

Realtà Virtuale a supporto della terapia occupazionale

**Applicazione all'interno del
progetto INVENTA**

Realtà Virtuale a supporto della terapia occupazionale.

**Applicazione all'interno del
progetto INVENTA.**

Politecnico di Torino
Dipartimento di Architettura e Design
Design e Comunicazione
A.A. 2022/2023
Tesi di laurea di I livello

Riccardo Ficco, candidato
Cristian Campagnaro, relatore
Filiberto Chiabrando, co-relatore
Massimo Migliorini, tutor aziendale

INDICE

Abstract	4
-----------------	----------

Introduzione	7
---------------------	----------

Il progetto di tesi	8
Obiettivi del progetto	9
Il progetto INVENTA	10
Gli stakeholders	14

Scenario e stato dell'arte	17
-----------------------------------	-----------

Introduzione ai contenuti	18
Storia delle tecnologie XR	20
VR: Storia, approfondimenti e applicazione	21
AR: Storia, approfondimenti e applicazione	30
La tecnologia VR	41
La tecnologia AR	53
Le tecnologie MR	59
Casi applicativi e buone pratiche	62

Scenario: strumenti di analisi	69
---------------------------------------	-----------

Analisi del contesto, delle tecnologie e dei requisiti	71
I sondaggi	73
Gli incontri con SC Neuroriabilitazione	76
Raccolta dati sul campo	78

Realtà Virtuale a supporto della terapia occupazionale: proposta progettuale	81
---	-----------

Genesi del progetto	82
La terapia occupazionale	86
Concept	91
Applicazione della VR alla terapia occupazionale: INVENTA-MED	94
Potenziale della Realtà Virtuale	94
Importanza della componente emotiva	99
Coinvolgimento di corpo e mente	100
Alla base dell'applicazione: i processi cognitivi	102
Accessibilità per l'utente	104
Le Personas	110
Le attività	118
 Ambiente domestico	120
 Ambiente naturale	128
 Ambiente urbano	138

Conclusioni	147
--------------------	------------

Monitoraggio	148
Futuro del progetto ed espandibilità	148
Limiti del progetto	149

Fonti e Sitografia	153
---------------------------	------------

ABSTRACT

La tesi è così strutturata: dopo una breve **introduzione** al progetto e al contesto entro il quale si è sviluppato è riportata una **ricerca approfondita su storia e tecnologie XR**, segue un capitolo sugli **strumenti di analisi**, successivamente è presentata la mia **proposta progettuale**.

Il progetto vuole esplorare le **potenzialità della Realtà Virtuale** applicate ad un ambito dove le applicazioni che adottano questa tecnologia sono ancora sperimentali, ovvero quello medico, nel particolare quello della **terapia riabilitativa**.

La tesi nasce e si appoggia alle fondamenta gettate dal progetto INVENTA, all'interno del quale sono stato coinvolto tramite la **collaborazione con l'XR Lab** della Fondazione LINKS di Torino. Il Progetto unisce alcune delle più importanti realtà del territorio Piemontese e, nel caso del quale ho potuto occuparmi durante i mesi di frequentazione del laboratorio, vede l'unirsi delle risorse di **Palazzo Madama** e del reparto di **Neuroriabilitazione del CTO**.

Nelle prossime pagine si raccontano e si esplorano la storia e le applicazioni nel mondo reale delle tecnologie di Realtà Virtuale, Realtà Aumentata e Realtà Mista, una base sulla quale si appoggia la mia proposta progettuale: INVENTA-MED, una **estensione ipotetica** del progetto INVENTA che non tiene conto delle limitazioni dettate dalle tempistiche stringenti e dal budget, e si concentra invece sulle immense potenzialità della Realtà Virtuale come strumento a supporto del personale medico nelle attività di **terapia occupazionale**.

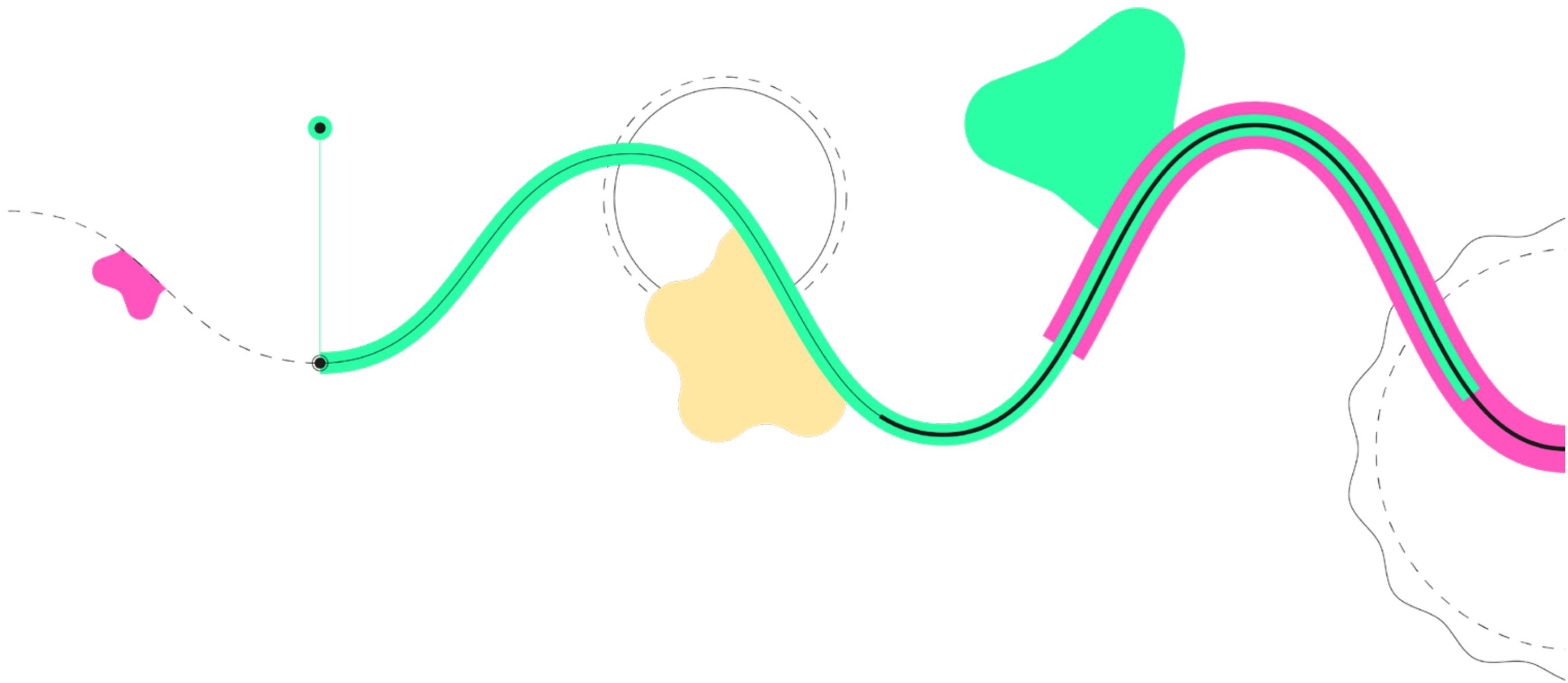
ABSTRACT_ENG

The thesis is structured as follows: after a brief **introduction** to the project and the context within which it was developed, an **in-depth research on history and XR technologies**, a chapter on **analytical tools** follows, then my project **proposal is presented**.

The project aims to explore the **potential of Virtual Reality** applied to a field where applications adopting this technology are still experimental, namely the medical field, specifically that of **rehabilitation therapy**.

The thesis stems from and builds on the foundations laid by the INVENTA Project, within which I was involved through **collaboration with XR Lab**, a branch of LINKS Foundation in Turin. The Project unites some of the most important realities of the Piedmontese territory and in the case of which I was able to deal with during the months I attended the lab the project sees the combination of the resources of **Palazzo Madama** and the **Neurorehabilitation** department of **CTO (orthopedic traumatology center)**.

The next few pages recount and explore the history and real-world applications of Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality technologies, a basis on which my project proposal stands: INVENTA-MED, a **hypothetical extension** of the INVENTA project that disregards the limitations dictated by tight timelines and budget, and focuses instead on the immense potential of Virtual Reality as a tool to support medical personnel in **occupational therapy activities**.



INTRODUZIONE

Il progetto di tesi

INVENTA-MED, Il mio progetto di tesi vuole appoggiarsi alle fondamenta gettate dal progetto INVENTA e, ignorando limitazioni imposte da elementi imprescindibili come budget e tempistiche, esplorare le **potenzialità delle tecnologie di realtà virtuale all'interno del campo della terapia riabilitativa**, in particolare in quello che è l'ambito della **terapia occupazionale**, ponendosi come linea guida per una possibile espansione del progetto.

In questa tesi proporrò una possibile **applicazione delle tecnologie hardware e software di Realtà Virtuale** (successivamente identificata come VR) **come strumento a supporto della terapia occupazionale** e che consenta ai pazienti di eseguire in sicurezza alcune simulazioni di operazioni di vita quotidiana.

Collaborazione con XR Lab

La collaborazione come tesista con l'XR Lab di LINKS prevede il mio inserimento all'interno del flusso creativo e di **sviluppo di una applicazione per piattaforme VR e AR dal nome INVENTA**, la quale consente la fruizione di contenuti a sfondo culturale su dispositivi mobili e Visori.

Durante i mesi di collaborazione sono stato coinvolto in tutte le fasi di ideazione e sviluppo dei concept, partecipando attivamente a riunioni, **brainstorming** (1) e sviluppo dei concept, sessioni di **risoluzione dei problemi** e molto altro, con l'obiettivo di accrescere la mia capacità analitica e critica, esplorare un nuovo campo di queste tecnologie ad alto potenziale espressivo e sostenere il team del progetto con il mio contributo creativo.

L'applicazione prevede inizialmente una distribuzione in una ristretta selezione di ambienti museali prevalentemente dislocati nel territorio Piemontese: **Palazzo Madama, Il MAO (Museo d'Arte Orientale), Il Palazzo Ducale di Genova, il Borgo Medievale del Parco del Valentino ed il Polo '900.**

Obiettivi del progetto

Obiettivi formativi personali

- **Apprendimento teorico** riguardo alle tecnologie XR
- **Apprendimento pratico** di abilità tramite la collaborazione con LINKS
- **Apprendimento teorico di nozioni** attraverso la collaborazione con l'equipe medica
- **Supporto del team INVENTA** con la produzione di documenti, lo studio dei casi, lo sviluppo dei concept e la cura della parte grafica nelle comunicazioni con le parti coinvolte

Obiettivi della proposta progettuale: INVENTA-MED

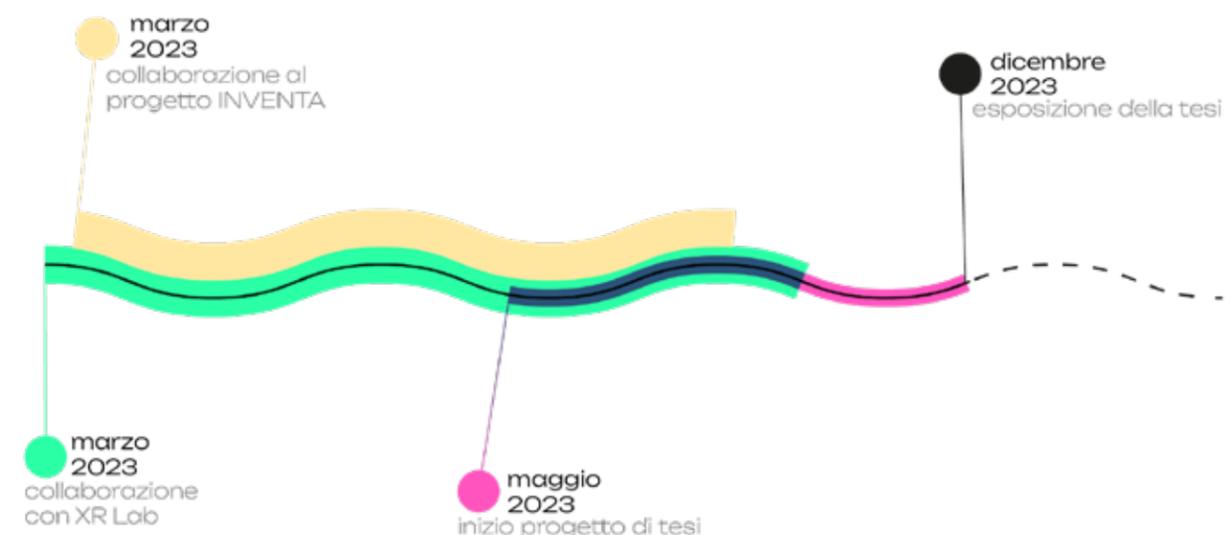
- Fornire uno **strumento efficace** e conveniente a **supporto del personale medico** ai fini di una terapia occupazionale più coinvolgente
- Fornire una **blueprint** (2) **per l'eventuale sviluppo del progetto**, un documento che fornisce una visione chiara e dettagliata per la sua realizzazione.
- Creare **concept originali**, sufficientemente **semplici** dal punto di vista della programmazione e della direzione artistica, ma anche **efficaci** dal punto di vista della terapia

nota 2

Blueprint:
un documento di analisi che descrive il processo di realizzazione del progetto.

nota 1

Brainstorming:
metodo decisionale di gruppo che utilizza il dibattito per il confronto delle idee.



Il progetto INVENTA

INVENTA è il progetto all'interno del quale sono stato inserito nel contesto della collaborazione con il VR Lab.

INVENTA è un progetto di sviluppo e distribuzione di una omonima **applicazione per piattaforme VR e dispositivi Android** che permette la fruizione di **contenuti immersivi ed interattivi di tipo culturale** in forma di **Realtà Virtuale ed Aumentata** (successivamente identificata come AR).

L'applicazione verrà sviluppata sia in versione compatibile con VR, utilizzabile quindi tramite visori di Realtà Virtuale, che in versione mobile, fruibile quindi da ogni dispositivo dotato di schermo e fotocamera digitale, ovvero la quasi totalità degli smartphone oggi diffusi, per offrire una esperienza in Realtà Aumentata.

L'applicazione propone una serie di contenuti di diverso tipo a seconda del museo specifico nel quale viene implementata, il tipo di contenuto sarà scelto e sviluppato in collaborazione con i singoli enti.

Tra i vari enti con la quale il laboratorio collabora per il lancio iniziale in questa tesi si farà riferimento al **caso particolare** nel quale sono stato coinvolto: il reparto di **Neuroriabilitazione** del CTO, il quale vuole sperimentare con la tecnologia della Realtà Virtuale come strumento di stimolazione di pazienti in uno stato di non responsività.

I **contenuti** fruibili dalle applicazioni saranno sviluppati in collaborazione con gli enti e saranno **personalizzati** a seconda del museo che li proporrà. Possiamo categorizzarli nel seguente modo:

Tour virtuali: riproduzioni digitali di ambienti e sale in realtà virtuale che offrono all'utente la **libertà di muoversi** nello spazio tridimensionale e di osservare le opere da punti di vista esclusivi, o di visitare luoghi normalmente non aperti al pubblico.

Video immersivi: speciali video registrati con apposite camere in grado di generare una **immagine a 360°**, questo genere di video è fruibile sia attraverso lo smartphone che il visore di Realtà Virtuale e consente all'utente di **orientare la visuale liberamente** durante la riproduzione del video, i quali possono essere riprese di luoghi ed interviste.

Foto a 360°: funzionamento analogo ai video immersivi: sono **scatti** proiettati su una **superficie sferica** e consentono all'utente di osservare l'ambiente a 360°. A differenza dei video sono contenuti statici.

Contenuti audio: contenuti audio esclusivi forniti dai musei, testimonianze, registrazioni e interviste fruibili singolarmente o in contemporanea ad altri contenuti di tipo visivo.

Questi contenuti verranno attivati manualmente nel caso dell'applicazione VR o inquadrando alcuni specifici soggetti o codici (detti anche **Triggers**) con il proprio smartphone nel caso della AR, restituendo una profonda interattività ed una esperienza coinvolgente personalizzata per ogni museo e per ogni realtà che vorrà adottare l'applicazione.

Le dimensioni del progetto INVENTA

Il progetto INVENTA coinvolge alcuni degli enti più importanti del territorio piemontese e annovera una serie di contatti che verranno coinvolti in futuro di grande rilevanza.

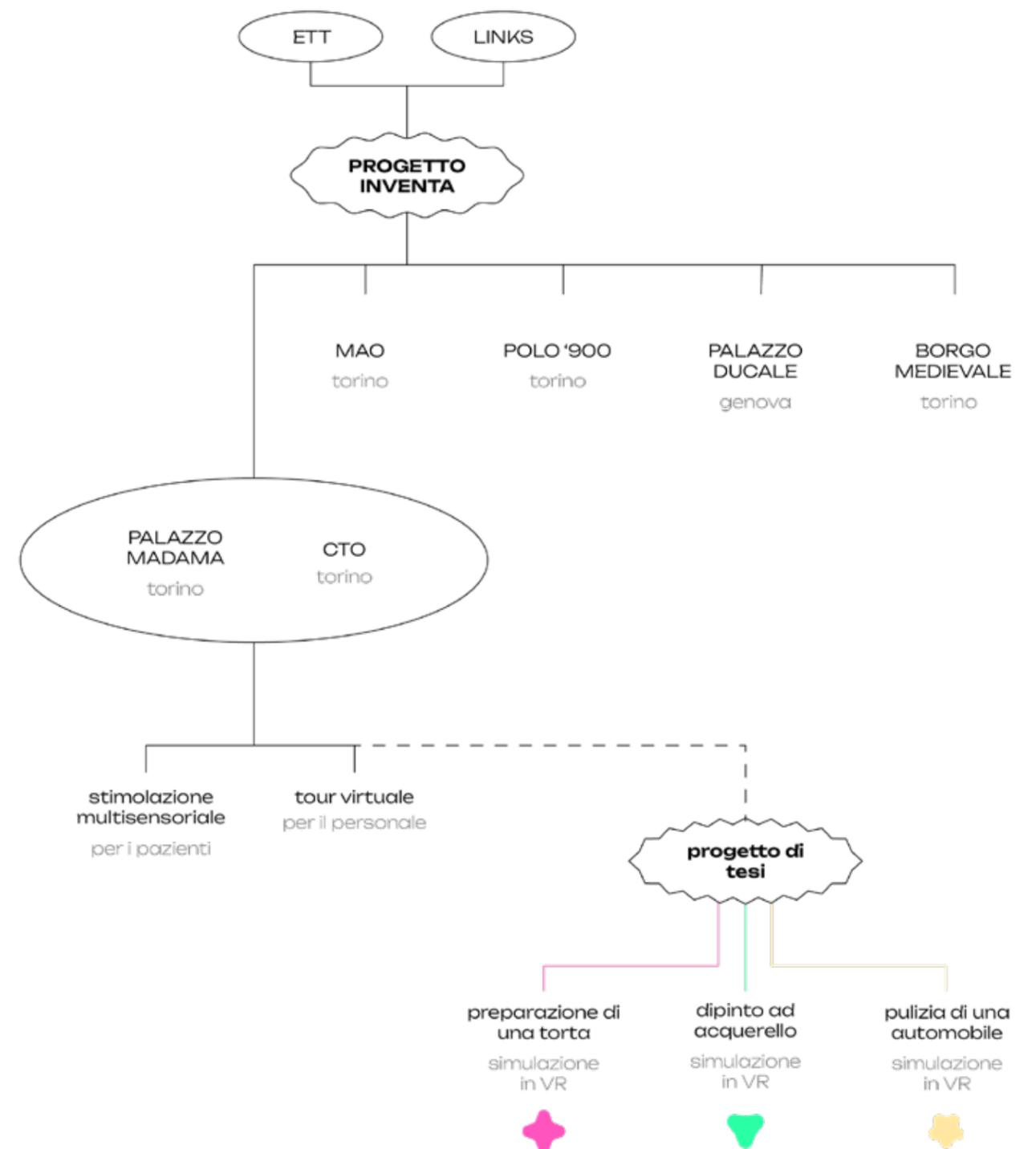
Il **budget** dedicato al progetto INVENTA ammonta approssimativamente a **1,5 milioni di euro**.

In che modo si posiziona il mio progetto di tesi rispetto a INVENTA?

Il progetto INVENTA verrà sviluppato in una prima fase in collaborazione con alcuni importanti **musei ed enti**, tra questi enti abbiamo **Palazzo Madama e CTO**, che consideriamo come un singolo caso d'uso in quanto collaborano alla stessa emanazione dell'applicazione.

Questo caso d'uso vede l'uso dell'applicazione INVENTA all'interno del reparto di SC Neuroriabilitazione attraverso **due esperienze distinte** incluse nello stesso pacchetto: un **Tour virtuale** per il personale ed una serie di **ambienti immersivi** come strumento per la **terapia Multisensoriale**.

Il mio progetto di tesi vuole essere una **terza proposta ipotetica** di estensione del progetto INVENTA nel caso d'uso che vede collaborare Palazzo Madama e il reparto di neuroriabilitazione del CTO, una **esplorazione teorica** di quello che potrebbe diventare una **applicazione di Realtà Virtuale** sviluppata come strumento di supporto alla **terapia occupazionale**.



Gli stakeholders

Quanto segue è un elenco ed una breve descrizione di quelli che sono gli stakeholders del progetto INVENTA ed essendo la mia proposta progettuale basata su di esso, **parte di questi stakeholders corrisponde a quelli del mio progetto**. Questa lista è stata stilata in collaborazione con l'XR Lab.

ETT S.p.A.: la realtà che si occupa della componente di programmazione delle applicazioni.

ESA: è l'Agenzia Aerospaziale Europea, co-finanzia il progetto.

Gruppo ISP: il Gruppo Intesa San Paolo co-finanzia la fondazione LINKS ed il progetto.

LINKS: è una fondazione no-profit che si occupa, insieme alle altre cose, di sviluppare tecnologie innovative per il progresso, la sicurezza e la cultura, l'XR Lab fa parte di questa realtà e svolgerà le operazioni di comunicazione con i clienti, di sviluppo del concept, di realizzazione di parte dei contenuti e di testing delle applicazioni.

XR Lab: il laboratorio con il quale sto collaborando per questo progetto di tesi: si occupa dello sviluppo e della ricerca in ambito di Realtà Virtuale e Aumentata, come citato sopra si tratta di un ramo di LINKS.

COMUNE DI TORINO: collabora e sponsorizza i progetti di Links da tempo, è anche il luogo fisico dove la maggior parte dei progetti della fondazione ha luogo.

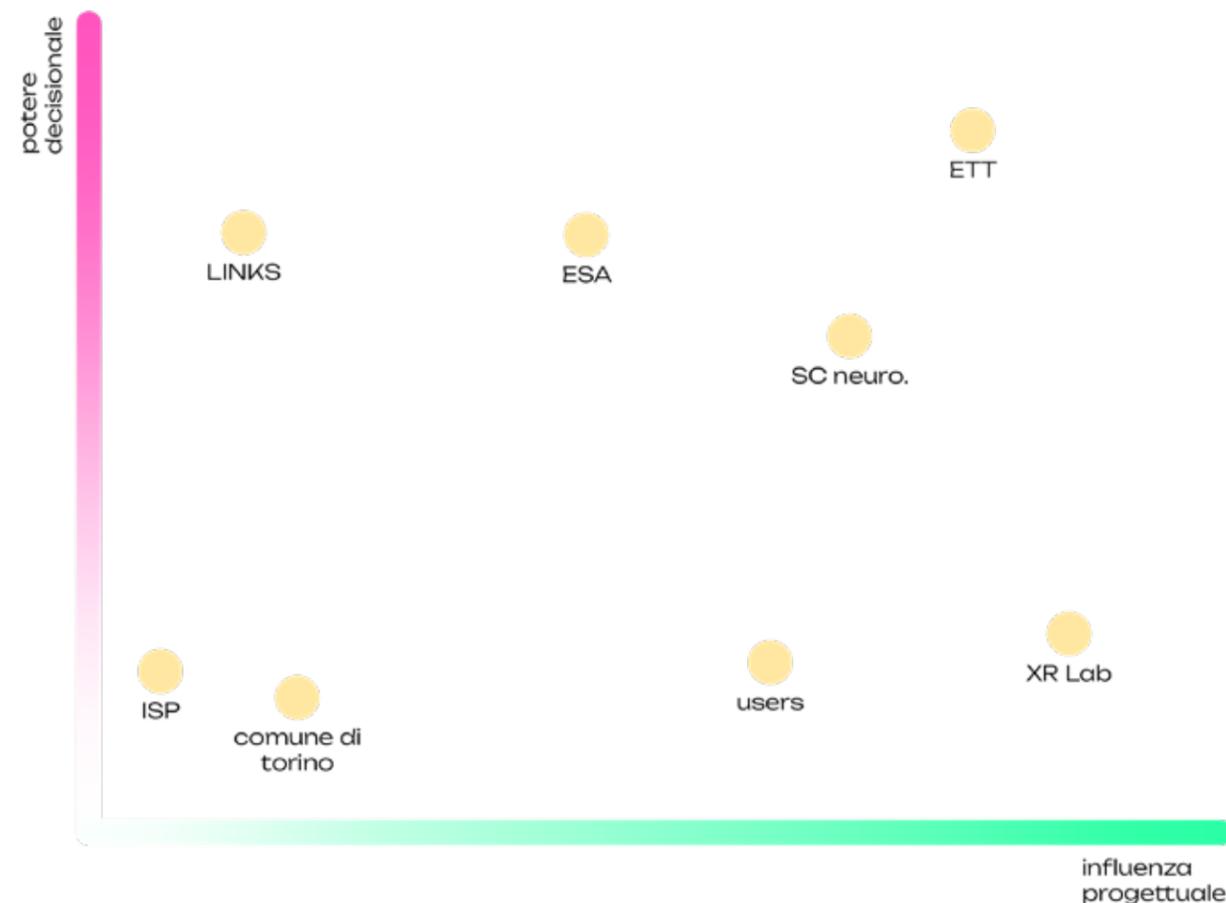
SC Neuroriabilitazione: il laboratorio collabora con una équipe medica del reparto di Neuroriabilitazione del **Centro Traumatologico Ortopedico (CTO)** di Torino.

FONDAZIONE TORINO MUSEI: Fondazione Torino Musei è un ente culturale che gestisce e promuove vari musei a Torino, la fondazione si impegna nella conservazione e divulgazione del patrimonio artistico della città.

GLI UTENTI: gli utenti sono i fruitori ultimi dei prodotti in fase di sviluppo per il progetto INVENTA, possiamo definire questa categoria come "target" ed è composta da un eterogeneo insieme di persone. Ciascun museo ha poi la sua cerchia di utenti, quello che vuole fare INVENTA è creare delle applicazioni che permettano ai singoli enti di appellarsi efficacemente ai propri utenti e catturare l'attenzione di nuovi.

I MUSEI: Questo gruppo di stakeholders fa riferimento sia alla ristretta selezione di partner in collaborazione con i quali verrà sviluppata l'applicazione, sia alla ben fornita lista di potenziali enti con i quali si entrerà in collaborazione e in accordi economici una volta che le applicazioni saranno rodiate.

Mappa degli stakeholders





SCENARIO E STATO DELL'ARTE

Introduzione ai contenuti

Questo capitolo raccoglie tutta l'**esplorazione** e la **ricerca bibliografica** effettuata nell'ambito delle tecnologie hardware e software **XR**, sulla loro **storia, il futuro e i campi di applicazione** di queste tecnologie. È inoltre offerta una panoramica sulle **esperienze XR pertinenti al progetto** offerte negli ultimi anni sul territorio Piemontese.

Definizione degli acronimi

In questa tesi si fa un largo uso degli acronimi **VR, AR, MR** e **XR**, per facilitare la comprensione dei concetti espressi darò una breve spiegazione di ciascuno di essi.

Questi acronimi fanno riferimento a concetti **legati fra loro** ma con delle differenze fondamentali:

XR: La X sta sia per "V" di Virtual Reality che per "A" di Augmented e "M" di Mixed Reality, XR è quindi un titolo che raccoglie sotto un **unico ombrello** tutte queste tecnologie.

VR o Realtà Virtuale: Simulazione digitale di un ambiente tridimensionale fruibile attraverso un apposito visore con il quale l'utente può interagire attraverso controller e la gestualità del corpo.

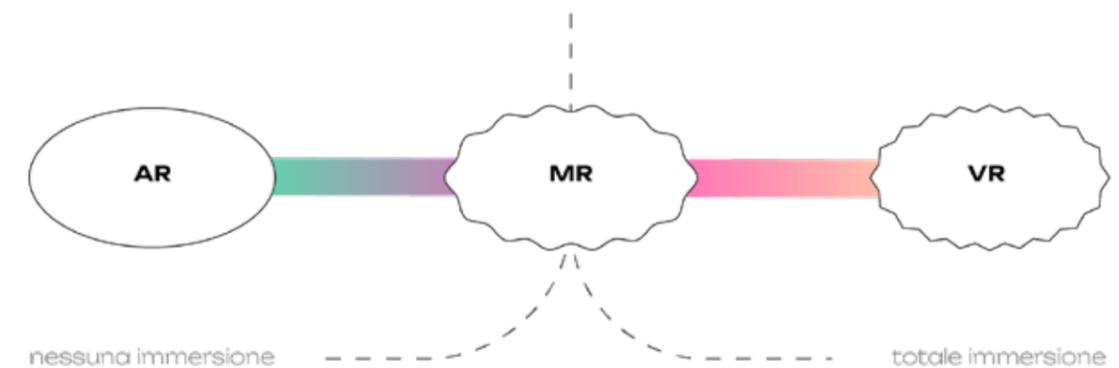
MR o Realtà Mista: Insieme di tecnologie che sovrappongono contenuti generati digitalmente ad ambienti reali mediante appositi visori, i quali consentono anche l'interazione con essi.

AR/RA o Realtà Aumentata: Insieme di tecnologie che permette all'utente di fruire di contenuti sovrapposti e ancorati ad elementi del mondo reale attraverso un dispositivo compatibile come uno smartphone o tablet dotato di fotocamera.

Le differenze tra queste tecnologie risiedono sia nel mezzo con il quale si può fruire di esse, sia nel tipo di interazione che ci si aspetta con i contenuti, esistono però tecnologie ed applicazioni ibride che sfocano la linea che separa queste definizioni.

(Molinari, 2023)

(Differenze tra XR, VR, MR e AR, s.d.)



Storia delle tecnologie XR

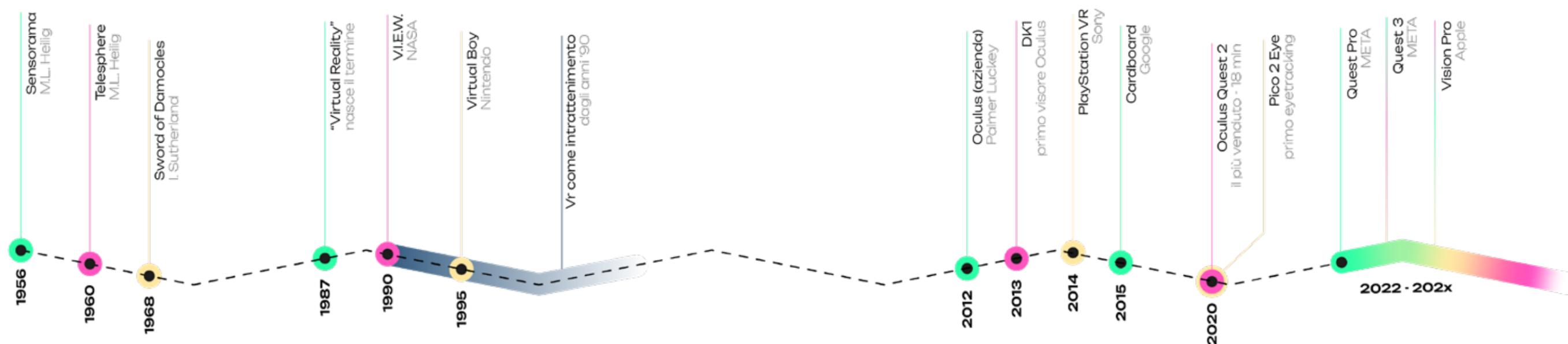
Una esplorazione della storia dalla nascita al giorno presente delle tecnologie XR presentata insieme ad una riflessione sullo stato attuale delle tecnologie e una panoramica sui campi di applicazione delle tecnologie.

VR: storia, approfondimenti e campi di applicazione

Storia dell'hardware VR

La simulazione immersiva di ambienti è una pratica sulla quale si sperimenta dagli **anni '50**. **Morton Leonard Heilig**, proveniente da una carriera nel mondo dell'industria cinematografica creò un dispositivo chiamato **Sensorama** nel **1956**, la macchina era utilizzabile da un singolo utente per volta e consentiva di visionare una pellicola cinematografica isolandosi dal mondo esterno.

Nel **1960 M. Heilig** sviluppa una versione evoluta di questo visore: la **"Telesphere Mask"**, che divenne poi il fondamento sul quale gli altri inventori lavorarono.



Nel **1968** il professor **Ivan Sutherland** ed il suo studente **Bob Sproull** creano un dispositivo chiamato “**The Sword of Damocles**” munito di schermo che veniva indossato sul capo, un po’ come gli attuali visori. Il dispositivo in modo simile ad un visore di Realtà Aumentata **PCVR** era connesso ad un computer. Così pesante da necessitare un supporto esterno fissato al soffitto, fu il primo passo del percorso della Realtà Virtuale e aumentata.

(Ivan Sutherland and Bob Sproull Create the First Virtual Reality Head Mounted Display System : History of Information, s.d.)

(History Of Virtual Reality - Virtual Reality Society, s.d.)

(Contributors to Wikimedia projects, 2005, a)

Nel **1987** il termine “**Virtual Reality**” inizia ad affermarsi nel linguaggio tecnologico e dell'intrattenimento.

Nel **1990** la **NASA** sviluppa la **Virtual Interface Environment Workstation**, in breve “**VIEW**”, il dispositivo offriva agli astronauti una simulazione degli ambienti spaziali durante il loro addestramento a terra e sfruttava le più recenti scoperte tecnologiche in campo ottico.

(ACM SIGCHI, 2021)

A partire dagli anni ‘**90** la tecnologia prende piede a livello commerciale e di **intrattenimento**, un processo oggi più attivo che mai e che ha permesso all'industria di affermarsi e di fiorire.

(Matteo, 2022)

Nel **1995** il colosso giapponese dell'intrattenimento **Nintendo** rilascia il **Virtual Boy**, la console non riscosse un grande successo. Il prodotto aveva grandi problemi dovuti alla scomodità di utilizzo, le immagini offerte erano in 3d e unicamente di colore rosso su fondo nero.

Nel **2012** **Palmer Luckey** fonda l'azienda **Oculus**, destinata a diventare poi un pilastro dell'industria. Nel **2013** rilascia il primo visore della serie **Rift**, il DK1.

(b, Contributors to Wikimedia projects, 2012)

Nel **2013** l'azienda di distribuzione di giochi digitali Valve lavora insieme ad **HTC** per creare **HTC Vive**, un visore **PCVR** consumer level di fascia alta.

Nel **2014** la **Sony** lancia sul mercato il **PlayStation VR**, consolidando la presenza della Realtà Virtuale nel **mercato videoludico mainstream**.

Nel **2015** **Google** inventa **Cardboard**, portando l'esperienza della Realtà Virtuale ad un livello di accessibilità economica mai visto prima: il visore, come dice il nome è di **cartone** ed utilizza due **lenti di Fresnel** per direzionare le immagini provenienti dallo schermo del cellulare inserito nel Cardboard verso le pupille dell'utente.

