



**Politecnico
di Torino**

Dipartimento di Architettura e Design

Corso di Laurea in
Design e Comunicazione

Dicembre 2024

Candidata
Martina Cifarelli

Relatore
Prof. Federico Manuri

**Prototipazione di interfacce utente
per la creazione di storyboard 3D
in realtà estesa**

Indice

>>	00	SOMMARIO	7
>>	01	INTRODUZIONE	09
		1.1 Definizione di un'interfaccia	
		1.2 Nascita e sviluppo delle interfacce	
		1.3 Pionieri della Realtà Virtuale	
		1.4 Realtà Virtuale nell'industria del XXI secolo	
>>	02	PRINCIPI DI DESIGN	19
		2.1 Zona del contenuto	
		2.2 Dimensioni del contenuto	
		2.2 Comfort e presenza dell'utente	
>>	03	INPUT E METODI DI INTERAZIONE	27
		3.1 Sguardo	
		3.2 Gestì	
		3.3 Dispositivi di input	
		3.4 Voce	
		3.5 Navigazione	
		3.6 Selezione e manipolazione	
		3.7 Controllo di sistema	
>>	04	REALTÀ ESTESA E STORYBOARD	45
		4.1 Definizione di uno storyboard	
		4.2 Casi studio	
>>	05	LINEE GUIDA PROGETTUALI	63
		5.1 Obiettivi e criticità	
		5.2 Brainstorming	
		5.3 Elementi chiave	
>>	06	PROCESSO PROGETTUALE	71
		6.1 Strumenti utilizzati	
		6.2 Journey Map	

»»	07	PROTOTIPO	75
		7.1 Gestì principali	
		7.2 Gestione degli elementi nella scena	
		7.3 Interazione con la fotocamera	
		7.4 Storyboard	
		7.5 Luci	
		7.6 Menu	
»»	08	RISULTATO FINALE	87
		8.1 Design finale VR	
		8.2 Design finale AR	
»»	09	CONCLUSIONI	93
»»	10	FONTI	95

00

Sommario

Con il rapido sviluppo delle tecnologie immersive, lo studio delle interfacce utente sta evolvendo verso nuove forme, in particolare nella realtà estesa (XR), che include realtà virtuale (VR) e realtà aumentata (AR). Questo lavoro analizza e approfondisce gli elementi che caratterizzano l'esperienza utente all'interno di ambienti XR, esplorandone le potenzialità e le sfide. In particolare, viene proposto un progetto per un'interfaccia utente in VR e AR, sviluppata per un'applicazione dedicata alla creazione di storyboard, offrendo nuove possibilità di visualizzazione e interazione che ottimizzano il processo creativo.

01

Introduzione

- 1.1 Definizione di un'interfaccia
- 1.2 Nascita e sviluppo delle interfacce
- 1.3 Pionieri della Realtà Virtuale
- 1.4 XR nell'industria del XXI secolo

1.1 Definizione di un'interfaccia

Nel saggio di psicologia cognitiva intitolato "The Design of Everyday Things", lo psicologo e ingegnere Donald Norman espone il concetto di interfaccia come una superficie di interazione e comunicazione tra due sistemi, consentendo loro collaborazione e scambio di informazioni. Questo concetto, fondamentale nel contesto dei suoi scritti, trae ispirazione dalla caffettiera dell'artista francese Jacques Carelman, dove il posizionamento del manico sullo stesso lato del beccuccio rappresenta un esempio emblematico. Norman evidenzia che la maggior parte degli errori di interazione

tra l'utente e l'oggetto dipendono proprio da difetti di progettazione di questa superficie. Infatti, nell'esempio della caffettiera, emerge chiaramente che il posizionamento del manico sullo stesso lato del beccuccio rende inevitabile il rischio di versare il caffè sulla mano durante l'uso, con conseguenti scottature. Si delinea quindi il ruolo cruciale dell'interfaccia nella nostra quotidianità, sia essa tangibile o virtuale, nell'agevolare la nostra interazione con l'ambiente circostante.

"When people collaborate with one another, the word error is never used to characterize another person's utterance. That's because each person is trying to understand and respond to the other, and when something is not understood or seems inappropriate, it is questioned, clarified, and the collaboration continues. Why can't the interaction between a person and a machine be thought of as collaboration?"

Design of Everyday Things, Donald Norman

1.2 Nascita e sviluppo delle interfacce

Con il progredire della storia, l'essere umano ha osservato e partecipato al continuo cambiamento di tali ambienti, influenzando così il proprio modo di interagirci. L'origine del concetto di interfaccia, così come lo intendiamo oggi, affonda le sue radici nella prima rivoluzione industriale, che si colloca tra il XVIII e il XIX secolo.

Durante questo periodo, le botteghe e la figura dell'artigiano furono rimpiazzati dalle fabbriche e dalle macchine. La macchina a vapore di Thomas Newcomen, brevettata nel 1712 e successivamente perfezionata da James Watt nel 1765, ha segnato un punto di svolta. Accanto al telaio meccanico di Edmund Cartwright, queste invenzioni hanno dato il via a un'ondata di innovazioni volte a massimizzare la produttività nelle miniere, nei cotonifici e nelle fabbriche.^[1] Questi nuovi strumenti erano progettati per produrre grandi quantità di beni, ma il loro funzionamento era affidato a lavoratori comuni, molti dei quali analfabeti. La complessità di queste nuove macchine ha reso necessario lo sviluppo di interfacce intuitive e standardizzate per facilitare la loro manipolazione e velocizzare i tempi di apprendimento degli operai.^[2] A partire dagli ultimi anni del 1800, lo sviluppo dell'automobile segnò uno dei pri-

mi passi verso un approccio ergonomico incentrato sul benessere dell'utente piuttosto che su un utilizzo più produttivo del macchinario. L'era delle carrozze volgeva al termine, e il cruscotto non aveva più la funzione di contenere la crusca per i cavalli. Nei primi modelli di auto, il cruscotto consisteva in un semplice pannello metallico che ospitava indicatori analogici come il tachimetro, il contagiri e il manometro del carburante. Con l'avvento dell'elettronica negli anni '60 e '70, gli indicatori analogici iniziarono gradualmente a essere sostituiti da quelli digitali, offrendo una maggiore precisione e leggibilità.^[3]

Con l'introduzione di schermi e nuovi dispositivi di input, come le tastiere e il mouse, nacquero le postazioni personali e con esse l'interaction design, disciplina che si occupa di progettare interfacce interattive tra utenti e, nello specifico, sistemi digitali, ponendo l'accento sull'esperienza utente, sull'usabilità e sull'efficacia delle interazioni.^[4]

1.3 Pionieri della Realtà Virtuale

Qual è stato il primo istante in cui è stato affrontato il tema di una realtà virtuale?

Molti dicono che si possa trovare all'interno di un libro del 1935: *Pigmalion's Spectacles*. L'autore, Stanley G. Weinbaum, fa esplicito riferimento a visori VR basati su registrazioni olografiche in grado di stimolare anche il senso del tatto e dell'olfatto, oltre a quello della vista e dell'udito. Questo libro getta le basi per quello che sarebbe stato un filone fantascientifico di enorme successo almeno fino alla fine degli anni 90. Fino ad allora infatti la realtà virtuale viene sviscerata e reimmaginata tantissime volte, su un'infinità di media diversi, letteratura e cinema tra i principali.

Ma la realtà virtuale ha un'origine molto più antica, che possiamo far risalire al 1838: Sir Charles Wheatstone fu il primo a descrivere la Stereoscopia, una tecnica che permette di vedere disegni, immagini, foto e addirittura filmati con un'illusione di tridimensionalità. Andando avanti al 1956, in quell'anno Morton Heilig creò Sensorama. Sensorama è una riproduzione di contenuti multimediali che coinvolge non solo la vista e l'udito ma anche tatto e olfatto. Il suo funzionamento è semplice: ci si siede su una sedia che si muove insieme alla sim-

ulazione, mentre un grande schermo stereoscopico, in combinazione con delle casse a due canali, fornisce stimoli visivi e sonori. Il sistema sfrutta anche un tunnel del vento per creare effetti d'aria e diffondere profumi.

Il Sensorama, pensato specificatamente per un impiego nel mondo del cinema, si dimostra tuttavia troppo in anticipo per il suo tempo e non riesce ad attrarre le case di produzione, che non investono, condannandolo per sempre allo stato di prototipo. Nonostante questo, oggi le neuroscienze riconoscono l'importanza di approcciarsi alla realtà virtuale multisensoriale.^[5]

Nei contesti di ricerca, i soggetti vengono immersi in ambienti che stimolano tutti e cinque i sensi, permettendo di ottenere risultati neurologici estremamente vicini a quelli che si avrebbero in un ambiente reale.^[6] Questo metodo consente ai ricercatori di analizzare le reazioni dei soggetti in condizioni controllate, avvicinandosi sempre di più alla comprensione del funzionamento del cervello in situazioni di vita reale.

Aug. 28, 1962

M. L. HEILIG
SENSORAMA SIMULATOR

3,050,870

Filed Jan. 10, 1961

8 Sheets-Sheet 3

Fig. 5.

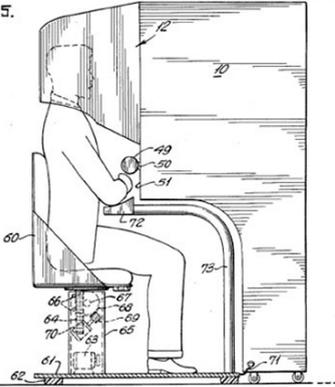
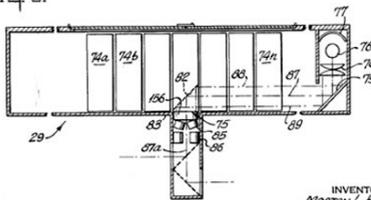


Fig. 6.



INVENTOR
MORTON L. HEILIG
BY
Douglas M. Clark
ATTORNEY

Introducing . . .

sensorama

The Revolutionary Motion Picture System
that takes you into another world
with

- 3-D
- WIDE VISION
- MOTION
- COLOR
- STEREO-SOUND
- AROMAS
- WIND
- VIBRATIONS



© PATENTED

SENSORAMA, INC., 855 GALLOWAY ST., PACIFIC PALISADES, CALIF. 90272
TEL. (213) 459-2162

Sensorama non si tratta però dell'unico progetto di Heilig. Negli anni '50 elabora anche un dispositivo portatile, il cosiddetto Head-Mounted Display (HMD) e cioè qualcosa da poter indossare sulla testa, assomigliando molto ai visori moderni. Integre lenti con angoli di visione orizzontali e verticali di 140°, sono incluse anche delle cuffie stereo e un foro da cui esce aria al fine di emulare la sensazione del vento sul viso e per diffondere profumi. [5]

Horton Heilig's concept. "The Sensorama" (Sensorama simulator 1962)

1.4 Realtà Virtuale nell'industria del XXI secolo

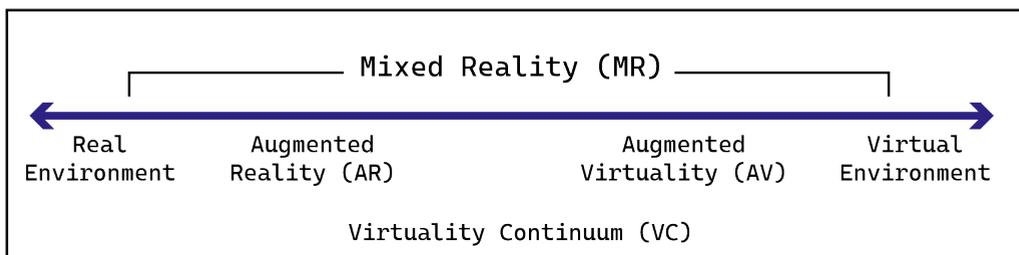


Diagram of the mixed reality continuum of Milgram and Kishino (1994).

Nel 1994, Paul Milgram e Fumio Kishino introducono il concetto di realtà mista (MR) in una loro pubblicazione scientifica, *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*, concentrandosi sul "continuum reale-virtuale". Questo concetto descrive un continuum che va dalla realtà pura a un mondo completamente virtuale, con la realtà mista che copre tutte le possibili combinazioni tra questi due estremi. Per comprendere a pieno il concetto, possiamo esaminare il

diagramma da loro proposto, che illustra come la realtà mista includa vari gradi di integrazione tra elementi reali e virtuali. Il continuum reale-virtuale è una scala che rappresenta tutte le possibili combinazioni tra il mondo reale e il mondo virtuale. Su un'estremità del continuum, abbiamo la realtà fisica, che è il mondo che percepiamo attraverso i nostri sensi senza alcun elemento virtuale.

All'altra estremità del continuum, abbiamo un ambiente completamente virtuale, dove tutto è generato digitalmente e non ha corrispondenza diretta con il mondo fisico. Il diagramma proposto da Milgram e Kishino mostra la transizione fluida tra la realtà e la virtualità completa, passando per diverse forme di realtà mista. Ecco una descrizione di come potrebbe apparire questo diagramma:

1. Realtà Aumentata (AR): Si colloca vicino al lato della realtà del continuum. In questo scenario, la maggior parte dell'ambiente è reale, ma elementi virtuali vengono sovrapposti al mondo reale. Esempi comuni includono visori come Microsoft HoloLens o app di AR sui dispositivi mobili che sovrappongono informazioni digitali a ciò che vediamo nel mondo reale.

