



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ROMA TRE

Dipartimento di Ingegneria
Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Informatica

Tesi Di Laurea

Virtualized meeting room: realtà virtuale per smart working e formazione

Laureando

Lorenzo Goldoni

Matricola 456802

Relatore

Prof. Maurizio Patrignani

Correlatore

Raphaël Bussa

Anno Accademico 2016/2017

Ringraziamenti

Contents

Contents	iv
Introduzione	vi
1 Realtà virtuale	1
1.1 Cos'è la realtà virtuale?	1
1.1.1 Definizione della realtà virtuale	1
1.1.2 Lo stato dell'arte	3
2 Smart working e ambienti di lavoro virtualizzati	9
2.1 Cos'è lo smart working?	9
2.2 I vantaggi del processo di virtualizzazione	11
2.3 Limiti tecnici	11
3 Requisiti del progetto	12
3.1 Una sala riunioni in realtà virtuale	12
3.2 Principali funzionalità e casi d'uso	12
3.3 Gestione sicura dei dati	12
3.4 Esperienza d'uso	12
4 Tecnologie adottate	13
4.1 Unity3D	13
4.2 Samsung GearVR	13
4.3 Samsung Vox	13
5 Analisi del progetto	14

5.1	Ambientazione grafica	14
5.2	Interfaccia grafica	14
5.3	Architettura software	14
Conclusioni e sviluppi futuri		15
Bibliography		16

Introduzione

Chapter 1

Realtà virtuale

1.1 Cos'è la realtà virtuale?

La realtà virtuale (VR) è in costante evoluzione, rendendo difficile darne una definizione specifica che non decada nel giro di pochi anni. Il modo migliore per descriverla è quindi considerare gli aspetti intrinseci cruciali che prescindono la tecnologia utilizzata. La sua concezione deve essere abbastanza generale da abbracciare sia la realtà virtuale dei nostri giorni sia quella che verrà in futuro.

1.1.1 Definizione della realtà virtuale

"Indurre un comportamento premeditato attraverso l'uso di stimolazioni sensoriali artificiali in un organismo che ha una minima, se non nulla, consapevolezza dell'interferenza." [LaV17]

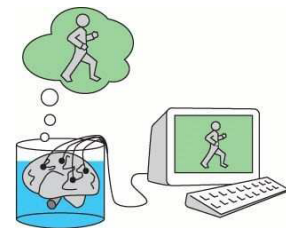
In questa possibile definizione di realtà virtuale compaiono quattro componenti chiave:

1. *Comportamento premeditato*: L'organismo sta facendo un'esperienza designata dal creatore che non coincide con la cognizione del mondo reale.
2. *Organismo*: Si utilizza la parola organismo poiché qualsiasi essere vivente può immergersi in un ambiente virtuale. I neurobiologi dell'Università di Monaco effettuarono i primi test sperimentali sulla VR sottoponendo dei topi da laboratorio

a stimoli visivi mentre correvano su un tapis roulant sferico. Altri esperimenti sono stati fatti su scimmie, pesci, scarafaggi e moscerini.

3. *Stimolazioni sensoriali artificiali*: Attraverso degli strumenti tecnologici uno o più sensi dell'organismo vengono deviati e i loro input ordinari sono sostituiti da quelli artificiali
4. *Consapevolezza*: Durante l'esperienza virtuale l'organismo viene "ingannato" nel sentirsi presente in un mondo fittizio e non essendone conscio accettandolo come naturale.

Quest'ultimo fattore può sembrare frivolo, ma ci offre un'ulteriore possibilità di vedere in cosa consiste concretamente la realtà virtuale. Numerosi ricercatori di neurobiologia hanno dimostrato che il cervello di un animale sottoposto ad un'esperienza virtuale genera strutture cerebrali formate da *cellule di posizione* e *cellule grid*, contenenti le informazioni spaziali dell'ambiente circostante, proprio come accade nell'esplorazione di luoghi reali.



Un'altra componente cruciale della realtà virtuale è l'*interazione*: se la stimolazione sensoriale non dipende dalle azioni compiute dall'utente, il sistema VR viene definito *open-loop* ed è il più semplice grado di virtualizzazione della realtà. In caso contrario la configurazione viene chiamata *closed-loop*. In quest'ultima l'organismo ha un controllo parziale sulla manipolazione sensoriale, che potrebbe variare a seconda dei movimenti del corpo (testa, braccia, gambe, occhi, etc.), di comandi vocali, frequenza cardiaca, temperatura del corpo, resistenza elettrica cutanea (sudore).