Nel **2016** Google introduce **Google Earth VR**, fruibile interamente da visore di Realtà Virtuale.

Nel **2019** viene lanciato il **Quest**, il primo di una serie di visori di altissimo **successo commerciale**, il modello uscito l'anno successivo, il **Quest 2** ha attualmente venduto circa **18 milioni di unità**.

(Meta Quest 2 Archives - Counterpoint, 2023)

Il **2020** vede immettersi sul mercato un avanzato modello da una delle aziende competitrici dei visori Meta: il **Pico 2 Eye** della **Pico**, azienda di proprietà del colosso cinese **Tencent**, il prodotto è il primo visore commerciale con **tracciamento del movimento degli occhi**.

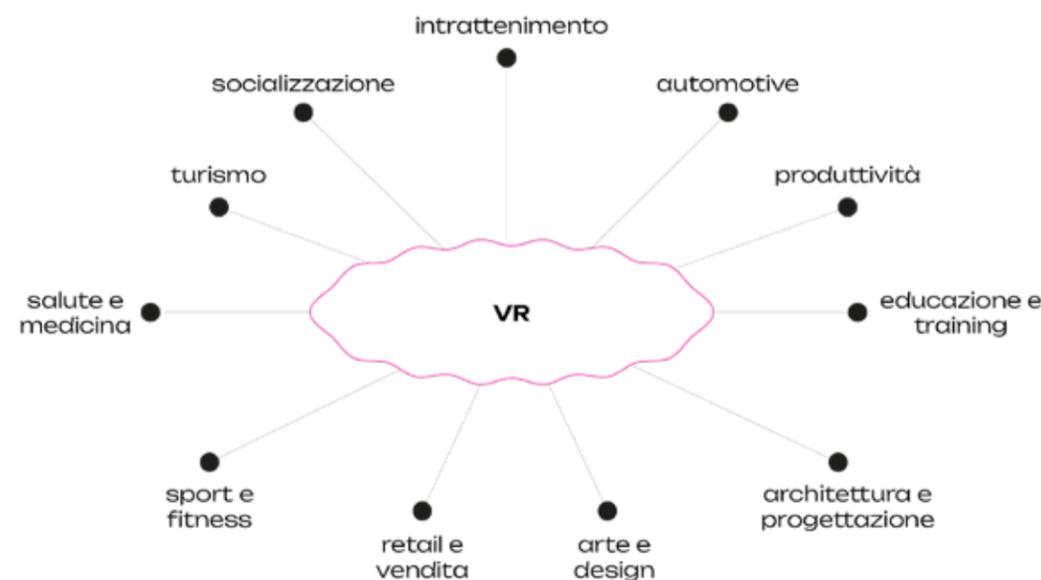
Presente e futuro della VR

Nell'ultimo decennio ci sono state notevoli evoluzioni nel campo della Realtà Virtuale sia dal punto di vista dell'hardware che del software, la tecnologia sta entrando sempre più nel **mercato mainstream** spinto principalmente dall'**industria del gaming** e quella della produttività sul lavoro. Tra il **2022** ed il **2023** (periodo nel quale si sta scrivendo questa tesi) sono stati presentati da Meta, azienda che ha acquisito Oculus, due visori: il **Quest 3** (destinato al gaming) ed il **Quest Pro** (votato invece alla produttività), la Sony ha appena rilasciato il proprio visore **Playstation VR2**, anche **Apple sta entrando nel mercato** con il suo primo visore di Realtà Mista: il **Vision Pro**, prodotto ancora non commercializzato ma che darà presumibilmente una forte scossa al mercato.

I chip a bordo dei visori sono sempre più potenti e gli schermi sempre più definiti, siamo in una **fase di transizione** che vedrà la Realtà Virtuale passare da un hobby per pochi appassionati disposti a sopportare i suoi vecchi difetti ad un grande pubblico che potrà fruire di una tecnologia matura ed accessibile.

VR: Campi di applicazione

Sono molti i campi d'applicazione sui quali si è sperimentata la VR dalla sua introduzione sul mercato, ad oggi la tecnologia è ormai affermata in alcuni campi dei quali segue una panoramica.



Industria dell'automobile: Ingegneri e designers possono intervenire sull'aspetto e la **costruzione** di una automobile attraverso la tecnologia VR prima di commissionare un prototipo fisico. Questa strategia è utilizzata da tempo da molte aziende automobilistiche come **Jaguar, Mazda, Renault, Lamborghini, e Volvo**.

(Fedko, 2023)

Salute: Esistono applicazioni VR come **OssoVR** che aiutano i chirurghi a prepararsi per le operazioni offrendo una **simulazione realistica del processo** da ripetere quanto desiderato. Utilizzando apposite appendici ed accessori l'utente può aumentare il realismo.

Esistono anche applicazioni VR utilizzate come **trattamento per condizioni psicologiche** come il **Disordine da Stress Post-traumatico**, attraverso l'esposizione a situazioni e stimoli in uno spazio sicuro.

Alcuni trattamenti sperimentali sviluppati da **RelieVRx** votati alla riduzione del **dolore cronico** attraverso la Realtà Virtuale sono stati recentemente **approvati dalla FDA** (la statunitense Food & Drugs Administration).

(Unmet Need in CLBP | RelieVRx, s.d.)

(OSSO VR | Healthcare Simulation | HealthySimulation.com, s.d.)

(Osso VR, s.d.)

Allestimento e vendita: Alcune aziende stanno utilizzando tecnologie di **scansione e image recognition** (riconoscimento del soggetto) per permettere agli utenti di **provare nel mondo virtuale capi d'abbigliamento** sul proprio corpo per valutarne l'acquisto, riducendo quindi il numero di capi restituiti ai servizi di vendita online e di conseguenza le emissioni dovute al trasporto. Questo tipo di utilizzo non è limitato al vestiario, ma l'industria della moda resta leader nello sviluppo di **storefront** (3) digitali e nella vendita online.

Esistono anche compagnie come **Matterport** (la quale offre una ricca suite di strumenti per la scansione di ambienti) che offrono un modo per i potenziali clienti di **visitare virtualmente** il modello digitale di un immobile prima di fare una visita di persona.

(How It Works, s.d.)

Turismo: Dopo la recente pandemia lo sviluppo di software che offrono tour virtuali ed esperienze sociali è più vivo che mai. Uno dei primi esempi di queste applicazioni è **"Try Before You Fly"**, un esperimento composto da tour virtuali prodotto da **Thomas Cook** e mostrato nel concept store di **Bluewater** nel **2015**.

(Visualise, 2017)

Architettura e progettazione: Le tecnologie di VR offrono strumenti immersivi per professionisti che consentono di **visio-**

nota 3

Storefront: negozio/vetrina, usato per indicare i negozi digitali.

nare spazi virtuali durante le varie fasi di progettazione e che permettono di mostrare ai clienti lo stato dei lavori o le opzioni di acquisto.

Anche nel campo del **design di interni** viene utilizzata la Realtà Virtuale, l'utente può utilizzare applicazioni come **Flipspaces** per visionare elementi d'arredo contestualizzati nei propri ambienti modificando eventualmente colori e modelli.

(How flipspaces is propelling its technology suite to redefine the future of commercial interior designing, 2022)

Educazione e training del personale: La tecnologia della Realtà Virtuale è stata adottata ormai da anni da aziende con necessità di fornire una istruzione specialistica ai propri dipendenti. Aziende come la **Bank of America** e **Walmart** si sono munite di un grande numero di Headset con i quali i dipendenti fanno pratica in specifici settori mentre aziende come **Victory XR** e **Tech Row** confezionano e vendono abbonamenti e pacchetti di esperienze educative in vari ambiti.

(Home virtual reality VR education software & augmented reality learning - victoryxr, s.d.)

(Education opportunity project spotlight: Techrow · voqal, 2021)

La VR ha la potenzialità di offrire una esperienza che **lega l'educazione e la pratica** in un tipo di apprendimento svolto in un ambiente esente da conseguenze e rischi legati ai vari mestieri in quanto virtuale.

Il **VR-learning** si è dimostrato particolarmente efficace e conveniente, specialmente considerando il basso prezzo dei visori.

Uno studio condotto dall'azienda network di imprese di servizi professionali **PricewaterhouseCoopers** (abbreviato PwC) sostiene che l'apprendimento di una mansione attraverso software di simulazione in VR sia fino a **4 volte più veloce**.

(PwC's study into the effectiveness of VR for soft skills training, 2020)

Intrattenimento e ricreazione: Senza considerare migliaia di **videogiochi** sviluppati per VR ad oggi è disponibile una vastità di **esperienze, film e documentari** da esperire tramite Realtà Virtuale.

Il fronte videoludico è ad oggi uno dei motivi principali del progresso in questo campo: esistono migliaia di titoli giocabili sia su supporti PCVR che su supporti Stand-Alone, vengono annunciate decine di nuove uscite tutti gli anni ed alcuni dei titoli spingono al

limite l'hardware ed innovano costantemente i sistemi di interazione con la Realtà Virtuale.

Compagnie come **Flipside XR** hanno creato sistemi innovativi di animazione che sfrutta l'hardware VR per trasporre i movimenti dell'utente in digitale, condividendo poi video animati usando strumenti di editing semplici ed intuitivi.

(Cureton, 2023)

(About us, s.d.)

Alcuni **eventi sportivi sono disponibili in diretta in VR** con riprese a 360°, esistono applicazioni come **Big Screen VR** che permettono di vedere contenuti multimediali in un ambiente virtuale **insieme ad altre persone**, interagendo in tempo reale. Queste tecnologie consentono a persone costrette a casa di partecipare ad eventi sociali in modo sicuro e comodo.

(Bigscreen VR - Software, s.d.)

(VR Software wiki - BigScreen, s.d.)

Un grande numero di attività e di **hobby** sono stati trasposti in Realtà Virtuale tramite una controparte digitale con aspetti di gamification: dalla pesca al tennis, dal tiro con l'arco alla cucina, dalla boxe alla pittura.

Arte, design ed espressione: La Realtà Virtuale offre anche strumenti che consentono di **manifestare ed esplorare la creatività e generare contenuti artistici**, applicazioni come **Tiltbrush** consentono all'utente di selezionare una serie di strumenti con i quali tracciare nello spazio tridimensionale attorno a loro dei segni che possono poi essere mossi, ridimensionati, colorati e caratterizzati in modo da somigliare a materiali reali. Esistono anche applicazioni di scultura in Realtà Virtuale, portando ad un livello ulteriore la rapidità e l'intuitività di una attività complessa come la scultura 3D.

Inoltre la VR è anche spesso utilizzata da visual artists: opere appositamente create per la Realtà Virtuale sono spesso proposte all'interno di musei ed esposizioni.

(Tilt brush by google, s.d.)

(Contributors to Wikimedia projects, 2016, a)

Produttività e lavoro: Questo è forse il campo dove si stanno attualmente vedendo i progressi più interessanti sia sul lato hardware che sul lato software.

Le applicazioni per produttività ed in generale le tecnologie per il lavoro virtuale stanno vedendo una impennata sia nella domanda che nell'offerta.

A livello di software attualmente sono innumerevoli i programmi a disposizione delle aziende e consentono di svolgere attività che si pongono come alternativa virtuale ad una controparte esistente: applicazioni di **modellazione 3D** nello spazio, di **illustrazione**, applicazioni che consentono di svolgere **riunioni e presentazioni** sfruttando il corpo per comunicare e interagire con le slides e i contenuti, applicazioni per **effettuare sopralluoghi e visite**, applicazioni di **simulazione** specifica per piloti, medici, architetti, astronauti, forze armate ecc...

Per potenziare queste applicazioni ed esplorare in profondità le possibilità della Realtà Virtuale e della Realtà Mista sono in commercio numerose tecnologie a livello di hardware, come **supporti esterni** che consentono di inviare **input (4) più completi o precisi** al visore, e sono in sviluppo nuovi visori con una sempre maggiore attenzione all'indipendenza da hardware esterno per eseguire i programmi e all'interazione con il mondo reale tramite Realtà Mista.

Due esempi sono il **Meta Quest 3**, con diverse camere a colori per una migliore esperienza "**pass-through**" (5) rispetto alle precedenti versioni, ed il **Vision Pro** di Apple, dispositivo dotato di un grande numero di **camere e sensori** votati all'**interazione con l'ambiente** esterno oltre che alle persone che si trovano nel mondo reale.

Sport e fitness: Uno dei campi dove la Realtà Virtuale è approdata riscuotendo un certo successo è quello del fitness: ad oggi sono disponibili molte applicazioni di **simulazione di attività sportive**: dal tiro con l'arco al pugilato, oltre che una serie di sport possibili solo nella Realtà Virtuale come il lancio del frisbee a gravità zero (echo VR).

Uno degli aspetti più interessanti per l'utenza è la **componente sociale**: molte applicazioni di fitness offrono infatti **corsi e attività di allenamento** che si tengono modalità multi-giocatore con elementi di chat aperta.

Socializzazione: Attualmente un numero di grandi e medi attori nel panorama digitale stanno sviluppando piattaforme dette **metaversi**, ambienti digitali dove è possibile svolgere **attivi-**

tà ricreative e lavorative in solitaria o in compagnia di altri utenti dislocati nel mondo.

Una delle piattaforme ad oggi più popolari e apprezzate risale a prima che il termine "metaverso" divenisse popolare: **VRChat**, una collezione di **ambienti virtuali generati dagli utenti** dove questi ultimi possono incontrarsi in grandi numeri, **socializzare** e svolgere molte attività. Il successo di questa piattaforma è dovuto al contributo genuino ed appassionato dei suoi utenti e alla grande attenzione all'accessibilità e al mantenimento di un **ambiente accogliente ed aperto alla diversità**.

Sul fronte della **salute mentale** possiamo considerare le applicazioni di socializzazione come VRChat un **potente mezzo** per persone con **difficoltà di socializzazione** ed esigenze di isolamento, ma esistono anche diverse applicazioni che lavorano in quell'ambito. Attività come la meditazione sono facilitate da alcune applicazioni che offrono all'utente esperienze di rilassamento guidato integrato da viste oniriche e rilassanti.

(Thompson, 2017)

(5 exciting uses for virtual reality, 2020)

(The macro view of VR in 2023, s.d.)

nota 4

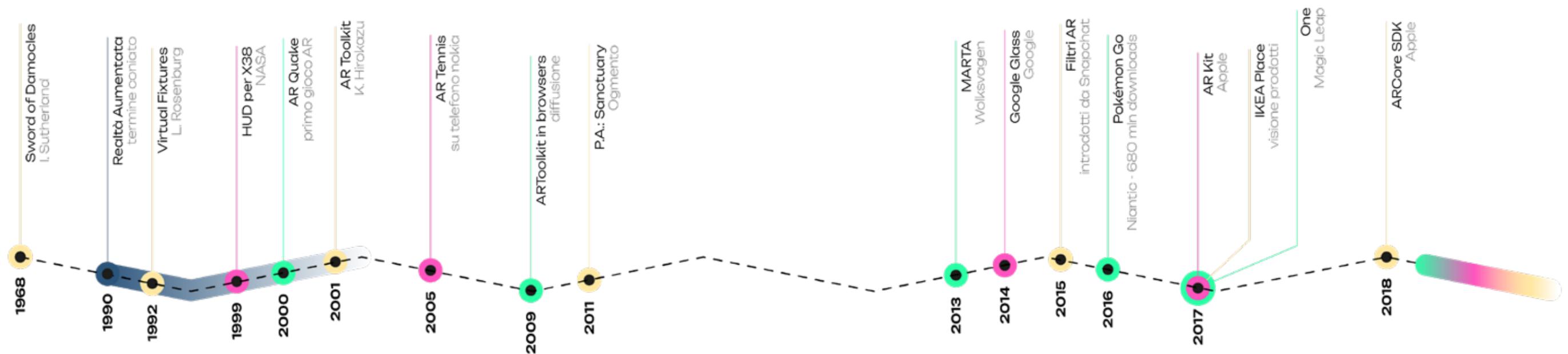
Input:
qualsiasi elemento necessario a provocare l'inizio di un procedimento.

nota 5

Pass-through:
tecnica che usa i sensori esterni del visore per permettere all'utente di vedere a schermo l'ambiente circostante.

AR: storia, approfondimenti e campi di applicazione

completa dell'utente nell'esperienza, da qui il visore, oggetto che elimina dal campo visivo il mondo reale. Questa limitazione non esiste nel campo della Realtà Aumentata, per questo motivo è una tecnologia che si presta ad essere usata attraverso una **ampia gamma di diversi dispositivi**.



Introduzione AR:

Quando parliamo di **Realtà Aumentata** parliamo di un sistema di tecnologie e dispositivi che consentono all'utente di **usufruire di esperienze ed applicazioni che combinano il mondo reale a contenuti digitali** attraverso tre elementi fondamentali: la combinazione di reale e virtuale, l'interazione in tempo reale ed il tracciamento tridimensionale di elementi virtuali sovrapposti all'ambiente reale.

La **differenza fondamentale** tra la Realtà Virtuale e Realtà Aumentata consiste nella presenza in quest'ultima del **mondo reale come elemento fondamentale**. Nella Realtà Virtuale gli ambienti sono **totalmente virtuali**, questo rende necessaria l'**immersione**

La moderna Realtà Aumentata è fruibile ad oggi su dispositivi radicalmente diversi tra di loro in termini di formato ma accomunati da alcuni strumenti in comune: un **processore**, uno **schermo**, un **sistema di input** che permettono all'utente di comunicare con il processore ed infine un **MEMS**, ovvero un insieme di **strumenti elettromeccanici come l'accelerometro e la bussola**.

(Contributori ai progetti Wikimedia, 2005, b)

Uno dei punti più forti della tecnologia della Realtà Aumentata è la sua versatilità e la sua **vasta compatibilità**. La Realtà Aumentata è infatti utilizzata sia su smartphone che tablet, la cui funzione principale è diversa dalla fruizione di contenuti AR, che su console e su visori dedicati, con funzioni più avanzate e numerose possibili.

lità di applicazione.

Oggi la Realtà Aumentata è in uno dei suoi **picchi massimi di utenti e diffusione**, alcuni avvenimenti hanno portato la tecnologia a questi livelli di popolarità e di fruibilità, come la popolarizzazione di alcuni videogames per smartphone.

Storia della AR:

La storia delle tecnologie di Realtà Aumentata ha in comune alcuni eventi chiave dello sviluppo della Realtà Virtuale, da sempre infatti sono legate sia dalle tecnologie che dagli scopi, recentemente, con l'arrivo degli smartphone è emersa una chiara distinzione tra queste tecnologie.

La storia della Realtà Aumentata e quella della Realtà Virtuale hanno **una radice comune**: Il sistema indossabile **“Sword of Damocles”** di **Ivan Sutherland**, come già detto lo strumento era montato al soffitto e poteva essere indossato sul capo.

1990: l'espressione **“Realtà Aumentata”** entra nel linguaggio inglese: due ricercatori dell'azienda aeronautica statunitense **Boeing** realizzano un dispositivo indossabile sul capo che chiameranno, appunto, **Augmented Reality**.

Due anni dopo, nel **1992** un altro strumento per il **training dei piloti delle forze aeree militari** viene realizzato da **L. Rosenberg**, questo strumento era chiamato **“Virtual Fixtures”**, il nome fa appropriatamente riferimento a **“finestre virtuali”**, questa invenzione rappresenta il primo caso di **training completo in ambiente virtuale** immersivo.

(Louis rosenberg develops virtual fixtures, the first fully immersive augmented reality system : History of information, s.d.)

È il **1994** e la tecnologia inizia ad approdare in ambiti esterni a quello militare: Il produttore e scrittore **Julie Martin** introduce le tecnologie della Realtà Aumentata nel **teatro** con una esperienza in Realtà Mista che chiamò **“Dancing in Cyberspace”**.

(Shavel, 2019)

1999: La **NASA** sviluppa tre prototipi pronti al collaudo di **X38**: un **velivolo di ritorno** il cui obiettivo sarebbe stato riportare astronauti sulla terra al termine di una permanenza in orbita sulla ISS. A bordo del velivolo un **sistema ottico** sovrapponeva informazioni

utili allo schermo di visione dell'ambiente esterno, un vero e proprio **HUD** (Head UP Display).

(Gelzer, 2014)

L'anno successivo l'industria videoludica mostra il suo interesse per la tecnologia, la quale è diventata ormai accessibile ai consumatori: il **2000** vede l'uscita del **primo gioco a sfruttare la Realtà Aumentata: AR Quake**, una versione del noto titolo spara-tutto Quake fruibile da uno **specifico visore**, il quale tracciava il movimento del capo per collocare nella scena dei primitivi modelli dei personaggi del videogioco. Per svolgere i calcoli necessari un computer indossato in uno **zaino era collegato al visore**.

(ARQuake - wearable computer lab, s.d.)

Tra il **1999** ed il **2001** nasce dalla mente del **Dott. Ing. Hirokazu Kato** la libreria **ARToolKit**, una raccolta di dati, strumenti e codici utilizzabili per sviluppare in modo più rapido e semplice applicazioni di Realtà Aumentata, questa libreria diverrà una delle colonne portanti dello sviluppo di applicazioni AR.

(Contributors to Wikimedia projects, 2008,c)

Nell'anno **2005** la tecnologia della Realtà Aumentata **approda sui telefoni cellulari** grazie all'integrazione a livello di sistema operativo di **ARToolKit**, campo nel quale avranno una imponente crescita ed un vasto campo di applicazione: uno dei primi “proof of concept” di utilizzo di AR su dispositivo cellulare è una applicazione chiamata **AR Tennis** che viene sviluppata per dispositivi Nokia e consente a due giocatori di inquadrare una serie di **Markers** (6) e sfidarsi ad una partita di tennis usando due cellulari. Il chip a bordo del dispositivo consentiva di giocare ad un massimo di 4 frames al secondo.

(Henrysson et al., 2006)

La libreria **ARToolKit** viene integrata nel **2009 nei browser**, consentendo ad un grande numero di utenti di usufruire di funzioni AR direttamente dal proprio smartphone **senza installare specifiche applicazioni**, portando la tecnologia ad un nuovo livello di accessibilità.

2011: L'azienda di sviluppo software **Ogmento**, in collaborazione con **Paramount Digital Entertainment** rilascia il primo gioco per smartphone a sfruttare la Realtà Aumentata: **“Paranormal Activity: Sanctuary”**, un predecessore del moderno e popolare gioco **“Pokémon Go”**.

(GamesIndustry, 2011)

(Ogmento, 2011)

nota 6

Markers:
marcatori riconoscibili da dispositivi che consentono di sovrapporre contenuti alla ripresa.

2013: La **Volkswagen**, in collaborazione con l'azienda **Metaio**, rilascia **internamente al proprio circuito di meccanici** una applicazione per smartphone chiamata **MARTA** (acronimo di **Mobile Augmented Reality Technical Assistance**) che utilizza tecnologie di **computer vision** per offrire all'addetto un manuale passo per passo di intervento sulla **XL1**, una **vettura sperimentale**, solidificando il ruolo della tecnologia della AR nel campo della formazione professionale.

(Magni, 2013)

(Lee, 2013)

Il colosso **Google** sviluppa nel **2014 Google Glass**, un dispositivo indossabile sul capo connesso ad internet che offre funzioni in AR integrate in applicazioni e software di Google come **Google Maps** e di terze parti, come l'applicazione **Evernote**.

Il dispositivo veniva utilizzato in **connessione con un cellulare** tramite l'applicazione **MyGlass**, che consente all'utente di configurare vari aspetti degli smart-glasses.

(Contributori ai progetti Wikimedia, 2012,d)

Anche altre aziende si cimentano nello sviluppo di hardware per la fruizione e l'elaborazione di contenuti AR: l'anno successivo **Microsoft** lancerà sul mercato il visore **HoloLens** e **Windows Holographic**, un pacchetto di hardware e software che consente all'utente di **accedere a Windows 10 e 11** tramite il visore di Realtà Aumentata.

(Adhav, 2022)

L'anno successivo la piattaforma social **Snapchat** introduce la tecnologia alle masse, implementando l'uso di **filtri che individuano il volto dell'utente** modificandolo, aggiungendo **effetti ed oggetti tridimensionali** ancorati al volto: il successo di questa funzione darà al social una crescita in popolarità massiccia e porterà altri colossi come **FACEBOOK** e **Instagram** a seguire le sue tracce. Questa funzione è ancora oggi un aspetto essenziale delle applicazioni social, soltanto nell'ultimo periodo sta venendo integrata ed in parte superata da funzioni di intelligenza artificiale su piattaforme come **TikTok**.

Nel **2016** il rilascio sugli storefront digitali del gioco **Pokémon Go**, sviluppato da **Niantic** in collaborazione con **Nintendo**: Il gioco è basato sul famoso brand Pokémon, e ad oggi vanta circa **680 milioni di download complessivi su tutte le piattaforme**.

L'applicazione utilizza i sensori sul dispositivo e l'antenna di ge-

olocalizzazione per offrire contenuti in AR all'utente dislocati nel mondo reale.

L'applicazione è diventata un **vero e proprio fenomeno** e mantiene ancora oggi una **base d'utenza massiccia**, questo evento ha mandato un segnale al mercato: dall'uscita di Pokémon Go sono centinaia le applicazioni che hanno adottato la stessa formula ed è migliorata la consapevolezza dell'utenza in generale riguardo alla tecnologia della Realtà Aumentata.

(McEvoy, 2023)

Il **2017** vede un altro importante passaggio per la diffusione della AR sul mercato: **Apple** diffonde **ARKit**, una piattaforma di sviluppo che consente di creare in modo rapido e semplice applicazioni che sfruttano la fotocamera, i processori ed i sensori dei dispositivi iOS.

(Picaro, 2022)

Nello stesso anno un'altra azienda stupisce i consumatori con le tecnologie AR: **IKEA**, la quale sviluppa una **applicazione che consente di visualizzare e posizionare nei propri ambienti domestici i mobili venduti dalla stessa**, restituendo una esperienza di acquisto coinvolgente e conveniente. È il primo esempio di aziende che utilizzano questo sistema, il quale in modo simile ai filtri di **Snapchat** vedrà una larga diffusione: oggi persino l'applicazione **Amazon** consente di visualizzare alcuni prodotti venduti nel suo store nell'ambiente reale.

(Launch of new IKEA Place app IKEA Global, 2017)

Sempre nel **2017** la **startup (7) Magic Leap**, produttrice di visori di alta gamma di Realtà Aumentata annuncia lo sviluppo di una nuova tecnologia che utilizza la "**Digital Lightfield Technology**", la quale verrà poi implementata nel loro visore **Magic Leap One**: questa tecnologia proietta la luce delle immagini digitali **direttamente sulla retina dell'utente**, restituendo una esperienza che il cervello interpreta come reale, inoltre permette all'utente di **focalizzare lo sguardo su qualunque piano focale** della scena desiderata.

I visori Magic Leap sono dotati inoltre di sensori e processori che comprendono le condizioni luminose dell'ambiente e le riproducono sugli oggetti renderizzati in 3D, contestualizzandoli in modo credibile.

(Developer Portal | Magic Leap, s.d.)

(Magic leap 2, s.d.)

nota 7

Startup:
imprese nella fase di avvio della loro attività, nate da poco.

2018: sulla scia di Apple, anche **Google** rilascia **ARCore SDK**, la **controparte Android del Kit per iOS**, rendendo quindi la tecnologia accessibile a miliardi di utenti in tutto il mondo.

(ARCore, la realtà aumentata di Google, 2018)

Presente e futuro della AR

L'industria della Realtà Aumentata si trova attualmente in una importante **fase di crescita**, la generale compatibilità dei dispositivi in possesso di gran parte della popolazione (compresi anche i paesi in via di sviluppo come l'India, uno dei mercati dove internet e gli smartphone sono in rapida diffusione) garantisce alle aziende un **vasto bacino d'utenza** sul quale investire per l'innovazione e la creazione di esperienze.

Oggi l'innovazione nel campo della Realtà Aumentata è portata avanti da compagnie e studi di design che portano ai limiti creativi le tecnologie disponibili, ma anche da aziende che si occupano di ricerca tecnologica e di produzione di hardware come **Lenovo**, **Magic Leap**, **Apple** e **Meta**, oltre che aziende come **Unity** che sviluppano software accessibili e che offrono una ricca selezione di tools per lo sviluppatore, uniti in un flusso di lavoro compatibile con una moltitudine di dispositivi.

(Light field imaging technology, 2021)

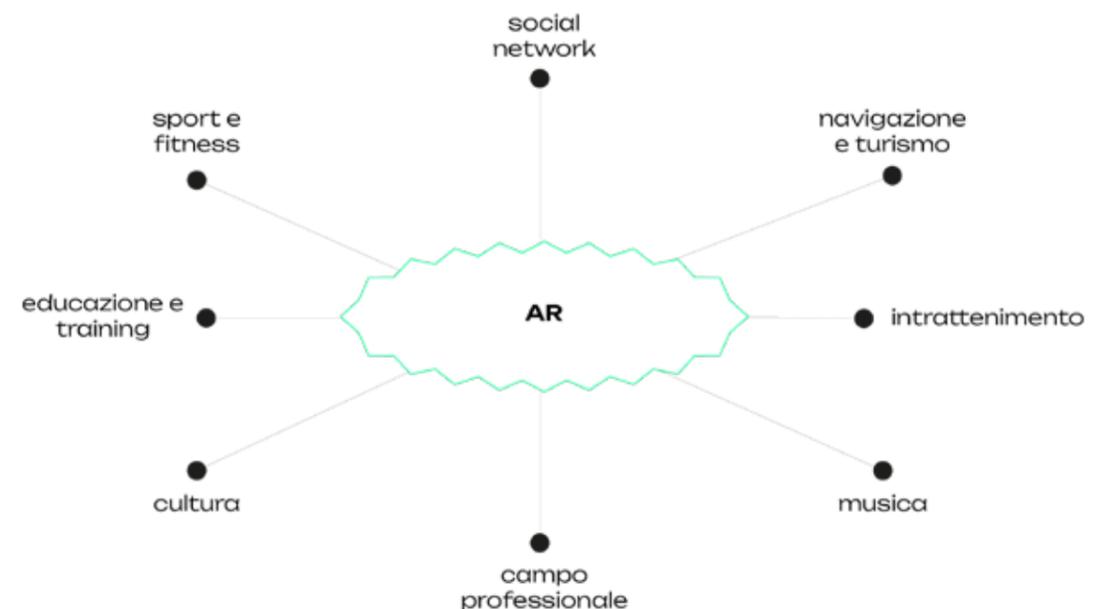
(Carter, 2022)

(Contributors to Wikimedia projects, 2002)

(A virtual time travel from the 60's til today, 2022)

Campi di applicazione AR

Segue una breve panoramica e categorizzazione degli attuali usi della tecnologia AR, essendo una tecnologia con delle caratteristiche in comune alla Realtà Virtuale alcuni campi di applicazione saranno gli stessi, anche a causa del fatto che numerosi visori VR ad oggi offrono funzioni di Realtà Aumentata, sebbene esse siano meno raffinate e precise di quelle offerte da dispositivi dedicati.



Training professionale: la tecnologia AR, sia nella sua fruizione da visore, sia nella sua fruizione da tablet e smartphone, è un importante strumento di preparazione professionale, specialmente in campi professionali dove le esercitazioni richiedono un investimento importante di tempo e denaro, o che possono potenzialmente mettere in pericolo il personale.

La tecnologia AR viene utilizzata dagli **anni '90** in **campo medico**: l'apprendista o il medico possono **visualizzare modelli tridimen-**

sionali di organi, pianificare in anticipo l'operazione confrontandosi con altri membri dell'equipe, visionare dettagli, informazioni e **contenuti utili in sovrapposizione** durante le operazioni, senza imporre al medico di spostare lo sguardo e l'attenzione da ciò che sta facendo.

Un altro esempio di importante contributo portato dalla tecnologia AR è il **campo militare**: negli stati uniti **Microsoft** in collaborazione con l'**esercito militare USA** ha sviluppato **IVAS (Integrated Visual Augmentation System)**, uno strumento che fornisce al personale militare importanti **informazioni in tempo reale** durante le operazioni, oltre che offrire la **visione al buio, nel fumo, oltre ad altre funzioni**.

(g, Contributors to Wikimedia projects, 2020)

Intrattenimento, eventi dal vivo, gioco e videogioco:

la Realtà Aumentata si è ormai imposta nel campo **dell'intrattenimento** sotto varie forme, vediamo utilizzata questa tecnologia prevalentemente nella sua fruizione su mobile e tablet, in quanto i **visori dedicati ad AR tendono a favorire un utilizzo professionale**.

Nel campo dell'intrattenimento televisivo si vedono esempi di utilizzo di elementi di Realtà Virtuale come la **"Yellow Line"** presente in alcune trasmissioni di **Football Americano**, una linea gialla **sovraimpressa digitalmente** sul campo che permette allo spettatore di vedere in tempo reale se si verifica un **"first down"**.

Il mondo del videogioco ha ormai da anni accolto la tecnologia della Realtà Virtuale, esempi notevoli di utilizzo della tecnologia nel mercato videoludico includono **Invizimals**, un videogioco per la storica console **Sony PSP** che utilizzava una videocamera da acquistare separatamente e dei **Markers** cartacei per ancorare dei modelli tridimensionali di mostri e personaggi con i quali interagire.

Anche il **Kinect**, tecnologia di **Microsoft** utilizzava sensori e camere per **localizzare l'utente** e permettergli di interagire con diversi videogiochi.

Il più famoso e diffuso gioco ad utilizzare AR è **Pokémon Go**, con più di mezzo miliardo di downloads, utilizza i sensori e processori degli smartphone per posizionare nell'ambiente contenuti digitali con il quale il giocatore può interagire.

Campo professionale, architettura, medicina, design, visualizzazione di dati, collaborazione in remoto:

Nel campo professionale la Realtà Aumentata sta dimostrando di avere un ruolo importante sia per quanto riguarda il training sia per quanto riguarda la manodopera di per sé, vediamo alcuni esempi di come la AR viene implementata all'interno del mondo del lavoro:

Nell'ambito della **progettazione e del design** abbiamo alcuni esempi di applicazioni che vengono utilizzate dal personale per svolgere l'attività di disegno o di progettazione in modo più rapido e intuitivo o collaborativo: la AR consente di visualizzare **oggetti tridimensionali contestualizzati nell'ambiente reale** e di mostrarli ad altre persone per ottenere dei feedback, sveltendo il processo.

Nel caso di mansioni dove occorre **assemblare apparati meccanici complessi** si è vista l'**implementazione della tecnologia per visualizzare informazioni ed istruzioni**.

Generalmente la Realtà Aumentata consente di **visualizzare con facilità informazioni pertinenti** a ciò che viene inquadrato da soli e in gruppo, facilitando il confronto e la preparazione allo svolgimento di diverse mansioni.

Sport, fitness: Alcuni **Smart Glasses** includono software studiati per corridori o ciclisti che mostrano in tempo reale **statistiche inerenti all'esercizio** che l'utente sta svolgendo, esistono anche una serie di giochi che sfruttano la AR per offrire attività di fitness.

Commercio ed esposizione: Una delle più interessanti applicazioni della tecnologia AR è il campo della vendita di beni, molte aziende offrono la possibilità di **visionare i propri prodotti contestualizzandoli nell'ambiente reale**, oppure di misurare le **dimensioni di ambienti** per essere certi di poter posizionare un determinato prodotto.

Esistono anche dei negozi che utilizzano degli schermi o delle vetrine con capacità di Realtà Virtuale che permettono agli acquirenti di inquadrarsi e **visionare vestiti e prodotti sulla propria persona** prima di acquistare.

Navigazione, turismo, cultura, accessibilità: Negli ultimi anni sono state implementate delle funzioni di AR in applicazioni di navigazione come **Google Maps**, avviando la navigazione è possibile attivare la fotocamera ed inquadrare l'ambiente circostante per **ottenere delle indicazioni visive in tempo reale** per giungere alla meta.