2. Realtà Mista (MR): Si trova verso il centro del continuum. In questo caso, elementi reali e virtuali sono combinati in modo tale che possano interagire tra loro in tempo reale. Gli oggetti virtuali non solo vengono sovrapposti alla realtà, ma possono anche sembrare parte integrante dell'ambiente reale e rispondere alle azioni dell'utente e agli elementi fisici.

3. Virtualità Aumentata (AV): Si colloca più vicino al lato della virtualità del continuum. Qui, l'ambiente è prevalentemente virtuale, ma include elementi reali. Un esempio potrebbe essere un simulatore di volo che utilizza un cockpit reale integrato in un ambiente di volo completamente virtuale.

4. Realtà Virtuale (VR): All'estremità opposta della realtà, questo rappresenta ambienti completamente virtuali senza alcun legame diretto con il mondo fisico. Gli utenti sono immersi in un mondo generato digitalmente attraverso visori VR come Oculus Rift o HTC Vive.

Milgram e Kishino inizialmente concentrano il loro studio sui visori, ma sottolineando che qualsiasi tipo di dispositivo potrebbe essere utilizzato per realizzare la realtà mista.^[7] Oggi, infatti, la tecnologia MR non si limita ai visori; comprende anche dispositivi mobili, tablet, display head-up (HUD), e persino ambienti proiettati.

È Microsoft a prendere questo concetto di realtà mista e ad utilizzarlo con il suo ecosistema Windows Mix Reality, utilizzando uno spettro che va da realtà virtuale a realtà aumentata. Così al 1995, anno in cui viene prodotto il visore forse più famoso al mondo, il Virtual Boy.

Nel 2009 Palmer Luckey, studente molto appassionato di tecnologia, decide di creare il suo proprio visore VR. Guardandosi intorno vede solo visori che costano troppo, e decide quindi di creare il visore più economico della storia. Un anno dopo, a 17 anni creò effettivamente il suo primo prototipo, chiamato VR 1, che ha un FOV, field of view, di 90 gradi. Ha bassa latenza ed è dotato di vibrazione. Dopo quel prototipo, decide che tutti devono poter costruire il proprio visore, e apre una pagina Kickstarter fondando Oculus VR. Il visore prende il nome di Oculus DK1 (Developer Kit). Da qui in poi c'è un fiorire continuo di visori, con l'Oculus DK2, il Cardboard di Google, il Gear VR di Samsung, Oculus Rift nel 2016, HTC Vive, che introduce il sistema di tracking Lighthouse, e successivamente il Playstation VR. Nel 2016-17 viene coniato il termine XR, Extended Reality, da Joe Ludwig, dipendente e programmatore della Valve. Essendoci così tanto interesse nella

realtà virtuale, si creano visori e applicazioni di varia natura. Si inizia a pensare a una soluzione per creare un linguaggio universale e darsi uno standard. Khronos Group, un consorzio che si occupa di creare degli standard completamente aperti, lavora con Joe Ludwig e Nick Whiting per cercare di crearne uno per realtà virtuale e realtà aumentata, collaborando anche con altre aziende come Sony, Oculus e Google, e a inizio 2017 si uniscono ben 30 aziende. Open XR è il nome che viene dato a questo standard. Nel 2019 viene prodotto un visore rivoluzionario, l'Oculus Quest, funzionante con un sistema di tracciamento raffinatissimo chiamato Inside Out Tracking, che permette di utilizzarlo ovunque senza alcun tipo di base esterna. Ogni sorta di azienda continua a ideare visori, ma nel 2021 arriva il visore più venduto della storia: l'Oculus Quest 2, che cambia poi nome in Meta Quest 2, seguendo il cambio nome di Facebook che diventando Meta ha dunque modificato tutta la line up di prodotti. Ai giorni nostri abbiamo Oculus Quest 3, che utilizza a pieno la realtà mista, che si pensa sarà la nuova frontiera di tutto il mercato, anche grazie all'Apple Vision Pro.

02

Principi di Design

La realtà virtuale è una tecnologia emergente in continua evoluzione. Anche se l'interazione e il grado di immersività variano notevolmente a seconda degli strumenti utilizzati, ci sono comunque delle regole fondamentali che stabiliscono l'efficacia o meno di un'esperienza in realtà virtuale. È possibile riassumere le teorie esistenti condensandole in tre design principles.^[8]

2.1 Content zone

2.2 Content size

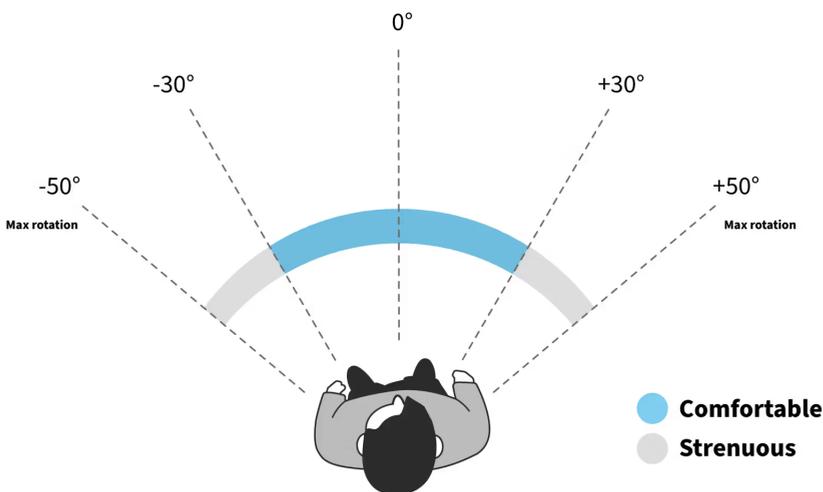
2.3 User presence and comfort

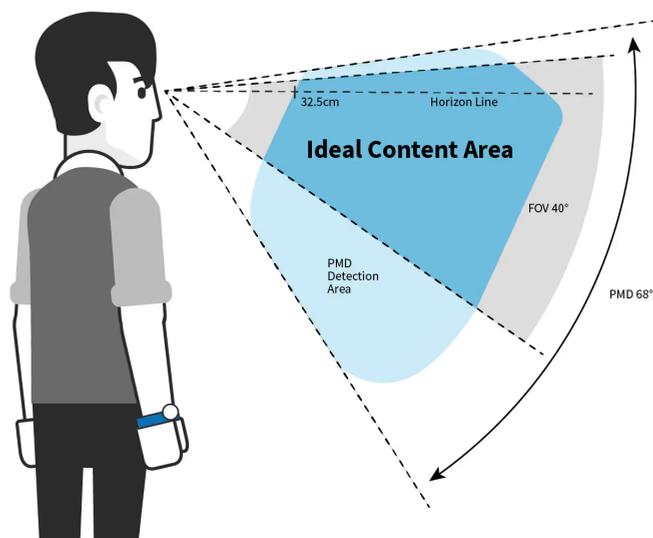
2.1 Zona del contenuto

Nelle scelte progettuali delle interfacce in VR, è fondamentale considerare le condizioni dell'utente durante l'esperienza. Fondamentale è tenere conto dei gesti e dei comportamenti naturali dell'essere umano, in particolare l'uso dello sguardo. Nella progettazione per dispositivi mobili e desktop, l'area di lavoro è limitata dalle dimensioni dello schermo. Invece, per la VR e AR, l'area utilizzabile è vincolata unicamente dalle limitazioni fisiche della visione umana, più specificamente dal campo visivo e dalla distanza di visualizzazione. Gli utenti saranno maggiormente a loro agio

se non sono costretti a girare frequentemente la testa. I contenuti più importanti devono essere posizionati di fronte all'utente. La collocazione orizzontale ideale per i contenuti si trova entro 30 gradi dal centro su entrambi i lati. Oltre i 30 gradi dal centro, il movimento diventa faticoso per il collo e dovrebbe essere evitato quanto più possibile. Contenuti posizionati oltre i 50 gradi sono fisicamente inaccessibili per la maggior parte delle persone.

Il contenuto in XR dovrebbe rimanere entro un certo campo visivo per ridurre l'affaticamento del collo. Interaction Design Foundation, CC BY-SA 4.0.





Per interazioni prolungate, il contenuto andrebbe posizionato nell'area mostrata sopra per garantire il massimo comfort. Interaction Design Foundation, CC BY-SA 4.0.

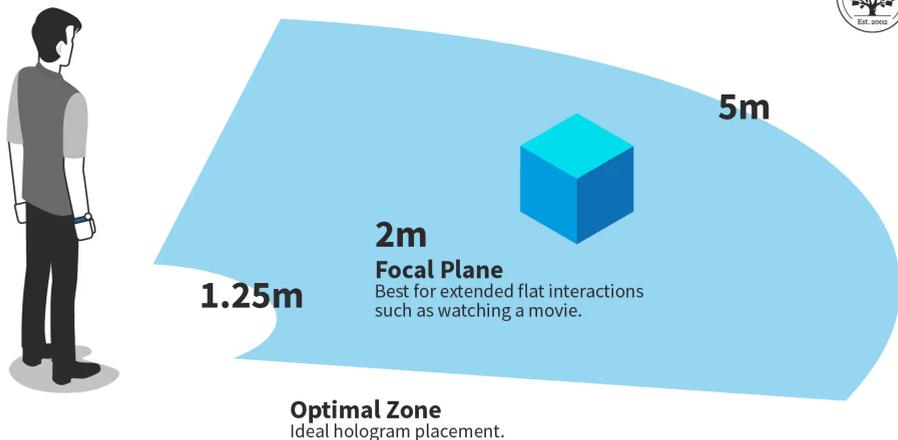
La zona blu è considerata la main content zone, ai lati del soggetto c'è la peripheral zone e ciò che non si vede, alle spalle, è curiosity zone. Per quanto riguarda il campo visivo verticale, la possibilità di affaticamento del collo è meno problematica ma comunque presente. Non è consigliabile che gli utenti guardino dritto in alto o in basso per lunghi periodi, specialmente mentre camminano. La collocazione ideale dei contenuti per la rotazione verticale

si trova nell'area di 40 gradi leggermente sopra la linea centrale di visione o linea dell'orizzonte.

Ideale sarebbe posizionare gli oggetti a una distanza compresa tra cinque metri e un metro e venticinque centimetri dagli utenti. Oggetti troppo vicini possono essere trascurati, causare disagi per la mancanza di spazio personale o portare a collisioni con gli ologrammi. Al contrario, se posizionati troppo lontano, potrebbero risultare difficili da vedere. È opportuno considerare le situazioni in cui un utente può avvicinarsi o allontanarsi dai contenuti. Quando l'utente è seduto, la distanza

ottimale assume un'importanza cruciale, in quanto non è in grado di regolarla autonomamente. In un'esperienza che consente il movimento, la distanza può essere più flessibile, ma è fondamentale garantire che i contenuti siano fruibili al meglio entro la distanza di visualizzazione ottimale.^[9]

La zona ottimale per il contenuto è compresa tra un metro e un quarto e cinque metri.
Interaction Design Foundation, CC BY-SA 4.0.



2.2 Dimensione del contenuto

Un aspetto importante è la dimensione del contenuto. Google ha stabilito come unità di misura per mantenere la coerenza dimensionale degli elementi dell'interfaccia utente (UI) in applicazioni 3D il DMM, Distance-Independent Millimeter.

Nonostante ciò, negli anni alcuni sviluppatori e piattaforme hanno iniziato a utilizzare altre unità di misura angolari e metodi per garantire la scalabilità e la leggibilità della UI. Nella progettazione di un'esperienza in realtà virtuale è bene ricordarsi che i

contenuti possono avere profondità, utile per enfatizzare la gerarchia degli elementi, e che gli elementi dell'UI possono essere deformati in base al contesto. ^[10]

2.3 Comfort e presenza dell'utente

Nella realtà virtuale, l'utente si trova fisicamente immerso nell'ambiente, rendendo fondamentale progettare con attenzione il comfort e la sensazione di presenza. La sensazione di presenza si ottiene quando l'utente riesce a sentirsi parte dell'ambiente virtuale, per immersione si intende l'estraniamento dal contesto reale e l'immersività stabilisce quanto intensamente il soggetto si percepisce presente all'interno dell'ambiente virtuale. Questa distinzione apparentemente sottile, è in verità cruciale per l'importanza del senso di realismo nell'esperienza dell'utente. Per generare questa esperienza, l'ambiente virtuale deve risultare realistico e l'utente deve accettare, tramite una "sospensione dell'incredulità", l'illusione di trovarsi altrove. La presenza viene misurata con parametri fisiologici e risposte comportamentali che ne attestano l'efficacia. Due componenti essenziali della presenza sono l'illusione di luogo e l'illusione di plausibilità. La prima riguarda la percezione di trovarsi effettivamente in uno spazio virtuale, anche se si è coscienti di essere altrove. La seconda si riferisce alla credibilità degli eventi che accadono nell'ambiente virtuale, ossia al grado in cui questi appaiono reali e coerenti. Un esempio di illusione di plausibilità è l'es-

perimento di public speaking condotto da Slater nel 1999, in cui è stato dimostrato che un pubblico virtuale è in grado di generare una risposta emotiva reale: l'ansia dell'oratore persiste nonostante il pubblico non sia fisico, e aumenta se i membri dell'audience virtuale mostrano segni di noia o insofferenza. Questo dimostra come un ambiente virtuale plausibile possa suscitare reazioni simili a quelle che si avrebbero nella vita reale.