E' infatti consuetudine far combaciare il più possibile la simulazione con il mondo fisico riproducendone anche le interazioni, poiché essendo il nostro cervello più familiare con queste, accetterà più facilmente l'ambiente come naturale.

1.1.2 Lo stato dell'arte

Siamo entrati nell'età moderna della realtà virtuale grazie agli avanzamenti nelle tecnologie di visualizzazione, percezione e computazionali portate dall'industria degli smart-phones. I visori di realtà virtuale ora vengono prodotti in massa e distribuiti ad un'ampia varietà di persone. Questa tendenza è molto simile alle rivoluzioni da cui nacquero i personal computer e i web browser: maggiore è il numero di persone che hanno accesso alle tecnologie, maggiori sono le possibilità di queste ultime.

1.1.2.1 Applicazioni

Al giorno d'oggi la VR è attiva nei seguenti campi [VRA]:

1. *Videogiochi*: forse il campo in cui ha raggiunto la sua massima espressione ed il settore che traina la distribuzione su larga scala dei visori per la realtà virtuale.
2. *Militare*: ampiamente adottata dagli eserciti di molte nazioni per l'addestramento delle proprie truppe, poiché permette loro di imparare come reagire in situazioni ostili evitando i rischi e i costi delle vecchie simulazioni e aumentando il grado di realismo nello stress provato dai soldati. (simulatori di combattimento, medicina da campo, guida di veicoli militari, etc.)
3. *Medicina*: spesso utilizzata per la simulazione di interventi chirurgici, superamento interattivo di fobie, chirurgia robotica, diagnostica, trattamenti per persone portatrici di handicap e per l'insegnamento.
4. *Moda*: attraverso cataloghi virtualizzati e progettazioni di negozi allestiti precedentemente in VR.
5. *Sport*: utile per migliorare le performance degli sportivi attraverso appositi ambienti virtuali, ma anche per avvicinare il pubblico mettendolo al centro dell'evento sportivo o facendogli vedere in anteprima come sarà la visuale dal suo posto dello stadio.
6. *Visualizzazione scientifica*: per mostrare più facilmente grosse moli di dati o informazioni complesse facilitando le collaborazioni interdisciplinari.

7. *Costruzione e Design*: con le esplorazioni virtuali da la possibilità di avere un feedback più realistico delle nuove strutture o soluzioni di design, come organizzazione di interni o progettazione di nuovi prodotti, prima ancora di realizzarli.
8. *Istruzione*: rende più diretto l'apprendimento in molte discipline che sarebbero difficili da visualizzare o ricordare, soprattutto nella scuola dell'infanzia.
9. *Media e informazione*: con l'utilizzo di film e documentari interattivi o di report giornalistici in cui l'utente è al centro della notizia e la può vivere in prima persona

1.1.2.2 Hardware

Il primo passo per capire come funziona la realtà virtuale è considerare cosa costituisce un intero sistema VR. Al contrario di quanto si possa pensare non si tratta solamente dei componenti fisici, come il visore il computer o i controllers, ma l'organismo utilizzatore è altrettanto fondamentale, che in questo capitolo verrà considerato un essere umano per facilità.

I sensi di una persona infatti sono centrali sia nel funzionamento della realtà virtuale che nel mondo fisico perché il cervello ne controlla la configurazione mentre riceve le informazioni da essi fornitegli formando le basi della cognizione spaziale di un individuo.



Figure 1.1: Il processo di raccolta, analisi e controllo di informazioni sensoriali nel mondo reale (a) e in quello virtuale(b).

L'hardware di una configurazione in realtà virtuale deve tenere traccia dei movimenti dell'utente per regolare gli stimoli artificiali in modo corretto, dando il desiderato senso di immersione. Gli spostamenti della testa sono i più importanti poiché ad essa sono correlati la vista, il nostro senso predominante, e il sistema vestibolare, il quale dalle orecchie fornisce al cervello informazioni sull'equilibrio e sul moto nello spazio circostante.[tVDAFOBMC]

Per aumentare il grado di realismo della simulazione si tende a monitorare i movimenti di braccia o gambe. Infine è in egual modo significativo prendere in considerazione l'ambiente reale circostante come parte integrante del sistema VR perché, nonostante le stimolazioni controllate, l'utilizzatore continuerà a percepirlo.