La Realtà Aumentata è stata anche implementata in applicazioni come **Google Translate**, permettendo all'utente di inquadrare dei testi e di ottenere una **traduzione sovrapposta in tempo reale al testo inquadrato**.

Musica: Nonostante non esistano kit o applicazioni commercialmente disponibili che riguardano la produzione o la manipolazione di musica, sono molteplici gli studi e le proposte sperimentali a riguardo, sono presenti documentazioni che riguardano l'applicazione della Realtà Aumentata diverse fasi della produzione e della fruizione musicale: dal mixing interattivo alla visualizzazione musicale.

L'applicazione **AR Mixer** di **Somo** permette di "giocare" con la musica in modo interattivo **manipolando oggetti nell'ambiente reale**, l'applicazione consente di alzare ed abbassare il volume di una determinata traccia, cambiare strumenti e ritmo, il tutto muovendo oggetti nello spazio e inquadrandoli con un tablet.

In modo simile un sistema chiamato **AR DJ**, anch'esso limitato a una **dimostrazione non commerciale della tecnologia**, consente di inserire, scambiare e muovere dei marker all'interno di un'area delimitata di un tavolo, modificando in tempo reale la musica.

Il **campo musicale è ancora relativamente inesplorato**, il mercato dei software di produzione e mixing è ottimizzato e consolidato, quindi al momento le sperimentazioni mirano al rendere interattiva o accessibile parte del processo.

Social: Ad oggi quasi tutte le applicazioni dei principali Social Network hanno integrato funzioni di Realtà Aumentata: dalla scansione dei **codici QR** per effettuare accessi sicuri con altri dispositivi o aggiungere una persona ai propri contatti, all'integrazione di decine di migliaia di filtri per la fotocamera realizzati dagli utenti stessi.

(Poison Ghost, 2009)

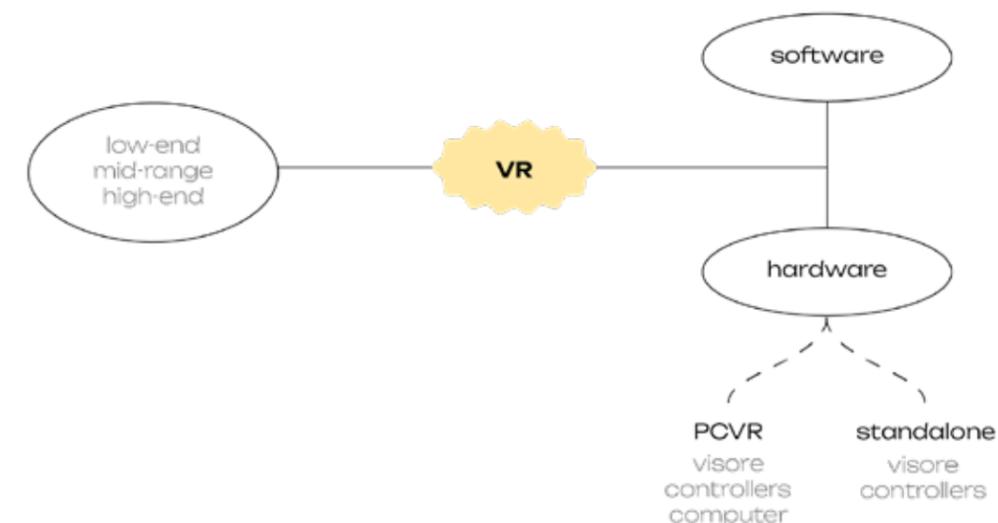
(Boxall, 2013)

(h, Contributors to Wikimedia projects, 2002)

(Okumoko, 2021)

La tecnologia VR

Per comprendere al meglio la tecnologia VR discutiamo delle sue componenti **hardware e software**, l'esistenza dell'uno dipende da quella dell'altro e vanno definiti insieme ma come entità separate.



Hardware VR

Per hardware VR intendiamo quella **strumentazione fisica**, indossabile e non, che **consente l'uso di software in Realtà Virtuale**. Possiamo tracciare **due macro-categorie** di visori di Realtà Virtuale, e questo ci permetterà di esaminare le componenti hardware in modo più specifico. Ad oggi esistono visori **stand-alone** e visori **PCVR**.

Software VR

Il termine **Software VR** si riferisce a un'**applicazione o a un programma progettato per essere utilizzato in Realtà Virtuale**, questi software possono assumere molte forme come **giochi, simulazioni, applicazioni educative, esperienze di formazione** e altro ancora e può coinvolgere una serie di elementi, come grafica tridimensionale, audio spaziale, interazione basata su gesti o controlli manuali tramite controller VR.

PCVR e Standalone

Nel primo caso, i cosiddetti visori "**Standalone**" si tratta di **strumenti indossabili**, che possono essere completi di impugnature chiamate **Controllers**, che non necessitano di hardware esterno per funzionare: **tutta la computazione avviene "on-board"** ovvero sui chip montati sull'hardware stesso. Questa caratteristica ha il vantaggio di consentire all'utente di **muoversi liberamente nello spazio** fisico senza essere intralciati dai cavi, di poter usufruire delle esperienze VR senza necessità di montare appositi fari e sensori sulle pareti della stanza, ma ha lo svantaggio di una **potenza limitata dell'hardware**, e quindi di una fedeltà grafica inferiore, oltre che della durata delle batterie limitata.

Nel secondo caso (PCVR) abbiamo degli strumenti che **funzionano collegandosi a macchine esterne** che svolgono la computazione, inviando poi il segnale video al visore, il quale restituirà segnali inerenti agli input dell'utente, e così via, questo tipo di headset viene identificato con la sigla **PCVR**, ovvero l'unione di PC (Personal Computer e VR).

I vantaggi di questo approccio sono la **maggior fedeltà grafica** delle esperienze dovuta alla **maggior prestazione dell'hardware** esterno (si parla di computer portatili o fissi dotati di schede video dedicate), l'alleggerimento del peso che grava sul collo dell'utente in quanto l'Headset è spesso sprovvisto di una batteria, il che con-

sente anche di utilizzare il visore a tempo indeterminato. I difetti di questa tipologia di fruizione riguardano l'intralcio di eventuali cavi di collegamento, l'impossibilità di spostarsi da una stanza all'altra e la scarsa portabilità del tutto.

Se fino a qualche anno fa i visori potevano essere assimilati esclusivamente alla categoria PCVR, oggi esistono entrambe le categorie e **la linea tra le due tipologie è ormai sbiadita**: possiamo ad esempio avere visori stand-alone che possono essere collegati via cavo o via antenna ad un computer per potenziarne l'esperienza, ad oggi la maggior parte dei visori in commercio da questa possibilità, questo fa sì che si possa fruire del meglio di entrambi i mondi: una esperienza con grande fedeltà grafica e fluidità che tuttavia **non impone di montare fari di localizzazione sulle pareti**, in quanto la localizzazione della testa avviene in modo diverso.

Discussa questa importante differenza dal punto di vista dell'hardware possiamo passare ad esaminare alcuni concetti ed elementi essenziali alla comprensione della tecnologia della Realtà Virtuale.

VR: concetti essenziali

Visore o Headset:

Un visore o "**Headset**" è un **dispositivo da indossare sul capo** che attraverso un sistema di **sensori, schermi e lenti** offre all'indossatore una esperienza all'interno di una Realtà Virtuale.

Controllers:

Sono dispositivi solitamente venduti insieme al visore che si **impugnano**, uno per mano, e attraverso una serie di **tasti, leve e grilletti (detti anche triggers)** forniscono un **sistema di input preciso ed immediato all'utente**.

La posizione del controller nello spazio fisico è individuata dal visore tramite sensori posti all'interno del controller stesso e grazie a camere ad infrarossi poste nella parte inferiore del visore.

I sensori all'interno dei controller forniscono la stessa tipologia di informazioni inerenti alla loro posizione nello spazio dei sensori presenti nel visore, questo consente al software di mostrare all'interno della Realtà Virtuale la posizione delle mani dell'utente,

compresa l'inclinazione su 6 assi e la posizione approssimativa delle dita tramite sensori di tocco posti sui tasti, i trigger e le leve.

In alcuni casi la **posizione delle dita è tracciata in tempo reale** attraverso sensori più complessi posti sull'impugnatura, questo consente al software di restituire una rappresentazione virtuale delle mani che riproduce in tempo reale i movimenti delle dita dell'utente nel mondo reale.

FOV:

In inglese **"field-of-view"** o **campo visivo**: la **porzione di spazio che l'occhio umano è in grado di vedere quando immobile**.

In ambito di Realtà Virtuale viene il termine viene utilizzato per indicare quanto il campo visivo dell'occhio umano viene coperto dagli schermi del visore.

È un concetto importante nell'ambito della Realtà Virtuale, dall'estensione del campo visivo del visore dipende la **quantità di spazio disponibile per le interfacce ed i contenuti**, la quantità di informazioni visive a disposizione dell'utente ed il livello di **realismo ed immersività** dell'esperienza.

Il campo visivo binoculare dell'occhio umano è la porzione di spazio visibile con entrambi gli occhi contemporaneamente aperti ed è di circa 130° orizzontali, esiste un'area di circa 60° dove si ha una sovrapposizione tra il campo visivo dell'occhio sinistro e dell'occhio destro. Il campo visivo del visore è un fattore importante in relazione al campo visivo dell'occhio umano e più riesce a coprirlo con le immagini più immersiva sarà l'esperienza.

Ad oggi la maggior parte dei visori commerciali coprono un campo visivo che va dai 90° ai 110°, ma esistono sul mercato visori che coprono un maggiore angolo.

3D spatial-audio:

Questo termine identifica un **insieme di tecnologie e algoritmi** sviluppati per offrire all'utente una esperienza di ascolto e fruizione di media **audio più coinvolgente**, immersiva ed interattiva.

Nel caso delle esperienze in Realtà Virtuale queste tecnologie sono in grado di individuare la sorgente del suono all'interno dell'ambiente virtuale e metterla in relazione alla posizione della testa dell'utente, attraverso una serie di algoritmi il visore può così

restituire su due canali di ascolto delle casse integrate o delle cuffie una riproduzione dell'audio in questione che il cervello localizza nello spazio a 360°, dando all'esperienza un grande realismo.

- **Facebook 360 Spatial Workstation:** Una suite di software gratuiti per la progettazione di audio spaziale per video a 360° e cinematografica VR.
- **Google VR Audio System:** un sistema audio sofisticato e facile da usare adatto alle immagini sferiche.
- **Samsung Gear VR:** supporta audio mono, stereo e formati multipli di riproduzione spaziale.
- **G'Audio Works:** Plugin solo per Mac che sfrutta il mixaggio basato sugli oggetti per ottenere un riverbero sonoro adeguato nello spazio VR a 360°.

Movement tracking inside-out e outside-in:

Per far **corrispondere i movimenti del corpo e del capo alla restituzione grafica renderizzata** e visualizzata sul visore ci si serve di una serie di sensori integrati all'headset come il giroscopio, camere a bassa latenza e sensori di profondità che individuano l'esatta posizione del visore nello spazio decine di volte al secondo. Questa **tecnologia di tracciamento** dei movimenti si chiama **"tracking"**.

Questa operazione viene svolta dai visori in diversi modi e tramite diversi strumenti, possiamo definire una importante differenza tra i due metodi di tracking principali:

- **Inside-out tracking:** Nel caso del tracking inside-out il **visore è provvisto** di una serie di **sensori di profondità, magnetometri, sensori di rotazione e fotocamere a bassa latenza** che "osservano" l'ambiente reale circostante durante i movimenti dell'utente, trasformando poi queste informazioni in istruzioni per il rendering (8) dell'immagine, il quale orienterà la camera virtuale in modo identico al movimento del capo dell'utente in tempo reale. Un esempio di visori che utilizzano questo sistema di localizzazione sono l'**Oculus Quest 1, 2 e 3**, il **Pico 4**, ed il futuro **Vision Pro** di Apple.

nota 8

Rendering:
restituzione grafica realistica di un modello tridimensionale

- **Outside-in tracking:** Nel caso del tracking outside-in parte degli strumenti di localizzazione sono in parte esterni al visore, posizionati staticamente ed orientati verso la direzione generale dell'oggetto da tracciare (in questo caso il visore) normalmente provvisto di "markers", ovvero elementi grafici spesso retroilluminati a raggi infrarossi, invisibili all'occhio umano. Gli strumenti di tracciamento sono chiamati "fari" o "beacons" e riconoscono il visore e la sua posizione nello spazio confrontando le diverse immagini di esso ricevute dalle diverse prospettive, restituendo poi al visore le istruzioni necessarie per la renderizzazione corretta degli ambienti virtuali. Alcuni esempi di visori che utilizzano questo sistema di localizzazione sono il **Valve Index** ed il **PlayStation VR**.

Questo sistema di tracciamento sta man mano **diventando obsoleto** e sta venendo rimpiazzato dal tracciamento inside-out.

Sistema ottico:

All'interno dei visori si trova un **sistema di display, lenti e meccanismi** che restituiscono all'occhio una percezione della profondità e della tridimensionalità simile a quella naturale.

I display sono posti a pochi centimetri dall'occhio, un sistema di lenti orienta i raggi luminosi **compensando la bassa distanza** in modo da consentire la messa a fuoco all'occhio, mentre il software svolge un lavoro di renderizzazione diverso per ognuno dei due schermi in modo tale da dare una quasi perfetta illusione della profondità.

Notare che questa illusione è imperfetta in quanto ad oggi non è ancora possibile simulare la messa a fuoco dell'occhio.

Lenti di Fresnel:

All'interno dei sistemi ottici di gran parte dei visori commerciali sono presenti lenti di Fresnel, ovvero delle lenti che **in uno spazio ridotto offrono un potere diottrico equivalente a lenti normalmente più grandi e pesanti**. Queste lenti consentono quindi di ridurre i costi dei visori, ma ne riducono la qualità dell'immagine in quanto a causa della loro forma presentano numerosi riflessi circolari in determinate condizioni.

Questo tipo di lente ha uno "sweetspot" nel suo centro: una zona

dove le aberrazioni e i difetti visivi come la sfocatura sono minimi.

N.B.: Il potere diottrico è la capacità di una lente di far convergere o divergere i raggi luminosi.

Lenti "Pancake":

Sono colloquialmente chiamate lenti "pancake" in quanto sono **composte da due lenti giustapposte**, le quali direzionano i raggi luminosi verso la pupilla dell'utente. Questi sistemi sono quindi a doppia rifrazione ed **accorciano la distanza necessaria tra le lenti e gli schermi del visore**, consentendo la produzione di headset più compatti e leggeri.

Esempi di visori che adottano queste lenti sono i **Meta Quest 3 e Quest Pro**.

(Schiavinato, 2023)

IPD:

Dall'inglese "**interpupillary distance**" o **distanza interpupillare** è la distanza tra le pupille, è una caratteristica personale di ogni utente ed è **buona abitudine misurarla ed impostare la corrispondente distanza sulle lenti** dei visori in modo da ottenere l'esperienza visiva più naturale e un minor numero di effetti collaterali.

Alcuni visori sono provvisti di uno selettore con valori discreti (Es. Quest 2) altri hanno un selettore fluido (Es. **Quest 3**), altri visori hanno un **controllo elettronico** della IPD (**Valve Index**).

Eye-Tracking:

Tecnologia ancora non particolarmente diffusa nei modelli più commerciali, ma che sta rapidamente diventando lo standard dell'industria.

Grazie ad un sistema di **sensori posti in prossimità delle lenti** il visore riconosce con grande precisione e una bassa latenza la direzione in quale l'utente sta guardando.

Questa tecnologia consente di **migliorare sensibilmente le performance del software in uso**, riducendo la qualità del rendering nelle zone lontane dal punto attualmente osservato dall'utente e simultaneamente aumentando la qualità nelle aree nella zona focale dello sguardo.

L'Eye-Tracking offre anche all'utente **nuove possibilità di interazione con i contenuti**, ed è alla base dell'interfaccia utente di Apple Vision Pro.

FPS:

Dall'inglese "**frames per second**", ovvero la quantità di **frames, o fotogrammi che in successione formano una animazione**, che appaiono a schermo nel lasso di tempo di un secondo.

Un film al cinema è tradizionalmente girato a 24 fps, un video su YouTube a 30fps, nel caso di contenuti di Realtà Virtuale si è convenuto che al di sotto i 60fps l'esperienza causa giramenti di testa, smarrimento e nausea, ad oggi gli sviluppatori di software per Realtà Virtuale, specialmente di giochi, **cercano di garantire una media di 90fps**, ma specialmente gli utenti PCVR possono fruire di esperienze a framerate a 120fps.

Più è alto il Frame Rate migliore sarà l'esperienza di utilizzo del visore.

(i, Contributori ai progetti Wikimedia, 2006)

6DoF:

Dall'inglese "**six degrees of freedom**", l'espressione fa riferimento al numero di **specifici parametri che identificano il movimento di un corpo rigido nelle tre dimensioni**. Questi parametri fanno riferimento a movimenti di traslazione dell'oggetto sui tre assi cartesiani X,Y e Z, oltre che ai movimenti rotazionali relativi ai tre assi stessi, per un totale di 6 valori.

Un insieme di sensori che comprende accelerometro, magnetometro e giroscopio, insieme alle camere poste esternamente forniscono questi dati al chip che le elabora.

(Renishaw: I sei gradi di libertà (6DoF), s.d.)

IR cameras:

Sono le **camere ad infrarossi**, ovvero fotocamere in grado di captare le frequenze ad infrarossi, **invisibili all'occhio umano**. Sono utilizzate dai visori per **tracciare lo spostamento del visore** nello spazio, insieme a camere in bianco e nero e camere a colori. Un proiettore ad infrarossi emette una griglia invisibile all'occhio nudo, questa griglia viene poi captata dalla camera ad infrarosse che individua in essa variazioni, traducendole in dati sulla profondità dell'ambiente circostante.

Depth-sensor:

Termine che fa riferimento ad una serie di tecnologie con funzionamento radicalmente diverso che hanno l'**obiettivo comune di fornire al computer informazioni sulla profondità**, e quindi sulla forma dell'ambiente circostante al sensore.

A bordo dei visori possiamo trovare diversi tipi di sistemi che analizzano l'ambiente circostante per comprenderne la forma e servono ad **offrire funzioni di Mixed Reality**, ovvero la possibilità di visionare ed interagire con l'ambiente esterno con il visore indossato, mantenendo però informazioni che permettono al visore di offrire una rappresentazione più o meno approssimata della tridimensionalità degli oggetti.

Esistono tre tipi di sensori della profondità:

- **Approccio fotogrammetrico o Stereo Vision:** questo sistema è composto da **due camere poste sul visore** ad una data distanza che riprendono l'ambiente esterno in simultanea, il software analizza la differenza tra i colori dei pixel e offre una **interpretazione della profondità dell'oggetto** inquadrato. Questo sistema è presente anche sui cellulari dotati di più fotocamere ed è uno dei sistemi utilizzati per simulare la profondità di campo.
- **Structured Light:** questo sistema si serve di una camera ed un proiettore ad una data distanza. Il proiettore emette **pattern luminosi** invisibili ad occhio nudo, la camera è in grado di captarli ed **interpretare le distorsioni** in questi pattern come forme tridimensionali nello spazio.

- **ToF o Time of Flight:** il termine fa riferimento al sistema di percezione della profondità che si basa sul **calcolo del tempo impiegato dalla luce a rimbalzare** e ad essere captata da un sensore.

Questo sistema si serve di un **emettitore ed un ricevitore** posti ad una data distanza, il primo emette dei **pattern luminosi** fissi o pulsanti, questi pattern sono invisibili ad occhio nudo ma sono **captati dal ricevitore**, il quale calcola per ogni punto del pattern luminoso il tempo di percorrenza della luce, ricavando quindi informazioni per interpretare lo spazio circostante e generare un modello tridimensionale dell'ambiente.

(Depth sensing technologies | FRAMOS, s.d.)

VR: informazioni utili

Introduzione

All'interno del sistema della Realtà Virtuale esistono diversi prodotti e strumenti fisici che permettono la fruizione e l'interazione con il mondo virtuale.

Oggi esistono sul mercato decine di diversi visori, sia stand-alone che PCVR, i principali giocatori nel mercato dei visori al momento sono **Meta**, con l'acquisizione di **Oculus**, **HTC** e **Valve** con il **Rift**, **Pico**, con dei visori che **competono direttamente** con quelli di **Meta**, **Sony**, con il **PSVR2** e **HP** con il **Reverb**, un visore per PCVR.

Se parliamo di visori ultra-high end abbiamo aziende come **PI-MAX**, **VARJO**, **XTAL** e **STARVR**.

Fasce di prezzo

Esistono diverse fasce di visori che identificano il loro costo e le tecnologie utilizzate, possiamo distinguerli in questo modo:

Low-end: sono **supporti per smartphone più che dispositivi**, in generale sono strutture di plastica o cartone con un alloggiamento dove inserire e ancorare il proprio smartphone. Nella struttura sono inserite delle **lenti apposite** che permettono di utilizzare lo schermo dello smartphone come display per Realtà Virtuale.

Il prezzo di questi visori varia in base del materiale di costruzione, della qualità delle lenti e del tipo di ergonomia. Alcuni di questi visori sono provvisti di un **singolo tasto incorporato** nel supporto che fisicamente trasmette il segnare elettrico del dito ad un'area prestabilita dello schermo, il tasto serve come input in combinazione con il giroscopio del quale è provvisto lo smartphone.

Fascia di prezzo: 15-100 €

Mid-range: in modo simile ai visori low-end sono **prevalentemente dei supporti** che sfruttano l'hardware degli smartphone per fruire di contenuti in Realtà Virtuale. La differenza di categoria e di prezzo sta nella **software experience**, ovvero nella raffinatezza e nella semplicità di utilizzo dei software dedicati di questi visori, questi software si presentano come applicazioni presenti nei vari store e offrono raccolte di esperienze curate.

Questi visori sono prodotti da aziende come LG e Samsung, le quali producono prevalentemente smartphone, i visori sono infatti spesso compatibili **solo con i modelli più recenti di smartphone**.

I **controller in questo caso sono accessori di terze parti** con limitate funzioni, si collegano via bluetooth allo smartphone.

Fascia di prezzo: 75-130 €

High-end: In questa categoria raccogliamo tutti i visori dotati di **display interno, lenti di alta qualità, presenza di controller o di accessori di alto livello tecnologico, molteplici sensori integrati**.

Questi visori, come già visto qualche paragrafo fa, possono avere al loro interno la potenza di calcolo necessaria per usufruire di software senza collegare il visore ad un computer, oppure essere fruibili esclusivamente in collegamento con hardware esterno.

Questa categoria include visori destinati al gaming e alla produttività, la fascia di prezzo di questa categoria varia estremamente a seconda della marca e delle tecnologie utilizzate.

Fascia di prezzo: 350-700 €

Ultra-High end: Raccogliamo in questa categoria tutti quei visori che utilizzano **tecnologie all'avanguardia** ed offrono a tutti gli effetti una esperienza di utilizzo innovativa sotto qualche punto di vista (come ad esempio un campo visivo molto esteso o una risoluzione dei display interni estremamente elevata).

La fascia di prezzo di questa tipologia di visori costa cifre che partono da qualche migliaio di euro e sorpassano la decina di migliaia di euro nei casi di visori sperimentali con utilizzi estremamente di nicchia, un esempio di visore ad alto costo è il **XTAL 3**.

Questa distinzione non tiene conto delle tecnologie per la telemedicina e altre applicazioni all'avanguardia.

Fascia di prezzo: approssimativamente 1500 - 12000 €

Accessori VR

Oltre ad una serie di **accessori estetici e di aumento del comfort** dei visori commerciali esiste una serie di accessori che ne aumentano le **funzionalità e le applicazioni pratiche**, vediamo alcune tipologie.

Guanti VR: una alternativa ai controller classici, permettono di interagire con gli ambienti virtuali in modo completamente naturale utilizzando le proprie mani, i movimenti delle quali sono tracciati con estrema precisione da una moltitudine di sensori.

Full-body Trackers: Sono tute dotate di molteplici sensori disposti in corrispondenza delle articolazioni che utilizzano i movimenti del corpo dell'utente come input che comanderà in tempo reale i movimenti dell'avatar (9) virtuale.

Lenti prescrittive VR: Sono lenti compensative calibrate sui difetti visivi specifici dell'utente che si attaccano magneticamente alle lenti del visore migliorando l'esperienza visiva dell'utente.

Accessori per gaming: esiste una serie di accessori che migliorano le esperienze di gioco aggiungendo un ulteriore livello di realismo, questi accessori hanno la forma degli oggetti che vanno a rappresentare nel mondo virtuale, abbiamo fucili, canne da pesca, racchette da tennis, volanti e così via.

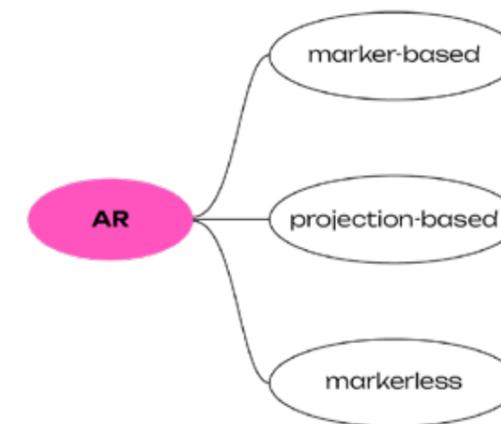
(Talevska, 2023)

(Robertson, s.d.)

(Matthew & InvestGame, 2023)

La tecnologia AR:

La Realtà Aumentata è un insieme di tecnologie che permettono a un **dispositivo dotato di schermo e di camera di sovrapporre elementi digitali** posizionati nello spazio tridimensionale **ad una ripresa del mondo reale**.



La Realtà Aumentata è teoricamente fruibile da qualsiasi dispositivo munito di chip, camera e schermo: può essere un cellulare, un tablet, un visore o degli smart glasses.

Quando l'utente inquadra un oggetto o un elemento grafico il software presente sul dispositivo analizza l'ambiente inquadrato e sovrappone gli oggetti digitali all'inquadratura del mondo reale, da questo il termine Realtà Aumentata, se l'utente muove il dispositivo cambiando la prospettiva il software aggiornerà in tempo reale l'immagine in modo da modificarla in modo coerente ai cambiamenti del contesto.

nota 9

Avatar: rappresentazione virtuale dell'utente, in questo caso come modello tridimensionale.

Esistono diverse tipologie di AR:

Esistono diversi tipi di AR, si differenziano per il metodo con il quale i software individuano la posizione dove verranno sovrapposti gli elementi digitali e per il tipo di risultato finale.

- **Marker-based AR:** Questo tipo di applicazione della Realtà Aumentata richiede la presenza di un Marker, ovvero un elemento grafico noto al software che potrà quindi essere facilmente individuato e il cui orientamento nello spazio sarà facile individuare per il software. In questo caso il contenuto verrà ancorato al Marker e lo sarà fin quando questo sarà inquadrato dalla camera del dispositivo.
- **Projection-based AR:** Questo tipo di AR consente la visualizzazione di immagini digitali contestualizzate nello spazio fisico, generalmente proiettate su pareti. Questa tecnologia permette all'utente di interagire con i contenuti utilizzando i movimenti del proprio corpo, è una tecnologia spesso utilizzata in installazioni artistiche e coinvolge una camera o dei sensori che restituiscano al software una visione dei movimenti dell'utente per generare le interazioni.
- **Marker-less AR:** Questo tipo di AR, come suggerisce il nome (in inglese marker-less significa senza-marcatore) non necessita di un marcatore per posizionare gli oggetti digitali nello spazio. Questa tecnologia sfrutta sensori come il gps, la bussola, giroscopi e accelerometri, l'unione di questi strumenti fa parte della cosiddetta tecnologia SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) e consente di piazzare contenuti digitali nello spazio reale in maniera accurata. La tecnologia si serve inoltre di algoritmi avanzati che riconoscono i soggetti inquadrati e permettono una proiezione ed un tracciamento dei contenuti molto accurato.
- **Superimposition-based AR:** Questo tipo di AR si basa su tecnologie di computer vision e di riconoscimento dei soggetti e produce una sostituzione parziale dei soggetti inquadrati con modelli tridimensionali, prestandosi quindi ad applicazioni dove è necessario vedere che cosa si trova all'interno di oggetti.

Il software scarica i contenuti dal cloud in tempo reale e li sovrappone alle inquadrature dell'ambiente reale circostante. L'utente può poi interagire con i contenuti visualizzati a schermo modificandoli.

(Types of AR – digital promise, s.d.)

(Jasenovcova, 2022)

AR: concetti essenziali

Digital Twin:

In inglese “**Gemello Digitale**”, una riproduzione digitale, sotto forma di **modello tridimensionale, di un oggetto reale**. Nel campo della Realtà Aumentata è utilizzato come modello da sovrapporre o posizionare nell'ambiente, consentendo quindi all'utente di valutare l'ingombro, i movimenti e l'aspetto del gemello, magari prima di posizionare l'oggetto reale.

(Zanotti, 2023)

Computer Vision:

La **visione artificiale è un campo dell'intelligenza artificiale** che permette ai computer di **ricavare informazioni da immagini, video e altri input visivi** e intraprendere azioni sulla base dei dati ricavati.

Le tecnologie di Computer Vision permettono di svolgere attività di analisi dell'ambiente e di azione in un ridotto lasso di tempo, rendendo quindi possibile una applicazione in diversi campi che richiedono tempi di reazione estremamente ridotti, come la Realtà Aumentata.

La Computer Vision può **funzionare sulla base di due tecnologie**, adottando quindi due approcci diversi: il **Deep Learning** o la “rete neurale convoluzionale” o **CNN** (Convolutional Neural Network), di seguito brevemente descritte:

- **Deep Learning:** Un tipo di machine learning che utilizza algoritmi che permettono ad un computer di apprendere in autonomia il contesto dei dati visivi. Una grande quantità di dati in input permetterà al computer di distinguere un soggetto dall'altro.
- **CNN:** Una rete neurale viene affiancata ad un modello di machine learning che **analizza i pixel ed applica delle “etichette” ai soggetti**, comprendendo quindi il contesto e riconoscendo i soggetti in modo simile a come fanno gli esseri umani. Nel campo della Realtà Virtuale questa tecnologia viene utilizzata dal software per riconoscere rapidamente il soggetto inquadrato, in modo da posizionare in modo coerente con l'ambiente gli elementi digitali.

(What is computer vision? | IBM, s.d.)

(Awati, 2023)

(Image recognition with deep learning and neural networks, 2019)

AR: Informazioni utili

La Realtà Aumentata per sua natura è **fruibile in molteplici modalità e attraverso una vasta gamma di dispositivi**: questa tecnologia vanta la compatibilità con un gran numero di strumenti molto diversi tra loro per forma, prezzo, fruizione ed applicazione.

Per essere compatibile con la AR un dispositivo deve generalmente possedere alcune caratteristiche: la presenza di un display o di un sistema di visualizzazione dei contenuti, uno o più sensori ottici in grado di inquadrare l'ambiente esterno, un processore che svolga i calcoli necessari e la renderizzazione e posizionamento dei contenuti nell'ambiente, un sistema di input che permetta all'utente di interagire con i contenuti.

Questi sono generalmente gli elementi necessari ad un dispositivo per essere compatibili con AR, si nota che sono caratteristiche non solo piuttosto generiche ma anche diffuse in una grande quantità di dispositivi oggi diffusi. Per comprendere meglio l'hardware compatibile con la Realtà Aumentata possiamo fare alcune categorizzazioni:

Hardware AR-capable: Un termine ombrello che identifica quei dispositivi compatibili con applicazioni di Realtà Mista e Aumentata: oggi con l'introduzione di **strumenti integrati che rendono gli smartphone compatibili nativamente con le applicazioni AR** offerti dalle principali case di sviluppo dei sistemi operativi mobile come Apple e Google (i Toolkit ARCore per i dispositivi Android e ARKit per dispositivi iOS) possiamo dire che tutti gli smartphone e tablet siano **AR-capable**, ovvero **compatibili con applicazioni di Realtà Aumentata**.

Questi dispositivi non sono sviluppati necessariamente per questo scopo, ma per altre ragioni **possiedono gran parte dei sensori necessari** ad usufruire delle esperienze AR, a seconda di quanto dotati saranno i dispositivi le applicazioni potranno essere complete di funzionalità.

Alcuni vantaggi che caratterizzano la tecnologia AR oggi sono la **vasta diffusione** e reperibilità di questo genere di dispositivi, la loro economicità e la presenza di piattaforme proprietarie di distribuzione di applicazioni, le quali facilitano la diffusione di Apps AR.

Alcuni di questi dispositivi sono stati sviluppati in modo ottimizzato per fruire al massimo delle possibilità offerte dalla AR, nel **2014** Google dedica una sua divisione chiamata **Skunkworks** al progetto **Tango**, una piattaforma AR con avanzate capacità di Computer Vision destinata all'adozione da parte di alcuni Smartphone, come lo **ZenFone AR**, un cellulare di Asus dotato di specifici sensori dedicati all'utilizzo in Realtà Aumentata.

(I, Contributors to Wikimedia projects, 2014)

(AR hardware / devices | augmented & virtual reality agency, app and 3D developer, s.d.)

Smart-Glasses and Headsets: Sono visori di Realtà Aumentata, esteticamente e funzionalmente non dissimili dalle controparti per Realtà Virtuale, si indossano sul capo e sono dotati di componenti come altoparlanti, batterie e processori integrati, i quali ne permettono l'**uso senza l'ausilio di hardware esterno**. All'interno di questi dispositivi sono presenti complessi sistemi di sensori e software di analisi ed elaborazione dell'ambiente, che rendono precise ed immediate le interazioni tra utente/ambiente e contenuto.

Questa categoria di dispositivi è solitamente dotata di **lenti alle quali vengono sovrapposti schermi trasparenti** in grado di mostrare in sovrapposizione i contenuti digitali.

Questi strumenti sono generalmente **dedicati a specifiche nicchie** di utenti e possono essere utilizzati per particolari mansioni che richiedono una interazione nello spazio tridimensionale. L'utente può **interagire con controllers, gesti e comandi vocali**. Alcuni esempi di prodotti di questa categoria sono **Hololens** di **Microsoft** e **Magic Leap** della omonima **Magic Leap**.

Data Goggles: Una categoria che possiamo assimilare alla precedente: sono **dispositivi indossabili** esattamente come occhiali ma che danno all'utente la possibilità di **visualizzare alcune informazioni basiche con una scarsa interazione**, alcuni esempi di questi prodotti sono i **Google Glass** e i **Monitorless** di Samsung.

Installazioni AR e miscellanea: qui raccogliamo quelle esperienze di Realtà Mista che non ricadono nelle categorie precedenti, includiamo **installazioni artistiche, vetrine, proiezioni** e tutto ciò che unisce elementi digitali e reali in qualunque formato e tramite qualunque tipo di fruizione.

(What are the different types of Augmented Reality?, 2021)

Le tecnologie MR



Per **MR, o Mixed Reality** (dall'inglese "Realtà Mista") si intende un insieme di tecnologie che **uniscono il mondo virtuale e il mondo reale, permettendo all'utente di interagire con entrambi**.

La Realtà Mista si trova a metà tra lo spettro che dal mondo reale passa al mondo digitale.

Questa tecnologia è fruibile grazie a **specifici visori che permettono all'utente la visione senza ostruzioni dello spazio circostante** consentendo però la sovrapposizione di elementi grafici digitali che si muovono e vengono ridimensionati in tempo reale coerentemente con i movimenti dell'utente, restituendo l'illusione della loro presenza nel mondo fisico.