La percezione di essere in un altro luogo varia in base alla qualità delle informazioni sensoriali, modellazione e rendering, dalla mobilità, dal controllo dell'ambiente e dei sensori. Se il cervello dovesse percepire l'"inganno", potrebbero insorgere vari disagi, tra cui la motion sickness. Questa condizione si manifesta quando il sistema nervoso centrale riceve segnali contrastanti dai vari sensi coinvolti nella percezione del movimento. In particolare, si verifica quando il movimento percepito dagli occhi differisce da quello rilevato dall'orecchio interno, responsabile dell'equilibrio.

03

Input e metodi di interazione

Nella realtà virtuale siamo presenti nello spazio con l'interezza del nostro corpo, ciò permette la possibilità di approcciarsi ad una serie di possibili e differenti input e, di conseguenza, interazioni con l'ambiente virtuale.

3.1 Sguardo

3.2 Gestì

3.3 Dispositivi di input

3.4 Voce

3.5 Navigazione

3.6 Selezione e manipolazione

3.7 Controllo di sistema

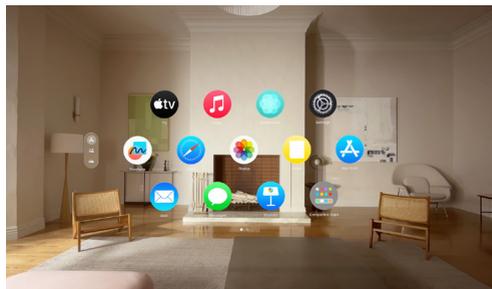
3.1 Sguardo

L'uso dello sguardo come interazione nelle interfacce VR si riferisce a un meccanismo di selezione basato sul tracciamento oculare dell'utente per attivare e navigare tra livelli o oggetti all'interno di un'interfaccia utente 3D. Guardare verso diverse direzioni, come verso il basso o verso l'alto, attiva il livello o l'oggetto corrispondente.^[11]

Questo metodo permette di interagire con l'interfaccia in maniera diretta, nonostante sia spesso scartata come opzione. La ragione principale è che l'occhio umano compie una serie infinita di movimenti rapidi ed impercettibili, detti movimenti saccadici, per poter analizzare lo spazio che ci circonda e direzionale l'attenzione spaziale in base agli stimoli posti. Fondare l'interfaccia sulla selezione tramite lo sguardo può quindi portare l'utente a commettere errori più facilmente.^[12] Nel caso dell'esperienza di CineVR proposto dal Museo Nazionale del Cinema di Torino in collaborazione con Rai cinema, il problema non si pone. L'utente è immerso in un video a 360 gradi, il che implica che la presenza di troppi elementi interattivi risulterebbe invasiva e disturbante alla visione del filmato.

L'unica interazione strettamente necessaria è la possibilità di uscire dall'esperienza quando lo si desidera. A tal fine, se l'utente dirige lo sguardo verso il basso, in una posizione che risulta innaturale e dunque difficilmente raggiungibile per caso, appare una X. Fissando questa X per un breve momento, l'utente può interrompere l'esperienza. Questo approccio risolve efficacemente il problema della selezione tramite lo sguardo, poiché permette di mantenere l'interfaccia pulita e priva di distrazioni, garantendo al contempo un metodo semplice e intuitivo per uscire dall'esperienza quando necessario.

Un'altra soluzione efficace è la cooperazione tra sguardo e gesture. Durante la Worldwide Developers Conference (WWDC) del 5 giugno 2023, Apple ha annunciato il suo nuovo Apple Vision Pro. Nel video di lancio pubblicato sul canale ufficiale Apple di YouTube, viene mostrato che l'interazione di base con l'interfaccia avviene tramite il puntamento degli elementi con lo sguardo. Quando un elemento viene selezionato, si innalza leggermente per indicare che è stato attivato e, per confermarne l'interazione, è necessario eseguire un gesto con le dita, toccando il pollice e l'indice insieme.



Hello Apple Vision Pro.
Apple, YouTube.

3.2 Gestì

È fondamentale concentrarsi sui movimenti naturali delle mani che gli utenti già conoscono e utilizzano nella loro vita quotidiana, sfruttando le loro conoscenze esistenti. I più comuni si basano sul livello di familiarità con i dispositivi mobili e l'input touch screen. I movimenti che il soggetto compie devono però rimanere un elemento identificativo dell'esperienza stessa, e possibilmente aumentarne l'immersività. Le interazioni tramite gesture sono possibili grazie a gesture detection, pose detection ed eventualmente con il supporto di ulteriori input devices.^[13] Questo è possibile grazie alla gesture detection, una tecnologia che permette alle macchine o ai dispositivi di interpretare e rispondere ai gesti umani. Implica l'uso di sensori e algoritmi per tracciare e analizzare i movimenti del corpo umano, in particolare delle mani, delle braccia e delle dita, traducendo poi questi movimenti in azioni o comandi.

In *Ghostbusters: Rise of the Ghost Lord*, videogioco di realtà virtuale del 2023 basato sul franchise *Ghostbusters* sviluppato da nDreams e pubblicato da Sony Pictures Virtual Reality, non è possibile l'attivazione del fucile protonico per sconfiggere i nemici se non si allunga il braccio dietro la

spalla, come se dovessimo effettivamente prenderlo dal nostro zaino protonico.

Un altro buon esempio di come i gesti possano essere implementati in modo efficace è *Job Simulator*. Il gioco è noto per il suo approccio intuitivo e comico alle simulazioni lavorative. Gli utenti possono interagire liberamente con l'ambiente di gioco, affermando oggetti, manipolandoli e svolgendo compiti in modo creativo.

Il meccanismo di presa e manipolazione degli oggetti, che include il concetto di "Tornato Presence", consente un'esperienza immersiva e fluida. Grazie a questo, i giocatori possono concentrarsi sull'oggetto che stanno manipolando, senza essere distratti dalla necessità di visualizzare le proprie mani virtuali mentre afferrano e spostano oggetti. Nonostante ciò, questa tecnica potrebbe considerarsi controversa.^[14]

L'interazione basata sui gesti insieme alla realtà virtuale (VR) sono due tecnologie che si completano a vicenda. Sebbene una VR basata su HMD (Head-Mounted Display) blocca completamente la vista delle mani e del corpo dell'utente, un'interazione basata sui gesti può consentire comunque di visualizzare le mani virtuali, e non solo,

nell'ambiente VR utilizzando l'hand tracking. A volte la presenza delle mani può creare delle difficoltà perché potrebbero interferire con la capacità dell'utente di vedere e manipolare oggetti, eppure la presenza di un avatar serve non solo come mezzo per manipolare gli elementi nell'ambiente virtuale ma anche come riferimento spaziale principale per l'utente, influenzando sia l'interazione con l'ambiente virtuale che la percezione di sé.^[15]

Durante la progettazione di un'esperienza in VR non è da sottovalutare la fatica muscolare che può accumularsi quando gli utenti sono costretti a tenere una mano sollevata o a eseguire ripetutamente gesti aerei per lunghi periodi di tempo. Nella realtà non siamo abituati a compiere eccessivi movimenti con il collo o con le braccia. Le esperienze dovrebbero quindi evitare di richiedere input di gesto costanti e ripetuti. Per ovviare a questa problematica possono essere incorporate brevi pause o offrendo una combinazione di input gestuali e vocali per interagire con l'ambiente.

3.3 Dispositivi di input

Tendenzialmente le gesture sono supportate dall'utilizzo di controller specifici. Per aumentare il senso di presenza del soggetto all'interno dell'ambiente virtuale, ad oggi si può optare per strumenti che consentano l'haptic feedback.

L'haptic feedback fornisce una simulazione di risposta fisica, permettendo all'utente di percepire, anche con il senso del tatto, un elemento all'interno dell'ambiente virtuale e non presente nel mondo reale. Ricreano sensazioni come vibrazione, pressione e densità. Il feedback tattile contribuisce a migliorare l'immersione e crea una connessione tra le mani virtuali e quelle fisiche, migliorando la consapevolezza corporea e spaziale. Il virtual embodiment, ovvero l'effetto di incorporazione virtuale, si ottiene anche attraverso feedback sensoriali. Nel mercato uno dei noi più noti è SenseGlove, un'azienda tecnologica olandese che sviluppa e produce prodotti tattili indossabili per le mani da utilizzare nella realtà virtuale (VR) e nella formazione VR/AR.

Durante il 28th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST '22), tenutosi dal 29 novembre al 1° dicembre 2022 a Tsukuba, Giappone, sono stati condotti degli studi riguardo l'esperimento

della Rubber Hand Illusion (RHI) in relazione alla realtà virtuale (VR). L'esperimento RHI ha dimostrato che gli esseri umani possono sentire un senso di proprietà su una mano di gomma quando la loro mano nascosta viene accarezzata simultaneamente con la mano di gomma visibile. Questo fenomeno, noto come drift propriocettivo, si verifica quando i partecipanti iniziano a percepire la mano di gomma come la propria mano reale che, al momento dell'esperimento, viene nascosta dal campo visivo del soggetto. I principi alla base della RHI nel mondo reale sono applicabili, dunque, alla VR per migliorare il senso di proprietà degli avatar virtuali. Questo è stato utilizzato per creare esperienze VR più immersive inducendo illusioni di proprietà corporea (BOI, body ownership illusions).^[16]

PlayStation vr2 sense.



ualmente sono maggiormente diffusi i controller handheld e basati sul sensore di movimento. I modelli della linea Oculus Touch sono estremamente popolari grazie alla diffusione dei visori Oculus che ad oggi sono tra i più venduti nel mercato. Sono costituiti da due unità portatili, ciascuna dotata di un joystick analogico, tre pulsanti e due grilletti. Alcune versioni includono un poggipollice dedicato. Dispongono di un sistema che rileva i gesti delle dita dell'utente mentre li impugna. Sono ergonomici e permettono di interagire nell'ambiente virtuale in maniera naturale e precisa. [17] La HTC Corporation è invece produttrice dei controller HTC Vive, noti anche come "wand" (bacchette). Hanno un design cilindrico con un touchpad circolare, una serie di pulsanti lungo il corpo e un grilletto. Sono noti per il loro tracciamento preciso e la robustezza, rendendoli popolari per applicazioni di gioco e professionali. Tra le ultime uscite PlayStation ha presentato il modello PlayStation VR2 Sense, con feedback aptico tramite grilletti e il rilevamento tattile delle dita. [19] Questi sono esempi di controller 6DoF. 6DoF, Six Degrees of Freedom, si riferisce alla capacità di un dispositivo di tracciare sei gradi di libertà, ovvero muoversi liberamente avan-

ti/indietro, su/giù, sinistra/destra in modo da combinare la rotazione lungo i tre assi. Con l'acronimo 3DoF si intende solo come movimento e non rotazione.

Nel mondo del simracing gli utenti hanno a disposizione una postazione di guida con volante, pedaliera ed eventuali altri componenti come il cambio.

In combinazione con la realtà virtuale, questi dispositivi offrono un livello di immersione ancora maggiore, replicando quanto possibile gli strumenti di guida reali integrandosi con l'ambiente virtuale.

3.4 Voce

Il riconoscimento vocale è una tecnologia che consente di controllare dispositivi e applicazioni attraverso la voce. Può essere impiegato per migliorare le interazioni nella realtà virtuale, rendendole più naturali, intuitive e immersive. Digitare una risposta o un comando può risultare poco pratico, e sovraccaricare l'applicazione con pulsanti o altri elementi dell'interfaccia grafica può diventare rapidamente confuso. Tuttavia, chiunque sia in grado di parlare può facilmente utilizzare la voce durante un'esperienza di realtà virtuale.

L'input vocale nei dispositivi di realtà mista, come HoloLens, consente di interagire con gli ologrammi senza usare le mani. L'uso della voce come input però può essere complicato: ad esempio, un utente potrebbe dare indicazioni poco chiare e difficili da interpretare con precisione. Inoltre, spostare o ridimensionare elementi tramite comandi vocali può risultare problematico. Sono importanti comandi chiari come "select" e, nel caso di HoloLens, "Hey Cortana", con attenzione alla precisione e all'accettabilità sociale. ^[18]

Trattandosi di un ambiente virtuale il modo di interagire con lo spazio avviene tramite metafore di interazione. Le metafore di interazione sono utilizzate nei mondi virtuali per permettere agli utenti di comprendere come interagire con gli elementi presenti al loro interno. Una buona metafora di interazione dovrebbe essere rappresentativa del compito, compatibile con le conoscenze dell'utente e in linea con i vincoli fisici imposti dall'interfaccia utilizzata. Nelle applicazioni di realtà virtuale, l'interazione con l'ambiente e gli oggetti presenti può essere suddivisa in tre principali categorie operative: navigazione, selezione e manipolazione, controllo del sistema.

3.5 Navigazione

Muoversi nell'ambiente virtuale è una delle azioni più comuni. È composta dal way-finding, ovvero la componente cognitiva o decisionale della navigazione in cui l'utente prende la decisione di spostarsi, e il travel, cioè la componente motoria in cui avviene effettivamente lo spostamento. La progettazione di questa interazione deve rispondere a una serie di problematiche legate ai vincoli del sistema di VR utilizzato ma soprattutto al benessere dell'utente. Infatti, muoversi dentro l'ambiente virtuale è una delle principali azioni che potrebbe causare il fenomeno della motion sickness, proprio perché viviamo una sensazione di movimento che non coincide a pieno con quello reale.

Uno dei metodi più naturali di muoversi nello spazio virtuale è il real walking, che permette agli utenti di camminare fisicamente per esplorare l'ambiente virtuale.