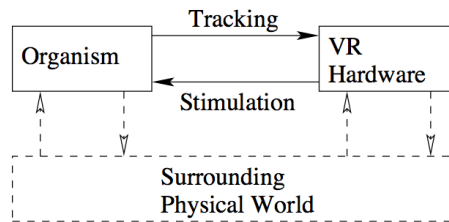


Figure 1.2: Lo schema di un sistema VR

Scendendo più nei dettagli i moderni sistemi di VR sono composti da tre componenti hardware principali: display, sensori, computer.

Displays:

Attraverso di essi avviene la stimolazione degli organi sensoriali. Nei sistemi a *CAVE*, un acronimo ricorsivo che sta per "cave automatic virtual enviroment", l'utente è avvolto da immagini 3D proiettate su sei piani di visualizzazione fissi ed immerso in un'audio surround. Nei sistemi *HMD*, head-mounted display, la configurazione consiste, come da definizione, in un visore montato sulla testa. Nei modelli più semplici viene utilizzato lo schermo di un cellulare e due lenti focali per gli occhi. Le apparecchiature più sofisticate utilizzano schermi progettati appositamente per la VR, che sfruttano la tecnologia LED o strumenti di *proiezione pico*, come *DLP* (*Digital Light Processing*), *LCD* (*Liquid Crystal Display*) o *LQoS* (*Liquid Crystal on Silicon*). Alcuni prodotti che implementano queste tecnologie sono i *Google Glass*, i *Microsoft Hololens* e gli *Avegant Glyph*. Prototipi più esotici che sono ancora in fase di sviluppo sono gli schermi a *campi luminosi* [yPH] e a *piani focali multipli* [SJW], ma sono ancora troppo acerbi per poter competere con le tecnologie citate precedentemente già ampiamente utilizzate nel mercato dei cellulari.

Sensori:

Per generare il corretto output artificiale vanno costantemente monitorati gli organi di senso dell'individuo, in particolare la loro posizione e l'orientamento. Per quest'ultimo si impegna usualmente un'*unità di misura interna* (IMU), formata da un giroscopio le cui misure sono integrate nel tempo dando una stima dell'inclinazione. Il rumore generato da questa misurazione, definito come errore di derivazione, può essere annullato o ridotto con l'impiego di altri strumenti come accelerometri e magnetometri.

A metà del secolo scorso le IMU erano pensabili solamente su velivoli e missili, dati i costi e le dimensioni molto elevate, ma al giorno d'oggi sono incorporate nel gran parte dei dispositivi mobili e sono la nuova tecnologia che ha portato ad una distribuzione su ampia scala della realtà virtuale.

Un'altra tecnologia che è diventata più accessibile sono le *telecamere digitali* grazie alle quali si può adottare un approccio di monitoraggio *visivo*. L'idea è di identificare nell'immagine dei markers o elementi fissi, che fungono da sistemi di riferimento per il sistema. Questo processo impone però dei limiti sulla potenziale posizione o orientamento dei visori ed è per questo che sono in sviluppo intelligenze artificiali addette al riconoscimento di immagini che scalzino l'impiego di marker fisici.

Computers:

Sono considerati i *generatori di mondi virtuali* (VWG). Nei sistemi indossabili, il posizionamento del computer nello spazio fisico e il relativo scambio di informazioni con la periferica sono gli aspetti più importanti. Nelle configurazioni moderne si utilizzano dei cavi, limitandone e peggiorandone la mobilità. Quando i calcolatori non sono invece integrati al visore, come nel caso di un cellulare, questo problema non sussiste, ma la potenza di calcolo viene ridotta drasticamente, rendendo il mondo generato molto più semplice. Ci si aspetta in futuro la creazione di visori con computer integrati che adottano tecnologie wireless. Sono previsti ulteriori miglioramenti alle schede grafiche (GPU) che devono renderizzare, ovvero mostrare a schermo, elementi grafici sempre più complessi e numerosi che compongono gli ambienti virtuali.