Esistono due modi nei quali la Realtà Mista può essere vissuta: attraverso visori immersivi e attraverso visori olografici.

Visore Immersivo: Un visore che **ostruisce la vista del mondo esterno**, l'utente può osservare lo spazio reale circostante mediante dei **display interni** al visore che ricevono un **segnale video da alcune camere poste esternamente** al visore, queste camere possono essere in bianco e nero o a colori e di solito il visore offre una ricostruzione approssimata digitalmente dello spazio tridimensionale circostante.

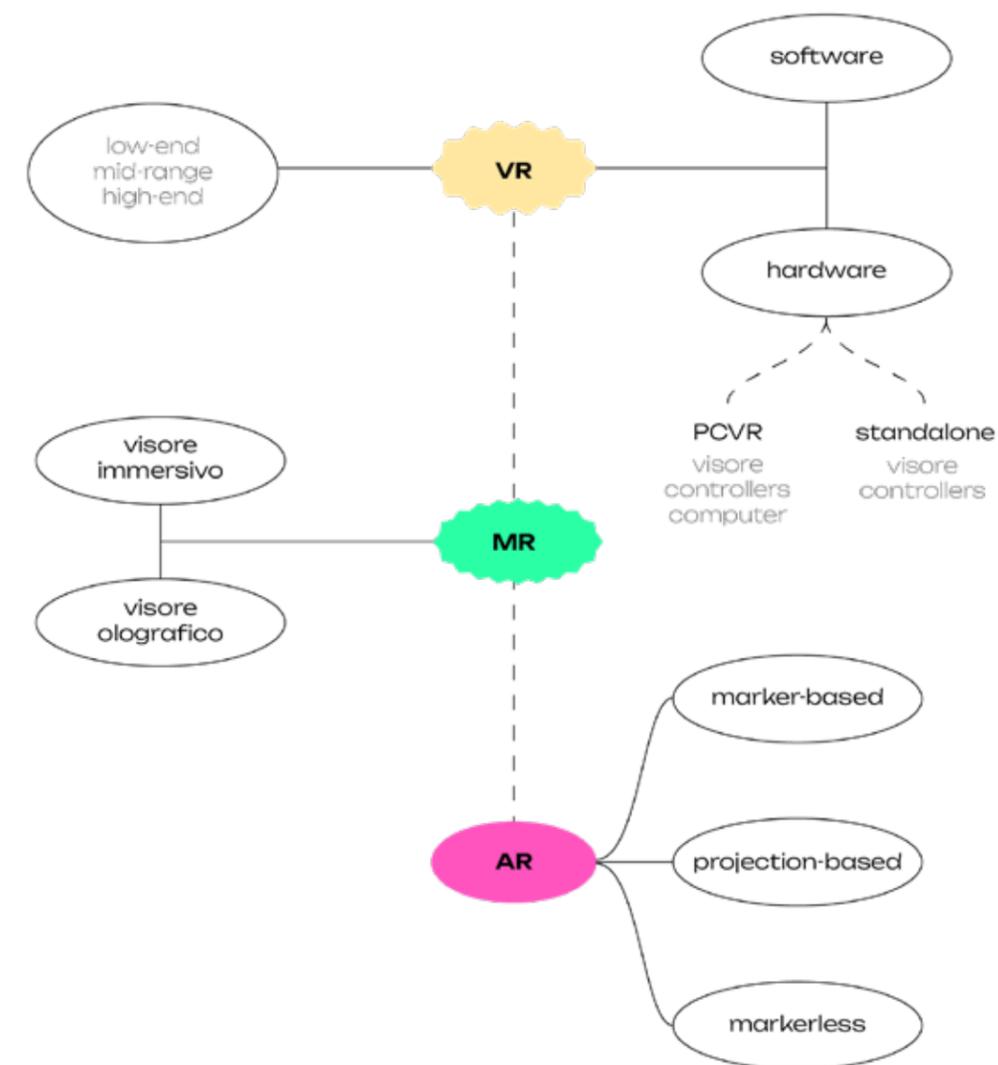
Questo tipo di visore sovrappone poi i contenuti digitali direttamente all'immagine che verrà mostrata nei display all'utente.

Visore Olografico: Questo visore è dotato di **schermi trasparenti** o di elementi plastici che intercettano la luce proveniente da un **proiettore**. In entrambi i casi il risultato è che l'utente è in grado di **osservare direttamente l'ambiente reale** circostante come attraverso dei normali occhiali, il visore poi applica i contenuti digitali all'ambiente proiettando o mostrando sul display i contenuti che verranno ridimensionati e spostati coerentemente con i movimenti dell'utente.

Queste tecnologie vengono oggi utilizzate prevalentemente nell'ambito della produttività e del e-learning e training professionale, sono particolarmente costose rispetto ai visori dedicati al Videogioco o al consumo di Media.

(Kerawala et al, 2023)

Mappa della XR



Casi applicativi e buone pratiche

Introduzione

Per ottenere una visione d'insieme e muoversi consapevolmente, proponendo un prodotto innovativo, è stata effettuata una analisi delle buone pratiche: sono qui raccolte alcune delle realtà ed esperienze più pertinenti al progetto INVENTA e alla mia proposta di applicazione.

In questa limitata ma mirata ricerca esaminiamo alcune realtà che negli ultimi anni hanno applicato le **tecnologie di Realtà Virtuale e Aumentata in ambito culturale e sanitario**, in quanto sono questi gli ambiti all'interno dei quali il progetto si muove.

N.B.: La ricerca è limitata e non include esperienze e progetti sviluppati da LINKS e XR Lab, sono inoltre escluse tutte quelle singole opere ed esperienze artistiche sperimentali proposte negli anni nelle varie mostre ed eventi in quanto numerose e poco documentate, il valore di questo genere di prodotti espressivi e dimostrativi è comunque da riconoscere nell'ottica della diffusione e dello sviluppo delle tecnologie AR e VR.

VR per la cultura: alcuni esempi

La Divina Commedia VR

LA ETT, (azienda insieme alla quale è attualmente in fase di sviluppo l'applicazione INVENTA) in collaborazione con **Rai Cinema**, ha recentemente creato una esperienza immersiva in Realtà Virtuale ispirata alla **Divina Commedia**, un viaggio interattivo e coinvolgente interamente realizzato in CGI (10) che immerge l'utente in un "inferno" di grande qualità ed espressività.

nota 10

CGI:
fa parte della categoria degli effetti visivi e riguarda scene, effetti e immagini creati con un software per computer

L'esperienza è proposta in alcuni laboratori e su richiesta e, al momento della stesura di questa tesi, è presentata presso il Museo Nazionale del Cinema di Torino.

(Cortometraggio in realtà virtuale 3D la divina commedia, s.d.)

(Nata, 2023)

Museo del cinema: EFFETTO VR!

Il **Museo Nazionale del Cinema** di **Torino** quest'anno ha dedicato delle risorse e degli spazi alle esperienze in Realtà Virtuale, offrendo ai visitatori una selezione di contenuti sviluppati con questa tecnologia.

Alcuni contenuti proposti sono:

- **MLK: Now Is The Time:** una esplorazione coinvolgente dei temi chiave del discorso di **M.L.King** che interpreta in modo moderno la marcia su Washington.
- **Vader Immortal: Episodio I:** Una esperienza interattiva ambientata nel mondo di Guerre Stellari.
- **La bambola di pezza:** una produzione **Rai Cinema** con **One More Pictures**, una storia romantica scritta da **Nicola Conversa**.
- **Hydrocosmos:** un film fruibile attraverso la VR diretto da **Milad Tangshir** prodotto da **Tecnologia Filosofica** in co-produzione con **Coorpi** e in collaborazione con la **Fondazione Piemonte dal Vivo**. L'opera racconta l'arrivo dell'acqua e l'emergere della vita cosciente in un angolo remoto dell'universo.

(Pasteris, 2022)

(EFFETTO VR! Il cinema in virtual reality, s.d.)

Piemonte dal vivo

Una organizzazione che **promuove attività teatrali e cinematografiche che utilizzano la tecnologia della Realtà Virtuale**, da poco è stato presentato il progetto **Così è (o mi pare)**, una parte di **"Pirandello in VR"**, una collaborazione con **Digital Hangar** che vuole dare una interpretazione moderna alle opere di Pirandello con **Elio Germano** come protagonista e interprete.

Sempre promossa da Piemote dal Vivo abbiamo **La Stanza**, produzione **Asterlize**, una esperienza che raccoglie materiale d'archivio, fotografie, musica e filmati mescolandoli alla recitazione e raccogliendoli in una esperienza in VR.

“**Shakespeare Showdown**” è una esperienza promossa da Piemonte dal Vivo. Prodotta da **Enchiridion** e presentata allo spazio **Fuoriluogo** di Asti è più assimilabile ad un videogioco che al teatro.

VR Free (We Are Free) è un documentario diretto da **Milad Tangshir** che porta il visitatore in una riflessione videografica sulla libertà e sugli spazi carcerari.

(Pasteris, 2022)

(Spettacolo VR free, s.d.)

Technobody VR e il D-WALL

L'azienda italiana **Technobody** studia dal 1994 il movimento e l'anatomia umana e produce innovativi **strumenti per il fitness e la riabilitazione fisica** che attraverso display e sensori mostrano in tempo reale informazioni statistiche sui movimenti effettuati dall'utente, aiutando con la forma degli esercizi.

(Dispositivi riabilitazione e medicina sportiva, s.d.)

Virtual Play Torino

Anche sotto il punto di vista **ricreativo** sul territorio piemontese stanno nascendo aziende fornitrici di servizi e tecnologie per la Realtà Virtuale. La Virtual Play Torino offre **esperienze per giocatore singolo e multigiocatore** e attrezzatura per VR che ricordano le vecchie sale giochi, ma in chiave moderna.

(Virtual play torino, s.d.)

La Città Proibita VR al MAO, visita di alcune sale

Il MAO offre ormai da anni esperienze di visita di ambienti virtuali come la **Città Proibita** e **tour virtuali** di alcune sale del museo ancora oggi consultabili sia tramite browser che visore Cardboard e Gear.

(La Città Proibita Vr – OCULUS RIFT, s.d.)

VR per la terapia: alcuni esempi

Una breve raccolta di casi studio che ispirano e arricchiscono il progetto INVENTA-MED, corroborando le teorie e le motivazioni alla base della proposta d'applicazione.

XRHealth

Una “**clinica virtuale**” che offre servizi che vanno dalla **terapia occupazionale alla terapia riabilitativa fisica**, alla terapia per la salute mentale.

Il servizio comprende una serie di esperienze ed esercizi ed il **supporto di un professionista** del settore medico che visioni i progressi e l'esecuzione degli esercizi, inoltre dopo l'iscrizione fornisce un visore all'utente.

(XRHealth virtual clinic: At-home virtual reality therapy, s.d.)

(XRHealth: Bringing healthcare to virtual reality, 2020)

SnowWorld

Una esperienza videoludica ambientata in un mondo innevato che **sfrutta l'immersività ed il coinvolgimento delle esperienze VR per distrarre dal dolore cronico** pazienti che hanno sofferto gravi ustioni.

L'attività è stata proposta ad una serie di vittime di ustione che al termine delle **60 sessioni di gioco hanno manifestato un calo del livello di dolore del 60-75%**.

Una dimostrazione dell'efficacia della Realtà Virtuale nel distrarre i pazienti dal dolore tramite il coinvolgimento emotivo in puzzles e minigiochi.

(Dauchot, 2018)

HEaRO

All'interno del reparto di **Audiologia del Burlo Garofalo** in Friuli Venezia Giulia è stata allestita una stanza dotata di tecnologia **Ambisonics di audio immersivo** ed è ora **provvista di un visore VR** che in combinazione con l'attrezzatura **aiuta la diagnosi ed il trattamento di patologie dell'udito nei bambini**, immergendoli in ambienti virtuali accoglienti e famigliari da loro selezionati e nascondendo l'impianto audio antiestetico.

(Orzan, 2021)

TELOS

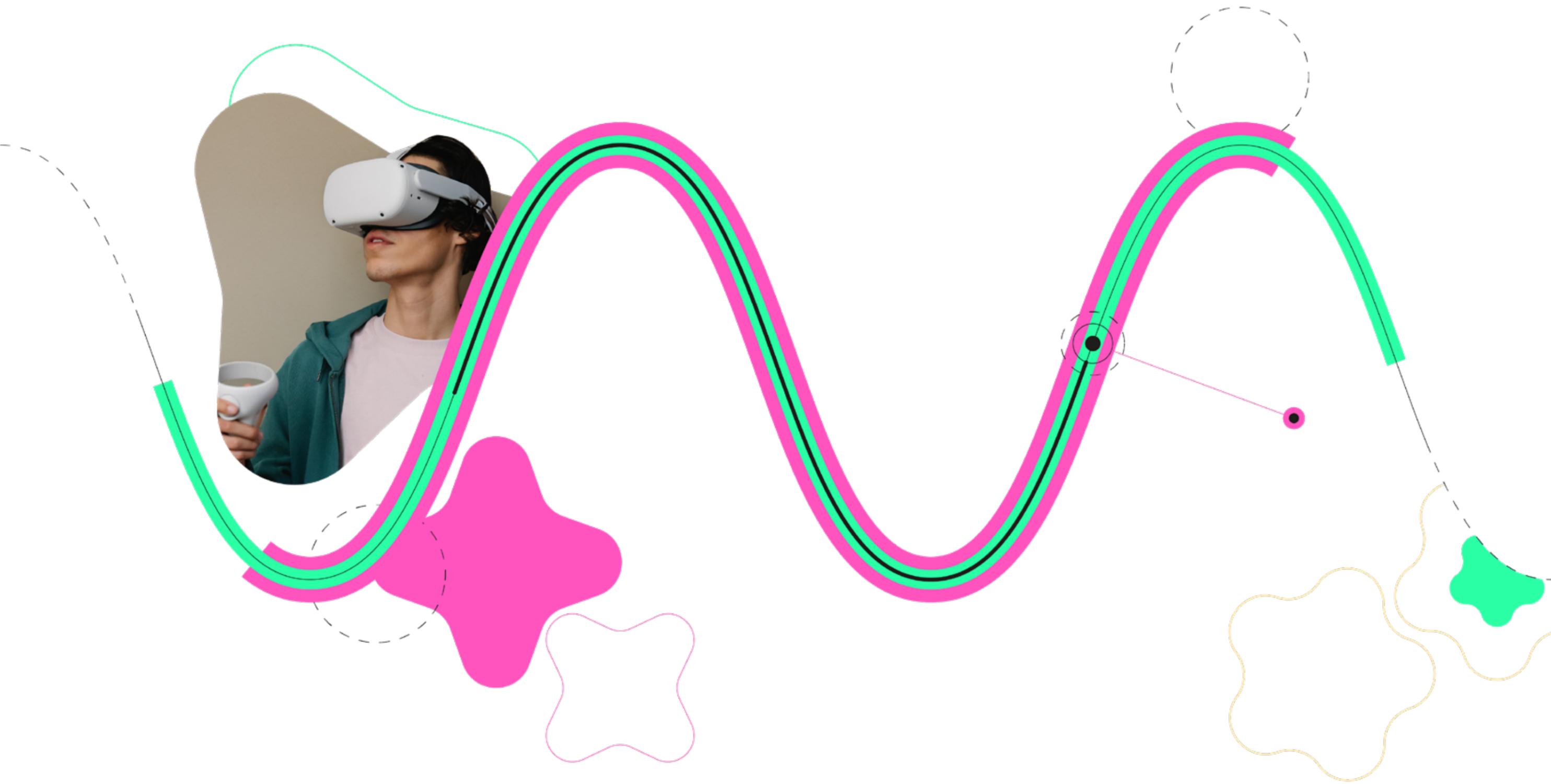
Un innovativo studio sull'efficacia della **Realtà Virtuale come strumento di riabilitazione fisica per bambini affetti da paresi cerebrale**.

Il progetto, supportato da **Regione Toscana** e lanciato in collaborazione con **Aoup, Scuola di Sant'Anna, CNR, Azienda Usl Toscana nord-ovest** e **Irccs De Bellis**, consiste nello sviluppo di una serie di attività e giochi all'interno della Realtà Virtuale votati al **miglioramento delle abilità manuali dei pazienti**.

Le attività sono giocose, varie e offrono un elemento di progressione gratificante e coinvolgente.

Il progetto dimostra l'importanza della motivazione e del rinforzo positivo nella terapia riabilitativa e l'efficacia delle attività in VR nel raggiungere questi obiettivi.

(Infantile cerebral palsy: Rehabilitation with virtual reality through TELOS project, supported by Regione Toscana, clinical trial launched with Aoup, Sant'Anna School, CNR, Azienda Usl Toscana nord ovest and Irccs De Bellis | Scuola Superiore Sant'Anna, 2022)



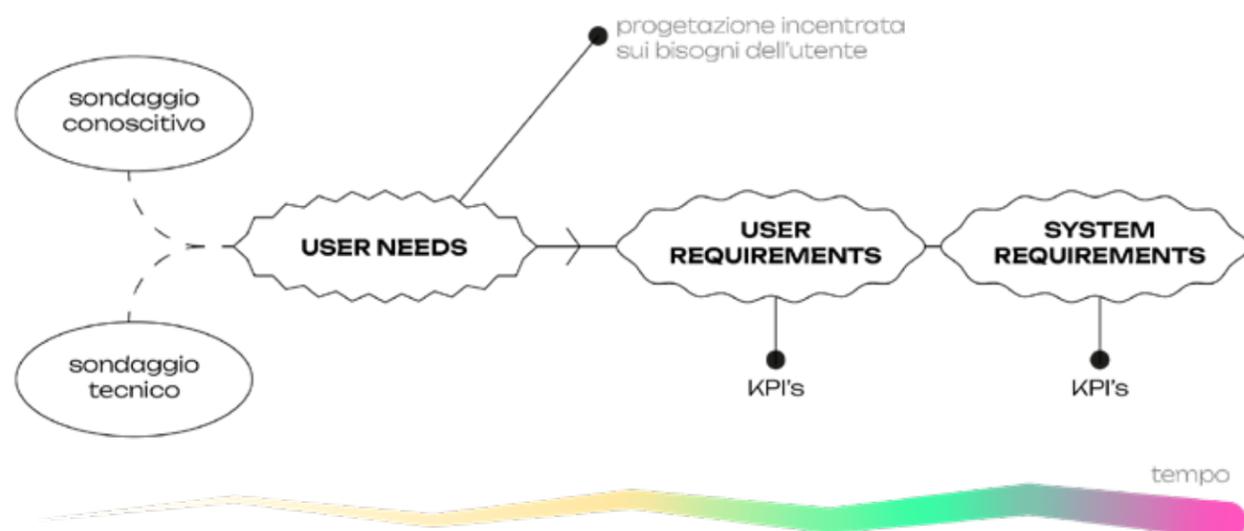
**SCENARIO:
STRUMENTI DI
ANALISI**

Introduzione

Quanto segue rappresenta una relazione sugli strumenti di analisi e gli argomenti di ricerca specifica che si sono dimostrati utili alla **comprensione del contesto e alla proposta di una applicazione che offra contenuti coerenti con le esigenze.**

La ricerca effettuata come approfondimento per il progetto IN-VENTA rappresenta il trampolino di lancio del mio progetto personale, il quale si basa anche sulle nozioni ottenute in questa fase.

I concetti appresi durante la fase di ricerca di scenario mi hanno dato una importante panoramica riguardo al **funzionamento pratico delle tecnologie che verranno utilizzate**, in modo da permettermi di sviluppare i concept con una maggiore consapevolezza delle limitazioni e delle possibilità creative fornite dai mezzi a disposizione.



Analisi del contesto, delle tecnologie e dei requisiti

Analisi preliminare

Durante il lungo periodo di collaborazione con XR Lab sono stato coinvolto sin dai primi giorni in lavori ed attività finalizzate principalmente al progetto INVENTA, tali attività sono state utili non solo al progetto del XR Lab, ma anche allo sviluppo della mia proposta d'applicazione.

Dopo una iniziale **analisi, categorizzazione e descrizione** di tutti i **prodotti digitali che utilizzano le tecnologie XR** sono state effettuate ricerche approfondite che mi hanno permesso di approfondire non solo le tecnologie, ma le esigenze progettuali e quelle degli utenti.

Analisi del caso d'uso

Successivamente alla classificazione dei prodotti digitali, ho generato una **tabella di analisi preliminare dei casi studio iniziali**. In questa tabella ho svolto una analisi approfondita del caso d'uso affidatomi (Palazzo Madama e SC Neuroriabilitazione) dove vengono esaminate le **single applicazioni, il target, i requisiti specifici, le criticità e le opportunità** e vengono avanzate diverse **proposte più specifiche per le applicazioni**.

All'interno dello stesso documento è stata svolta una **analisi** di quella che è stata definita "**Interactive Art**", una categoria che comprende installazioni e applicazioni che si servono di diverse tecnologie per offrire una esperienza interattiva, la quale viene esaminata nelle sue componenti di esposizione all'aperto e al chiuso. L'elaborato è poi evoluto in differenti proposte ed include una **approfondita disamina di VR e AR** dove vengono discusse le **potenzialità e le limitazioni che derivano dall'adozione di queste tecnologie**.

Questo lavoro e la ricerca sulle tecnologie incentrata sull'accessibilità di questi prodotti digitali hanno gettato le fondamenta del successivo lavoro, nonché della mia proposta progettuale.

Analisi completa dei requisiti

Il lavoro più importante di analisi al quale ho potuto contribuire e che più ha informato alcune delle decisioni creative inerenti al mio progetto è stata la generazione del **documento di analisi di User Needs, User Requirements, System Requirements e relativi Key Performance Indicators**.

Su **richiesta di ESA** e per esigenze progettuali di collaborazione e di sviluppo con il partner di sviluppo ETT è stato prodotto un documento condiviso che ha consentito di stilare una lista completa, di verificare e concordare una serie di requisiti delle applicazioni che forniranno una guida durante lo sviluppo. Il documento è stato prodotto in collaborazione con tutti gli enti partecipanti, compreso l'XR Lab.

La **ricerca dedicata alla stesura dei vari requisiti è stata essenziale e formativa** e ha contribuito sia alle mie conoscenze delle tecnologie XR, sia delle tecnologie presenti, sia ai metodi di verifica e misurazione dei requisiti stessi.

Definizioni

UN: "User Needs", i bisogni dell'utente, ciò che richiede dall'applicazione. Questi requisiti sono il frutto di una ricerca User-Centered e di un primo sondaggio e rappresentano ciò che l'utente cerca in una applicazione.

UR: "User Requirements" o requisiti dell'utente, una trasposizione in linguaggio tecnico e misurabile dei bisogni dell'utente.

SR: "System Requirements" o requisiti di sistema, sono dei requisiti che l'applicazione dovrà soddisfare ai fini di rispettare gli user requirements e sono di carattere tecnico e di usabilità.

KPI: "Key Performance Indicators", sono dei valori verificabili e calcolabili matematicamente che indicano le precise soglie da rispettare per assicurarsi di aver soddisfatto un determinato requisito. All'interno del progetto sono stati affiancati sia a UR che SR.

Processo del lavoro

Si è partiti da una **analisi generale dei bisogni dell'utente** effettuata tramite **ricerca e sondaggio**, da questi **UN** si è poi passati a stilare una lista di **UR**, appoggiandoci a questa lista è stato possibile passare a stabilire dei **SR**. Infine un accurato lavoro di ricerca e scrematura ha permesso di concordare insieme a ETT una serie di **KPI che coprono e garantiscono tutti i requirements e ne consentono una verifica matematica**.

I Sondaggi

Per ottenere alcune importanti informazioni di grande valore per il progetto e stilare una lista di user needs e requirements pertinenti sono stati realizzati e diffusi due differenti sondaggi dal team INVENTA.

Per questa attività ho avuto il compito di assistere alla redazione dei sondaggi, alla proposta e selezione delle domande e del sistema di valutazione, alla scelta di argomenti, infine alla **raccolta, elaborazione e comunicazione a ESA del processo e dei risultati raccolti**.

I risultati ottenuti ed il processo stesso di ricerca e di affinazione delle domande è stato **propedeutico allo sviluppo della proposta progettuale** di questa tesi, in quanto ha fornito informazioni importanti sul livello di interesse nei confronti di specifiche funzioni, accessibilità e sulla tipologia di esperienze.

Sondaggio conoscitivo

Questa prima versione del sondaggio include domande di **carattere generale e conoscitivo** del pubblico e domande di profilazione e di verifica della familiarità con le tecnologie e le esperienze VR, è stato di grande aiuto per gettare le fondamenta del documento di UN-UR-SR-KPI.

Sondaggio tecnico

Il secondo sondaggio è frutto dei **risultati e dei feedback ottenuti** dal primo e delle indicazioni fornite da ESA e da ETT, è un docu-

mento strutturato in due macro-gruppi, uno di domande destinate agli utenti finali, ovvero coloro che visitano i musei, una destinata agli enti, quindi ai nostri clienti diretti. Il sondaggio permette a chi lo compila di identificarsi inizialmente come ente o privato ed in base alla selezione effettuata mostrerà solo le domande rilevanti.

Le domande, sia per quanto riguarda l'ente che il visitatore, sono circa una settantina e ciascuna offre la possibilità di valutare il proprio interesse sull'argomento o la funzione proposta in una scala di 5 valori, compresa una opzione "non conosco l'argomento". Questi due macro gruppi di domande sono **legati tra di loro**: fatta eccezione di una manciata di domande di profilazione personalizzate per ciascun destinatario tutte le domande sono due distinte versioni della stessa domanda, questo ci consente di ottenere e mettere a confronto diretto le valutazioni forniteci da questi importanti attori, evidenziando eventuali incoerenze, punti di vista e aree cieche da entrambi i lati.

Come sono stati generati i sondaggi

Come accennato precedentemente i due sondaggi sono stati realizzati in due momenti differenti e seguendo due logiche ed esigenze diverse, di conseguenza anche il processo di generazione dei sondaggi è differente.

Il primo dei due sondaggi è stato realizzato in una **fase progettuale meno avanzata**, dove non erano ancora presenti diverse informazioni inerenti alle esigenze di ESA, ma anche quelle dei singoli casi d'uso, per questa ragione ci siamo basati su una logica esplorativa e su domande generate in base a esigenze note.

Il primo sondaggio è stato una importante risorsa per il team, in quanto abbiamo potuto ricavare informazioni che nella loro genericità ci hanno permesso di inquadrare un certo tipo di pubblico e di esigenze, che abbiamo poi integrato all'interno delle proposte progettuali e che ho poi utilizzato per formare una proposta di applicazione più mirata.

Il secondo sondaggio è stato realizzato nel corso di diverse settimane ed è frutto di numerose riunioni e confronti tra XR Lab ed ETT.

Questa versione è stata **realizzata sulla base di specifiche richieste da parte del reparto di sviluppo** e punta ad ottenere delle

valutazioni confrontabili riguardo a specifici aspetti tecnici, sulla sicurezza, sui contenuti e le interfacce delle app INVENTA. Seguendo una struttura suddivisa per argomenti ci ha restituito una chiara visione della conoscenza e dell'interesse da parte di entrambe le tipologie di destinatari riguardo alle specifiche tecniche dell'App.

I contatti

Attraverso gli anni di collaborazioni e progetti, Links Foundation, XR Lab ed ETT hanno raccolto una imponente lista di contatti di enti, musei e realtà culturali che, sommata ad un robusto processo di scouting, ha permesso di stilare un elenco di potenziali partner da contattare ed includere all'interno del progetto INVENTA.

Ad alcuni di questi contatti è stato richiesto di compilare i sondaggi e diffonderli, permettendoci di ottenere un numero di risposte sia dagli enti e dal personale incaricato, sia dai loro utenti.

Le risposte e i risultati

I due sondaggi hanno prodotto un numero di risposte sufficiente a permetterci di fare alcune valutazioni e di influenzare l'andamento del progetto.

Mentre la prima versione del sondaggio è stata proposta ad un grande numero di utenti ed enti, restituendo quindi dei valori che hanno una maggiore valenza statistica, la seconda versione è stata proposta ad una limitata selezione di utenti, questo ci ha restituito in poco tempo dei feedback estremamente pertinenti ai casi d'uso del trial iniziale.

Gli incontri con SC Neuroriabilitazione

Durante lo sviluppo iniziale del progetto sono avvenuti **numerosi incontri, di persona e da remoto**, con l'Equipe medica di SC Neuroriabilitazione. Questi incontri hanno permesso la **raccolta di informazioni essenziali** pertinenti al progetto INVENTA e mi è stata data occasione di porre **numerose domande più specifiche per il mio progetto di tesi**.

Gli incontri con l'equipe:

Durante il **primo incontro**, avvenuto nella sede di Neuroriabilitazione del CTO, abbiamo avuto modo di **presentare il team di LINKS ed il progetto INVENTA** e di conoscere l'equipe.

L'incontro, durato circa un paio d'ore è stato un importante primo contatto tra LINKS e l'equipe che si occuperà di seguire il progetto. La conversazione aveva lo scopo di presentarsi reciprocamente, presentare il progetto e gli stakeholders, per poi passare ad una conversazione inerente ad alcune fasi pratiche e alle possibilità di studio e progresso che nascono dal progetto INVENTA. Sono **emerse criticità e limitazioni, ma anche interessanti possibilità** e campi di intervento che non erano precedentemente stati presi in considerazione.

Durante l'incontro ho avuto la possibilità di visitare la **sala multi-sensoriale**, luogo dove al momento avvengono le **terapie di stimolazione sensoriale** e dove il progetto **INVENTA** probabilmente **troverà spazio fisico per i primi test**. La sala è provvista di una serie di strumenti che producono suoni, movimenti, luci, con varie forme e consistenze, oltre che una stazione di controllo dove il personale può gestire il funzionamento di suddette macchine.

Questa è stata una opportunità di confronto e di esposizione delle intenzioni e degli scopi del progetto, ed è stato un prezioso momento di raccolta di feedback inerenti allo stato della ricerca in merito alla riabilitazione, in particolare tramite l'esposizione del paziente a diversi stimoli, al termine dell'incontro abbiamo preso accordi con l'equipe per permettere una visita all'interno dei laboratori di LINKS.

Secondo incontro: un secondo prezioso incontro si è tenuto con l'equipe medica di SC Neuroriabilitazione, questa volta in assenza del primario, ma **all'interno del laboratorio di LINKS**, dove le dottoresse hanno avuto modo di provare personalmente alcune esperienze di realtà Virtuale realizzate da LINKS.

La visita è stata una fruttuosa occasione di scambio: l'equipe medica ha potuto esperire di alcuni prodotti di LINKS attraverso vari tipi di simulazioni virtuali, questo ha permesso loro di **comprendere in modo più approfondito il mondo della realtà virtuale, compreso delle sue potenzialità e dei suoi rischi e limiti**.

L'equipe è stata sottoposta a due tipi di esperienze virtuali: una esperienza di ambientazione virtuale modellata ed una esperienza composta da immagini a 360°, questo ha fatto sì che tutti i membri avessero una chiara comprensione di ciò che LINKS è in grado di sviluppare e quali sono le sensazioni e le caratteristiche di questi due tipi di prodotto.

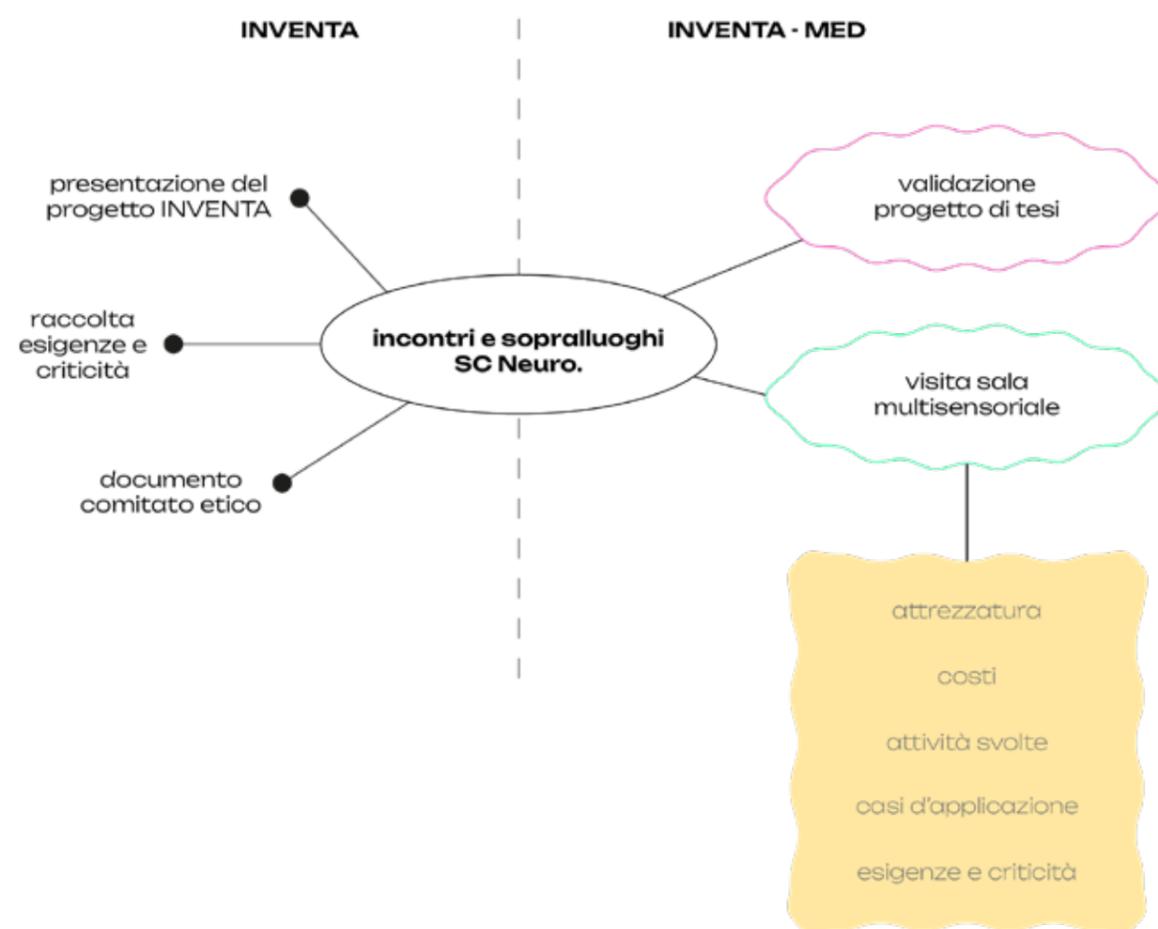
Durante e successivamente alle prove, si sono tenute conversazioni, arricchite ora da una esperienza in prima persona, inerenti allo sviluppo dei contenuti e alle possibilità offerte dalla tecnologia: l'equipe medica si è rivelata proattiva e propositiva, e questo a permesso di generare in breve tempo delle linee guida progettuali, che serviranno da faro per lo sviluppo dei singoli concept.

L'ultima parte dell'incontro è stata un produttivo dialogo tra noi del Laboratorio e le professioniste del reparto di neuroriabilitazione: sono state evidenziate in modo concreto le **esigenze dell'equipe**, le nostre **possibilità di sviluppo** e sono state ideate due proposte di esperienza da offrire all'interno dell'applicazione INVENTA per quanto riguarda questo caso d'uso:

- **Esperienza 1:** Tour Virtuale destinato a pazienti e personale
- **Esperienza 2:** ambienti virtuali immersivi stimolanti

Dopo questo incontro sono stati organizzati incontri da remoto a cadenza settimanale a scopo organizzativo e di scambio, incontri grazie ai quali ho potuto chiedere la **verifica della bontà della proposta progettuale ed una verifica generale sul punto di vista della correttezza e applicabilità dei concetti**.