Questo approccio ha dimostrato di migliorare la navigazione e ridurre la nausea da simulatore rispetto ad altri metodi.^[19]

Tuttavia, il suo limite è che richiede uno spazio fisico equivalente alla dimensione dell'ambiente virtuale, il che può essere problematico quando si esplorano scenari molto ampi. Questa difficoltà può essere superata dal metodo walk in place in cui, tramite un tracker esterno, è possibile simulare la camminata sul posto per permettere all'avatar virtuale di muoversi nella direzione in cui è orientata la testa.

Un ulteriore metodo per contenere la motion sickness durante gli spostamenti è simulare il movimento della camminata esclusivamente con le braccia come presenta il caso di Natural Locomotion.^[20]

Uno dei metodi più diffusi è il teletrasporto, in cui l'utente si sposta istantaneamente verso il punto selezionato. Nel caso di Robo Recall, un gioco sparattutto in prima persona in realtà virtuale sviluppato e pubblicato da Epic Games per le piattaforme Oculus Rift e Oculus Quest nel 2017, i giocatori si spostano tramite il teletrasporto, controllato con il thumbstick del controller. In altri casi invece, il teletrasporto potrebbe essere gestito anche tramite gaze, gesture o altre forme di interazione specifiche all'esperienza. Un'ulteriore opzione è Grabbing the Air, una tecnica di interazione gestuale per navigare in un ambiente virtuale. Con la mano, è possibile raggiungere un punto arbitrario nello spazio per poi afferrarlo e spingersi via o verso di esso.^[21]



Robo Recall Gameplay.
ItsGameplayTime, YouTube.

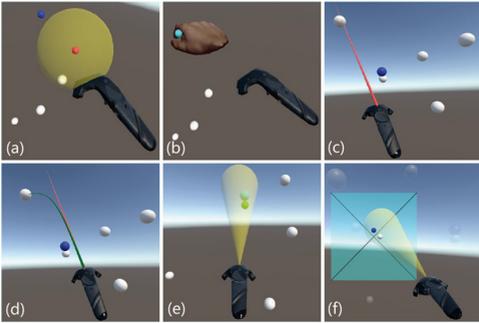
3.6 Selezione e manipolazione

La selezione consiste nell'identificare uno o più oggetti per un determinato scopo. Può essere un'operazione autonoma, come nel caso in cui vi è il desiderio di eliminare l'elemento selezionato, oppure può comportare la manipolazione dell'oggetto stesso. L'utente può quindi determinare le proprietà di ciò che ha selezionato cambiandone ad esempio la dimensione.

Come nelle interfacce 2D, anche nella realtà estesa è fondamentale fornire all'utente un feedback chiaro e intuitivo, che gli consenta di comprendere immediatamente se e cosa sta selezionando. Nelle applicazioni 3D alcuni oggetti possono essere parzialmente o completamente nascosti da altri, rendendo più complessa la selezione degli elementi collocati in punti meno accessibili. Solitamente per i dispositivi di input a sei gradi di libertà (DoF) lo standard per la selezione 3D in ambienti immersivi è il raycasting.

Il **raycasting** è una tecnica ampiamente utilizzata per la selezione di oggetti in ambienti virtuali, con un buon compromesso tra accuratezza e velocità. Il raycasting è definito come un insieme di tecniche di interazione utilizzate in ambienti immersivi

per selezionare bersagli a distanza. Questa tecnica è paragonata al puntamento con un puntatore laser, dove l'utente punta un raggio di luce verso l'obiettivo, con una gesture o con il supporto di un device, e conferma la selezione con un gesto, un comando vocale o un clic di un pulsante, offrendo così una soluzione ai vari problemi di interazione 3D come l'occlusione, la fatica o la gestione di numerosi oggetti presenti nell'ambiente.



Investigating Bubble Mechanism for Ray-Casting to Improve 3D Target Acquisition in Virtual Reality.

Esistono diversi modi di implementare il raycasting.^[22]

Nella figura (a) si tratta di raycasting con meccanismo a bolla, utilizza una bolla per identificare il bersaglio più vicino al raggio, riducendo la necessità di una precisa allineazione. La bolla si espande dinamicamente per includere il bersaglio più vicino. Figura (b) meccanismo Go-Go Ray, in cui la mano virtuale permette di selezionare bersagli vicini e medi. Figura (c) è il Naive Ray, la tecnica standard semplice ed intuitiva. Figura (d) illustra l'Heuristic Ray, in cui sono usati algoritmi di predizione per determinare il bersaglio più probabile basandosi su modelli spaziali e temporali. Il Quad Cone nelle figure (e)(f) include il bersaglio nel cono e successivamente utilizza un menu a quadranti per disambiguare i bersagli multipli.^[23]

3.7 Controllo del sistema

Il controllo del sistema in realtà virtuale prevede la modifica interattiva dello stato del sistema o delle modalità di interazione. Questi sono aspetti che, se non vi è una buona progettazione di user interface (UI), rischiano di rompere l'immersività nell'utente. Nell'ambito videoludico questo tipo di problema viene affrontato con l'utilizzo di elementi diegetici nella scena. Le interfacce diegetiche nel contesto delle interfacce utente tridimensionali sono un approccio che integra elementi di controllo direttamente all'interno dell'ambiente virtuale, invece di utilizzare menù sovrapposti o finestre popup, rendendo l'interazione con i comandi e le opzioni parte naturale del mondo virtuale.^[24] Durante la IEEE Conference on Games (CoG) del 2021, un gruppo di ricercatori ha presentato un prototipo sviluppato in Unreal Engine 4.25 il cui obiettivo era creare una storia coinvolgente in cui gli indizi diegetici potessero guidare l'attenzione degli utenti. Per stimolare l'utente si sono basati su indizi visivi, con luci e oggetti che possano attirare l'attenzione dell'utente in modo naturale, indizi audio spaziali, attraverso suoni direzionali sempre interni e coerenti al gioco, e con la tecnica del Conspicuously Light Patches (CLP), un concetto derivante dai

cartoni ed applicato nella realtà virtuale in cui un elemento dello sfondo è reso visivamente diverso, solitamente più chiaro e più illuminato, per segnalare che è interattivo o importante per la trama, senza però interrompere l'immersione.^[25] Un esempio di interfaccia diegetica è il caso di Lone Echo, un gioco di avventura in realtà virtuale del 2017 sviluppato da Ready At Dawn e pubblicato da Oculus Studios. Tutte le informazioni utili al giocatore sono presentate in modo da sembrare parte integrante del mondo di gioco, ad esempio, le informazioni del personaggio sono visibili sul display integrato nel braccio robotico di Jack. Un altro elemento chiave sono le conversazioni tra i personaggi del gioco e il giocatore: invece di apparire come un elemento estraneo sullo schermo, le scelte di dialogo compaiono in una finestra che fa parte ed esiste nell'ambiente di gioco stesso.



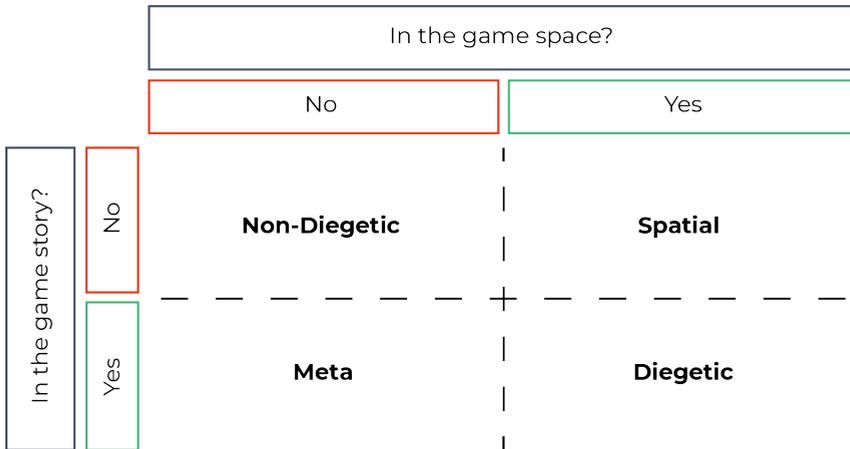
Leno Echo, interazione tra Jack e Captain Olivia Rhodes.



A Destra Doom 2016 a Sinistra Doom VFR.

Molti giochi, nelle loro versioni in VR, hanno adottato soluzioni per rendere l'interfaccia di gioco più integrata e diegetica. Ad esempio, il reboot di Doom del 2016 ha ricevuto nel 2017 una versione VR pubblicata da Bethesda Softworks, Doom VFR. Mentre il gioco non-VR includeva inventario, mappa e menu informativi tradizionali, nella versione VR l'HUD è stato trasformato in un ologramma che fluttua seguendo il movimento della testa dell'utente.^[26]

Il giocatore indossa un elmetto, ed è attraverso questo che la mappa e i menu sono stati convertiti in un'interfaccia olografica. Per confrontare efficacemente i tipi di GUI, si può utilizzare una classificazione basata su due criteri: la presenza o meno della GUI nel mondo 3D e il fatto che essa faccia o meno parte della narrativa del gioco.



Una GUI non-diegetica non appartiene né al mondo 3D né alla narrativa del gioco, si presenta dunque solitamente come una sovrapposizione 2D sopra l'immagine renderizzata della scena 3D apparendo fortemente estranea all'ambiente virtuale. Se la GUI non fa parte al mondo di gioco ma ha un forte legame narrativo allora si può considerare meta. Le sovrapposizioni 2D di una GUI meta potrebbero, ad esempio, mostrare lo stato di salute dell'avatar non attra-

verso una barra della vita, ma tramite la quantità di sangue che appare nel campo visivo mentre si perdono punti vita. Questo tipo di GUI presenta le stesse difficoltà degli elementi non-diegetici, eppure, mentre gli elementi non-diegetici possono essere posizionati nel mondo di gioco e rimanere comprensibili, gli elementi meta sono ancora più complessi da adattare alla VR, mentre possono funzionare bene su un monitor.^[27]

Invece, i componenti di interfaccia spaziale si trovano nello spazio del gioco, ma i personaggi all'interno del gioco non li vedono. I componenti spaziali funzionano come aiuti per evidenziare punti di riferimento importanti, come ad esempio in *The Elder Scrolls V: Skyrim VR* del 2018 è ben visibile la barra della vita sopra il nemico. Al contrario di *Doom VFR*, la versione VR di *Skyrim* presenta più problematiche per quanto riguarda la gestione della mappa. Trattandosi di un open world la mappa è un ele-

mento spesso consultato dai giocatori. La scomodità che la versione VR presenta è che bisogna uscire ogni volta dalla realtà di gioco per trovarsi in volo in un ambiente completamente diverso, interrompendo bruscamente l'esperienza immersiva.

Skyrim VR, a sinistra un esempio di interfaccia spaziale e a destra la mappa di gioco.



04

Realtà estesa e storyboard

4.1 Definizione di uno storyboard

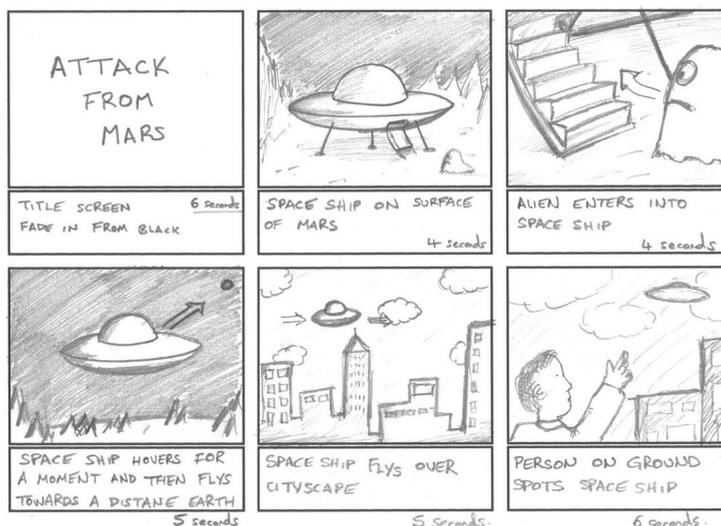
4.2 Casi studio

4.1 Definizione di uno storyboard

Uno storyboard è un copione visivo, disponibile in formato cartaceo o digitale, composto da una serie di disegni in sequenza che narrano graficamente la trama da sviluppare nel proprio progetto. Attraverso questi bozzetti, il creatore dello storyboard può pre-visualizzare il lavoro, determinando le inquadrature, gli effetti da applicare a ciascuna scena e come organizzare al meglio la produzione per garantirne il successo.^[28]

George Méliès, pioniere degli effetti speciali, è stato il primo cineasta noto per l'uso dello storyboard durante la realizzazione dei film, rivelandosi fondamentali per pianificare gli effetti visivi e il montaggio. Il processo di storyboarding come lo conosciamo oggi è stato perfezionato negli anni '30 nello studio Walt Disney.

Storyboard: "Attack from Mars." MYP Design at Anwatin Middle School.

