci diversificate per ciascun personaggio della narrazione. E' inoltre necessario lavorare sulle texture per rendere il timelapse del passaggio del tempo di maggiore impatto. Al momento non si dispone di texture definitive.

9.4.4 Realizzazione installazione fisica

Uno degli obiettivi del progetto è quello di realizzare una installazione fisica. La scenografia fisica, volutamente spoglia e costituita da elementi semplici, rispecchia come volumi quella virtuale ed è studiata per essere costituita interamente di elementi pieghevoli o in pannelli di compensato. La scenografia verrà montata su moduli di tappeto danza premarcati per indicare la posizione degli elementi scenici.

Bibliografia

1. E. Miatto, *Virtual Reality: sviluppi e prospettive della narrazione*. unive. 2019. URL: <http://dspace.unive.it/bitstream/handle/10579/19078/852070-1247806.pdf?sequence=2> (visitato il 24/10/2022).
2. I. Sutherland, «The Ultimate Display». *Proceedings of the IFIPS Congress 65(2):506-508*. New York: IFIP 2, 2001.
3. Ecorys, *XR and its potential for Europe*. 2021. URL: <https://xra.org/wp-content/uploads/2021/05/ecorys-xr-2021-report.pdf>.
4. MordorIntelligence, *VIRTUAL REALITY (VR) MARKET - GROWTH, TRENDS, COVID-19 IMPACT, AND FORECASTS (2022 - 2027)*. 2021. URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/virtual-reality-market>.
5. A. Ferraiuolo, *OCULUS RIFT, QUEST E QUEST 2: TRE GENERAZIONI DI VISORI VIRTUALI ALLA PROVA*. everyeye.it. 2020. URL: <https://tech.everyeye.it/articoli/speciale-oculus-rift-quest-2-tre-generazioni-visor-virtuali-prova-51260.html>.
6. Wikipedia, *Oliver Grau* — *Wikipedia, L'enciclopedia libera*. [Online; controllata il 25-novembre-2022]. 2021. URL: https://it.frwiki.wiki/wiki/Oliver_Grau.
7. A. M. Joshua Cameron Gary Gould, *360 Essentials: A Beginner's Guide to Immersive Video Storytelling*. URL: https://openlibrary-repo.ecampusontario.ca/jspui/bitstream/123456789/901/3/360-Essentials-A-Beginners-Guide-to-Immersive-Video-Storytelling-1622558250._print.pdf.

Bibliografia

8. T. GUNNING, *An Aesthetic of Astonishment: Early Film and the (In)Credulous Spectator, in Viewing Positions: Ways of Seeing*. Rutgers University Press, 1995. URL: <https://blogs.ubc.ca/astu204a/files/2016/05/gunning-1.pdf>.
9. E. McNitt, *SPHERES: CHORUS OF THE COSMOS*. 2018. URL: <https://www.labiennale.org/it/cinema/2018/selezione-ufficiale/venice-virtual-reality/spheres-chorus-cosmos>.
10. D. Adler, *End Of Night*. 2021. URL: <https://www.labiennale.org/it/cinema/2021/selezione-ufficiale/venice-vr-expanded/end-night>.
11. M. A. Barry Gene Murphy, *GOLIATH: PLAYING WITH REALITY*. 2021. URL: <https://www.labiennale.org/it/cinema/2021/selezione-ufficiale/venice-vr-expanded/goliath-playing-reality>.
12. ALEJANDRO G. IÑÁRRITU: *CARNE Y ARENA*. URL: <https://www.fondazioneprada.org/project/carne-y-arena/>.
13. F. M. Jorge Tereso, *Gloomy Eyes*. 2019. URL: <https://www.labiennale.org/it/cinema/2019/venice-virtual-reality/gloomy-eyes>.
14. L. Ashton, *Here*. 2020. URL: <https://www.labiennale.org/it/cinema/2020/venice-vr-expanded/here>.
15. I. I. Max Sacker, *Kobold*. 2018. URL: <https://www.labiennale.org/it/cinema/2018/selezione-ufficiale/venice-virtual-reality/kobold>.
16. *What Is Agile Methodology in Project Management?* wrike. URL: <https://www.wrike.com/project-management-guide/faq/what-is-agile-methodology-in-project-management/>.
17. *About IARC*. IARC. URL: <https://www.globalratings.com/>.
18. S. Liguziński, *Michel Reilhac • Co-curatore Venice VR, Mostra del Cinema di Venezia "Il modo in cui l'interattività è progettata sta diventando davvero sofisticato"*. cineuropa. 2019.
19. *Bilancio d'esercizio al 31.12.2017*. La biennale di Venezia. URL: <https://static.labiennale.org/files/labiennale/Documenti/trasparenza/bilanci/bilancio-2017.pdf>.

20. *Bilancio d'esercizio al 31.12.2018*. La biennale di Venezia. URL: <https://static.labiennale.org/files/labiennale/Documenti/trasparenza/bilanci/bilancio-2018.pdf>.
21. *Bilancio d'esercizio al 31.12.2021*. La biennale di Venezia. URL: <https://static.labiennale.org/files/labiennale/Documenti/trasparenza/bilanci/bilancio-2021.pdf>.
22. Wikipedia, *Unity(motore grafico)* — *Wikipedia, L'enciclopedia libera*. [Online; controllata il 25-novembre-2022]. 2022. URL: [%5Curl%7Bhttps://it.wikipedia.org/wiki/Unity_\(motore_grafico\)%7D](https://it.wikipedia.org/wiki/Unity_(motore_grafico)).
23. *Cos'è Unity 3D ?* [Online; controllata il 25-novembre-2022]. 2014. URL: [%5Curl%7Bhttps://innovaformazione.net/cose-unity-3d/%7D](https://innovaformazione.net/cose-unity-3d/).
24. Wikipedia, *Blender (programma)* — *Wikipedia, L'enciclopedia libera*. [Online; controllata il 25-novembre-2022]. 2022. URL: [%5Curl%7Bhttps://it.wikipedia.org/wiki/Blender_\(programma\)%7D](https://it.wikipedia.org/wiki/Blender_(programma)).
25. Unity Manual. [Online; controllata il 25-novembre-2022]. URL: [%5Curl%7Bhttps://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.interaction.toolkit@2.1/manual/index.html%7D](https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.interaction.toolkit@2.1/manual/index.html).
26. K. Tcha-Tokey, E. Loup-Escande, O. Christmann, e S. Richir, «A Questionnaire to Measure the User Experience in Immersive Virtual Environments». In: 2016. ISBN: 9781450341806. DOI: 10.1145/2927929.2927955.
27. B. G. Witmer, C. J. Jerome, e M. J. Singer, «The Factor Structure of the Presence Questionnaire». *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 14:3, 2005, pp. 298–312. DOI: 10.1162/105474605323384654. eprint: <https://direct.mit.edu/pvar/article-pdf/14/3/298/1624394/105474605323384654.pdf>. URL: <https://doi.org/10.1162/105474605323384654>.
28. C. A. Murphy, D. Coover, e S. V. Owen, «Development and validation of the computer self-efficacy scale». *Educational and Psychological Measurement* 49:4, 1989, pp. 893–899. DOI: 10.1177/001316448904900412.

Bibliografia

29. M. Schrepp, A. Hinderks, e J. Thomaschewski, «Design and Evaluation of a Short Version of the User Experience Questionnaire (UEQ-S)». *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence* 4, 2017, p. 103. DOI: 10.9781/ijimai.2017.09.001.