Raccolta dati sul campo



Uno strumento di grande importanza per lo sviluppo del progetto sono state le sessioni di raccolta dati sul campo effettuate, durante le quali è stato possibile osservare e fare **valutazioni sull'ambiente fisico e sulle possibilità e le limitazioni creative imposte da esso.**

L'utilità di queste attività sta nella raccolta di informazioni utili, ispirazioni e suggestioni, feedback inerenti alle problematiche e alle opportunità relative alle singole realtà.

Contestualmente al progetto INVENTA sono stati effettuati sopralluoghi di persona in tutti i luoghi che accoglieranno il trial iniziale, ma al fine di non dilungarsi descriverò solo il sopralluogo pertinente al mio caso d'uso e alla mia applicazione:

Sopralluogo: CTO, dipartimento di Neuroriabilitazione

Sono avvenuti diversi incontri di persona con l'equipe di SC Neuroriabilitazione, sia nei locali della struttura ospedaliera che in quelli del XR Lab.

Il **primo sopralluogo** nei locali della sede di Neuroriabilitazione del CTO si è tenuto a luglio 2023 e coincide con il primo incontro di persona con l'equipe medica e con il primario, Maurizio Beatrici, abbiamo potuto **osservare la stanza** all'interno della quale avviene la **terapia multisensoriale** ed il piano del reparto, ma non abbiamo incontrato pazienti.

Questo primo incontro è stato di carattere conoscitivo e abbiamo potuto raccontare il progetto e raccogliere una serie di informazioni riguardo alle disponibilità e alla burocrazia relativa alla collaborazione.

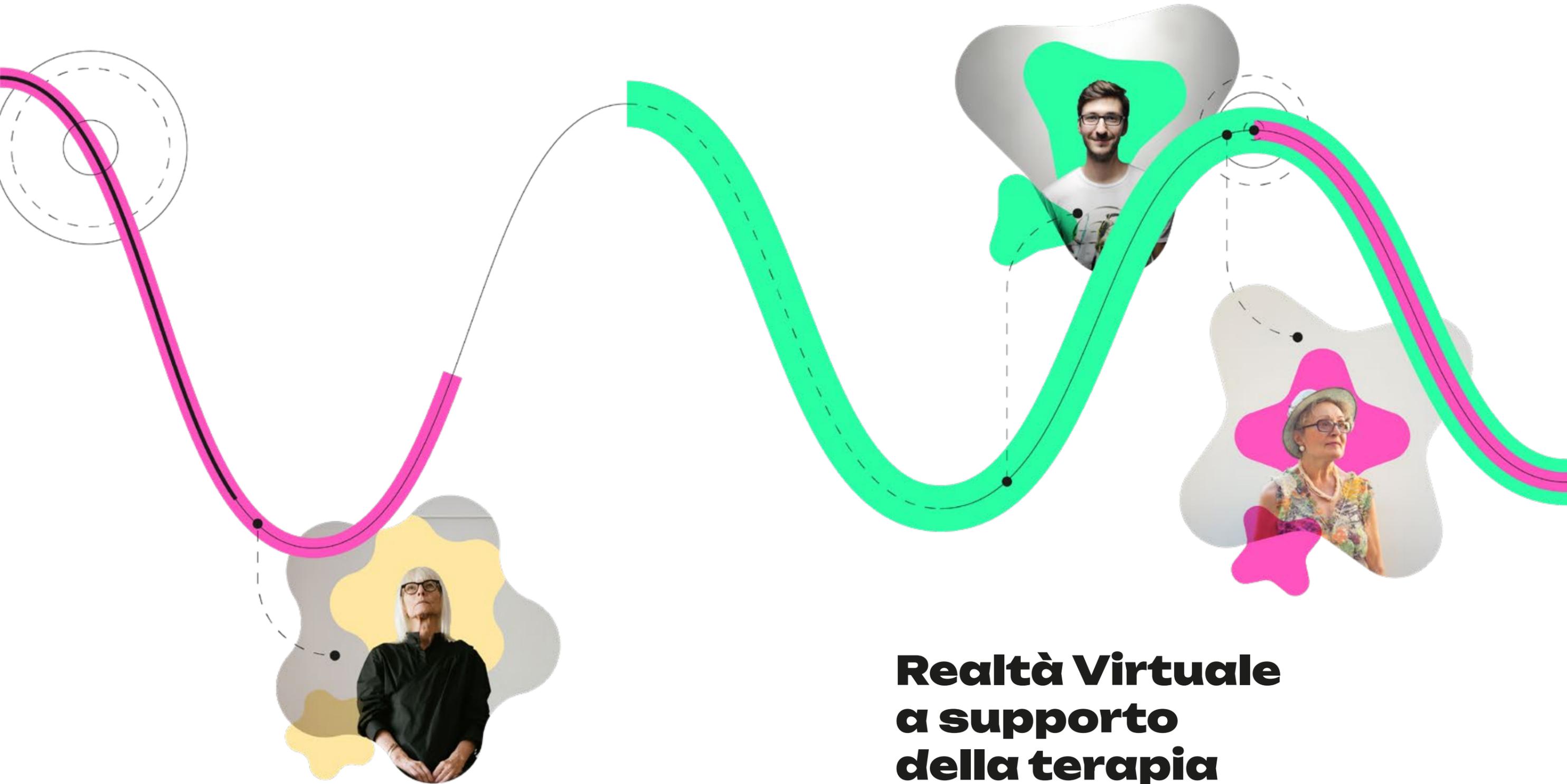
Il secondo sopralluogo è avvenuto poco dopo l'ufficiale inizio della collaborazione, a lavori già cominciati.

Ci si è recati nella **sede del reparto di Neuroriabilitazione** e durante un lungo incontro con le dottoresse sono stati affrontati numerosi temi che vanno dalla sicurezza, alla burocrazia, al coinvolgimento di un comitato etico.

Durante questo importante incontro mi è stata data la possibilità di fare una serie di domande specifiche utili all'avvio della mia tesi.

Le informazioni ottenute riguardano i **costi** di acquisto dell'attrezzatura, le **attività svolte** durante le sessioni di terapia Multisensoriale e le loro **modalità**, le tipologie di **condizioni neurologiche** dei quali soffrono i pazienti sottoposti a queste terapie e molto altro.

Queste informazioni si sono rivelate estremamente utili per lo sviluppo consapevole della proposta progettuale in questa tesi.



Realtà Virtuale a supporto della terapia occupazionale:

proposta progettuale

Genesi del progetto

Riprendiamo brevemente il percorso

L'XR Lab, nel contesto del progetto INVENTA, si è messo in contatto con un'ampia selezione di luoghi culturali ed enti museali per la produzione e diffusione di una serie di applicazioni con approccio "White-Label" (11) con funzionalità di VR e AR. Una ristretta lista di contatti è stata stabilita come partner per l'iniziale sperimentazione e produzione delle applicazioni, tra questi primi enti collaboratori abbiamo: **Palazzo Madama e SC Neuroriabilitazione, Museo d'Arte Orientale, Polo '900, Borgo Medievale del Parco del Valentino e Palazzo Ducale di Genova.**

Nel corso dei mesi il caso d'uso affidatomi (Palazzo Madama e SC Neuroriabilitazione) ha preso la forma di una **applicazione di Realtà Virtuale da utilizzare all'interno della Stanza Multisensoriale nella struttura di Neuroriabilitazione del CTO.**

L'applicazione prodotta per SC Neuroriabilitazione offrirà ufficialmente **due tipi di esperienze**: una esperienza tradizionale di **Tour Virtuale** di luoghi appartenenti al Palazzo Madama, destinata al personale e ai pazienti più presenti a se stessi, ed una **esperienza di stimolazione multisensoriale** con riprese a 360° di ambienti cittadini o naturali.

La mia tesi si pone come una **esplorazione del potenziale di un terzo tipo di esperienza**, un concept prodotto in collaborazione con l'Equipe di Neuroriabilitazione, la quale ha espresso grande interesse verso una possibile **simulazione di operazioni di vita quotidiana attraverso le interazioni tipiche della VR.**

Origine del concept

Durante uno dei primi incontri con l'equipe medica di SC Neuroriabilitazione si è tenuta una sessione di brainstorming che ha dato preziosi input al progetto, in particolare le dottoresse hanno mostrato un grande interesse verso quella che allora era solo un'idea, ovvero la possibilità di creare delle **esperienze interattive di simulazione.**

È emerso un forte interesse nell'idea di applicare le tecnologie VR nel campo della riabilitazione, in particolare nel campo della terapia occupazionale.

Questa declinazione del progetto INVENTA è stata **abbandonata velocemente per ragioni di tempistiche e di budget**, ma nutrendo grande interesse e passione nei confronti di questa idea e ho deciso che sarebbe diventata l'argomento della mia tesi, sia perché è un argomento che mi affascina e sul quale esiste ancora poca letteratura, sia per creare idealmente una blueprint: un insieme di linee guida e ispirazioni che l'XR Lab possa poi utilizzare nel caso le condizioni permettano di prendere in carico questo progetto come espansione delle funzioni offerte dalle App INVENTA.

La sala multisensoriale

Grazie alla collaborazione dell'Equipe medica di SC Neuroriabilitazione è stato possibile **visitare ed esaminare la sala multisensoriale allestita all'interno dei locali del reparto di Neuroriabilitazione del CTO.** La visita, unita ad una serie di domande poste alle dottoresse ha permesso di ottenere una serie di informazioni circa il funzionamento e gli obiettivi della terapia multisensoriale.

Che cos'è e per cosa viene usata

All'interno della struttura di Neuroriabilitazione del CTO è presente una sala multisensoriale, ovvero un **ambiente dedicato alla terapia multisensoriale provvisto di una serie di strumenti interconnessi che producono stimoli visivi, tattili, uditivi ed olfattivi.** Questi strumenti sono liberamente governati dal personale attraverso un software e consentono di creare sul momento esperienze personalizzate in base alle esigenze del paziente.

Questi ambienti vengono generalmente utilizzati per la stimolazione sensoriale di pazienti con **problemi di sviluppo e apprendi-**

nota 11

White label: un prodotto o servizio realizzato da una società (il produttore) che permette il rebranding da parte di altre aziende per farli apparire come se fossero stati fatti da loro.

mento, autismo o lesioni cerebrali.

L'attrezzatura

Al momento del nostro sopralluogo era presente una selezione di strumenti di varia natura, che verranno qui descritti brevemente:

Stimoli audiovisivi:

- **Proiezione a parete di immagini e video** accompagnati da suoni grazie ad un sistema audio.
- All'interno della stanza un **sistema di illuminazione** coordinato che al comando modifica la tinta della luce in tutta la sala, comprese luci situate nei singoli strumenti, questo fa sì che quasi tutti gli strumenti prevedano uno stimolo visivo.
- Uno strumento produce **bolle all'interno di un cilindro** di plexiglas pieno d'acqua, anche questo è provvisto di un sistema di luci coordinate a quelle della stanza.

Stimoli tattili:

- **Cuscini vibranti** di diverse dimensioni consentono al paziente sia di sdraiarsi sopra, ove possibile, sia di abbracciarne uno di piccole dimensioni nel caso non ci sia sufficiente mobilità.
- Una "**doccia di fibre**" ancorata al soffitto permette la stimolazione del tatto del paziente che sosta sotto di essa, è disponibile anche una versione non appesa al soffitto dotata di luci e nodi sulle fibre.
- Una serie di **strumenti wireless** con **forme e consistenze** diverse consentono di **interagire con il contenuto visionato a parete** attraverso il tocco e il lancio, la sala è provvista di un tappeto con tasti colorati e di un dado a sei facce.
- Una apposita **macchina produce bolle** di sapone, uno stimolo visivo, uditivo, olfattivo e tattile.
- Un **ventilatore** si accende o si spegne coerentemente con lo stimolo audiovisivo visualizzato a parete, ad esempio in una scena che presenta delle onde del mare si accenderà, in una scena boschiva si spegnerà, questa interazione è gestita dal

software a disposizione dell'equipe

Stimoli olfattivi:

- Oltre alla macchina delle bolle di sapone la sala è provvista di un **kit con diverse fragranze** che vengono fatte annusare al paziente.

L'obiettivo: Sconfiggere l'inerzia

L'obiettivo principale dell'implementazione di questo tipo di terapia multisensoriale è quello di **portare il paziente a superare quella condizione che l'equipe ha definito "inerzia"**, ovvero l'assenza di una spinta a reagire agli stimoli esterni, per questo motivo la sala è studiata in modo da offrire **stimoli che coinvolgano simultaneamente almeno due sensi per volta**, generando uno stimolo forte e complesso nel paziente.



La terapia occupazionale

Prima di tuffarci nel vivo del progetto occorre comprendere il funzionamento e lo scopo della **terapia occupazionale**, colonna portante del caso d'uso.

Cos'è la Terapia Occupazionale?

La terapia occupazionale è una **disciplina sanitaria a scopo riabilitativo** che si concentra sulla promozione della salute e sul miglioramento della qualità della vita delle persone attraverso la **partecipazione nelle attività quotidiane**, manuali e ludiche note come "occupazioni".

Queste occupazioni, singole o di gruppo, possono includere attività quotidiane inerenti alla cura di sé come vestirsi, mangiare e lavarsi, ma anche attività produttive o ludiche più complesse come il lavoro e la scuola, lo sport, il giardinaggio e la partecipazione alla comunità.



La terapia occupazionale è **solitamente offerta da terapisti occupazionali qualificati**, che valutano le capacità e le sfide dei loro pazienti nell'esecuzione delle occupazioni desiderate o necessarie. Le attività proposte ai pazienti sono selezionate in modo attento e **graduate a seconda dei bisogni e delle capacità della persona**: vengono presi in considerazione fattori come l'età, il contesto sociale e le condizioni cliniche dell'individuo.

Il terapeuta occupazionale osserva le performance dell'individuo per elaborare costantemente il programma di terapia.

Le attività proposte hanno generalmente scopi di:

- **Riabilitazione:** aiutare le persone a recuperare le loro capacità dopo un incidente, una malattia o un trauma.
- **Abilitazione:** insegnare ai pazienti nuove abilità o adattamenti per affrontare le sfide causate da condizioni di salute croniche o disabilità.
- **Promozione della partecipazione:** migliorare la partecipazione attiva delle persone nella loro vita quotidiana e nella comunità, contribuendo a una migliore qualità di vita.
- **Prevenzione:** identificare e affrontare precocemente le sfide occupazionali per prevenire problemi futuri.

In quali casi viene applicata la terapia occupazionale?

- **Persone in età evolutiva:** si intende dalla nascita ai 18 anni affette da patologie come paresi cerebrali infantili e disturbi dell'apprendimento, sindrome da deficit dell'attenzione ed iperattività, oltre che disturbi dello spettro autistico.
- **Persone in età geriatrica**, in modo da garantire il mantenimento dell'autonomia del soggetto nella vita quotidiana, prevenendo il rischio di infortuni e migliorando la qualità della vita.
- **Persone con patologie neurologiche** come ictus, trauma cranico, sclerosi multipla e malattia di Parkinson.
- **Persone con patologie reumatologiche e ortopediche** come artrosi, artrite reumatoide e fratture.

- **Persone con patologie psichiatriche** tra cui schizofrenia, disturbo bipolare e depressione.

I terapisti utilizzano una **varietà di strumenti e tecniche** di profilazione come test standardizzati, interviste individuali ed osservazione costante dei progressi e della performance del paziente.

Punti cardine della Terapia Occupazionale:

Le terapie proposte lavorano su una serie di punti cardine tra cui **l'adattamento dell'ambiente, l'insegnamento di nuove abilità, la consulenza psicologica e la terapia manuale** per aiutare i loro pazienti a raggiungere i loro obiettivi.

Questo tipo di terapie è ampiamente utilizzato in una serie di contesti quali ospedali, cliniche, scuole, centri per anziani, strutture per la riabilitazione e altro ancora.

La terapia occupazionale in sintesi si occupa di **migliorare la qualità della vita del paziente aiutandolo a svolgere le attività quotidiane in modo indipendente.**

(Terapia occupazionale: Cos'è e come funziona, 2022)

Terapia Occupazionale all'interno della SC Neuroriabilitazione:

All'interno della Struttura di Neuroriabilitazione il personale esegue da tempo **operazioni assimilabili alla Terapia Occupazionale**, in quanto in qualche misura è una disciplina praticabile a livello personale: **piccoli gesti ripetuti, conversazioni stimolanti, domande, momenti di svago e operazioni basilari sono già promosse dal personale quotidianamente**, non come terapia organizzata, ma come ausilio a quella che è una terapia farmacologica e medica di alto livello.

Durante i numerosi incontri con l'equipe medica della SC Neuroriabilitazione è emerso un particolare interesse verso l'applicazione INVENTA proprio per le potenzialità rappresentate sia dalla possibilità di fungere da **strumento di potenziamento alla terapia multisensoriale** che già viene effettuata, sia dalla possibilità di offrire un modo sicuro per permettere al paziente di fruire di una terapia occupazionale strutturata.



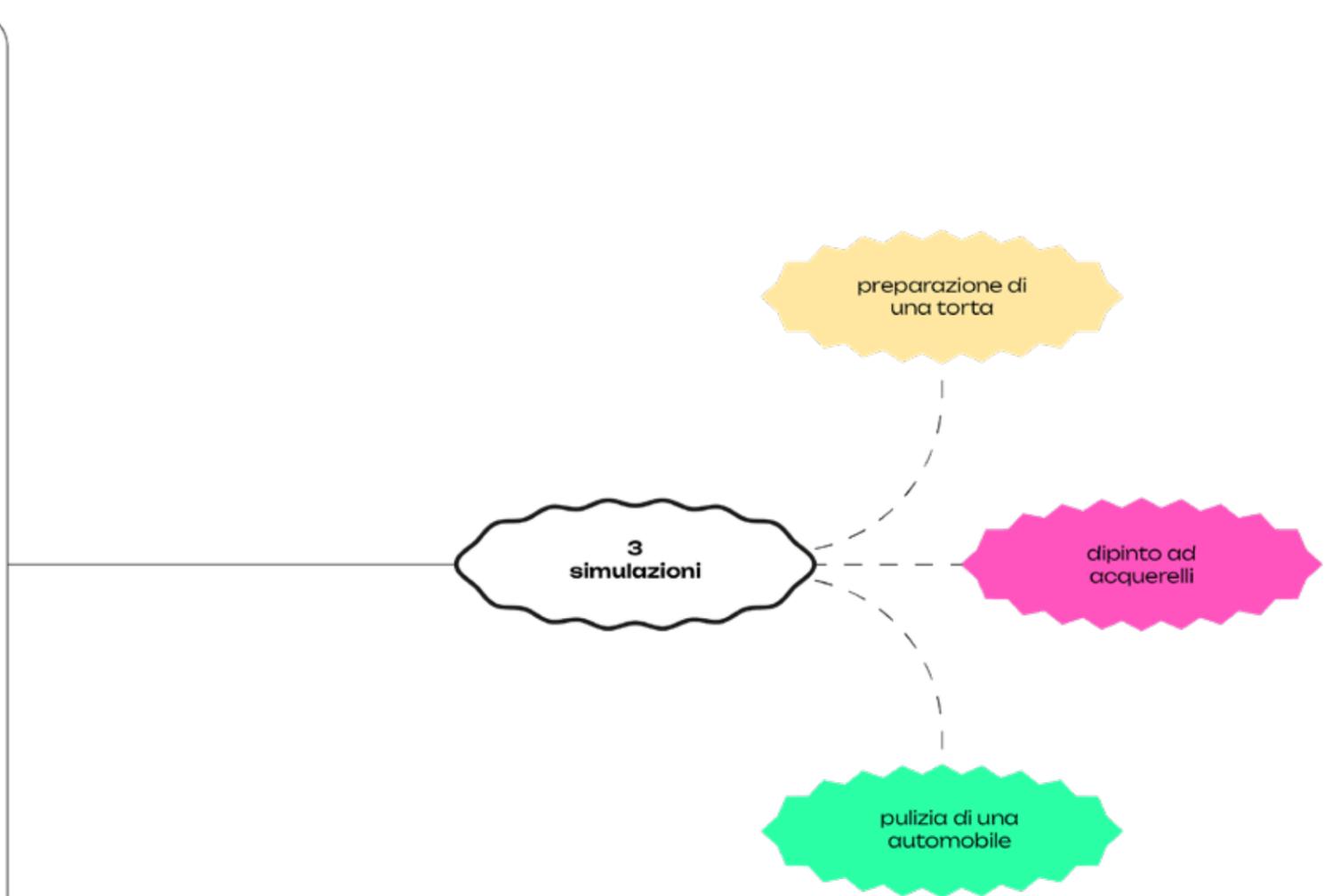
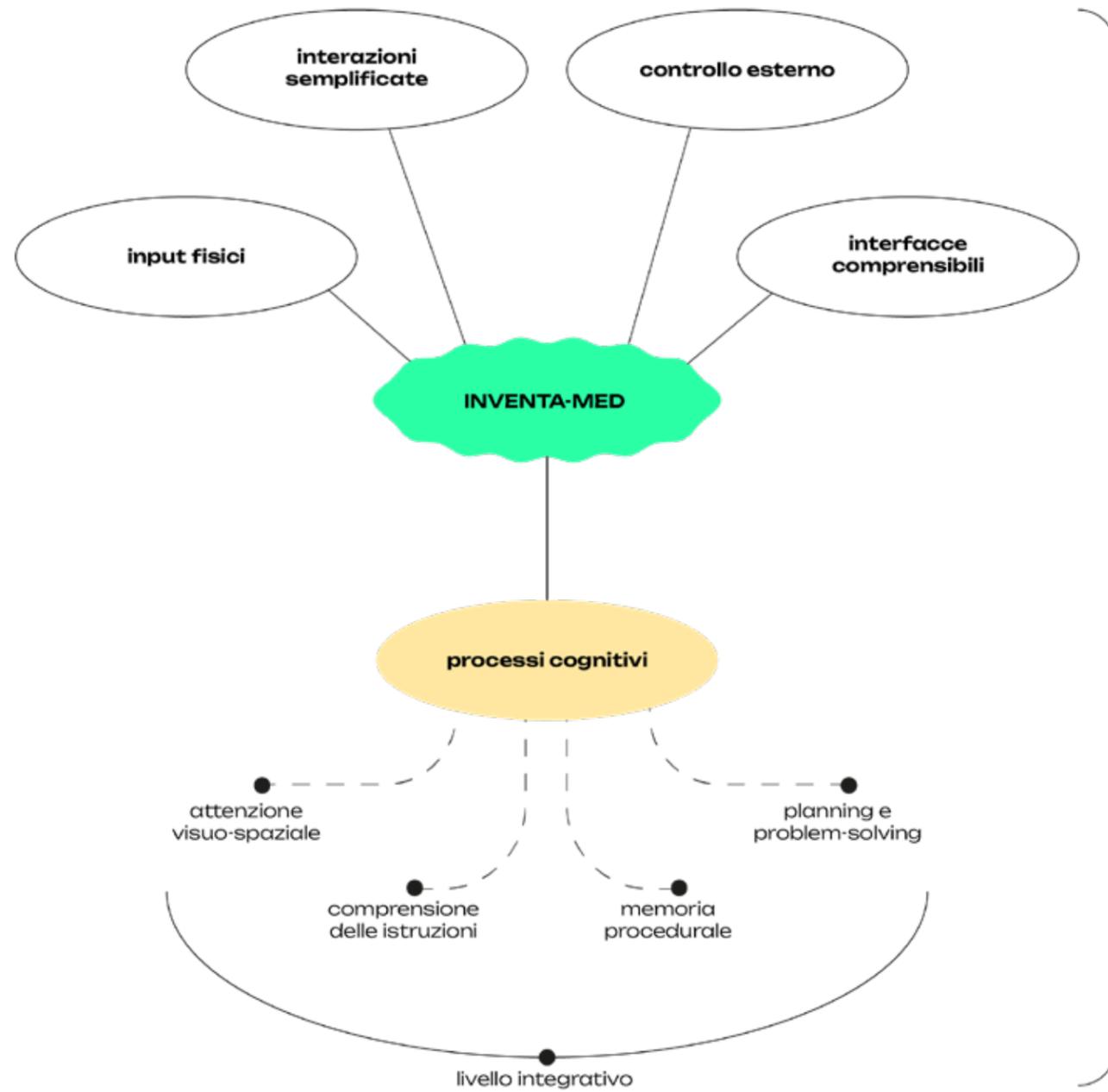
Concept

All'interno del reparto di **Neuroriabilitazione** dell'ospedale **Le Molinette** sono molte le mansioni che vengono svolte dalle professioniste e dai professionisti della medicina, **mansioni che hanno a che fare con la psicologia e l'empatia in ugual modo a quanto abbiano a che fare con la medicina e la terapia.**

Nella cura dei gravi casi che vengono affrontati in reparto occorrono **nervi saldi e una grande umanità**, ed il personale medico può vantare entrambe queste caratteristiche.

Una delle sfide maggiori durante il percorso riabilitativo dei pazienti è **avviarsi, ove possibile, verso un ritorno alla quotidianità attraverso il gesto e le operazioni manuali, secondo i principi di quella che viene definita Terapia Occupazionale** e che rappresenta uno dei metodi più efficaci di arrivare al risultato.

INVENTA-MED vuole contribuire con un prodotto tecnologico in grado di potenziare e supportare il lavoro della Terapia Riabilitativa offrendo, all'interno di uno spazio sicuro per il paziente, una serie di simulazioni di attività modulabili e ripetibili che permettono loro di praticare in sicurezza operazioni quotidiane, seguendo i principi della Terapia Occupazionale.



Applicazione della VR alla terapia occupazionale: Inventa-med

INVENTA-MED è una proposta progettuale che, partendo dalle fondamenta gettate dal progetto INVENTA, vuole **esplorare le potenzialità delle tecnologie di Realtà Virtuale nell'ambito della Terapia Riabilitativa, in particolare nel campo della Terapia Occupazionale.**

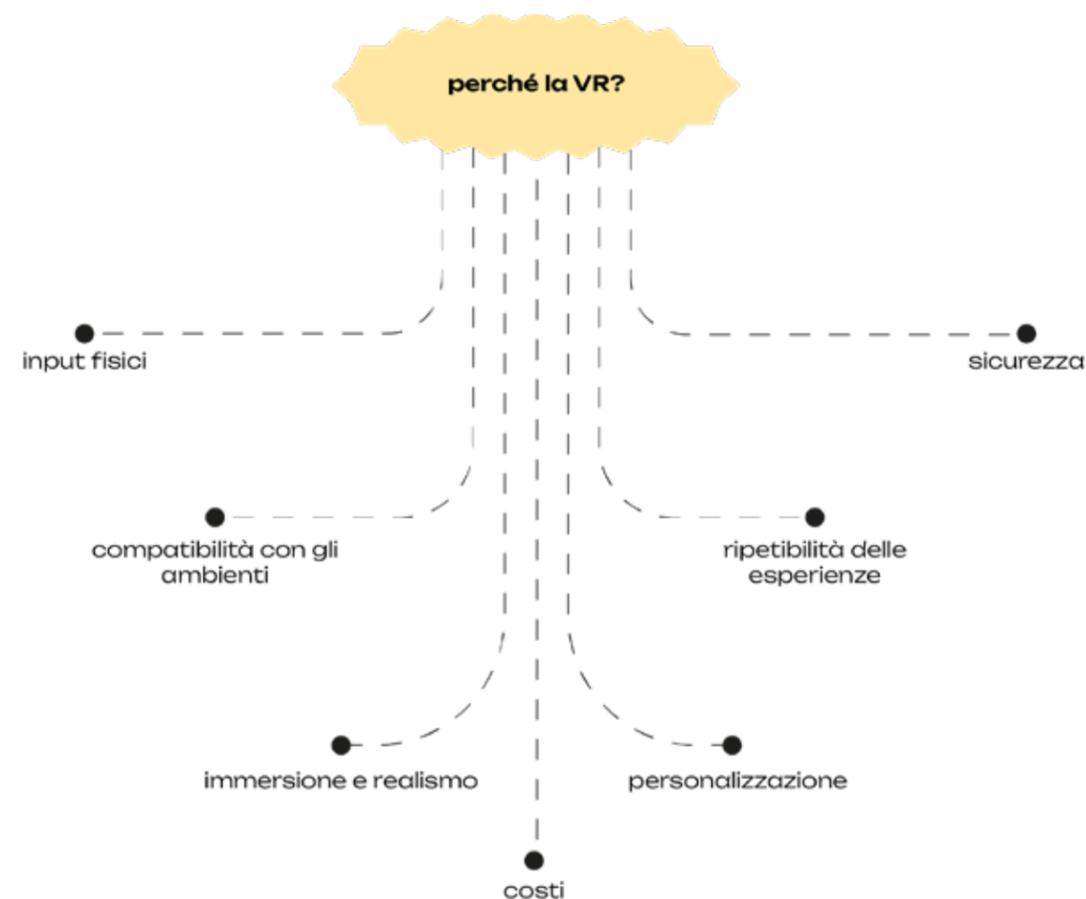
INVENTA-MED è una applicazione per Oculus Quest che offre delle **simulazioni semplificate di attività di vita quotidiana in contesti familiari** ed emotivamente rilevanti per il paziente. L'obiettivo è di stimolare le funzioni cognitive e le funzioni neuromuscolari.

Piattaforma: Oculus Quest (1,2 e 3), nello specifico PCVR
Tipologia: simulazione con Avatar (non mani scorporate)
Controlli e interazione: controllers, impiedi e seduti.

Potenziale della Realtà Virtuale

Il campo delle tecnologie di Realtà Virtuale è tra i più prolifici ed è in una fase di rapida evoluzione e diffusione, la tecnologia allo stato attuale è già uno **strumento con straordinarie caratteristiche e potenzialità di interazione ed immersività** ed è già presente ed applicata in determinati ambienti d'avanguardia, si per quanto riguarda l'intrattenimento che la formazione ed il lavoro.

Qui di seguito analizzerò brevemente alcuni dei più **importanti aspetti della VR** e in che modo essi dimostrino la **pertinenza della tecnologia al caso d'uso.**



Costi

Non volendo considerare l'applicazione INVENTA-MED una sostituzione al lavoro di esperti e professionisti della terapia occupazionale ma uno strumento a supporto della terapia non possiamo mettere a paragone i costi del personale e dell'applicazione e della strumentazione, tuttavia **possiamo immaginare una implementazione in reparto** con una terapia gestita attraverso la collaborazione tra il personale e i pazienti ed una gestione collettiva più che personale basata sul supporto e l'automazione data dall'applicazione si presenta una situazione dove INVENTA-MED è una soluzione per quelle realtà dove un solo professionista può potenzialmente gestire diversi pazienti simultaneamente o in caso di un'alta autonomia del paziente dove si può avere una autogestione.

Il costo di un visore di Realtà Virtuale Meta, tralasciando il Quest Pro, si aggira attualmente sui 350 - 600 euro, un **prezzo paragonabile ad un singolo strumento dell'allestimento multisensoriale**, stando ai prezzi online attuali.

Il Visore può essere uno **strumento ricreativo**, ma può essere efficace nella **stimolazione audiovisiva** e, grazie alla fisicità delle interazioni, nella **terapia occupazionale**.

Compatibilità con gli ambienti

Un Visore Meta può essere utilizzato sia in **posizione eretta** che da **seduti** e necessita a seconda della postura selezionata **uno spazio minimo (circa 2 metri quadrati)**, questo rende la Realtà Virtuale una piattaforma **vantaggiosa dal punto di vista dell'utilizzo dello spazio** e la rende **gestibile anche in ambiente domestico**.

Un paziente può quindi utilizzare il Visore e condurre la terapia dall'interno della sua stanza, un gruppo di pazienti può utilizzare i Visori all'interno della stessa stanza, sotto la supervisione di un solo terapeuta.

Sicurezza

La tecnologia della Realtà Virtuale è da anni utilizzata in diversi ambiti dell'apprendimento e del training in quanto **consente all'utente di svolgere in totale sicurezza simulazioni di attività e mansioni ad elevata fedeltà**.

Nel caso dei pazienti di SC Neuroriabilitazione l'applicazione consentirebbe non solo di **trovarsi virtualmente in un ambiente "diverso" dall'ospedale**, ma di maneggiare oggetti ed **interagire con gli ambienti in sicurezza**.

Personalizzazione dei visori e del setup

I visori **Meta** sono i più venduti e affermati attualmente sul mercato, questo ha favorito la produzione e diffusione di **accessori di terze parti** che per un moderato costo possono **rendere più comodo, più compatibile e più ergonomico il visore e adattarsi alle esigenze specifiche dell'utente**, esiste inoltre una serie di accessori che possono comunicare con il visore aggiungendo **opzioni di accessibilità** (ad esempio lenti prescrittive che si attaccano magneticamente all'interfaccia del visore, rimediando alla necessità di alcuni utenti di indossare occhiali da vista che potrebbero rovinare le lenti).

Questi fattori rendono quindi la piattaforma di Realtà Virtuale ottima a livello di inclusione.

Questi visori **integrano nel loro sistema alcune funzioni di personalizzazione e di accessibilità** come la distanza interpupillare (parlando di hardware) e la dimensione dei font e della luminosità (a livello di software).

Immersione e realismo

Una delle caratteristiche distintive dei visori VR è la **straordinaria capacità di immergere l'utente all'interno dell'esperienza e di renderla credibile**.

La presenza di una vista stereo e del comparto audio direzionale a 360° genera una **esperienza distinguibile dalla realtà ma fruibile in maniera estremamente naturale** e capace di coinvolgere attraverso i sensi in modo più profondo di un contenuto bidimensionale tipico degli schermi.

L'intenzione è di fare leva su questa capacità di immersione per **coinvolgere i sensi del paziente in modo più intenso e rendere più godibili gli aspetti di ripetitività** caratteristici di alcuni tipi di terapia riabilitativa.

Tipo di interazione

I visori VR, nel nostro caso specifico i Meta Quest, consentono di interagire con le esperienze e i contenuti in diversi modi, che comportano anche **diversi livelli di interazione fisica**, questa tecnologia può quindi essere sfruttata per generare sistemi di interazione che si adattano alle possibilità dell'utente.

L'applicazione INVENTA-MED prevede l'**uso dei controller come input principale**, i quali consentono una interazione di grande precisione e immediatezza e restituiscono un feedback tattile all'utente.

Interazione dall'esterno: L'applicazione prevede la possibilità di **interagire con l'esperienza dall'esterno, consentendo al personale medico** non solo di visionare in tempo reale quello che sta facendo il paziente, ma **di facilitare l'esperienza attraverso una serie di funzioni pensate per aumentare l'accessibilità dell'App.**

Ripetibilità delle esperienze

Una importante componente della terapia riabilitativa è rappresentata dall'elemento della **ripetizione**.

Una simulazione virtuale consente all'utente di **ripetere determinate azioni quante volte desidera** in sicurezza e senza il rischio di danneggiare gli oggetti o se stesso.

Piattaforma scelta e motivazioni

La piattaforma scelta per il progetto è il **Meta Quest**.

Attualmente i visori Meta della serie Quest sono non solo i **più diffusi**, ma anche i **più supportati a livello di aggiornamenti e fix**, inoltre vista la loro diffusione su vasta scala e il modello di marketing scelto da Meta, **sono attualmente prezzati in modo estremamente competitivo rispetto a quello che offrono.**

A queste già promettenti caratteristiche aggiungiamo una **qualità di costruzione dell'hardware ed una interfaccia utente di buon livello.**

L'importanza della componente emotiva

Sono stato introdotto all'importanza della componente emotiva nella terapia multisensoriale con un **aneddoto del Direttore del reparto di Neuroriabilitazione del CTO Torino Maurizio Beatrici**, l'aneddoto riguardava un paziente di reparto che risultava **non responsivo agli stimoli** durante le sessioni di terapia multisensoriale, quando questo paziente ha visto a schermo **l'immagine di una moto**, ha riconosciuto il soggetto e **restituito un forte feedback fisico.**

Il paziente è da sempre un amante dei motori ed un motociclista appassionato.