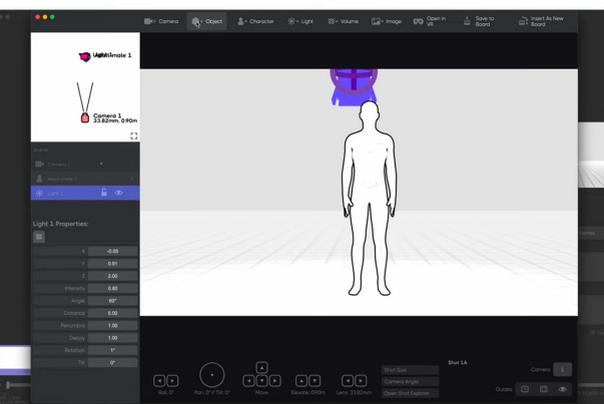


Lo storyboard di un cortometraggio intitolato *Attack from Mars* illustra i tipici elementi di uno storyboard, tranne i dialoghi. Ogni scena rappresenta la durata e il movimento, spesso indicato da frecce, e se fossero presenti dialoghi, comparirebbero sotto ogni immagine. Le sei immagini trasmettono chiaramente al lettore l'aspetto e lo sviluppo del film. I vantaggi di questo formato includono intuitività, efficienza spaziale e facilità di creazione con abilità di disegno di base.^[29]

Con lo sviluppo rapido e il progresso delle tecnologie di visualizzazione, la Realtà Virtuale (VR) e la Realtà Aumentata (AR) sono ora in prima linea nella visualizzazione delle informazioni e nell'interazione in vari settori, risultando anche come utili strumenti per la realizzazione di storyboard. Il regista francese Alexandre Heboyan, senior storyboard artist con esperienza da animatore per la Dreamworks alle spalle, definisce la realtà virtuale (VR) ancora troppo intensa per lo storyboarding. Eppure, ammette che la visione di insieme che può offrire un ambiente virtuale non ha precedenti.^[25]

Con la realtà estesa l'utente può decidere facilmente di cambiare posizione e di visualizzare eventi da molteplici angolazioni, offrendo un'interazione più coinvolgente con gli oggetti e lo spazio. Si ha un controllo migliore della telecamera e degli asset animati per lo sviluppo e la progettazione dell'ambiente della scena. Nel caso della realtà aumentata (AR), o più in generale la realtà mista (MR), si sovrappongono elementi reali e virtuali su superfici fisiche come tavoli o pavimenti.^[30]

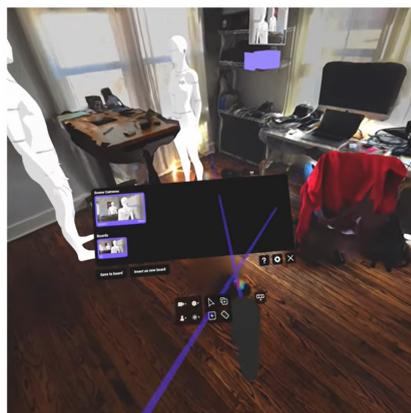
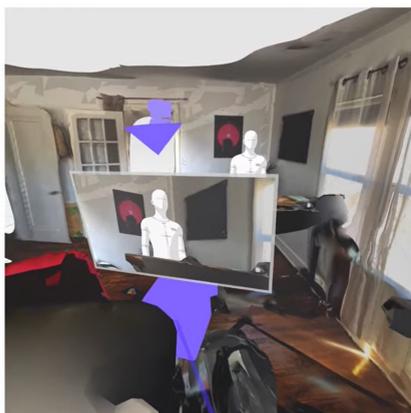
4.2 Casi studio



Storyboarder

Storyboarder è un software gratuito sviluppato dallo studio statunitense Wonder Unit nel 2021. Questo strumento è disponibile sia in versione desktop (NIVR) che con un visore di realtà virtuale, mantenendo in entrambi i casi le stesse funzionalità. Per una migliore esperienza, è consigliata la scannerizzazione in 3D della location in cui verrà ambientato lo storyboard, per poi importare il file .gbl all'interno del programma.

Nell'immagine in alto è rappresentata l'interfaccia versione Desktop in modalità Shot Generator, in basso sono immagini prese dal video YouTube *Spenser S. - How to Storyboard in VR*. Una volta aperta la scena in realtà virtuale (VR) sarà quindi possibile indossare il proprio visore ed immergersi nell'ambiente. È possibile scegliere i parametri delle camere virtuali e inserire una serie di elementi tra cui luci e personaggi, a cui si possono assegnare pose attraverso le loro armature e cambiarne i tratti fisici caratteristici. Il menù con tutte le principali funzioni è posizionato sul controller destro. Una volta scattata la scena con la camera virtuale, appariranno automaticamente sulla board nera gli scatti eseguiti in ordine. Gli scatti sono poi salvati e potranno essere in seguito aggiunti ulteriori dettagli come la durata della scena ed eventuali appunti.





Interfaccia in versione Desktop di Storyboarder nella fase finale di salvataggio delle scene.

Uno dei principali punti di forza di Storyboarder è la sua versatilità, essendo adatto a diversi ambiti e scopi. È possibile esportare il lavoro come animatic, e un aspetto particolarmente interessante è la possibilità di importare un ambiente predefinito in cui ambientare lo storyboard. Sebbene le figure umane disponibili siano molto generiche, possono essere facilmente personalizzate e animate con la cinematica inversa, rendendo accessibile anche a chi non possiede una base di animazione l'as-

segnazione di posizioni e movimenti, i quali non potranno però mai essere troppo precisi. La tecnica del raycasting consente un'interazione immediata con gli elementi presenti nella scena e nel menù. Tuttavia, le icone sono estremamente piccole e richiedono un po' di tempo per essere selezionate con precisione. Inoltre, la fase di stesura dello storyboard risulta poco intuitiva, poiché si basa troppo sull'interazione con finestre e testi piuttosto che su una gestione più diretta degli scatti.



Tvorì

Tvorì è uno strumento di animazione intuitivo e ben progettato che permette ai narratori senza esperienza in animazione 3D di prototipare rapidamente le loro idee in VR. Consente di animare in tempo reale o con keyframe, di importare modelli, immagini e suoni. Tra le caratteristiche di Tvorì spicca la possibilità di realizzare storyboard immersivi nel mondo virtuale.

Le immagini rappresentano scene del video YouTube *ShapesXR - Storyboard in VR*, in cui sono illustrati i principali comandi. Gli utenti possono creare ambientazioni trascinando oggetti previsualizzati in miniatura, scolarli e ruotarli tramite i controller. La camera, integrabile nella scena trascinandola dal menù, ha un apposito tasto posto in alto a destra dello schermo per richiamare l'uso di una vera e propria macchina fotografica. Una volta scattata la scena, sarà possibile prendere fisicamente la vignetta e posizionarla sulla tavola. Tvorì propone una serie di formati diversi come tavola su cui si andrà a creare lo storyboard. Tvorì è un software VR interessante perché, tra le altre cose, permette all'utente di importare PDF di sceneggiature e consultarne le pagine all'interno dell'ambiente virtuale.





Fase finale di gestione e riordino delle vignette ottenute.

Le animazioni possono essere realizzate in maniera precisa, anche se in maniera estremamente semplice, e l'organizzazione del menu degli oggetti è intuitiva. L'utente può visualizzare immediatamente tutti gli elementi in miniatura e trascinarli direttamente nella scena, ma questa opzione è praticabile perché Tvorì ha un'offerta limitata di assets. Se la scelta di elementi fosse più ampia, la visualizzazione del menu potrebbe risultare confusionaria. Un punto di forza di Tvorì è la possibilità di maneggiare liberamente le vignette e la tavola dello

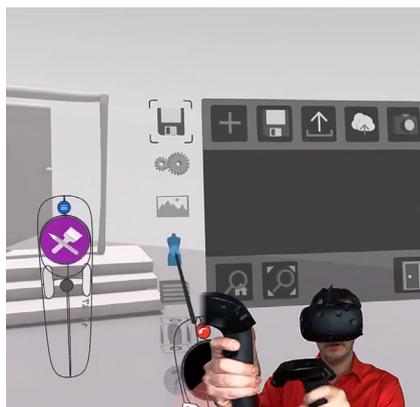
storyboard. È possibile modificarne facilmente le dimensioni, l'ordine e la posizione nello spazio. Se si desidera modificare più vignette contemporaneamente, Tvorì consente la selezione multipla degli elementi per velocizzare il lavoro. Tuttavia, una volta scattata la scena, le vignette rimangono fluttuanti nello spazio, diventando d'intralcio. Lo stesso vale per le luci e le camere: pur essendo essenziali, appaiono ingombranti a causa della loro forma e dei colori decisi, che trasmettono una sensazione di pesantezza.



Gravity Sketch VR

Originariamente concepito per l'industria del design, Gravity Sketch VR può essere usato per diversi fini. Infatti, il programma permette sia di importare modelli 3D che di disegnare e modellare rapidamente utilizzando i controller e le primitive geometriche direttamente all'interno del programma. Tutti gli elementi della scena possono essere scalati, ruotati e spostati.

L'esperienza raffigurata dalle immagini è presa dal video YouTube *Augmented Actor - Set Design Using Gravity Sketch VR*. È possibile avere a disposizione preset di illuminazione e figure umane a cui assegnare semplici pose. Il menu principale può essere spostato all'interno dell'ambiente, e presenta le voci più importanti tra cui la modifica delle impostazioni, inserire figure umane e cambiare lo stile del workplace. Di default è presente vicino al controller sinistro un menù che mette a disposizione i principali strumenti per la modellazione all'interno del programma, su quello destro invece è posizionato un cerchio cromatico che permette in maniera immediata di cambiare i colori agli elementi 3D.

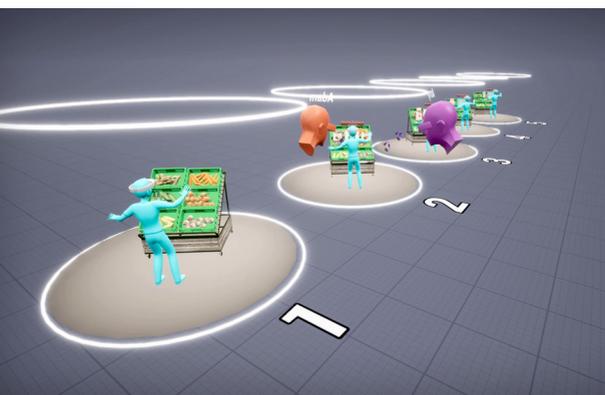




Inserimento e caratterizzazione di figure umane all'interno della scena.

Gravity Sketch VR non è uno strumento specifico per la creazione di storyboard; quindi, una volta scattata la foto con la camera virtuale lo screenshot sarà salvato automaticamente sul pc. Sono completamente assenti quindi gli strumenti strettamente utili per lo storyboarding come la presenza di una tavola su cui mettere in ordine le vignette appena realizzate. L'uso dello strumento Torcia è fondamentale per determinare le ombre nell'ambiente. Un'altra caratteristica interessante è la

possibilità di selezionare e raggruppare più elementi. Tuttavia, tra gli aspetti negativi, va segnalato che per scalare gli oggetti è necessario allontanare i controller tra loro, il che può risultare molto scomodo, soprattutto se si desidera ottenere dimensioni considerevoli. La scelta di utilizzare una visualizzazione wireframe per i controller è motivata dal desiderio di non ostacolare la vista dell'utente. Eppure, così potrebbero perdersi visivamente e non offrire all'utente un riferimento spaziale di sé.



SketchBox VR

Sketchbox VR è un'applicazione di realtà virtuale (VR) progettata per la creazione e la collaborazione su progetti di design e prototipazione. Utilizzando Sketchbox VR, gli utenti possono disegnare, modellare e progettare in un ambiente tridimensionale immersivo. È utile per professionisti nei settori del design, dell'architettura, dell'ingegneria e della prototipazione rapida.

È possibile importare sia modelli 3D, .fbx, .glTF e .obj, che immagini in png, jpeg e 360° jpeg. Tuttavia, strumenti per la modellazione nel programma sono molto ristretti. Il menu principale è posizionato sul controller sinistro, con in risalto le icone della penna, la gomma, del testo, della fotocamera per catturare screenshot della scena e il comando di snap. Su sketchbox VR è possibile snappare gli oggetti attivando la funzione sul menù. Il menu contiene quasi la totalità dei comandi, apparendo troppo ricco e dispersivo. Una funzionalità interessante di Sketchbox è la possibilità di usare le Scene. Consente di creare più scene e di collegarle, analogamente alle 'diapositive' in una presentazione PowerPoint o ai 'fotogrammi' in un'animazione.

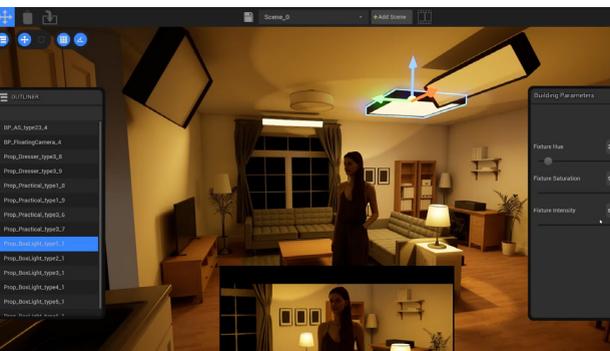




Cooperazione su Sketchbox.

Un VR Storyboard è il risultato del collegamento di più scene VR insieme. Consente di raccontare storie, spiegare flussi di utenti e prototipare idee di UX. Al momento, la funzionalità 'scene' non è disponibile nella versione di produzione di Sketchbox a causa di un errore di build. Per utilizzare le Scene è necessario passare alla versione 'Scenes-legacy-support' di Sketchbox, su Steam. È interessante la possibilità di lavorare più persone nello stesso ambiente. Un ulteriore pecca di questa funzio-

ionalità è che le scene non sono collezionabili nell'ambiente ma per visionarle bisogna scorrere con le frecce del menu visualizzandone una per una.