La componente emotiva ha il ruolo di **catalizzatore** quando si tratta di ottenere una reazione fisica ed emotiva dai pazienti in stato di inerzia, il riconoscimento di luoghi, ambienti, volti e contesti familiari è spesso una grande risorsa durante la terapia.

Uno degli **obiettivi** che mi sono posto durante la progettazione di INVENTA-MED è quello di **integrare la componente emotiva all'interno delle esperienze proposte** in modo personalizzato per tre pazienti ipotetici, le Personas.

Le esperienze proposte vogliono **appellarsi a questi tre pazienti ipotetici**, ma vogliono anche essere esperienze sufficientemente generiche da prestarsi all'utilizzo di tutti i pazienti.

Nel caso del progetto questa inclusione di una componente emotiva è stata risolta attraverso l'ambientazione e il tipo di attività proposte.

Coinvolgimento di corpo e mente

INVENTA-MED è una raccolta di esperienze pensate per la **stimolazione di diversi processi mentali e il coinvolgimento del corpo**, è dedicata una particolare attenzione al conferire una certa **elasticità alle esperienze** in un'ottica di accessibilità e di modulabilità del loro livello di difficoltà.

Coinvolgimento del corpo: Le attività sono organizzate in diverse fasi che coinvolgono diversi processi cognitivi, in tutte queste fasi è **previsto l'uso del corpo come input principale**: lo **spostamento** da un ambiente all'altro, la **raccolta** e lo **spostamento di oggetti virtuali** e la loro **manipolazione** vogliono fornire una simulazione semplificata ma sufficientemente realistica della loro controparte reale e stimolare la coordinazione viso-motoria e le **prassie** (12).

Accessibilità fisica: Nel caso in cui il paziente per qualunque ragione sia impossibilitato al movimento libero nell'ambiente della sperimentazione sono **previste alcune funzioni di accessibilità fisica che limitano o eliminano del tutto la necessità di camminare o di utilizzare gli arti inferiori**.

Queste funzioni di accessibilità comprendono la **modalità di spostamento alternativo "teleport"** (13) e il riposizionamento di oggetti necessari allo svolgimento delle attività.

Oltre a questo tipo di impostazioni è **prevista per l'operatore la possibilità di interagire in tempo reale** con l'esperienza da una apposita postazione dotata di un **computer collegato al visore**. L'operatore può far **ripetere o saltare specifici passaggi** dell'attività nel caso l'utente sia impossibilitato a svolgerli, **trasportare istantaneamente l'avatar virtuale del paziente nella posizione corretta, evidenziare oggetti chiave** per facilitarne la visione e **interrompere del tutto l'esperienza** nel caso l'utente necessiti di uscire dalla Realtà Virtuale.

Coinvolgimento della mente: Come verrà approfondito nel capitolo successivo le attività sono strutturate in modo da **coinvolgere in modo uniforme e variegato diversi processi cognitivi nel paziente**.

Il personale ha la possibilità di selezionare una singola componente delle attività da far eseguire al paziente nel caso ci fosse l'esigenza di porre particolare attenzione ad uno specifico processo cognitivo, allo stesso modo può far sì che l'utente salti o ripeta la componente.

Modulabilità delle esperienze: Le esperienze sono strutturate in modo da proporre una attività che nelle sue diverse fasi racchiuda sequenze di azioni che mirano ad attivare diversi processi cognitivi. Si vuole offrire un livello di **personalizzabilità delle esperienze** ove possibile: attraverso una interfaccia l'operatore sanitario può **personalizzare le singole attività rendendole più o meno semplici**, aumentando o diminuendo il numero di passaggi e/o la precisione fisica necessaria al completamento delle task (14), attivando un conto alla rovescia e altro ancora.

nota 12

Prassia: in neurologia, indica la capacità di compiere gesti in modo corretto, in funzione di un'intenzione e di uno specifico risultato

nota 13

Modalità teleport: sistema di movimento istantaneo presente nelle esperienze VR, non causa mal di mare.

nota 14

Task: il compito specifico di un programma applicativo, di una procedura o di una sequenza di istruzioni.

Alla base dell'applicazione: I processi cognitivi

L'applicazione INVENTA-MED propone delle attività di simulazione di attività di vita quotidiana composte da diverse fasi o task, ciascuna di queste fasi è pensata per **coinvolgere processi fisici e cognitivi**.

Le task proposte vogliono coinvolgere tutte le funzioni esecutive e stimolare la **coordinazione viso-motoria** e il consolidamento delle **prassie** (capacità di eseguire movimenti volontari complessi coordinati con automatismo).

Cosa sono le funzioni esecutive

“Le funzioni esecutive sono un **insieme di processi cognitivi che operano in modo coordinato per gestire le informazioni e le azioni necessarie per raggiungere uno scopo**. Si tratta di abilità di alto livello che richiedono la partecipazione di diverse aree cerebrali, in particolare la corteccia prefrontale, che è la parte più evoluta del cervello umano.”

(Anastasis, 2023)

Per il progetto ho proposto **cinque pacchetti di processi cognitivi basati sulle funzioni esecutive**, sono dei processi o insiemi di processi che si prestano particolarmente all'applicazione nel contesto della Realtà Virtuale e che riassumono i processi utili allo svolgimento di operazioni di vita quotidiana.

Le definizioni che seguono sono frutto di un lavoro coordinato con i professionisti sanitari con i quali mi sono interfacciato durante lo sviluppo del progetto.

Attenzione visuo-spaziale

Coinvolte nelle fasi di ricerca degli oggetti e osservazione ed orientamento all'interno degli ambienti virtuali e nella lettura/visione delle istruzioni.

Comprensione delle istruzioni

Processi coinvolti nella fase di lettura di testi di media complessità o ascolto delle istruzioni e nella traduzione e strutturazione delle informazioni in operazioni da compiere.

Memoria procedurale

Processi di immagazzinamento e di richiamo di informazioni pertinenti al bisogno.

Planning e Problem solving

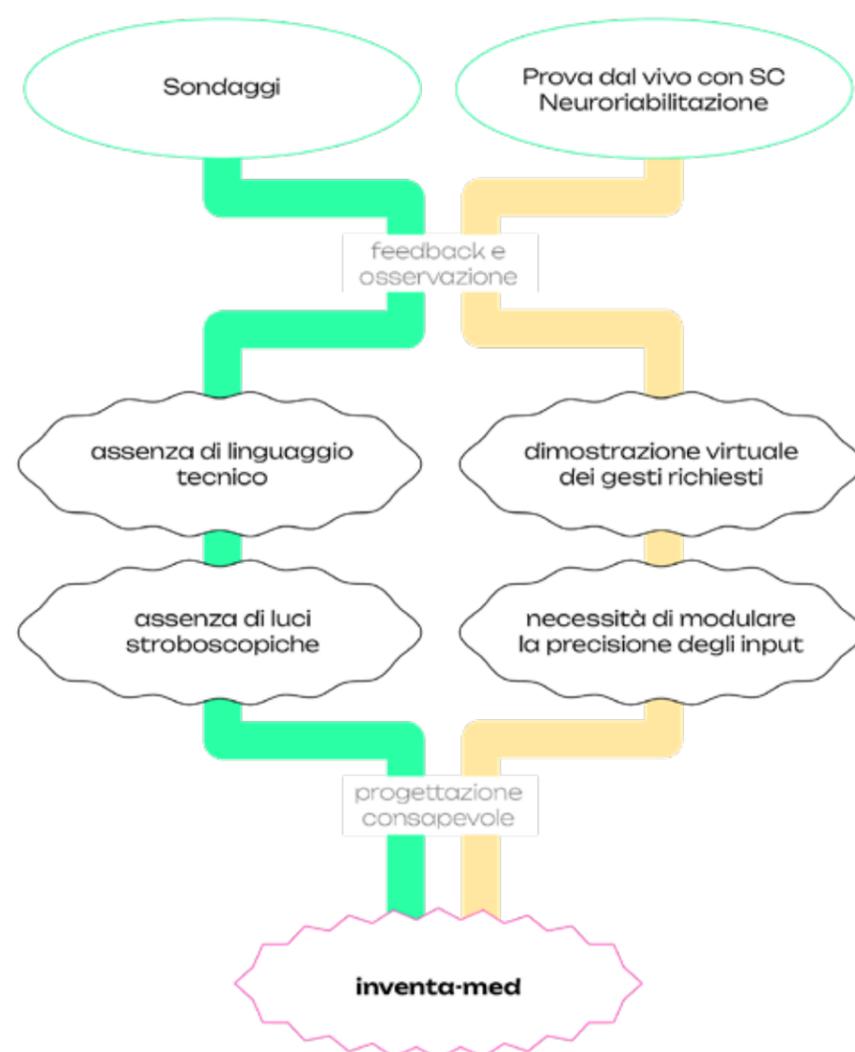
Processi che coinvolgono la previsione e la proiezione di azioni cronologicamente e logicamente connesse al fine di raggiungere un obiettivo e la risoluzione di problemi previsti o imprevisti.

Livello integrativo

Durante uno degli incontri sono stato introdotto dalle dottoresse al concetto di Livello integrativo, un **insieme di processi** che non rappresentano la competenza in un singolo processo cognitivo, ma la capacità di eseguirlo in combinazione ed interazione con gli altri: in poche parole di **sfruttare in modo coordinato e con un obiettivo i vari processi**.

Accessibilità per l'utente

Il lavoro di raccolta ed esplorazione dei requisiti utente e sistema è stato strumentale alla comprensione delle **difficoltà del pubblico nell'affacciarsi alle tecnologie VR**, diversi feedback mi hanno permesso di stilare un elenco di priorità da tenere a mente nello sviluppo della proposta.



Le interfacce all'interno dell'applicazione INVENTA-MED sono pensate per porre l'**accessibilità e la comprensibilità al centro**, con l'intenzione di permettere a utenti non avvezzi alla tecnologia e non esperti di terapia occupazionale di muoversi in autonomia tra le attività offerte.

Interazioni e realismo

Normalmente all'interno delle simulazioni in Realtà Virtuale è presente una **riproduzione realistica degli effetti della gravità**, questo contribuisce a rendere intuitive le interazioni fisiche con gli oggetti, i quali cadranno a terra in modo simile a come farebbe la controparte reale.

Questo tipo di interazione risulta in una **intuitività delle attività** di molto superiore ad interfacce bidimensionali, come quelle dei videogiochi tradizionali o dei programmi per computer, consentendo ad utenti completamente estranei alla tecnologia di fruire dei contenuti senza necessità di imparare comandi, interfacce e shortcuts.

Interfacce semplici

All'interno dell'applicazione sono presenti **interfacce con terminologia semplice, caratteri di grandi dimensioni** ed un sistema di impostazioni che guidano il paziente ed il personale all'avvio dell'esperienza senza problemi.

Durante le attività è richiesto l'uso del corpo, ci si aspetta dal paziente che svolga le task **utilizzando entrambe le braccia** e se consentito dalle dimensioni dell'ambiente cammini per raggiungere fisicamente le parti della stanza.

L'utente **utilizzerà i controller** e all'interno degli ambienti virtuali potrà **interagire con gran parte degli oggetti presenti nella scena** in maniera semplificata ma pur realistica.

La raccolta, combinazione e in generale l'interazione con gli oggetti sarà semplificata e un **pannello di impostazioni disponibile al personale medico consentirà di regolarne la precisione**. L'obiettivo è di **ammortizzare il più possibile le difficoltà dell'utente** mantenendo la gestualità naturale delle azioni da compiere.

Semplicità per il personale

Un elemento emerso durante l'incontro di persona con l'Equipe medica di SC Neuroriabilitazione è la **difficoltà nel personale ad interagire ed utilizzare la tecnologia VR** in quanto estranea al loro campo di competenza.

Per questa ragione è dedicata una **particolare attenzione sia alle interfacce visibili dall'utente che a quelle con le quali lavorerà il personale medico**, le quali saranno **prive di gergo tecnico** e saranno provviste di **spiegazioni e istruzioni esaustive** ove necessario.

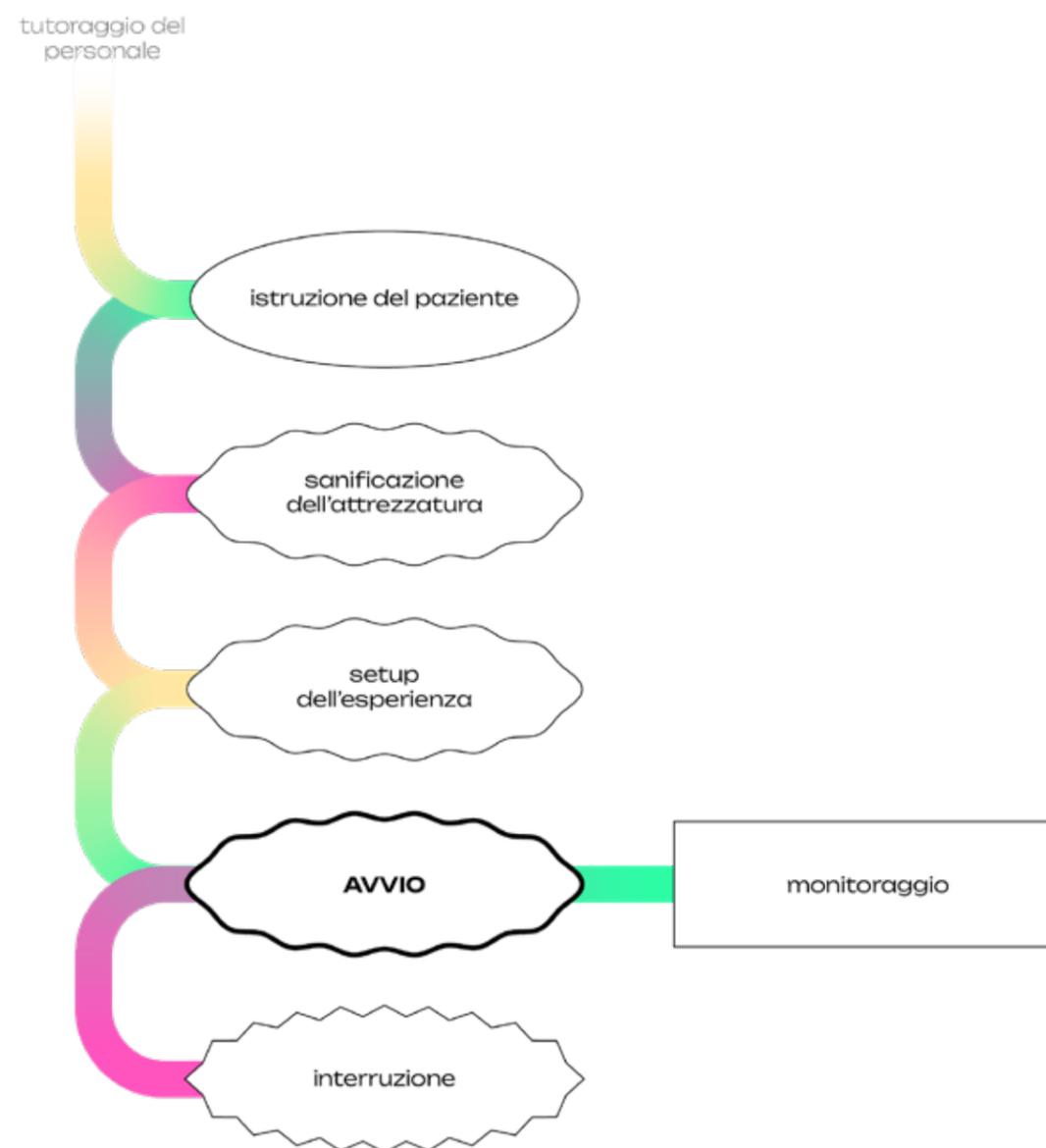
Controllo esterno

Una delle **esigenze evidenziate durante gli incontri** con l'Equipe è quella di **consentire al personale medico di interagire con l'esperienza** condotta dal paziente e di intervenire in caso di malessere o reazione avversa.

L'applicazione INVENTA-MED prevede la **possibilità di collegare il visore ad un computer e attraverso un software apposito** sviluppato in compatibilità completa con l'applicazione per interagire in tempo reale con l'attività condotta dal paziente per assicurare la miglior qualità possibile della terapia.

Preparazione all'esperienza: una guida pratica

Quanto segue rappresenta i passaggi principali che portano all'utilizzo sicuro e corretto dell'applicazione INVENTA-MED.



Tutoraggio iniziale del personale e preparazione dell'ambiente.

La Realtà Virtuale è una **tecnologia ancora poco diffusa**, specialmente negli ambienti ospedalieri, e dal funzionamento molto complesso. Un uso scorretto dei visori e delle esperienze in VR può **causare sconforto all'utente** e rendere **impossibile o difficoltosa la fruizione delle applicazioni**.

Per questo motivo una **sessione di formazione del personale medico** è il primo passaggio verso un'integrazione efficace della tecnologia nella terapia riabilitativa.

Sanificazione dell'attrezzatura

Il visore VR è un **dispositivo ad alto contatto con la pelle** dell'utente, sia il cuscino che si appoggia al volto durante l'utilizzo che i controller sono **punti di contatto** sui quali possono accumularsi batteri, per questo motivo prima e dopo ogni utilizzo di un visore condiviso occorre **utilizzare prodotti sanificanti approvati** per l'uso ospedaliero.

Setup dell'esperienza

Prima di sottoporre il paziente all'esperienza è bene:

- Assicurarsi di aver impostato una corretta IPD (distanza tra le pupille)
- Avere a disposizione una sedia girevole nel caso l'utente preferisca eseguire le attività da seduto
- Disporre di condizioni di luce sufficientemente buone all'interno della sala
- Spiegare in anteprima quali saranno le attività da svolgere e in che modo sarà richiesto di interagire al paziente
- Assicurarsi che sia il visore che i controller ed il computer funzionino correttamente
- Regolare il visore in modo che sia saldo e comodo per il paziente

Avvio dell'esperienza e monitoraggio

Durante l'esperienza il personale medico deve sia **monitorare lo stato emotivo che quello fisico del paziente**, assicurandosi che non subentrino sintomi come nausea, panico e vertigini.

In fase di svolgimento delle task il personale può osservare attraverso lo schermo del computer il **comportamento del paziente nell'ambiente virtuale e fornire aiuto** verbale o fisico nel caso sia necessario.

N.B.: È buona pratica non superare la durata di 15-20 minuti durante le prime esposizioni alla realtà virtuale, solo una volta sviluppata una certa dimestichezza da parte del paziente è possibile aumentare il tempo di esposizione.

Interruzione dell'esperienza

Al termine della terapia o in caso di richiesta da parte del paziente il personale può avvicinarsi e, dopo aver avvisato, rimuovere il visore reggendolo sia dalla parte frontale che dal cinturino posteriore.

Le Personas

Le personas svolgono un ruolo fondamentale all'interno di un progetto, fungendo da **rappresentazioni fittizie di utenti reali**. L'obiettivo principale delle personas è quello di fornire una comprensione approfondita delle **esigenze**, dei **comportamenti** e delle **aspettative degli utenti finali**. Queste figure consentono di sviluppare **soluzioni mirate e orientate all'utente**. Le personas aiutano prendere decisioni informate sulla progettazione e sulle funzionalità di prodotti, servizi e applicazioni.

Per questa proposta progettuale **ho realizzato tre personas**, ciascuna vuole rappresentare un **plausibile utente dell'applicazione INVENTA-MED**. Le personas presentano delle **condizioni mediche tra quelle più trattate all'interno del reparto di Neuroriabilitazione** del CTO, le patologie associate alle personas sono inoltre alcune delle patologie e **condizioni che più potrebbero giovare di una terapia occupazionale** in VR.

N.B.: Le patologie associate alle personas qui proposte sono state reputate compatibili con l'uso dell'applicazione dall'equipe medica di SC Neuroriabilitazione.



1_Paola

Paola è una persona sempre positiva, ama prendersi cura del suo giardino e curarsi della sua casa. Nella vita è stata una insegnante di Storia del Cinema, da sempre appassionata di film. Da pochi anni diventata nonna, a causa di una ischemia Paola è stata ricoverata nel reparto di Neuroriabilitazione de Le Molinette. Le sue condizioni promettono un buon recupero, ma le occorre una terapia farmacologica e della riabilitazione.

- ✚ **Età:** 67
- ✚ **Condizione medica:** dopo l'ischemia Paola sta sperimentando una perdita di coordinazione motoria nel lato destro del suo corpo, anche la sua capacità di concentrarsi e la sua memoria hanno subito un danno.
- ✚ **Occupazione:** pensionata
- ✚ **Stato:** sposata
- ✚ **Residenza:** Chivasso
- ✚ **Passioni:** giardinaggio, cucina, guardare film e serie TV
- ✚ **Personalità:** propositiva, amante del relax, ama fare le cose per gli altri, amante della cucina e del buon cibo
- ✚ **Obiettivi:** dopo la malattia le piacerebbe godersi alcuni anni di indipendenza e tornare a cucinare per i suoi nipoti.
- ✚ **Bisogni:** Paola necessita di esercitarsi nell'uso della memoria e del ragionamento e di migliorare le condizioni del tono muscolare e la sua coordinazione motoria attraverso esercizi ripetuti dall'intensità crescente fino a un miglioramento consistente.
- ✚ **Frustrazioni:** Paola ha perso la capacità di cucinare autonomamente e generalmente di interagire con precisione con gli oggetti, questo le causa una notevole frustrazione in quanto non è attualmente in grado di ritornare alla sua indipendenza, si sente distratta e smemorata e le sembra di non avere più il controllo sulla sua vita.
- ✚ **Esperienza con la VR:** Paola non ha mai sentito parlare della Realtà Virtuale o di visori, ma sa che i suoi nipoti usano i videogiochi tutto il giorno.



3_Carmen

Carmen è una sofisticata signora che si è trasferita dopo una lunga carriera da dirigente di una piccola azienda in una villa della collina Torinese, per allontanarsi dal caos della città restando vicina alla figlia ed ai nipoti. Adora qualsiasi forma d'arte, in modo particolare la musica classica e la pittura, si è da sempre diletta nel rilassante hobby dell'acquerello. Qualche anno fa ha scoperto di soffrire di Parkinson, i medici le hanno parlato di una serie di approcci che possono ridurre i sintomi della malattia, tra i quali la terapia occupazionale. Carmen è stata poi selezionata per partecipare ad una innovativa terapia che sfrutta la Realtà Virtuale.

- ✦ **Età:** 77
- ✦ **Condizione medica:** Carmen soffre di Parkinson e ha iniziato da qualche anno a sentirne in modo più marcato i sintomi.
- ✦ **Occupazione:** pensionata
- ✦ **Stato:** vedova
- ✦ **Residenza:** Cavoretto
- ✦ **Passioni:** lettura, musica classica e arte, dipingere.
- ✦ **Personalità:** eccentrica ed estroversa, da sempre aperta a provare nuove esperienze.
- ✦ **Obiettivi:** Carmen vorrebbe rallentare il decorso della malattia, restando più a lungo possibile capace di dipingere e di creare. Ha inoltre bisogno di mantenere il tono muscolare e di fare movimento.
- ✦ **Bisogni:** Carmen necessita di una terapia che alleni la sua mente per diverse ore al giorno, a causa dell'età il suo tono muscolare è carente e svolgere attività di vita quotidiana come cucinare e passeggiare sarebbe positivo per la sua salute.
- ✦ **Frustrazioni:** Carmen da qualche anno non è più in grado di fare passeggiate sullo sterrato e di fare lunghe commissioni da sola, tende a stancarsi presto e non dipinge più a causa di tremori e bassa coordinazione degli arti.
- ✦ **Esperienza con la VR:** Carmen non ha familiarità con la tecnologia se non per il cellulare che le ha preso la figlia.

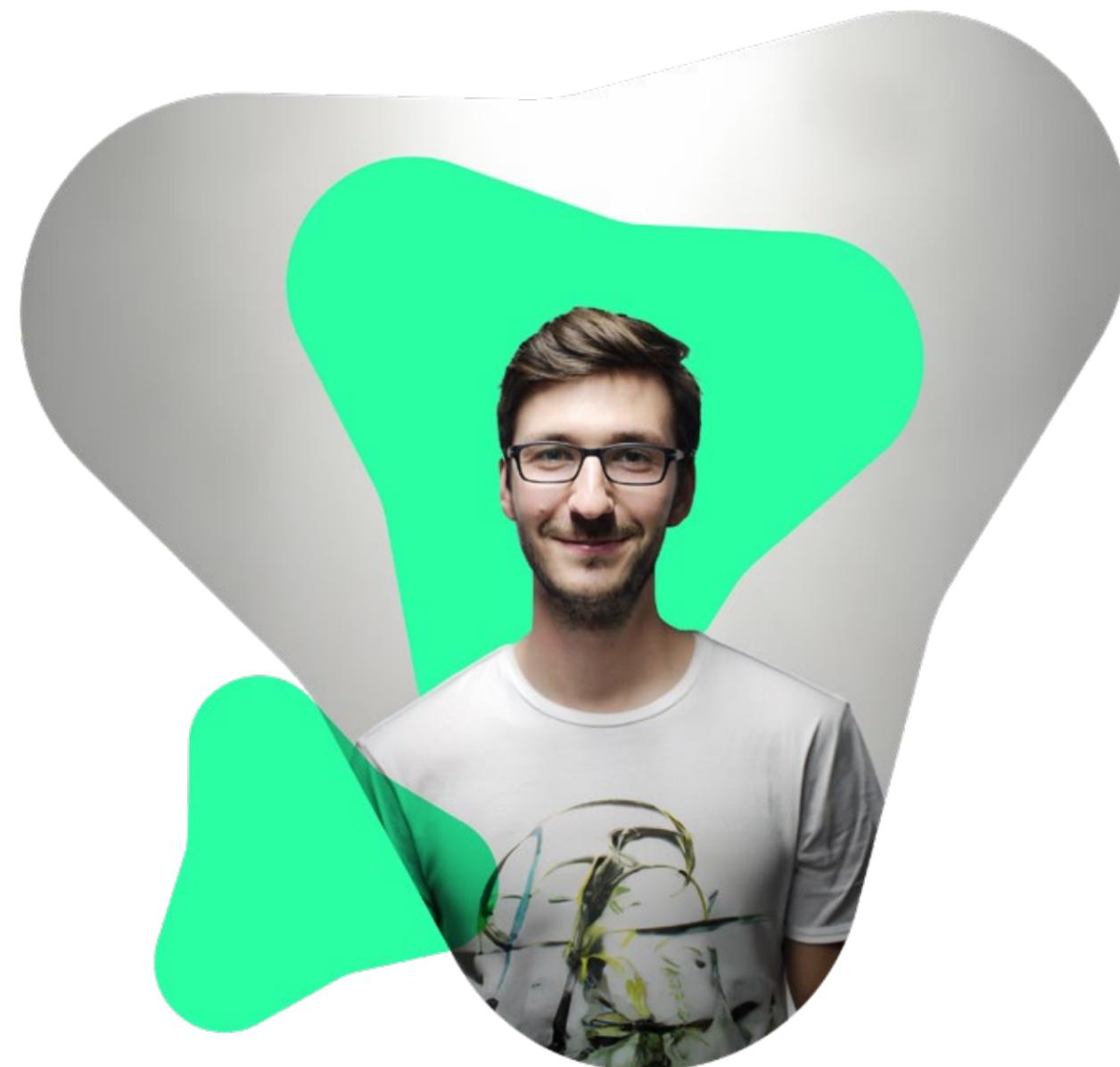


2_Sergio

Sergio è un ragazzo timido, ma con molte passioni e molti amici. Dopo aver finito mal volentieri gli studi ha trovato un lavoro come fattorino che gli permette di dedicare molto tempo a fumetti, videogiochi e alla sua più grande passione: la sua moto.

Un giorno, durante una sessione di moto-cross in compagnia dei suoi amici è caduto sbattendo la testa, fortunatamente il casco gli ha salvato la vita e i soccorsi sono stati tempestivi grazie all'intervento dei suoi amici, oggi la sua salute è fuori pericolo, ma necessita di una lunga riabilitazione.

- ♥ **Età:** 33
- ♥ **Condizione medica:** dopo una caduta in moto Sergio ha riportato delle lesioni cerebrali traumatiche, che gli hanno procurato sintomi come confusione, perdite di memoria temporanea e problemi di coordinazione motoria
- ♥ **Occupazione:** fattorino
- ♥ **Stato:** fidanzato
- ♥ **Residenza:** Torino
- ♥ **Passioni:** motori, videogiochi e cibo giapponese
- ♥ **Personalità:** ansioso, autoironico, altruista e mansueto, ama la tecnologia, i videogiochi e la sua moto.
- ♥ **Obiettivi:** tornare al più presto a lavorare e ritrovare la coordinazione motoria necessaria per giocare ai videogiochi insieme ai suoi amici.
- ♥ **Bisogni:** Sergio necessita di una terapia riabilitativa per ritrovare la coordinazione motoria danneggiata dall'incidente. Gli è stato anche consigliato di esercitare la memoria e tenere la mente attiva per favorire il pieno recupero delle facoltà mentali.
- ♥ **Frustrazioni:** Sergio sente la mancanza dei suoi colleghi di lavoro, con i quali ha un buon rapporto, dei suoi amici e dei suoi videogiochi. L'incidente lo ha spaventato ed è combattuto sul fatto di continuare ad andare in moto.
- ♥ **Esperienza con la VR:** Sergio conosce la tecnologia della VR perché è un amante della tecnologia e del videogioco, alcune volte va a casa di un suo amico che lo ha e prova i nuovi titoli.



Le attività

Sono proposte **tre attività fruibili attraverso l'applicazione**, ciascuna pensata per catturare un **ambiente, una attività o un tema emotivamente rilevanti per una singola personas**.

Possiamo dire che ogni attività sia pensata per uno dei tre soggetti descritti, ma che sia contemporaneamente **applicabile ad una vasta sezione di pazienti**.

Ogni attività è situata in un **ambiente virtuale stilizzato differente**, all'interno dell'ambiente sono presenti numerosi **oggetti tridimensionali** con i quali il paziente può interagire utilizzando i controller. Nell'ambiente virtuale è presente una **gravità simulata simile a quella del mondo reale**, per rendere le **interazioni più naturali**.

Per ogni ambiente è prevista una **attività che il paziente deve portare a termine**, composta di diverse task minori. L'obiettivo di queste simulazioni è di attivare una serie di **processi cognitivi** e stimolare la **coordinazione motoria**, oltre che migliorare il tono muscolare.

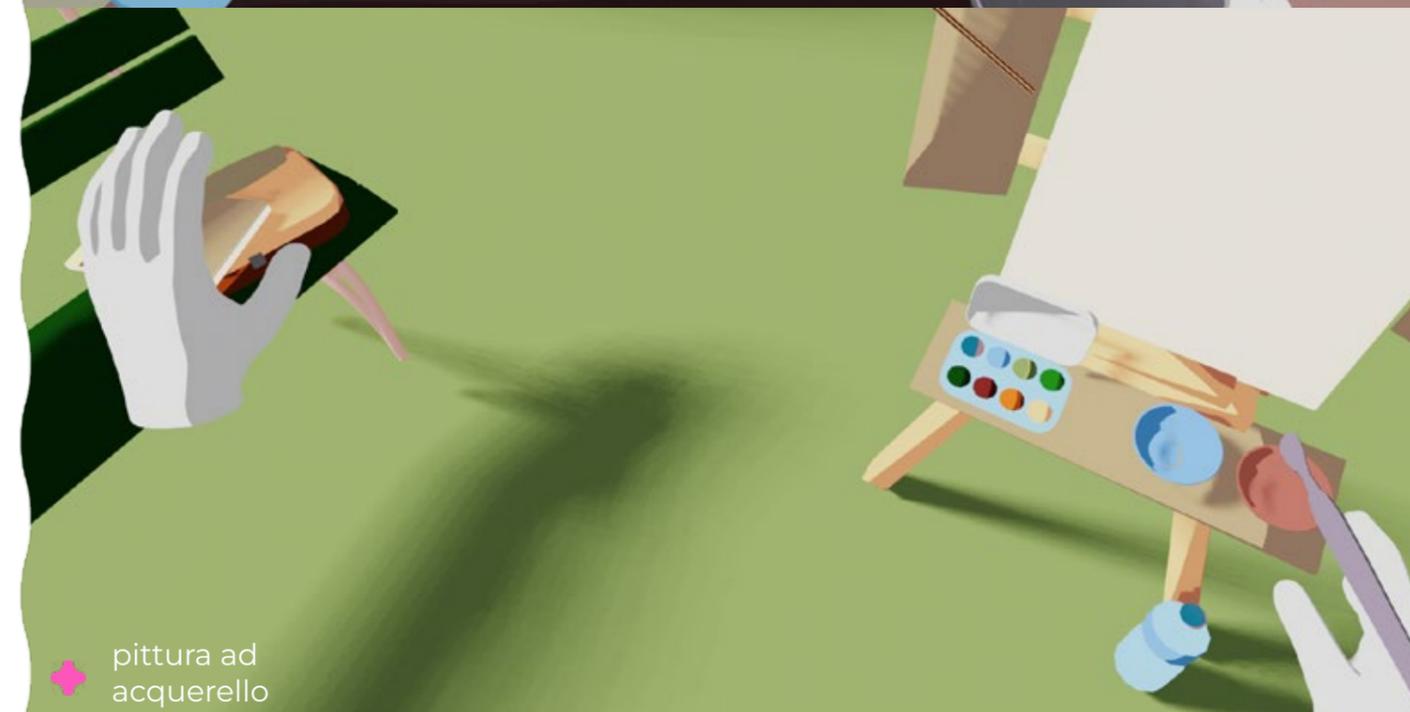
Queste prime attività sono pensate per le personas descritte, ma l'obiettivo è **sviluppare nel tempo una libreria di simulazioni** che possano essere emotivamente rilevanti per un grande numero di pazienti, si è quindi scelto di iniziare da **ambiti e passioni diffuse**.

Condizioni di fallimento

Ogni attività ha un suo **principale obiettivo** che il paziente dovrà portare a termine attraverso una serie operazioni, ciascuna di queste mansioni **prevede una condizione di fallimento** che notificherà l'utente e offrirà la **possibilità di cominciare da capo o dal passaggio precedente**, alcune di queste condizioni di fallimento saranno trascurabili su scelta del personale medico.



preparazione di una torta



pittura ad acquerello



lavaggio di una automobile

Ambiente domestico: preparazione di una torta

Una **simulazione virtuale situata in un ambiente domestico**. L'utente è incaricato di **realizzare una torta** attraverso alcuni passaggi e gesti semplificati.



render realizzato con blender

🌟 Attività 1: per chi è pensata

L'esperienza è pensata per appellarsi a quelle persone che apprezzano gli ambienti domestici e la cucina, l'**ambiente accogliente e statico** vuole generare una sensazione di tranquillità ed allegria.



🌟 Movimento richiesto

L'esercitazione coinvolge il **movimento del corpo intero**: le interazioni avvengono tramite **movimento degli arti superiori** e delle **mani**, sono opzionali spostamenti all'interno di un ambiente ampio in quanto è presente la **modalità teleport**.

- Apertura e chiusura coordinata delle mani
- Rotazione dei polsi
- Movimento rapido del braccio (scuotere)
- Sollevamento delle braccia
- Movimento simultaneo e coordinato di braccia e mani
- Camminata (opzionale)

🌟 Ambientazione, props (15)

nota 15

Prop:
oggetto di scena (in questo caso virtuale)

La simulazione si svolge all'interno di una stanza all'interno della quale si ha una cucina, un tavolo ed elementi d'arredo. L'ambiente è ricco di props con i quali l'utente può interagire afferrandoli e lanciandoli, ad esempio, ma solo gli oggetti pertinenti all'attività offrono interazioni ulteriori.

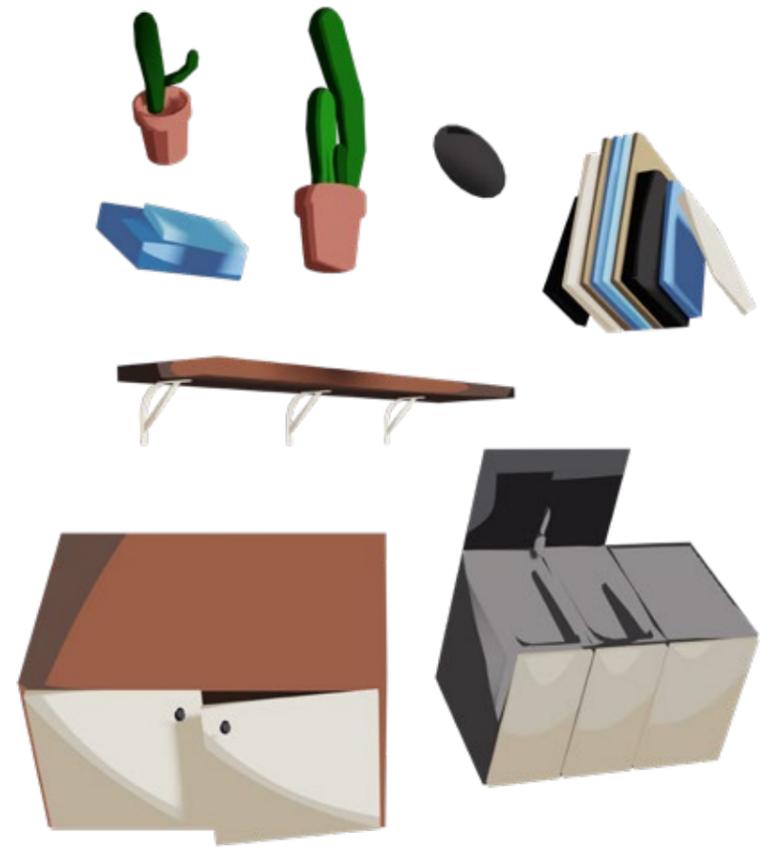
Strumenti e oggetti interattivi:

Qui sono visualizzati alcuni degli strumenti che l'utente ha a disposizione durante la simulazione: attraverso l'uso di questi strumenti l'utente porterà a termine le varie task, questi oggetti sono afferrabili, lanciabili, ed interagiscono tra di loro in modo specifico.



Oggetti decorativi:

Sono oggetti con i quali l'utente può interagire liberamente ma che non servono a portare avanti la simulazione. Questi oggetti hanno lo scopo di creare una ambientazione familiare e accogliente.



Oggetti interattivi:

Sono oggetti coerenti con l'ambientazione che l'utente utilizzerà durante la simulazione, questi oggetti svolgono determinate azioni che l'utente deve saper gestire per arrivare all'obiettivo.



Task e svolgimento

1- inizio dell'esperienza: introduzione e istruzioni

L'utente si trova all'interno dell'**ambiente domestico virtuale**, una **voce registrata impartisce le istruzioni** all'utente, presentando i compiti che lo aspettano. Una **lavagnetta** a muro riporta le informazioni più rilevanti per la fase attuale dell'attività.

Processi cognitivi coinvolti

Prevalentemente i processi di **Attenzione visuo-spaziale**, **comprensione delle istruzioni** e di **memoria procedurale**, **livello integrativo**.

Possibilità di personalizzazione

Il personale medico può stabilire se fornire a voce le istruzioni o se attivare le istruzioni pre-registrate interne all'applicazione. Il personale medico può stabilire se visualizzare sulla lavagnetta le istruzioni e gli elenchi o meno, per imporre un esercizio di memorizzazione.

2- reperimento degli ingredienti

L'utente è **libero di interagire con gli oggetti** virtuali, di aprire ante, frigorifero e cassetti. Il compito dell'utente è prendere **uova, farina, burro, zucchero, lievito, latte, cioccolato e cacao**.

Una volta reperiti gli ingredienti (i quali possono trovarsi in luoghi diversi da una simulazione all'altra) l'utente è tenuto ad appoggiarli su un tavolo in una **zona segnalata da un cerchio luminoso**.

Processi cognitivi coinvolti

Prevalentemente i processi di **memoria procedurale** e di **planning e problem solving**, **livello integrativo**.

Possibilità di personalizzazione

Il personale medico può impostare qual'è il livello di precisione degli **input** richiesto, in modo da facilitare le interazioni, può de-

cidere se occorre tenere gli oggetti stretti in mano o se l'oggetto viene raccolto e rilasciato con un solo clic.

Il personale può decidere di posizionare in parte o del tutto gli ingredienti sul tavolo per modulare la **complessità** e la **durata** dell'attività.

Il personale può decidere di attivare un **timer** che impone un lasso di tempo entro il quale svolgere questo step.

Il personale può decidere di saltare questo passaggio e di avere gli ingredienti già sul tavolo.

3- reperimento degli strumenti

All'utente viene richiesto di reperire alcuni strumenti: un **cucchiaino misuratore, un coltello, una bacinella, una pirofila e una frusta**.

Questi oggetti vanno appoggiati al tavolo insieme agli ingredienti, all'interno di una **zona circolare segnalata da un cerchio luminoso**.

Condizioni di fallimento

- (Opzionale) Tempo scaduto
- Caduta della pirofila in vetro

Processi cognitivi coinvolti

Prevalentemente i processi di **memoria procedurale** e di **planning e problem solving**, **livello integrativo**.

Possibilità di personalizzazione

Il personale medico può impostare qual'è il **livello di precisione** degli **input** richiesto per l'interazione con gli oggetti, può decidere se occorre tenere gli oggetti stretti in mano o se l'oggetto viene raccolto e rilasciato con un solo clic.

Il personale può decidere di attivare un **timer** che impone un lasso di tempo entro il quale svolgere questo passaggio.

Il personale può decidere di posizionare in parte o del tutto gli strumenti sul tavolo per **modulare la complessità e la durata** dell'attività.

4- manipolazione e combinazione degli ingredienti

All'utente viene richiesto di eseguire alcuni passaggi di manipolazione e combinazione degli ingredienti che ha appena raccolto.

- Aprire con due mani il pacchetto della farina per poi afferrarlo da sotto e versare il contenuto nella bacinella scuotendo la mano. Aprire con due mani il contenitore del cacao svitando il tappo per poi afferrarlo da sotto e versare il contenuto nella bacinella scuotendo la mano.
- Aprire con due mani il pacchetto dello zucchero, afferrare il cucchiaino misuratore e versarne una cucchiata nella bacinella.
- Aprire con due mani la busta di lievito e strappare la parte superiore per versare il contenuto nella bacinella.
- Aprire la busta del burro, afferrare il coltello e tagliarne dei cubi da mettere nella bacinella.
- Afferrare un uovo con due mani, farlo battere contro il bordo della bacinella, separare le mani e quindi le due metà per versare il contenuto nella bacinella.
- Aprire con due mani il pacchetto di cioccolato, estrarre la barretta, usare entrambe le mani per spezzarne un cubetto da versare nella torta. Ripetere a piacere.
- Aprire la confezione di latte con due mani per poi afferrarla da sotto e versare parte del contenuto nella bacinella.
- Afferrare con una mano la bacinella e con l'altra la frusta per mescolare il contenuto fino a quando non sarà un impasto dal colore omogeneo.
- Afferrare la busta del burro e infilzare un cubetto con il coltello, spalmare poi il cubetto nella pirofila.
- Afferrare la bacinella e versare il contenuto nella pirofila.
- Prendere la pirofila e portarla verso il forno mantenendola in posizione orizzontale.
- Aprire lo sportello del forno con una mano e con l'altra appoggiare la teglia sulla griglia.
- Chiudere lo sportello e regolare con le manopole il tempo e la temperatura.
- Prendere gli strumenti utilizzati e posarli nel lavandino, aprire il rubinetto fino a quando non si riempie fino a $3/4$ la vasca.
- Al suono della sveglia del forno spegnere le resistenze e aprire lo sportello.

Condizioni di fallimento

- (Opzionale) Tempo scaduto
- Versamento della farina/cacao/lievito/uovo/zucchero/latte fuori dalla bacinella
- Versamento di più di metà del latte nella bacinella
- Versamento di più di un cubetto di burro fuori dalla pirofila o dalla bacinella
- Versamento di più di metà del cioccolato fuori dalla bacinella o della pirofila
- Versamento dell'impasto fuori dalla bacinella o dalla pirofila
- Rottura della pirofila
- Riempimento del lavandino oltre i $3/4$
- Cottura della torta oltre l'allarme del forno

Processi cognitivi coinvolti

Durante queste fasi sono **coinvolti tutti e cinque i pacchetti di processi cognitivi sopracitati**.

Attenzione visuo-spaziale per la ricerca ed il riconoscimento degli oggetti, **comprensione delle istruzioni** per la regolazione delle quantità di ingredienti ed i tempi di cottura, **memoria procedurale** per la manipolazione corretta degli strumenti, **planning e problem solving** per la manipolazione e l'uso in ordine corretto degli strumenti, livello integrativo per il coordinamento di tutti i gesti.

Possibilità di personalizzazione

Il personale può **saltare o ripetere qualsiasi step**

Il personale può **ignorare una o più condizioni di fallimento**

Il personale medico può impostare qual'è il **livello di precisione** degli **input** richiesto per l'interazione con gli oggetti, può decidere se occorre tenere gli oggetti stretti in mano o se l'oggetto viene raccolto e rilasciato con un solo clic.

Il personale può decidere di attivare un **timer** che impone un lasso di tempo entro il quale svolgere questo step.

Ambiente naturale: pittura di un dipinto ad acquerello

Una simulazione virtuale situata in un **ambiente naturale**, un bel vedere all'aperto con la vista sul mare. L'utente è invitato a **realizzare un dipinto con acquerello**.



render realizzato con blender

✦ Attività 2: per chi è pensata

L'esperienza è pensata per appellarsi a persone che apprezzano la pittura, l'arte e il rigenerante atto di creare. L'**ambiente è poetico e rilassante**, suoni naturali accompagnano l'attività mentre è possibile osservare il tramonto all'orizzonte.



✦ Movimento richiesto

L'esercitazione coinvolge il **movimento del corpo intero**: le interazioni avvengono tramite **movimento degli arti superiori** e delle mani, sono opzionali spostamenti all'interno di un ambiente ampio in quanto è presente la **modalità teleport**.

- Apertura e chiusura coordinata delle mani
- Rotazione dei polsi
- Movimento rapido del braccio (scuotere)
- Sollevamento delle braccia
- Movimento simultaneo e coordinato di braccia e mani
- Camminata (opzionale)
- Piegamento delle gambe (opzionale)

✦ Ambientazione, props

La simulazione si svolge in un ambiente naturale aperto. L'ambiente è ricco di props con i quali l'utente può interagire afferrandoli e lanciandoli, ma solo gli oggetti pertinenti all'attività offrono interazioni ulteriori.

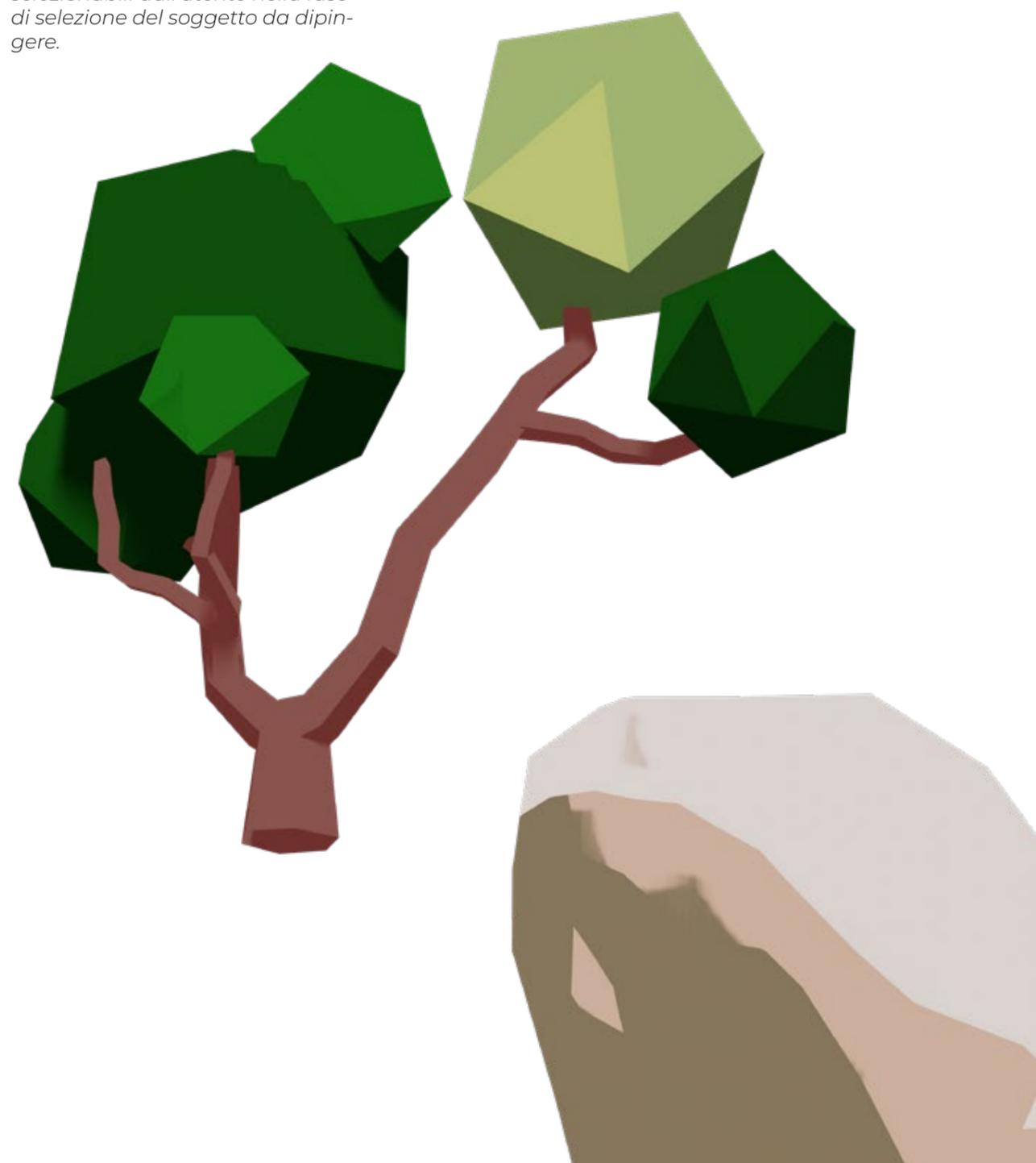
Strumenti e oggetti interattivi:

Qui sono visualizzati alcuni degli strumenti che l'utente ha a disposizione durante la simulazione: attraverso l'uso di questi strumenti l'utente porterà a termine le varie task, questi oggetti sono afferrabili, lanciabili, ed interagiscono tra di loro in modo specifico.



Oggetti decorativi:

In questo ambiente naturale sono presenti alcuni oggetti privi di interazione che hanno la funzione di creare un ambiente panoramico naturale. Questi oggetti sono selezionabili dall'utente nella fase di selezione del soggetto da dipingere.



✦ Task e svolgimento

✦ 1- inizio dell'esperienza: introduzione e istruzioni

L'utente si trova in prossimità di una panchina in un ambiente naturale all'aperto in un belvedere davanti al mare, una **voce registrata impartisce le istruzioni** all'utente, presentando i compiti che lo aspettano. Un **foglio appoggiato alla panchina** riporta le informazioni più rilevanti per la fase attuale dell'attività.

Processi cognitivi coinvolti

Prevalentemente i processi di **Attenzione visuo-spaziale, comprensione delle istruzioni** e di **memoria procedurale, livello integrativo**.

Possibilità di personalizzazione

Il personale medico può stabilire se **fornire a voce** le istruzioni o se attivare le istruzioni **pre-registrate** interne all'applicazione. Il personale medico può stabilire se visualizzare sul foglio di carta le istruzioni e gli elenchi o meno, per imporre un esercizio di memorizzazione.

✦ 2 - Reperimento degli strumenti

In questo passaggio l'utente è invitato a reperire e preparare la strumentazione, dovrà quindi:

- Aprire la valigetta che si trova sulla panchina premendo simultaneamente con entrambe le mani i due bottoni ai lati.
- Estrarre il raccoglitore di fogli, la bottiglietta d'acqua, la tavolozza dei colori, la carta assorbente, un astuccio, due ciotole ed il cavalletto pieghevole. Nella valigetta ci sono tanti oggetti che non servono per l'esercitazione, l'utente dovrà quindi trovare il necessario scartando ciò che non è richiesto per il completamento dell'attività.

Sul foglio di carta appoggiato alla panchina appare una lista degli strumenti da raccogliere.

✦ Condizioni di fallimento

-(Opzionale) Tempo scaduto

✦ Processi cognitivi coinvolti

Prevalentemente i processi di **Attenzione visuo-spaziale**, e di **comprensione delle istruzioni, livello integrativo**.

✦ Possibilità di personalizzazione

Il personale può decidere di attivare un **timer** che impone un lasso di tempo entro il quale svolgere questo step.

Il personale può decidere se all'interno della valigetta ci saranno **oggetti estranei** o esclusivamente gli strumenti necessari.

Il personale medico può impostare qual'è il **livello di precisione** degli **input** richiesto per l'interazione con gli oggetti, può decidere se occorre tenere gli oggetti stretti in mano o se l'oggetto viene raccolto e rilasciato con un solo clic.

Il personale può decidere di **posizionare in parte o del tutto gli strumenti sul cavalletto** per modulare la complessità e la durata dell'attività.

✦ 3 - Preparazione della strumentazione

Ora che l'utente ha reperito gli strumenti avviene la fase più complessa: l'utente viene **istruito allo svolgimento dei seguenti passaggi** attraverso indicatori tridimensionali ed una voce pre-registrata.

- Per prima cosa l'utente deve afferrare il cavalletto pieghevole, il quale necessita dell'interazione a due mani per essere completamente aperto.
- L'utente poggia il cavalletto all'interno di un'area sul pavimento delimitata da un segnale luminoso, il cavalletto è provvisto di una serie di sostegni che consentiranno all'utente di appoggiare tutti gli strumenti dei quali avrà bisogno per la realizzazione dell'opera. Nei passaggi successivi l'utente dovrà:
- Separare usando due mani le due ciotole e appoggiarle al supporto del cavalletto dalla forma compatibile.
- Usando una mano per tenere la bottiglia ed una mano per svitare il tappo, versare acqua nelle ciotole fino al segno colorato.
- Aprire il raccoglitore della carta e strappare un foglio, appoggiandolo poi al cavalletto.

- Aprire con due mani l'astuccio dei pennelli ed estrarre tre pennelli, appoggiandoli al supporto del cavalletto.
- Aprire la tavolozza dei colori ed appoggiarla all'apposito supporto sul cavalletto.
- Chiudere la valigetta.

N.B.: Se lo strumento non viene appoggiato al posto sul cavalletto predefinito non si "aggancerà" ad esso e cadrà a terra.

✦ Condizioni di fallimento

- (Opzionale) Tempo scaduto
- L'utente versa troppa acqua in una delle due ciotole

✦ Processi cognitivi coinvolti

Durante queste fasi sono **coinvolti tutti e cinque i pacchetti di processi cognitivi sopracitati**.

Attenzione visuo-spaziale per la ricerca ed il riconoscimento degli oggetti, **comprensione delle istruzioni** per la regolazione delle quantità di acqua e per la deposizione di pittura sulla tela, **memoria procedurale** per la manipolazione corretta degli strumenti, **planning e problem solving** per la manipolazione e l'uso in ordine corretto degli strumenti, **livello integrativo** per il coordinamento di tutti i gesti.

✦ Possibilità di personalizzazione

Il personale può decidere **se e quanti strumenti far trovare pronti** sul cavalletto per modulare la difficoltà dell'esercizio.

Il personale può decidere di attivare un **timer** che impone un lasso di tempo entro il quale svolgere questo step.

Il personale può decidere qual'è il **livello di tolleranza** del software per quanto riguarda la quantità d'acqua all'interno delle ciotole.

Il personale può decidere di saltare o far ripetere questo passaggio.

✦ 4 - Scelta del soggetto

A seconda del tipo di attività scelta dal personale medico, il paziente potrà **selezionare un soggetto** da disegnare presente nella scena, oppure potrà **dipingere liberamente** senza riferimenti e guide.

Nel primo caso:

- Il colore della scena diventa momentaneamente in bianco e nero fatta eccezione per alcuni soggetti presenti, i quali rimarranno a colori. L'utente può indicare il soggetto che desidera dipingere e con la pressione del grilletto del controller selezionarlo. Il soggetto indicato mostrerà un **outline (16)** luminoso.

I soggetti disponibili sono:

- Un gatto che dorme
- Un albero
- Un insieme di nuvole dalla forma particolare
- Una macchina parcheggiata lì vicino
- Dei cespugli carichi di frutti rossi
- Il mare

✦ Processi cognitivi coinvolti

Prevalentemente i processi di **planning e problem solving, livello integrativo**.

In questa fase dell'attività si vuole dare spazio alla capacità dell'utente di **decidere liberamente**.

✦ Possibilità di personalizzazione

Il personale può compiere la decisione al posto del paziente ed avviare quindi un determinato dipinto.

✦ 5 - Dipinto del soggetto

Una volta selezionato il soggetto dal paziente o dal personale, una **guida a matita** apparirà sul foglio di carta.

L'utente a quel punto dovrà:

- Afferrare un pennello della dimensione desiderata (grande, medio e fine)

nota 16

Outline:
termine che indica il contorno, la sagoma di un oggetto.

- Intingere il pennello nella ciotola dell'acqua pulita.
- Appoggiare la punta del pennello sul colore desiderato della tavolozza e fare un leggero movimento per mescolare il colore e l'acqua.
- Appoggiare la punta del pennello al foglio di carta e muoverlo restando il più possibile all'interno delle guide a matita. Il pennello si scaricherà dal colore in fretta, l'utente dovrà quindi caricare nuovamente il colore ripetendo il passaggio precedente.
- Quando l'utente vorrà cambiare colore sarà necessario intingere prima il pennello nella ciotola dell'acqua sporca ed agitarlo al suo interno per lavare via il vecchio colore.

Quando l'**utente o il personale** stabiliranno che il dipinto è concluso sarà possibile premere un tasto situato in cima al cavalletto che rilascerà il foglio di carta, consentendo all'utente di raccoglierlo.

L'utente è poi tenuto a recarsi presso una bacheca presente nell'ambiente ed **appendere il suo dipinto**. I dipinti restano appesi da una sessione all'altra e l'utente è libero di decidere quali rimangono appesi e quali buttare via, creando in questo modo la propria collezione.

Quando l'utente ha appeso o buttato il proprio dipinto appare a schermo un messaggio che lo avvisa di aver portato a termine l'attività: il paziente o il personale possono decidere a questo punto se ripeterla o no.

✦ Processi cognitivi coinvolti

Durante queste fasi sono **coinvolti tutti e cinque i pacchetti di processi cognitivi sopracitati**.

Attenzione visuo-spaziale per la ricerca ed il riconoscimento degli strumenti e per la comprensione della forma del soggetto e dei suoi aspetti, **comprensione delle istruzioni** per la procedura di applicazione del colore sui pennelli e di pulizia, **memoria procedurale** per la manipolazione corretta degli strumenti, **planning e problem solving** per la manipolazione e l'uso in ordine corretto degli strumenti e per la decisione dei passaggi da eseguire, **livello integrativo** per il coordinamento di tutte i gesti.

✦ Possibilità di personalizzazione

Il personale può decidere di avviare un **conto alla rovescia** che impone un tempo limite.

Il personale può decidere qual'è il **livello di precisione** richiesto al paziente nella fase di pittura dentro i margini delle guide.

Il personale può decidere se **disattivare la necessità di pulire il colore** dal pennello quando lo si vuole cambiare.

Il personale può decidere di tornare indietro di un numero di pennellate desiderato.

Il personale può decidere se l'utente può afferrare e rilasciare i pennelli con un clic o se deve esercitare una pressione costante, in modo più realistico.

✦ Condizioni di fallimento

- (Opzionale) Tempo scaduto
- L'utente dipinge uscendo dai bordi più di quanto non sia impostato dal personale.

Ambiente urbano: pulizia di un veicolo

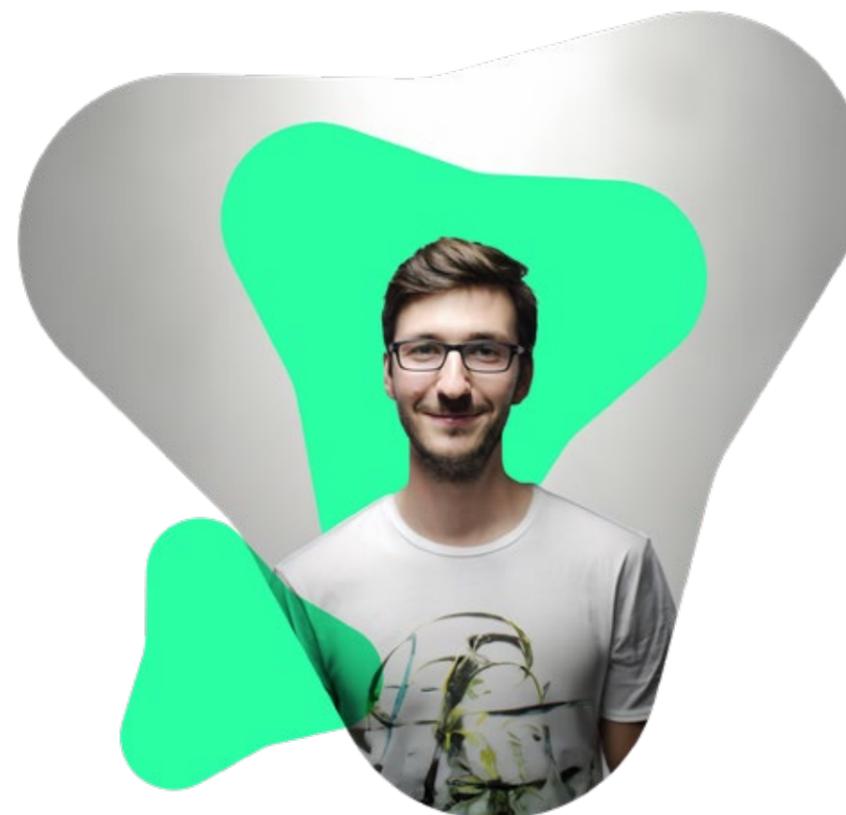
Una simulazione virtuale situata in un autolavaggio immerso in un contesto cittadino. L'utente è incaricato di pulire una automobile servendosi di una serie di strumenti presenti nell'ambiente.



render realizzato con blender

▼ Attività 3: per chi è pensata

L'esperienza è pensata per appellarsi a coloro che apprezzano gli **ambienti dinamici** e il prendersi cura dei propri oggetti, l'attività è pensata per essere **divertente e rilassante**, specialmente per chi trova la pulizia soddisfacente.



▼ Movimento richiesto

L'esercitazione coinvolge il **movimento del corpo intero**: le interazioni avvengono tramite movimento degli arti superiori e delle mani, sono opzionali spostamenti all'interno di un ambiente ampio in quanto è presente la modalità teleport.

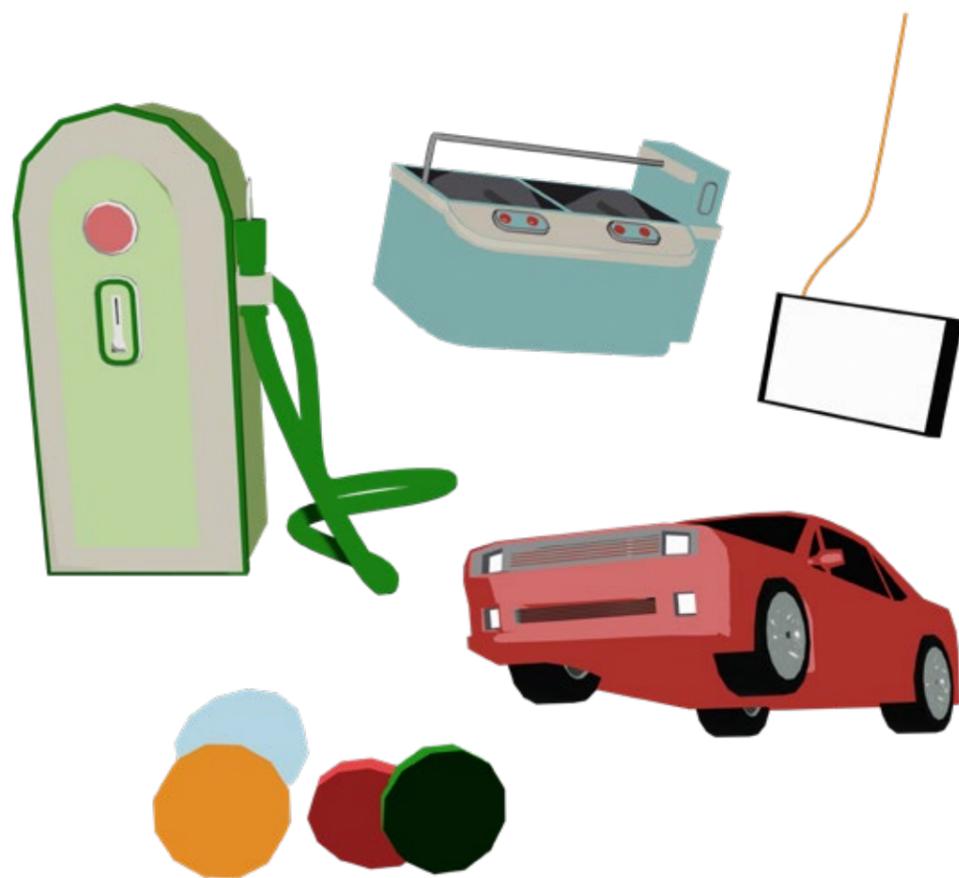
La simulazione richiede di utilizzare il movimento delle gambe per **chinarsi e raccogliere oggetti**.

▼ Ambientazione, props

La simulazione si svolge all'interno di un ambiente cittadino. L'ambiente è ricco di props con i quali l'utente può interagire afferrandoli e lanciandoli, ad esempio, ma solo gli oggetti pertinenti all'attività offrono interazioni ulteriori.

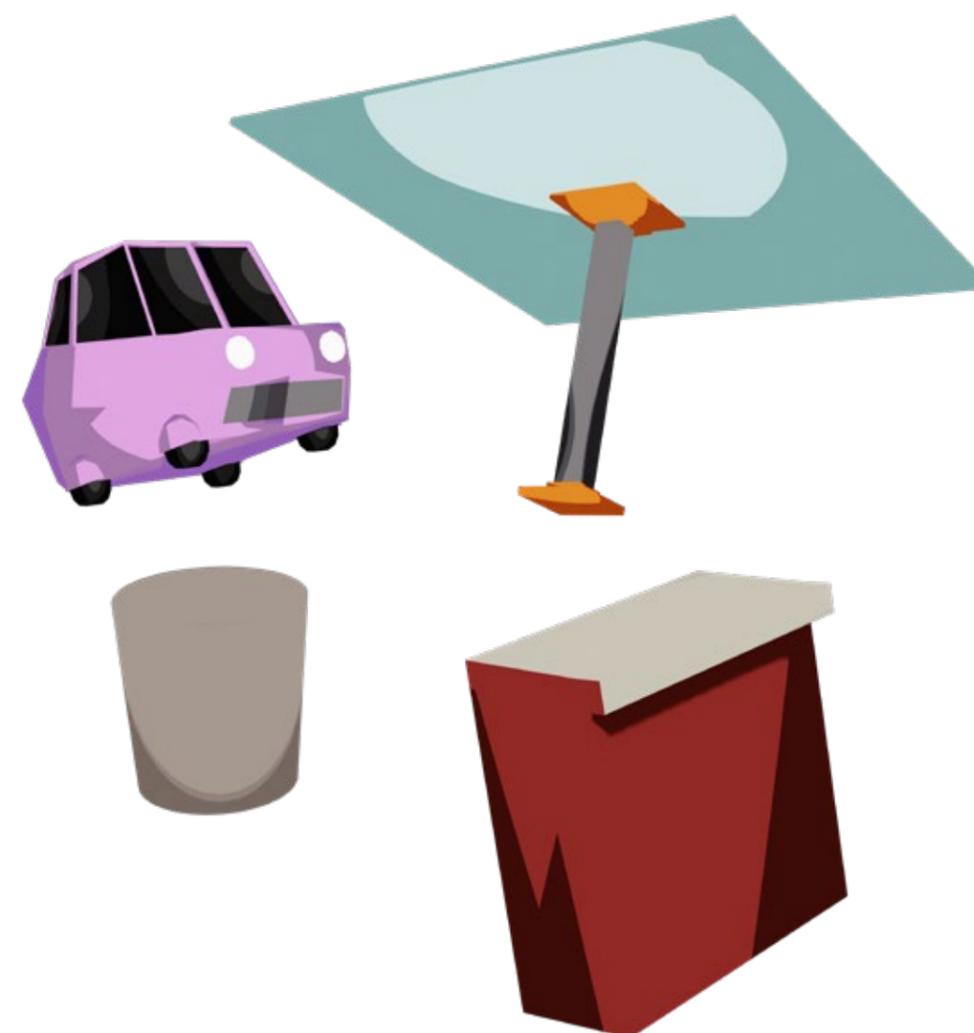
Strumenti e oggetti interattivi:

Qui sono visualizzati alcuni degli strumenti che l'utente ha a disposizione durante la simulazione: attraverso l'uso di questi strumenti l'utente porterà a termine le varie task, alcuni di questi oggetti sono afferrabili, lanciabili, ed interagiscono tra di loro in modo specifico.



Oggetti decorativi:

In questo ambiente cittadino sono presenti alcuni oggetti privi di interazione che hanno la funzione di creare un ambiente cittadino verosimile.



▼ Task e svolgimento

▼ 1- inizio dell'esperienza: introduzione e istruzioni

L'utente si trova in prossimità di una automobile in un ambiente cittadino, all'interno di un autolavaggio, una voce registrata **impartisce le istruzioni all'utente**, presentando i compiti che lo aspettano.

Un **tabellone** riporta le informazioni più rilevanti per la fase attuale dell'attività.

▼ Processi cognitivi coinvolti

Prevalentemente i processi di **Attenzione visuo-spaziale**, **comprensione delle istruzioni** e di **memoria procedurale, livello integrativo**.

▼ Possibilità di personalizzazione

Il personale medico può stabilire se **fornire a voce le istruzioni** o se attivare le istruzioni **pre-registrate** interne all'applicazione. Il personale medico può stabilire se **visualizzare sul tabellone** le istruzioni e gli elenchi o meno, per imporre un esercizio di memorizzazione.