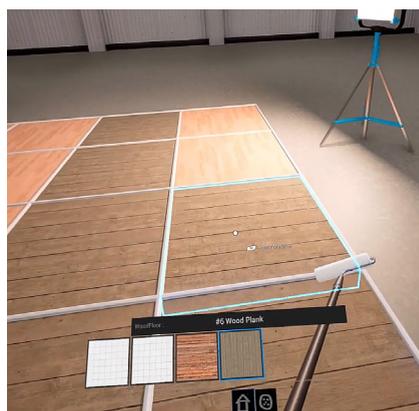
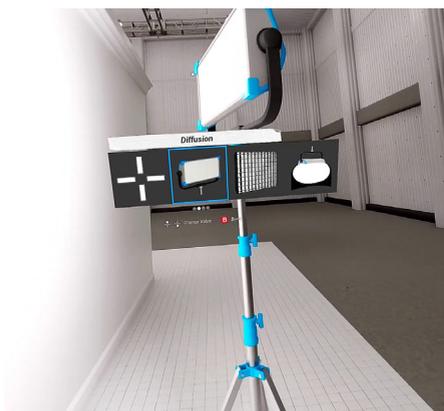


Cine Tracer 2

Cine Tracer 2 è un utile strumento di pre-visualizzazione per cortometraggi, spot pubblicitari e lungometraggi.

Il gioco è costruito su Unreal Engine 5, sfruttando tecnologie di illuminazione avanzate come Lumen Global Illumination e Reflections, e offre una solida esperienza in prima persona. [32]

Rilasciato nel 1° agosto del 2023, il gioco include un sistema di dolly con una singola telecamera, una libreria di illuminazione essenziale e due ambientazioni. La prima è una Stazione di Servizio che utilizza il nuovo sistema di Sole, Cielo e Nuvoles. La seconda è un Magazzino, dotato di un ciclorama bianco a tre pareti pre-costruito e di una griglia di illuminazione pre-progettata. Gli attori virtuali sono realizzati con MetaHumans 2.0 e offrono una vasta gamma di opzioni per l'acconciatura. È presente anche una selezione di abbigliamento e pose per gli attori. Fin dal Cine Tracer del 2018 è possibile impostare il set immersi nella realtà virtuale. In questa modalità però l'interazione con la scena è estremamente limitata. È possibile solo spostare gli elementi ed avere una visione più chiara delle scale e degli spazi.

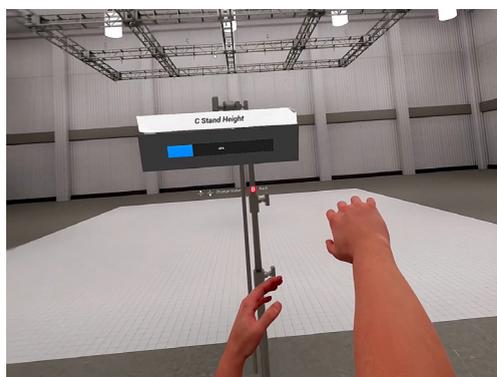




Cinetracer 2 with VR mod on UEVR. LunchAndVR, YouTube.

I movimenti delle dita seguono i tasti del controller. Grazie a Unreal Engine VR (UEVR) di Praydog, è possibile utilizzare anche Cine Tracer 2 in realtà virtuale. Trattandosi di una mod la qualità è ridotta, ma la libreria di oggetti, luci e personaggi ha visto un'espansione notevole rispetto alla versione precedente di Cine Tracer. In questo caso si tratta di un vero e proprio set virtuale, dotato di una vasta gamma di strumentazioni professionali tipiche di un set fisico. È possibile illuminare la sce-

na con diverse tipologie di luci, utilizzando pannelli per creare l'atmosfera desiderata. I personaggi, sebbene abbiano un numero limitato di pose, possono essere personalizzati con una varietà di outfit e acconciature, permettendo grande libertà creativa. È possibile visualizzare il punto di vista della telecamera per ottenere una panoramica chiara dell'inquadratura.



Cinetracer 2 with VR mod on UEVR. LunchAndVR, YouTube.

In questo modo, è possibile modificare i parametrie vedere i risultati in tempo reale. È interessante notare come gli strumenti visualizzati cambino in base all'azione da compiere: ad esempio, per gestire i treppiedi o altre attività manuali, appariranno delle mani virtuali; per cambiare il colore delle pareti, apparirà un pennello a rullo; e per modifiche più significative, un martello.

Tuttavia, una grave lacuna è l'impossibilità di scattare foto, utilizzare più telecamere e uno strumento per la gestione di vignette per creare effettivamente uno storyboard ed avere una visualizzazione d'insieme delle scene.



Storyboard VR

Storyboard VR è uno strumento gratuito creato da Artefact, per prototipare e visualizzare ed esplorare esperienze di realtà virtuale (VR). Progettato dall'UX designer Paul Hoover e dallo sviluppatore Sam Baker per designer, artisti e creatori di contenuti.

L'interfaccia include mappe sferiche 3D e piani pre-caricati, consentendo di caricare immagini trasparenti per "storyboardare" l'evoluzione delle storie. Sebbene sia uno strumento utile, è una versione alpha non supportata ufficialmente. Tutte le principali funzioni sono accessibili tramite il menu principale a sinistra, mentre gli elementi della scena possono essere gestiti manualmente, consentendo di scolarli e spostarli a piacere tramite controller. Le varie sezioni del menu sono organizzate in un layout a schede sovrapposte. Tuttavia, questo metodo limita il numero di sezioni disponibili, il che comporta che, all'interno di ogni sezione, possano essere raggruppati elementi diversi che, idealmente, andrebbero distinti per facilitare la ricerca dell'utente.

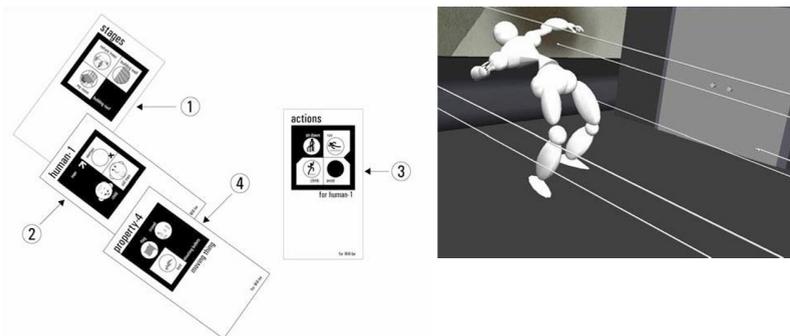


AR Storyboard

Si tratta di uno strumento utile alla creazione di storyboard interattivi in realtà aumentata. Si serve di una tecnologia basata su marcatori, che permette di comporre scene 3D tramite interfacce inserite nell'ambiente reale. Il progetto sfrutta la camera di un computer e una serie di blocchi di elementi, su cui sono stampate informazioni visive. Quando vengono posizionati nella visuale della fotocamera, la scena, composta da modelli 3D, viene renderizzata in realtà aumentata. I blocchi si dividono in due macrocategorie:

- 1) Blocchi statici: comprendono personaggi, sfondi e oggetti statici. Servono per posizionare personaggi, costruzioni e proprietà dello spazio nella scena.
- 2) Blocchi dinamici: costituiti da azioni ed espressioni facciali. Permettono di creare animazioni per i personaggi.

Le scene vengono quindi composte attraverso i blocchi di elementi. Una volta scelti, essi vengono posizionati nella visuale della camera, la quale renderizza i modelli 3D in base alla posizione e all'orientamento dei blocchi. I blocchi dinamici, invece, possono essere posizionati ovunque nella visuale della fotocamera, permettendo la creazione di scene e comportamenti complessi. Grazie alla camera del computer si può a questo punto controllare la posa della telecamera e anche catturare immagini fisse. ^[31] Qui in basso un esempio di composizione di scena ispirata a Matrix.



Previs Pro Storyboard Fast

È un'applicazione per App Store scaricabile sul proprio iPhone, Mac e iPad. Facilita la creazione di storyboard e shotlist con strumenti per importare sceneggiature da Final Draft, creare e posizionare personaggi, impostare luci e telecamere. Qui a lato un esempio di visualizzazione di Previs Pro. È possibile impostare la scena in un ambiente 3D o con la realtà aumentata (AR), inserendo i personaggi 3D in un ambiente reale tramite la fotocamera del dispositivo. Alla destra della schermata è possibile visualizzare l'elenco di scene scattate rinominabili. Il risultato finale esportato è un vero e proprio storyboard su cui è possibile aggiungere ulteriori appunti. Gli strumenti sono molto intuitivi da utilizzare. Ad esempio, l'uso della telecamera è estremamente semplice: la lunghezza focale può essere modificata con uno slider che mostra immediatamente i cambiamenti in tempo reale.

L'aspetto negativo è che le pose dei personaggi umani e gli oggetti che saranno presenti nella scena vanno decisi in precedenza e non possono essere cambiati durante l'esperienza in AR.



05

Linee guida progettuali

5.1 Obiettivi e criticità

5.2 Brainstorming

5.3 Elementi chiave

5.1 Obiettivi e criticità

L'obiettivo principale dell'utilizzo della realtà estesa per realizzare uno storyboard è accelerare e semplificare il processo di creazione, ottenendo risultati chiari ed efficienti. Un'interfaccia scomoda e poco funzionale può prolungare i tempi di realizzazione e compromettere il raggiungimento di questo scopo. Un aspetto fondamentale è cercare di evitare il più possibile un'esperienza statica e poco coinvolgente, spesso legata all'uso eccessivo di pannelli e menu complessi. Questo errore può avvenire quando si tende ad applicare strettamente le regole della GUI di un'interfaccia 2D nella progettazione di un'esperienza in XR. Nelle applicazioni digitali, icone come quella del floppy disk sono utilizzate per rappresentare l'azione di "salvataggio" dei dati, poiché evocano immediatamente l'idea di "memorizzare" o "conservare" informazioni, anche se il supporto fisico è ormai obsoleto.^[33] Questo principio si ritrova anche nella realtà virtuale, dove le esperienze della vita reale vengono riprese per facilitare l'interazione con il mondo virtuale. Ad esempio, scattare una foto nel mondo reale è un gesto intuitivo: si preme un pulsante fisico posizionato sulla fotocamera. Sul telefono, per avviare la fotocamera è sufficiente toccare l'icona

che la rappresenta. In un ambiente virtuale, dove l'azione di scattare una foto è rappresentata metaforicamente da una fotocamera digitale, l'interfaccia non può limitarsi a imitare strettamente l'oggetto reale. Deve invece affrontare le specifiche sfide del contesto virtuale. In questo caso, il pulsante per scattare non dovrebbe essere troppo piccolo o difficile da raggiungere, poiché un leggero movimento involontario del puntatore durante la selezione potrebbe non solo impedire l'azione desiderata, ma anche attivare accidentalmente un comando vicino.^[34]



Esempio di difficoltà nella gestione di una chitarra in AR. The Largest Unsolved Problem in VR, ThrillSeeker, YouTube.

In questo contesto, le metafore di interazione giocano un ruolo fondamentale. Permettono agli utenti di comprendere come interagire con gli elementi virtuali, traducendo concetti e gesti familiari in azioni possibili all'interno del mondo digitale.

Un obiettivo centrale è di evitare di sovraccaricare il campo visivo dell'utente con un eccesso di elementi e finestre, allo stesso tempo, è importante che gli oggetti con cui si interagisce siano progettati per essere facilmente accessibili e funzionali all'interno dell'ambiente virtuale.

5.2 Brainstorming

Q1- Cosa deve offrire l'applicazione?

- » Uno strumento di pre-visualizzazione immersiva del progetto
- » Una sequenza di frame delle scene, con opzioni per aggiungere annotazioni e commenti su ogni singolo frame
- » Vignette precise con chiari riferimenti di luci, inquadrature ed elementi presenti nella scena rappresentata

Q2- Cosa spinge gli utenti a provarlo?

- » Una maggiore facilità nel raggiungere alti livelli di dettaglio e precisione rispetto a uno storyboard tradizionale, rendendo più intuitivo il posizionamento delle luci e la scelta dell'inquadratura
- » Diminuzione dei tempi di produzione
- » Approccio a nuove tecnologie

Q3- Quali elementi sono presenti all'avvio dell'esperienza XR?

- » Breve tutorial
- » Menu principale con elementi di navigazione
- » Spazio virtuale in cui posizionare e gestire oggetti e personaggi

Q4- Dopo l'esperienza cosa prova l'utente?

- » Non deve sentirsi frustrato
- » Soddisfatto di aver realizzato uno storyboard che possa essere una linea guida per il suo progetto
- » In fase finale potrebbe voler correggere alcuni dettagli dello storyboard appena ottenuto

5.3 Elementi chiave

Sulla base dei casi studio esaminati, emergono alcuni elementi costanti che contribuiscono a garantire una buona esperienza di storyboarding in realtà estesa, in particolare nella realtà virtuale (VR).