▼ 2- preparazione del veicolo e cambio delle monete in gettoni

- All'inizio dell'attività il veicolo è sporco e sono necessari alcune operazioni di preparazione:
- L'utente deve aprire le portiere e utilizzando la manovella chiudere tutti e quattro i finestrini.
- L'utente deve afferrare i tergicristalli, uno ad uno e portarli nella loro posizione di chiusura.
- L'utente deve prendere il portafogli sul sedile del passeggero, aprirlo, afferrare 4 monete.
- L'utente deve recarsi davanti alla macchinetta del cambio dei gettoni, inserire la prima moneta e selezionare l'aspirapolvere, dalla macchinetta fuoriesce una moneta di colore rosso.
- L'utente inserisce la seconda moneta e seleziona il pulisci-tappeti automatico, dalla macchinetta fuoriesce una moneta di colore azzurro.

- L'utente inserisce la terza moneta e seleziona il gonfiaggio gomme, dalla macchinetta fuoriesce una moneta di colore verde.
- L'utente inserisce la quarta moneta e seleziona il getto d'acqua insaponata, dalla macchinetta fuoriesce una moneta di colore giallo.
- L'utente deve raccogliere i quattro gettoni e appiccicarli ad una banda sul braccio. I gettoni si attaccheranno alla banda come ad un magnete, liberando le mani dell'utente.

Per facilitare questo passaggio sarà impossibile erogare due gettoni dello stesso colore dalla macchinetta.

▼ Processi cognitivi coinvolti

Principalmente processi di **attenzione visuo-spaziale**, **memoria procedurale**, **planning** e **problem solving**, **livello integrativo**.

▼ Possibilità di personalizzazione

Il personale può decidere di avviare un **conto alla rovescia** che impone un tempo limite. Il personale può decidere di far trovare da 0 a 4 finestrini abbassati, per **modulare la quantità di movimento** necessario. Il personale può decidere di far trovare i gettoni colorati sull'avambraccio dell'utente ad inizio simulazione, saltando il passaggio di conversione, oppure di farli trovare all'interno del portafogli.

▼ 3- lavaggio

Terminata la fase dei preparativi l'utente può scegliere da quale attività iniziare tra: lavaggio della carrozzeria mediante getto d'acqua, lavaggio dei tappeti e gonfiaggio gomme. L'aspirazione deve avvenire dopo la rimozione dei tappeti.

- L'utente si avvicina al macchinario scelto (lavaggio, asciugatura, gonfiaggio o aspirapolvere) e inserisce il gettone del colore corretto: il colore del gettone corrisponde al colore del macchinario.
- Il macchinario, dopo aver accettato il gettone, mostra una luce verde che indica che è pronto all'uso.
- **Aspirapolvere:** L'utente è invitato ad afferrare il bocchettone e ad avvicinarsi al veicolo. Dopo aver aperto le porte potrà

attivare l'aspirazione premendo un tasto posto sul bocchettone e avvicinandolo alle superfici del veicolo esse verranno pulite dalle briciole e dalla polvere.

- **Pulizia dei tappeti:** L'utente è invitato ad aprire le portiere, chinarsi e raccogliere i tappeti, portandoli nella vasca del macchinario. Il macchinario impiegherà qualche minuto a lavare i tappeti. Al termine del lavaggio un campanello notificherà l'utente, il quale dovrà mettere i 4 tappetini nella parte del macchinario destinata all'asciugatura. Una volta asciugati i tappetini l'utente li può raccogliere e rimettere al loro posto (un segnale acustico notificherà l'utente del termine dell'asciugatura)
- **Lancia Idropulitrice:** L'utente è invitato ad afferrare la lancia idropulitrice, la quale può essere attivata premendo il grilletto del controller. L'utente può quindi avvicinarsi al veicolo e accendere la lancia, la quale emetterà un getto largo orizzontale, permettendo di lavare il veicolo, rivelando il suo colore lucente metallizzato. Al termine del lavaggio l'utente è invitato a posare la lancia nell'apposito supporto.
- **Gonfiaggio gomme:** L'utente è invitato ad afferrare il becco dell'aria, il quale è provvisto di manometro per misurare la pressione delle gomme. Chinandosi l'utente può svitare il tappino delle gomme ed avvitare l'erogatore dell'aria, premendo il grilletto del controller l'erogatore entrerà in funzione, l'utente avrà quindi il compito di gonfiare tutte e quattro le ruote restando entro il livello massimo consentito segnalato sul manometro con un a fascia verde.

▼ Condizioni di fallimento

- (Opzionale) Tempo scaduto
- L'utente usa la lancia idropulitrice quando i finestrini o le portiere sono ancora aperte
- L'utente gonfia le ruote oltre il valore massimo consentito
- L'utente lascia una percentuale stabilita dal personale medico delle superfici sporca
- L'utente reinserisce i tappeti in auto ancora bagnati

▼ Processi cognitivi coinvolti

Durante queste fasi sono coinvolti **tutti e cinque i pacchetti di processi cognitivi sopracitati.**

Attenzione visuo-spaziale per la ricerca ed il riconoscimento degli strumenti e degli oggetti, comprensione delle istruzioni per il cor-

retto utilizzo dei singoli macchinari, **memoria procedurale** per la manipolazione corretta e coordinata degli strumenti, **planning e problem solving** per l'uso efficiente del tempo e degli strumenti, **livello integrativo** per il coordinamento di tutte le fasi ed i gesti.

▼ Possibilità di personalizzazione

Il personale può decidere di attivare un **timer** che impone un lasso di tempo entro il quale svolgere questo step.

Il personale medico può impostare qual'è il **livello di precisione** degli **input** richiesto per l'interazione con gli oggetti, può decidere se occorre tenere gli oggetti stretti in mano o se l'oggetto viene raccolto e rilasciato con un solo clic.

Il personale può decidere di **saltare o ripetere** uno qualunque dei passaggi proposti.

Il personale può decidere di regolare la **percentuale di pulizia** da effettuare e di regolare la **tolleranza del manometro.**

Il personale può decidere di **ignorare alcune delle condizioni di fallimento.**

▼ 4 - Rimessa a punto dell'auto

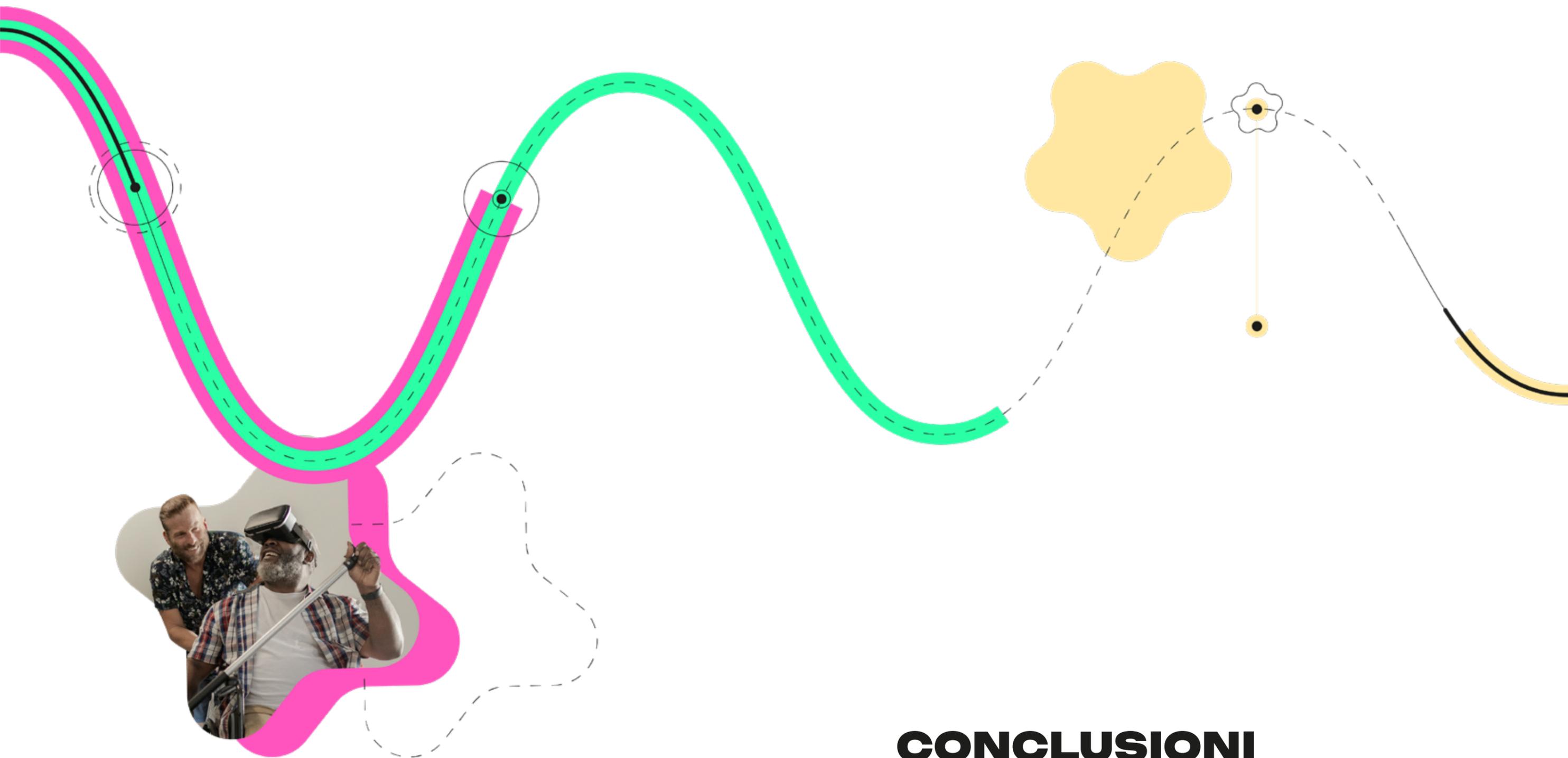
- Dopo aver utilizzato tutti e quattro gli strumenti l'utente deve:
- Assicurarsi di aver riposto correttamente gli ugelli e i bocchettoni utilizzati durante la fase precedente.
- Aver reinserito tutti e quattro i tappetini asciutti nel veicolo.
- Aver gonfiato tutte e quattro le ruote alla giusta pressione ed aver avvitato tutti e quattro i tappi.
- Aver rimosso una percentuale stabilita dal personale della sporizia sulla scocca del veicolo.
- Aver chiuso tutte e quattro le portiere.

▼ Processi cognitivi coinvolti

Durante queste ultime fasi sono coinvolti processi di attenzione **visuo-spaziale, memoria procedurale, livello integrativo.**

▼ Possibilità di personalizzazione

Il personale può decidere di ignorare qualunque di questi passaggi per consentire di terminare prematuramente l'attività.



CONCLUSIONI E FUTURO DEL PROGETTO

Monitoraggio

Questionari di valutazione per i pazienti

Su suggerimento delle dottoresse dell'equipe di Neuroriabilitazione i pazienti ai quali viene somministrata la terapia occupazionale in VR sopra descritta dovranno poi essere sottoposti a **questionari qualitativi** per verificare che la terapia abbia effetti significativi dal punto di vista della **qualità della vita, della lotta contro i sintomi delle patologie e della percezione dell'azienda ospedaliera**.

Insieme alle informazioni di carattere medico è bene ascoltare i **feedback dei pazienti**, in modo da effettuare modifiche che possano migliorare la qualità dell'esperienza e che possano essere integrate all'applicazione tramite aggiornamenti.

Futuro del progetto ed espandibilità

Estensione delle esperienze

Le tre simulazioni proposte nel capitolo precedente servono solo come linea guida e vogliono essere un esempio che aiuti il lettore a **visualizzare in che modo potrebbe presentarsi nel pratico** la terapia occupazionale svolta in Realtà Virtuale.

Le tre attività suggerite sono pensate per appellarsi in primis ad una specifica Personas, pur rimanendo **esercizi efficaci per qualunque utente decida di provarle**. L'intenzione è di generare nel tempo una **libreria di attività** diverse che possa coprire una grande gamma di **interessi, ambienti, movimenti e logiche**, sempre con attenzione a stimolare la coor-

dinazione viso-motoria e i processi cognitivi descritti.

La visione del prodotto finito corrisponde ad una applicazione che possa offrire **centinaia di ore di terapia** al paziente, accompagnando alla terapia un elemento di leggerezza e divertimento con decine di attività diverse e modulabili.

Distribuzione di una versione per il privato

Una volta raggiunto un buon numero di attività di simulazione all'interno dell'applicazione ed un funzionamento privo di difetti e dalla facile comprensione, l'applicazione potrebbe essere **distribuita a pagamento sugli storefront** principali di applicazioni VR, come il **Meta Quest Store** e **Steam**.

L'obiettivo è di offrire la possibilità ai pazienti dimessi di **proseguire con la terapia** ormai a loro familiare attraverso l'acquisto di un visore personale da utilizzare in ambiente domestico con meno supervisione.

L'applicazione necessiterà quindi dell'**integrazione di un pannello completo di impostazioni** per consentire all'utente di calibrare con precisione il livello di difficoltà e la durata della sessione che si va ad affrontare.

Limiti del progetto

Limiti della ricerca

Questa tesi è stata realizzata con l'obiettivo di **esplorare a livello puramente teorico le potenzialità della Realtà Virtuale**, sfruttando la tecnologia in rapida evoluzione per generare uno strumento che supporti il personale medico nell'offrire uno specifico tipo di terapia.

La tesi, per quanto si appoggi e si ispiri a **buone pratiche di successo** e a **concetti di medicina verificati**, resta priva di una dimo-

strazione concreta della fattibilità e dell'efficacia del progetto, il quale necessiterebbe **risorse economiche, tecniche e temporali** al di là dello scopo e delle intenzioni del progetto. Per tale motivo una eventuale realizzazione dell'applicazione proposta necessiterebbe di una **ricerca**, una **attenzione medica** ed una **completezza** dal punto di vista delle funzioni notevolmente maggiore a quella qui proposta.

Limitazioni della VR e incompatibilità con alcune condizioni e situazioni

Per quanto durante questa tesi sia stata decantata la reale e affascinante potenzialità della VR applicata alla terapia occupazionale, **non si possono ignorare alcuni aspetti** intrinseci di questa tecnologia che ne limitano in modo importante l'applicabilità, specialmente in campo medico:

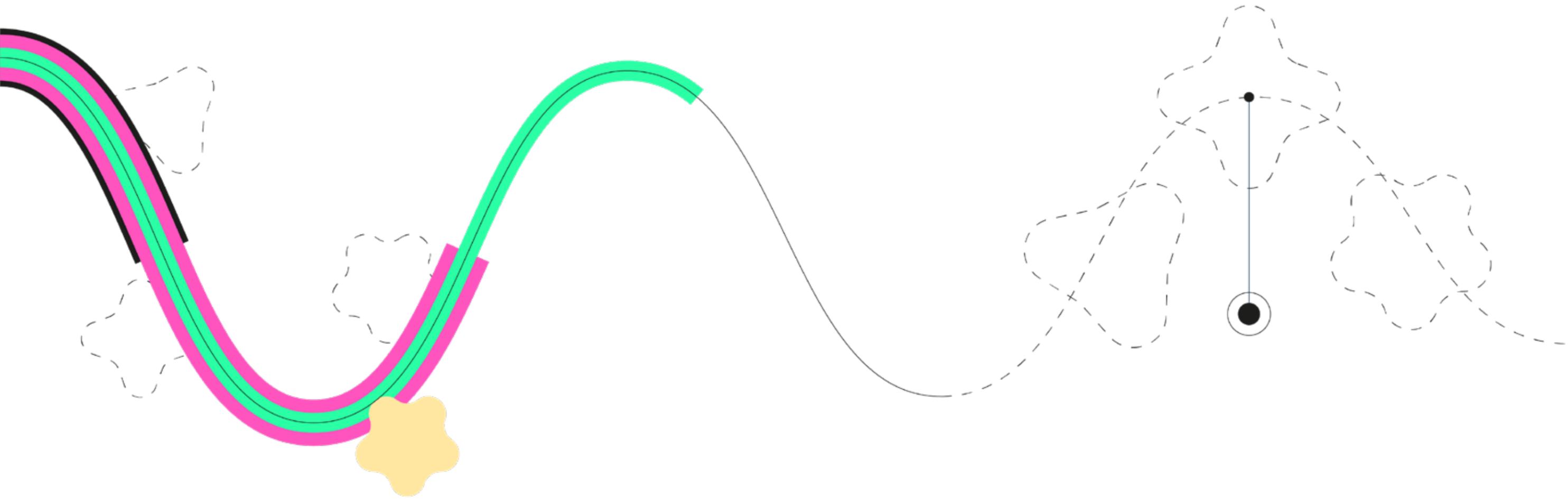
Incompatibilità con determinate patologie e condizioni neurologiche e dell'apparato visivo come epilessia, cecità parziale o totale, strabismo, distonie ecc...

Incompatibilità con determinate **condizioni cardiache**.

Incompatibilità degli input in caso di **immobilità degli arti** o di difficoltà importanti nel muovere le dita.

La VR è inoltre in alcuni casi causa di **sensazioni sgradevoli** come **vertigini, nausea, ansia e panico** dovute ad una serie di fattori che vanno dal senso di equilibrio a **motivi psicologici** non sempre controllabili.

Inoltre sono da considerare alcune **limitazioni legate all'hardware** della VR, il quale necessita di una **stanza spaziosa e ben illuminata**, ha **batterie** dalla durata limitata, va **sanificato** nel caso il visore fosse condiviso, ha un determinato **costo**, specialmente se affiancato da un **computer** che consenta l'utilizzo in modalità **PCVR** e si compone di **parti delicate** che possono rompersi in caso di caduta o urti.



Sitografia:

a

5 exciting uses for virtual reality. (2020, 10 aprile). FDM Group. <https://www.fdm-group.com/blog/5-exciting-uses-for-virtual-reality/>

A virtual time travel from the 60's til today. (2022, 6 gennaio). svarmony. <https://svarmony.com/blog/history-of-ar/#:~:text=AR%20found%20its%20origin%20in,AR%20Glasses%20we%20know%20today?>,

A, Contributors to Wikimedia projects. (2005, 27 dicembre). The Sword of Damocles (virtual reality) - Wikipedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/The_Sword_of_Damocles_\(virtual_reality\)](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Sword_of_Damocles_(virtual_reality))

A.O.U. citta della salute e della scienza di torino - storia molinette, dermatologico san lazzaro, san giovanni antica sede. (s.d.). cittadellasalute.to.it. https://www.cittadellasalute.to.it/index.php?option=com_content&view=article&id=2845:-storia-molinette-dermatologico-san-lazzaro-san-giovanni-antica-sede&catid=132:presentazione-citta-della-salute-e-della-scienza&Itemid=511

About us. (s.d.). Flipside. <https://www.flipsidevr.com/about>

ACM SIGCHI. (2021, 9 febbraio). VIEW: The ames virtual environment workstation [Video].

Adhav, R. (2022, 20 ottobre). Everything you need to know about hololens- microsoft's MR- designial. Designial- UX Research & Testing | Product & UX Strategy | Talent. <https://designial.com/blogs/everything-you-need-to-know-about-hololens-microsofts-mr>

Anastasis. (2023, 26 maggio). Le Funzioni Esecutive: Cosa sono e perché sono così importanti nei DSA? anastasis.it. <https://www.anastasis.it/disturbi-specifici-apprendimento/funzioni-esecutive-e-dsa/#:~:text=Le%20funzioni%20esecutive%20sono%20un,personale%20che%20scolastico%20o%20lavorativo>.

AR hardware / devices | augmented & virtual reality agency, app and 3D developer. (s.d.). Augmented & Virtual Reality Agency, App and 3D Developer. <https://www.augmented-minds.com/en/augmented-reality/ar-hardware-devices/>

ARCore, la realtà aumentata di Google. (2018, 18 giugno). BibLus-BIM. <https://bim.acca.it/arcore-la-realta-aumentata-di-google/>

ARQuake - wearable computer lab. (s.d.). Tinmith Augmented Reality Project. <https://www.tinmith.net/arquake/>

Awati, R. (2023, 24 aprile). What are convolutional neural networks? | definition

from techtarget. Enterprise AI. <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definizione/convolutional-neural-network>

b

b, Contributors to Wikimedia projects. (2012, 1 agosto). Oculus Rift - Wikipedia. Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Oculus_Rift#:~:text=The%20first%20headset%20in%20the,discontinued%20in%20April%20of%202021.

Bigscreen VR - software. (s.d.). Bigscreenvr.com. <https://www.bigscreenvr.com/software>

Boxall, A. (2013, 20 novembre). AR Mixer mixes music and drinking, proves augmented reality can be fun | Digital Trends. Digital Trends. <https://www.digitaltrends.com/mobile/augmented-reality-mixer-app/>

c

c, Contributors to Wikimedia projects. (2012, 1 agosto). Oculus rift - wikipedia. Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Oculus_Rift#:~:text=The%20first%20headset%20in%20the,discontinued%20in%20April%20of%202021.

Contributori ai progetti Wikimedia. (2005, 9 maggio). Palazzo madama e casaforte degli acaja - wikipedia. Wikipedia, l'enciclopedia libera. https://it.wikipedia.org/wiki/Palazzo_Madama_e_Casaforte_degli_Acaja

Contributors to Wikimedia projects. (2002, 15 settembre). Augmented reality - Wikipedia. Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality#History,

Cortometraggio in realtà virtuale 3D la divina commedia. (s.d.). ETT SpA - DIGITAL STRATEGY & DESIGN. <https://ettsolutions.com/newmedia/progetti/la-divina-commedia-vr/>

Cureton, D. (2023, 3 marzo). Flipside XR launches RT3D animation tool - XR today. XR Today. <https://www.xrtoday.com/mixed-reality/flipside-xr-launches-rt3d-animation-tool/>

d

d, Contributori ai progetti Wikimedia. (2005, 22 settembre). MEMS - wikipedia. Wikipedia, l'enciclopedia libera. <https://it.wikipedia.org/wiki/MEMS>

Dauchot, N. (2018, 1 giugno). VR for pain distraction. medium.com. <https://medium.com/uxxr/vr-for-pain-distraction-939b7a5b912d>

Depth sensing technologies | FRAMOS. (s.d.). FRAMOS. <https://www.amos.com/en/products-solutions/3d-depth-sensing/depth-sensing-technologies>

Developer portal | magic leap. (s.d.). Developer Portal | Magic Leap. <https://ml1-developer.magicleap.com/en-us/learn/guides/magic-leap-one-overview>

Differenze tra XR, VR, MR e AR. (s.d.). Applied · Innovation Makers. <https://www.applied.it/le-differenze-tra-xr-vr-mr-e-ar-nws-36>

Dispositivi riabilitazione e medicina sportiva. (s.d.). TecnoBody.com. <https://www.tecnobody.com/>

e

e, Contributors to Wikimedia projects. (2008, 16 gennaio). ARToolKit - wikipedia. Wikipedia, the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/ARToolKit>

Education opportunity project spotlight: Techrow · voqal. (2021, 27 agosto). Voqal. <https://voqal.org/education-opportunity-spotlight-techrow/>

EFFETTO VR! Il cinema in virtual reality. (s.d.). Museo Nazionale del Cinema. <https://www.museocinema.it/it/news/8954>

f

f, Contributor ai progetti Wikimedia. (2012, 19 luglio). Google glass - wikipedia. Wikipedia, l'enciclopedia libera. https://it.wikipedia.org/wiki/Google_Glass

Fedko, D. (2023, 23 agosto). Virtual reality (VR) in the automotive - guide with examples. WeAR. <https://wear-studio.com/vr-in-automotive-industry/#:~:text=a%20specific%20department.,VR%20Can%20Show%20Reconstructed%20Scenarios,manufacturers%20can%20change%20their%20prototypes>.

g

g, Contributors to Wikimedia projects. (2020, 18 novembre). Integrated Visual Augmentation System - Wikipedia. Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_Visual_Augmentation_System

GamesIndustry. (2011, 28 febbraio). Paranormal activity: Sanctuary. GamesIndustry.biz. <https://www.gamesindustry.biz/paranormal-activity-sanctuary-geo-social-augmented-reality-game-gets-new-san-francisco-missions-to-mark-opening-of-gdc>

Gelzer, C. (2014, 28 febbraio). X-38 prototype crew return vehicle - NASA. NASA. <https://www.nasa.gov/aeronautics/aircraft/x-38-prototype/>

h

h, Contributors to Wikimedia projects. (2002, 15 settembre). Augmented reality - Wikipedia. Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality#Broadcast_and_live_events,

Henrysson, Anders & Billinghamurst, Mark & Ollila, Mark. (2006). AR tennis. <http://doi.acm.org/10.1145/1179849.1179865>. 10.1145/1179133.1179135.

History Of Virtual Reality - Virtual Reality Society. (s.d.). Virtual Reality Society. <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>

Home virtual reality VR education software & augmented reality learning - victoryxr. (s.d.). Virtual Reality VR Education Software & Augmented Reality Learning - VictoryXR. <https://www.victoryxr.com/>

How flipspaces is propelling its technology suite to redefine the future of commercial interior designing. (2022, 7 gennaio). <https://www.outlookindia.com/>. <https://www.outlookindia.com/website/story/outlook-spotlight-how-flipspace-is-propelling-its-technology-suite-to-redefine-the-future-of-commercial-interior-designing/408683>

How it works. (s.d.). Matterport. <https://matterport.com/how-it-works#:~:text=3D%20Capture%20for%20all&text=Connect%20your%203D%20camera,%20360,Matterport%20is%20there%20for%20you>.

i

i, Contributor ai progetti Wikimedia. (2006, 19 gennaio). Frequenza dei fotogrammi - Wikipedia. Wikipedia, l'enciclopedia libera. https://it.wikipedia.org/wiki/Frequenza_dei_fotogrammi

Ivan sutherland and bob sproull create the first virtual reality head mounted display system : History of information. (s.d.). History of Information. <https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=861>

J

Jasenovcova, L. (2022, 10 luglio). What is augmented reality and how does AR work? | Resco. Resco. <https://www.resco.net/blog/what-is-augmented-reality-and-how-does-ar-work/#:~:text=AR%20relies%20on%20sensors%20to,top%20of%20the%20real%20world>

k

Kerawala et al, S. (2023, 16 maggio). Ce cos'è la realtà mista? - Mixed Reality. learn.microsoft.com. <https://learn.microsoft.com/it-it/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality>

I

I, Contributors to Wikimedia projects. (2014, 21 febbraio). Tango (platform) - Wikipedia. Wikipedia, the free encyclopedia. [https://en.wikipedia.org/wiki/Tango_\(platform\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Tango_(platform))

Launch of new IKEA Place app IKEA Global. (2017, 12 settembre). IKEA. <https://www.ikea.com/global/en/newsroom/innovation/ikea-launches-ikea-place-a-new-app-that-allows-people-to-virtually-place-furniture-in-their-home-170912/>

Lee, N. (2013, 2 ottobre). Volkswagen develops augmented reality service manual for the XL1. Engadget. https://www.engadget.com/2013-10-01-volkswagen-augmented-reality-ipad-manual-xl1.html?guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xl-LmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAACHLCN0KP_zSALOnynqHCJY8JZJgh-q2bVoqSydTK_47VWOUskA7y6QzEXLMUetTSp9rEoeVXWSOpyp-f7-rVg-uBOt-IL-mQ9o7KGuWzZLUYeld30gMYvheOIVhcH9TIQ59EBK49_9Xz-bQOtxGwqIvYriH-1ITC2mWJf1WYyIHCP,&guccounter=2

Light field imaging technology. (2021, 1 marzo). Technical Briefs, Design Engineering News | TECH BRIEFS. <https://www.techbriefs.com/component/content/article/tb/supplements/pit/features/technology-leaders/38622#:~:text=Light%20field%20enables%20capturing%20of,person%20views%20natural,%20everyday%20objects>,

Louis rosenberg develops virtual fixtures, the first fully immersive augmented reality system : History of information. (s.d.). History of Information. <https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=4231>

m

Magic leap 2. (s.d.). Homepage. <https://www.magicleap.com/magic-leap-2>

Magni, M. (2013, 3 ottobre). Volkswagen XL1: Con Marta in officina arriva la realtà aumentata - Autoblog. Autoblog. <https://www.autoblog.it/post/281451/volkswagen-xl1-con-marta-in-officina-arriva-la-realta-aumentata>

Matthew, B., & InvestGame. (2023, 29 marzo). The macro view of VR in 2023. Naavik. <https://naavik.co/digest/state-of-vr-ar-2023#:~:text=#1:%20The%20State%20of%20the%20VR%20in%202023&text=According%20to%20NewZoo,%20the%20VR,3.2%20billion%20gamers%20in%202022>.

Mattoo, S. (2022, 6 settembre). Virtual Reality: The Promising Future of Immersive Technology. g2.com. <https://www.g2.com/articles/virtual-reality#how-does-virtual-reality-work>

McEvoy, S. (2023, 14 agosto). Pokémon Go downloaded over 678m times globally. GamesIndustry.biz. <https://www.gamesindustry.biz/pokemon-go-downloaded-over-678m-times-globally#:~:text=Pokémon%20Go%20has%20been%20downloaded,-States,%20Pokémon%20Go's%20biggest%20market>.

Meta Quest 2 Archives - Counterpoint. (2023, 5 giugno). Counterpoint - Technology Market Research & Industry Analysis Firm. https://www.counterpointresearch.com/insights_tag/meta-quest-2/#:~:text=The%20Quest%20series%20has%20cumulatively,after%20last%20year's%20price%20increases.

Molinari, K. (2023, 18 gennaio). Qual è la differenza tra AR, VR, MR e XR? – Arweb.it. Arweb.it. <https://arweb.it/qual-e-la-differenza-tra-ar-vr-mr-e-xr/>

n

Nata, C. (2023, 27 marzo). Entrare nella Divina Commedia con la realtà virtuale. RaiNews. <https://www.rainews.it/tgr/piemonte/video/2023/03/divina-commedia-museo-cinema-rai--7d71f9d2-6813-4dd9-b783-b31c92ce70c0.html>

o

Ogmento. (2011, 2 novembre). Paranormal activity: Sanctuary official trailer [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=9mVmw3ltFYA>

Okumoko, J. (2021, 24 maggio). 10 cool applications of AR technology in everyday life. makeuseof.com. <https://www.makeuseof.com/cool-applications-of-ar-technology/#augmented-reality-in-obstetrics>,

Orzan, E. (2021, 22 gennaio). HEaRO, il nuovo mondo sonoro nella Stanza di Matilde | IRCCS materno infantile Burlo Garofolo. burlo.trieste.it. <https://www.burlo.trieste.it/2021-22-gennaio-hearo-nuovo-mondo-sonoro-nella-stanza-matilde>

OSSO VR | healthcare simulation | healthysimulation.com. (s.d.). HealthySimulation.com. <https://www.healthysimulation.com/medical-simulation/vendors/osso-vr/>

Osso VR. (s.d.). Osso VR. <https://www.ossovr.com/>

p

Picaro, E. B. (2022, 26 maggio). Apple ARKit spiegato: Tutto quello che c'è da sapere sulla piattaforma di realtà aumentata di Apple. Pocket-lint.com. <https://www.pocket-lint.com/it-it/ar-vr/notizie/apple/141615-apple-ar-kit-spiegato/>

Poison Ghost. (2009, 9 luglio). ARDJ - augmented reality DJ system [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=kUsJ_5_DTO0

PwC's study into the effectiveness of VR for soft skills training. (2020, 25 giugno). PwC. <https://www.pwc.co.uk/issues/technology/immersive-technologies/study-into-vr-training-effectiveness.html>

r

Renishaw: I sei gradi di libertà (6DoF). (s.d.). Renishaw. <https://www.renishaw.it/it/i-sei-gradi-di-liberta-6dof--45824>

Robertson, A. (s.d.). The ultimate VR headset buyer's guide. TheVerge.com. <https://www.theverge.com/a/best-vr-headset-oculus-rift-samsung-gear-htc-vive-virtual-reality#mediumoption>

S

Schiavinato, B. (2023, 27 marzo). I tipi di lente in VR: Pregi e difetti di ogni soluzione - VR ITALIA. VR ITALIA. <https://www.vr-italia.org/i-tipi-di-lente-in-vr-pregi-e-difetti-di-ogni-soluzione/>

Shavel, T. (2019, 11 febbraio). When augmented and virtual reality hit the theater. Datafloq. <https://datafloq.com/read/when-augmented-virtual-reality-hit-theater/>

Spettacolo VR free. (s.d.). Piemontedalvivo.it. <https://piemontedalvivo.it/spettacolo/vr-free/>

Storia | palazzo madama. (s.d.). palazzomadamatorino.it. <https://www.palazzomadamatorino.it/palazzo-madama/storia/>

T

Talevska, M. (2023, 5 gennaio). The state of virtual reality in 2023. TestDevLab Blog. <https://www.testdevlab.com/blog/the-state-of-virtual-reality-in-2023>

Terapia occupazionale: Cos'è e come funziona. (2022, 26 ottobre). grupposandonato.it. <https://www.grupposandonato.it/news/2022/ottobre/terapia-occupazionale-cos-e-come-funziona>

The macro view of VR in 2023. (s.d.). Naavik. <https://naavik.co/digest/state-of-vr-ar-2023/#:~:text=#1%20The%20State%20of%20the%20VR%20in%202023&text=According%20to%20NewZoo,%20the%20VR,3.2%20billion%20gamers%20in%202022>

Thompson, S. (2017, 6 aprile). VR applications: 23 industries using virtual reality. VirtualSpeech - Soft Skills Training in VR with AI Feedback. <https://virtualspeech.com/blog/vr-applications>

Tilt brush by google. (s.d.). Tilt Brush by Google. <https://www.tiltbrush.com/>

Types of AR – digital promise. (s.d.). Digital Promise. <https://digitalpromise.org/initiative/360-story-lab/360-production-guide/investigate/augmented-reality/getting-started-with-ar/types-of-ar/>

V

Virtual play torino. (s.d.). VPtrino.it. <https://www.vptorino.it/>

Visualise. (2017, 18 novembre). Thomas cook, try before you fly - new york [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=-y346Ssj_PE

VR Software wiki - BigScreen. (s.d.). VR Software wiki. <https://www.vrwiki.cs.brown.edu/vr-visualization-software/collaborative-workspaces/bigscreen>

W

What are the different types of Augmented Reality? (2021, 1 settembre). The Softtek Blog. <https://blog.softtek.com/en/what-are-the-different-types-of-augmented-reality>

X

XRHealth virtual clinic: At-home virtual reality therapy. (s.d.). xr.health. <https://www.xr.health/>

XRHealth: Bringing healthcare to virtual reality. (2020, 21 ottobre). myhealthfirst.com.au. <https://www.myhealth1st.com.au/health-hub/articles/xrhealth-bringing-healthcare-virtual-reality/>

Z

Zanotti, L. (2023, 21 giugno). Digital twin: Cos'è e come funziona il modello del gemello digitale. Digital4. <https://www.digital4.biz/executive/digital-twin-cos-e-come-funziona-il-modello-del-gemello-digitale/>

Ringraziamenti

Ci tengo a ringraziare alcune persone che mi hanno accompagnato fino al taglio di questo importante traguardo.

Un ringraziamento ai Professori Cristian Campagnaro e Filiberto Chiabrando per la disponibilità e per l'aiuto.

Un grazie anche a Massimo e Nicola, i miei punti di riferimento all'interno del XR Lab, e a tutte le ragazze e i ragazzi del laboratorio (in particolare a Rojin per i consigli e l'aiuto nella stesura).

Grazie Mamma per avermi spinto a fare il test d'ammissione nonostante io non credessi di poterlo affrontare.

Grazie Mamma e Papà per avermi sostenuto da ogni punto di vista possibile, e a Linda per la consulenza scientifica.

Grazie Eli per tutto il supporto e l'affetto, non potrei chiedere di meglio.

Grazie Martina e Davide per avermi aiutato e per i vostri importanti feedback.

E infine grazie a te, macchinino di un computer, per tutte le ore che hai lavorato, che le tue ventole polverose ti portino avanti ancora 5 anni.