- » Possibilità di **scalare, ruotare e spostare** gli elementi a proprio piacimento.
- » **Prediligere gesture semplici** e familiari accompagnati da un **feedback visivo** quando l'elemento è selezionato o in manipolazione.
- » **Menu organizzato per asset.** Gli **asset** devono essere **organizzati in categorie logiche**, con anteprime visive ben definite per ogni elemento. Gli asset devono essere facilmente riconoscibili e inseribili nella scena con un'interazione immediata, evitando semplici elenchi testuali.
- » Un **menu principale** che appare in prossimità della mano garantisce che l'utente possa accedervi rapidamente ed evita di sovraccaricare visivamente la scena. Questo menu può essere semplificato e reso modulare.
- » **Creazione dei frame tramite fotocamera virtuale.** La fotocamera virtuale dovrebbe avere controlli facilmente accessibili, con pulsanti per scattare, regolare la distanza focale e angolo di ripresa.
- » **Visualizzazione dei frame in sequenza.** I frame devono essere visualizzabili in una sorta di timeline o tavola dinamica e riorganizzabile che l'utente può interagire con facilità, permettendo di trascinare, riordinare e cancellare i frame.
- » **Proporzioni degli elementi.** La scala degli elementi deve essere proporzionata all'avatar dell'utente, in modo da consentire una facile selezione, senza però esagerare con le dimensioni, per mantenere il senso di presenza all'interno dell'ambiente virtuale.
- » **Selezione tramite raycasting.** Il raycasting è particolarmente utile in scene con molti elementi, poiché consente una selezione precisa e sicura, garantendo all'utente di selezionare esattamente l'oggetto desiderato.

06

Processo Progettuale

6.1 Strumenti utilizzati

6.2 Journey Map

6.1 Strumenti utilizzati

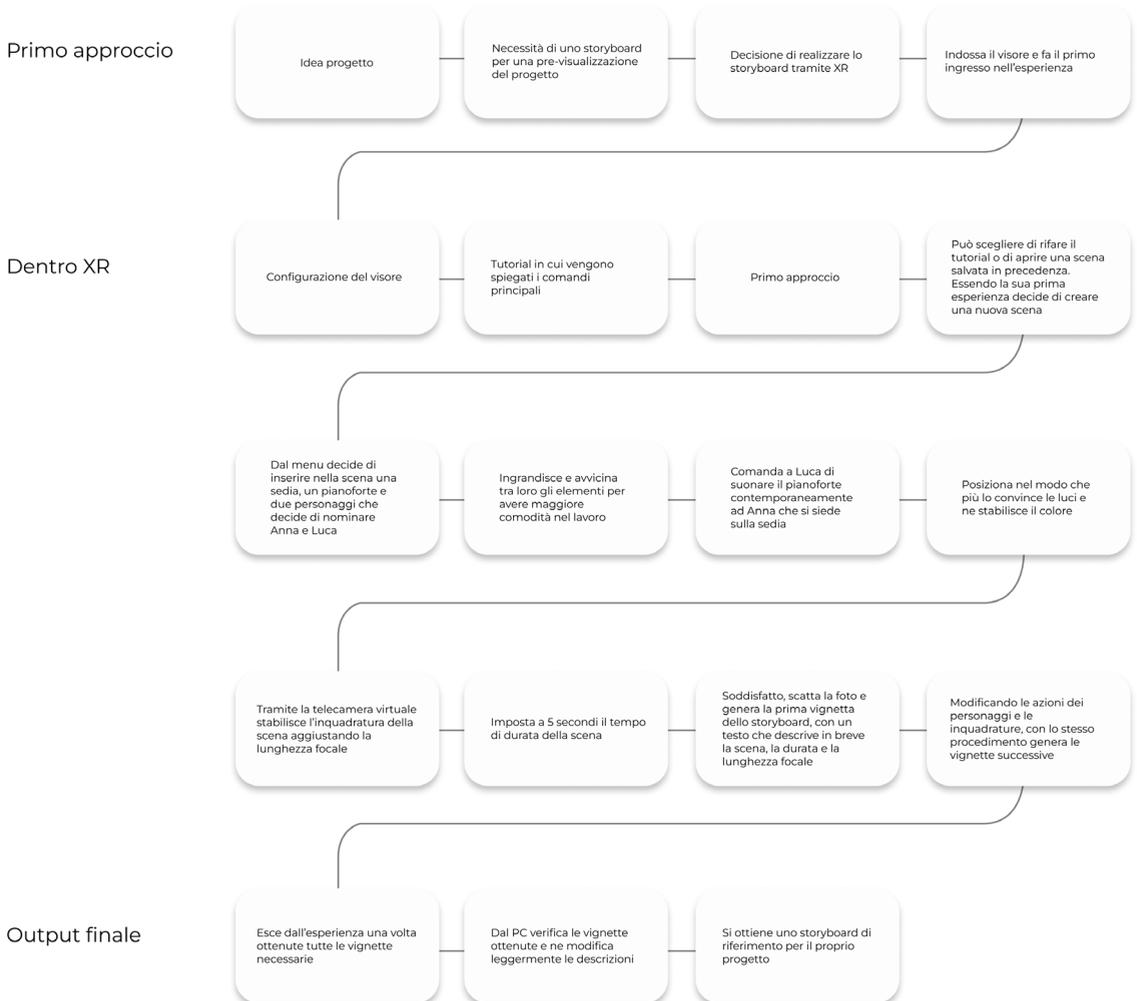
Blender è il principale strumento utilizzato per la realizzazione del prototipo delle interfacce VR e AR. Si tratta di un software gratuito e versatile, ideale per modellare, riggare e animare oggetti tridimensionali. Per quanto riguarda l'applicazione in XR, questa è supportata da Unity, un motore grafico multiplatforma sviluppato da Unity Technologies, che permette di sviluppare videogiochi e contenuti interattivi.

Tutti gli elementi presenti nella scena sono stati modellati e animati utilizzando Blender, ad eccezione degli oggetti del menu asset. Questi ultimi provengono da Mixamo, una piattaforma online di Adobe che offre strumenti per la creazione e l'animazione di personaggi 3D, e da TurboSquid, un marketplace online che fornisce modelli 3D di alta qualità.

6.2 Journey Map

Questo schema si basa in modo sommario su un utente alle prime interazioni con l'applicazione e risponde all'esigenza di definire le principali dinamiche di navigazione durante l'esperienza.

La journey map è fondamentale per comprendere come gli utenti esploreranno e interagiranno all'interno dell'applicazione, passando da un'azione all'altra.



07

Prototipo

7.1 Gestii principali

7.2 Gestione degli elementi nella scena

7.3 Interazione con la fotocamera

7.4 Storyboard

7.5 Luci

7.6 Menu

7.1 Gesti principali

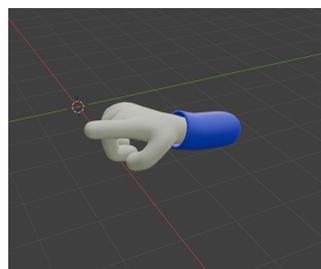
Mi sono occupata della modellazione e animazione di una serie di mani ed oggetti che illustrano le principali interazioni base dell'utente.



Saluto

Point e saluto

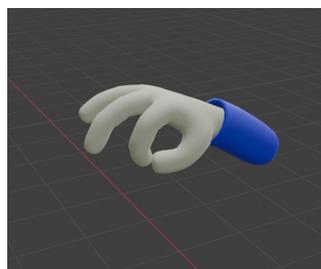
All'inizio dell'esperienza si potrebbe accogliere l'utente con un saluto. L'utente con il raycast indica l'elemento che vorrà selezionare. Inoltre, Durante il tutorial potrebbe essere importante portare l'attenzione dell'utente verso gli elementi prima di essere spiegati.



Point

Pinch

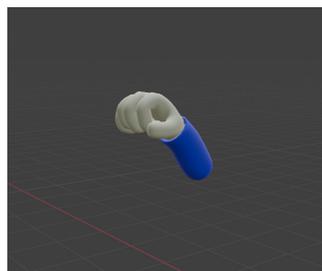
il pinch, accompagnato dal raycast, è la gesture principale usata per confermare la selezione degli elementi, nel caso del controller invece sarà sostituita premendo il grilletto.



Pinch

Grab

Grabbare è un gesto ampiamente utilizzato poiché richiama in modo diretto l'esperienza della vita reale, dove prendere un oggetto e manipolarlo liberamente è un'azione naturale e intuitiva



Grab

Undo e redo

Per tornare all'azione precedente, a causa di un possibile errore, l'utente seleziona la clessidra e gira la mano in senso antiorario come per tornare indietro nel tempo.

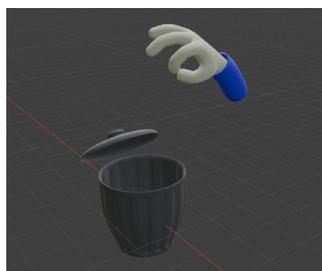
Per andare avanti il gesto è in senso orario.



Redo

Eliminare

Per eliminare un qualsiasi oggetto nella scena è sufficiente trascinarlo verso il cestino, come per buttarlo via. Una piccola animazione del cestino serve per dare all'utente un feedback che l'azione è stata eseguita correttamente.

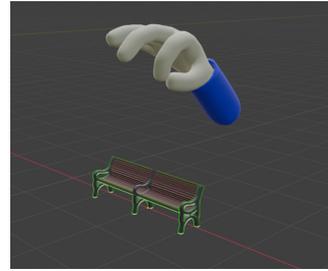


Eliminare

7.2 Gestione degli elementi nella scena

Selezionare

Una volta selezionato, l'elemento verrà messo in risalto con un'outline per far capire che la selezione è avvenuta correttamente. Per deselegionare si esegue nuovamente la stessa azione sull'elemento e l'outline scompare.



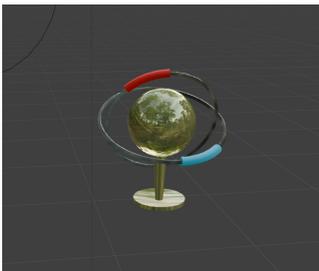
Selezione di un oggetto di scena

Ruotare, scalare e spostare

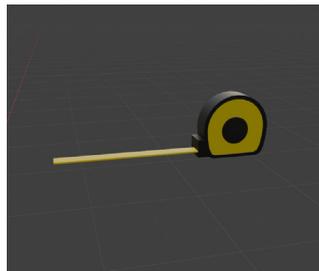
La **rotazione** dell'elemento si basa sulla rotazione del giroscopio. Ogni anello che si decide di girare corrisponde a un'asse di rotazione. Se si gira l'anello rosso l'oggetto girerà sulla sua asse x, l'anello azzurro invece gira l'oggetto sull'asse z.

Per **scalare** ci si affida al metro. Allungando o restringendo il metro è possibile stabilire la dimensione dell'oggetto.

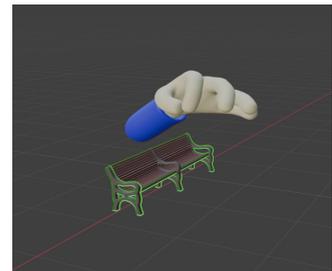
Trascinando l'oggetto si può decidere dove **posizionarlo** all'interno della scena.



Giroscopio



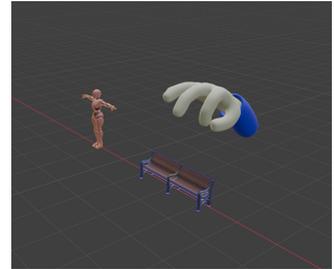
Metro



Spostare

Selezione del secondo elemento

Mentre il primo elemento è selezionato, è possibile sceglierne un secondo con cui il primo potrà interagire. Per rappresentare il legame tra i due l'outline di selezione del secondo elemento è blu.



Selezione del secondo elemento

Assegnare animazione

Una volta selezionato il personaggio appariranno sulla scrivania un manichino di legno, che permetterà di manipolare il personaggio in scena, e una serie di pose preimpostate. Queste pose preimpostate saranno corsa, saluto, salto, balla e seduto. Se vi è un secondo elemento selezionato queste azioni saranno relazionate a quest'ultimo, variando leggermente e adattandosi al secondo elemento scelto.



Manichino di manipolazione



Pose preimpostate

7.3 Interazione con la fotocamera

Inquadrare

Per inquadrare è sufficiente muovere nello spazio la fotocamera guardando l'anteprima dallo schermo nel retro.



Camera

Lunghezza focale

Per definire la lunghezza focale della scena è possibile selezionare la camera e ruotare la mano come per girarne l'obiettivo.



Gesture

Scatto dei frame

Accanto allo schermo della camera è presente un pulsante che premuto aziona lo scatto del frame che apparirà lì vicino nella scena.



Schermo della camera

7.4 Storyboard

Durata scena

Per definire la durata della scena si potrebbe spostare la lancetta dell'orologio, in cui ogni tacchetta indica un secondo. La criticità però è che il massimo impostabile per una scena è un minuto.

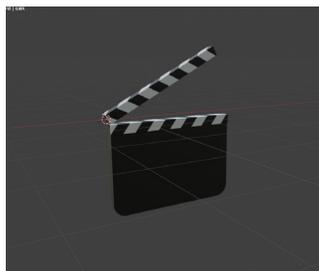


Selezione del secondo elemento

Inizio e fine scena

Quando l'utente triggera il ciak definisce l'inizio o la fine della vignetta. Quando il ciak è aperto significa che tutte le azioni che verranno compiute saranno segnate nel testo dello storyboard.

Quando è chiuso vuol dire che la vignetta è terminata, può essere un momento di pausa in cui l'utente può sistemare la scena prima di aprire nuovamente il ciak e cominciare con la vignetta seguente



Inizio scena



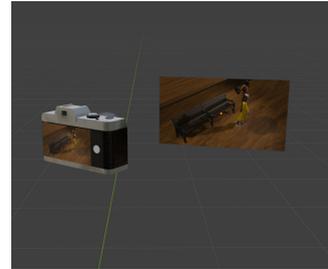
Fine scena

Gestione delle vignette

Una volta scattato il frame apparirà in mezzo alla scena accanto alla camera. Le vignette sono numerate. In alto vengono indicati i secondi di durata della scena e la lunghezza focale.

A questo punto si può grappare e attaccare alla bacheca in sughero accanto alle altre scene o dove si preferisce.

Così facendo le vignette si possono spostare, ruotare o gettare nel cestino per essere eliminate.



Comparsa della vignetta



Bacheca in sughero

Output finale

Una volta all'interno della scena premendo il pulsante della stampante si esce dall'esperienza e si ottiene la versione pdf dello storyboard appena realizzato.

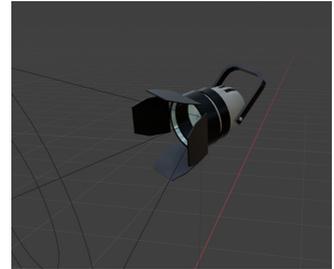


Stampante che termina l'esperienza

7.5 Luci

Spostare e ruotare

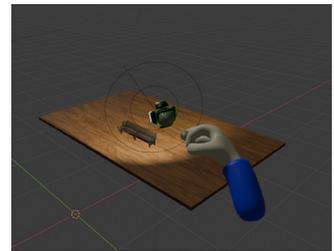
La luce per la scena può essere grabbata e spostata liberamente nello spazio. Può essere ruotata attraverso il giroscopio come il resto degli elementi.



Luce per il set

Esposizione

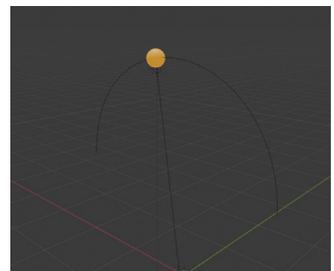
Si può aumentare l'esposizione pinchando e girando con le dita dietro la luce.



Aumento dell'esposizione

Sole

Grabbando la sfera si può spostare da un estremo all'altro della scena come per permettere al sole di sorgere e tramontare. Questo strumento può essere utile per definire in maniera più netta le ombre nella scena.



Sole

7.6 Menu

Iniziare l'esperienza

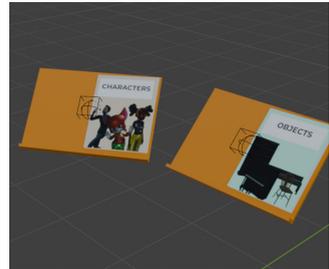
Per iniziare l'esperienza è sufficiente selezionare il catalogo "new storyboard" del menu principale. Una volta all'interno della scena con il comando "end storyboard" si esce dall'esperienza.



Menu iniziale

Ricaricare scene salvate

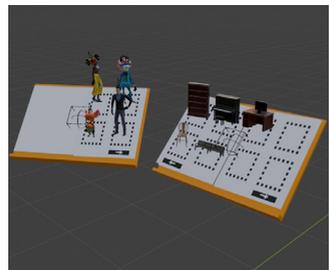
Il menu principale è composto da tre cataloghi, sfogliando quello centrale è possibile vedere e selezionare le anteprime delle ultime scene realizzate per aprirle e riprendere il lavoro chiuso in precedenza.



I cataloghi chiusi

Menu asset

Per rendere il più diegetica possibile l'esperienza, gli asset a disposizione o importati dall'utente sono presentati in un catalogo posto in un leggio. Si può selezionare l'elemento e apparirà nella scena. Per chiudere e aprire il catalogo è sufficiente selezionare l'intero elemento mentre per andare avanti e indietro con le pagine ci si serve delle frecce.



I cataloghi aperti

08

Risultato finale

8.1 Design finale VR

8.2 Design finale AR

8.1 Design finale VR



Gestione delle vignette in VR

Spostare la telecamera in VR





Assegnare pose ai personaggi in VR

Gestione del catalogo in VR

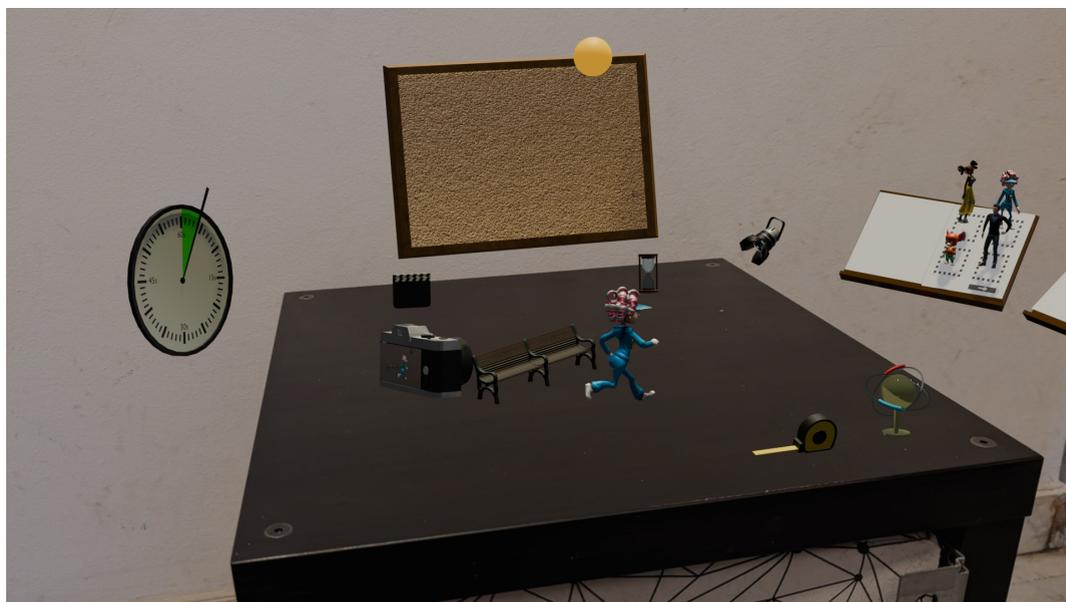


8.2 Design finale AR



Selezione di un personaggio in AR

Gestione della telecamera in AR





Gestione delle vignette in AR

Visione d'insieme della scena in AR



09

Conclusioni

L'esperienza utente nella realtà estesa rappresenta un campo in continua evoluzione, spinto dalla rapida innovazione tecnologica e dalla crescente accessibilità delle piattaforme immersive. Essere immersi in un ambiente virtuale non solo amplia le possibilità di interazione, ma offre anche un'opportunità unica per sperimentare soluzioni progettuali innovative che difficilmente troverebbero spazio in altri contesti. Il prototipo sviluppato è stato pensato per un device dotato di tracciamento delle mani, il che consente di progettare interazioni naturali e intuitive basate su gesture. Tali interazioni potrebbero però variare significativamente in base alle capacità e alle caratteristiche del dispositivo utilizzato. Alla stesura di questo testo, il prototipo non è stato ancora implementato su Unity o testato con il Meta Quest 3 né su altri sistemi specifici. Questo evidenzia la necessità di una successiva fase di validazione, indispensabile per valutare l'efficacia delle interazioni e apportare eventuali adattamenti.

10 Fonti

- [1] Forty, Simon. 100 Innovations of the Industrial Revolution. Haynes Publishing UK, 2019.
- [2] Roukaiya S. Abdoola. (2022, Settembre 30). Brief History of Interfaces: from abacuses to cyberpunk. Estratto da <https://gt3web.com/brief-history-of-interfaces-from-abacuses-to-cyberpunk/>
- [3] Pirelli. (2023). Storia. Sito ufficiale della Pirelli. <https://corporate.pirelli.com/corporate/en-ww/aboutus/history>
- [4] Grudin R. The computer reaches out: the historical continuity of interface design. 1990.
- [5] Gutierrez, N. (2023). The Ballad of Morton Heilig: On VR's Mythic Past. *Journal of Cinema and Media Studies*, 62(3), 86-106. <https://doi.org/10.1353/cj.2023.0027>
- [6] Marucci, M., Di Flumeri, G., Borghini, G., Sciaraffa, N., Scandola, M., Pavone, E. F., Babiloni, F., Betti, V., & Aricò, P. (2021). The impact of multisensory integration and perceptual load in virtual reality settings on performance, workload and presence. *Scientific Reports*, 11(1), 4831.
- [7] Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. ResearchGate. Estratto da https://www.researchgate.net/publication/231514051_A_Taxonomy_of_Mixed_Reality_Visual_Displays
- [8] Thomas, I. (2021, aprile 1). progettazione dell'interfaccia grafica nella Realtà Virtuale [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=1234567890>
- [9] Hunt, R. (2023, September 16). Spatial UI Design: Tips and Best Practices. Interaction Design Foundation - IxDF.
- [10] Centers for Disease Control and Prevention. (2024). Motion sickness. In CDC Yellow Book. Recuperato da <https://wwwnc.cdc.gov/travel/yellowbook/2024/air-land-sea/motion-sickness>
- [11] Kharoub, H., Lataifeh, M., & Ahmed, N. (2019). 3D user interface design and usability for immersive VR. *Sciences*, 9(11), 2649-2665.
- [12] Buiatti, E. (2016). Forma mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione.

[12] Buiatti, E. (2016). Forma mentis: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione.

[13] Dewez, D., Hoyet, L., Lécuyer, A., & Argelaguet, F. (2021). Towards avatar-friendly 3D manipulation techniques: Bridging the gap between sense of embodiment and interaction in virtual reality. In Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '21) (pp. 1–14). Association for Computing Machinery.

[14] Kocur, M., Kalus, A., Bogon, J., Henze, N., Wolff, C., & Schwind, V. (2022). The Rubber Hand Illusion in Virtual Reality and the Real World - Comparable but Different. In Proceedings of the 28th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology (VRST '22).

[15] Sutrich, N. (2020, October 29). What's new with the Oculus Quest 2 controllers? Android Central. <https://www.androidcentral.com/whats-new-oculus-quest-2-controllers>

[16] PlayStation VR2. PlayStation. Estratto da <https://www.playstation.com>

[17] Microsoft. (2023, 12 Aprile) Voice input in mixed reality design. <https://learn.microsoft.com/it-it/windows/mixed-reality/design/voice-input>

[18] Liu, X., Wang, L., Liu, Y., & Wu, J. (2024). Automatic portals layout for VR navigation. *Virtual Reality*, 28(9), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00897-7>

[19] Steam (2018, 7 Aprile), Natural Locomotion. Estratto da https://store.steampowered.com/app/798810/Natural_Locomotion/

[20] HCI Museum. (n.d.). Grabbing the Air. HCI Museum. <https://hci-museum.lisn.up-saclay.fr/grabbing-the-air>

[21] Pietroszek, K. (2018). Raycasting in virtual reality. In M. Lee (Ed.), *Encyclopedia of Computer Graphics and Games*. Springer.

[22] Lu, Y., Yu, C., & Shi, Y. (2020). Investigating Bubble Mechanism for Ray-Casting to Improve 3D Target Acquisition in Virtual Reality. Dipartimento di Scienza e Tecnologia dell'Informazione, Università Tsinghua, Key Laboratory of Pervasive Computing, Ministry of Education, Cina.

[23] Directions for 3D User Interface Research from Consumer VR Games. (2023). Estratto da <https://ieeexplore.ieee.org>

[24] T. Beck and S. Rothe, "Applying diegetic cues to an interactive virtual reality experience," 2021 IEEE Conference on Games (CoG), Copenhagen, Denmark, 2021. Estratto da <https://ieeexplore.ieee.org>

[25] Nicole W. (2018). VR Diegetic Interfaces Don't Break the Experience. UX Design. <https://uxdesign.cc/vr-diegetic-interfaces-dont-break-the-experience-554f210b6e46>

[26] Willemsen, M. T. (2019). Evaluating player performance and usability of graphical FPS interfaces in VR (Master's thesis, Blekinge Institute of Technology). Karlskrona, Sweden: Blekinge Institute of Technology.

[27] Toptal Design Blog. (n.d.). The ultimate guide to designing UI for video games. Toptal. Estratto da <https://www.toptal.com/designers/gui/game-ui>

[28] Adobe. (2022). Storyboarding. Adobe. <https://www.adobe.com/it/creativecloud/video/discover/storyboarding.html>

[29] T. Talbot, K. Thiry e M. Jenkins, in Storyboarding the Virtuality: Methods and Best Practices to Depict Scenes and Interactive Stories in Virtual and Mixed Reality, Ahrm, T., Falcão, C. (eds) Advances in Usability, User Experience, Wearable and Assistive Technology. AHFE 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1217. Springer, Cham., 2020.

[30] Blender Foundation. (2021, 23 Febbraio). The future of storyboarding: Blender for pre-production. Blender.org. <https://www.blender.org/user-stories/the-future-of-storyboarding-blender-for-pre-production/>

[31] Shin, M., Kim, B.-S., & Park, J. (2005). AR Storyboard: An Augmented Reality based Interactive Storyboard Authoring Tool. Department of Computer Science, Hongik University.

[32] Steam (2023, 1 Agosto), Cine Tracer 2. Estratto da https://store.steampowered.com/app/1774380/Cine_Tracer_2/

[33] S. Z. (2023, 4 settembre). La lezione del floppy disk. Medium. <https://giardino-punk.medium.com/la-lezione-del-floppy-disk-3c1730e5a9c4>

[34] ThrillSeeker (2024, 2 Giugno) The Largest Unsolved Problem in VR. YouTube. https://youtu.be/Fhlw88_Beu4?si=fgbLHzUWLibp7ebr