1.1.2.3 Software

la componente software che permette la creazione di esperienze virtuali è gestita dal VWG citato in precedenza. Esso prende in input i dati dei sistemi di basso livello, che indicano cosa stia facendo l'utente nel mondo reale e li gestisce in modo che le componenti di *rendering* possano creare una simulazione virtuale coerente e realistica. La creazione dei mondi virtuale può essere gestita con diversi gradi di realismo, utilizzando mondo puramente sintetici, ovvero che esistono solamente nel contesto della simulazione 3D, oppure estremamente realistici che ricreano luoghi reali mappati in precedenza con l'utilizzo di camere digitali, e di tecniche di rielaborazione delle immagini come lo *SLAM* (*Simultaneous Localization and Mapping*) e il *texture mapping*.

La funzione base del software per un'applicazione VR rimane però il mantenimento della corrispondenza tra la posizione fisica e quella virtuale e del superamento di eventuali limiti qualora queste ultime non possano combaciare. Infatti nel caso in cui degli ostacoli fisici nel mondo reale non fossero replicabili nel mondo virtuali, o più probabilmente il contrario, lo sviluppatore deve gestire questa incompatibilità. Per fare ciò si può ampliare il mondo virtuale se l'utente non è limitato in uno spazio nel mondo fisico, considerando però che al crescere della libertà di movimento concessa ad una persona durante l'esperienza crescono anche i relativi problemi di sicurezza dato il parziale oscuramento dei sensi. Un'altra soluzione che permette la navigazione di spazi virtuali infinitamente grandi è l'inserimento di un sistema *locomotivo*, in cui l'indossatore si sposta nella simulazione stando in realtà fermo. Questo può essere implementato con l'ausilio di periferiche esterne. Purtroppo anche questa soluzione nasconde delle problematiche, poiché è facile indurre nell'utente effetti sgradevoli come il *motion sickness*, ovvero la sensazione di nausea data dall'incoerente differenza tra la vista e il senso dell'equilibrio.

Una parte più complessa affidata al lato software è la gestione della fisica virtuale. Quest'ultima è di fondamentale importanza per rendere più credibili la realtà virtuale, difatti se nella simulazione facciamo cadere un oggetto, il nostro cervello si aspetta che cada proprio come nella realtà. Vengono quindi utilizzati degli algoritmi di *rilevamento delle collisioni* che determinano se due o più oggetti si intersecano. Questo argomento raggiunge complessità così elevate quando si prendono in considerazione significative

quantità di collisioni o gli effetti della propagazione di luce e suono virtuali, che sfocia in una disciplina a parte. Nel caso di un'applicativo connesso alla rete, il mondo virtuale condiviso è mantenuto su un server che gestisce e aggiorna i movimenti o le varie interazioni degli utenti. In conclusione, per lo sviluppo VR, si può partire dal SDR *software development kit* di un visore che gestisca i driver e le componenti di basso livello come i sensori o le librerie grafiche, costruire da zero la fisica del mondo virtuale e implementare i requisiti dell'applicazione desiderata. Questo approccio consente di massimizzare le performance e amplia il controllo dello sviluppatore, ma è troppo complicato da gestire per applicazioni complesse. In questi casi si fa ricorso a VWG già pronti, lasciando in mano al creatore solo le componenti software ad alto livello. Alcuni esempi sono OpenSimulator, Vizard di WorldViz, Unreal Engine di Epic Games e Unity3D, che approfondiremo più avanti.

Chapter 2

Smart working e ambienti di lavoro virtualizzati

2.1 Cos'è lo smart working?

Il termine *smart working* si riferisce alle nuove modalità lavorative all'interno di un organizzazione, resi possibili dagli avanzamenti tecnologici e resi essenziali dalle pressioni economiche, ambientali e sociali. Questi nuovi approcci non nascono da un'idea rivoluzionaria, ma sono il frutto della graduale evoluzione delle nostre pratiche lavorative che sono diventate sempre più collaborative e libere.

Alla base vi sono tre concetti fondamentali

1. la revisione della leadership e del rapporto tra manager e dipendente, dal controllo alla fiducia;
2. il ricorso a tecnologie collaborative in sostituzione ai sistemi di comunicazione rigidi;
3. la riorganizzazione degli spazi di lavoro che vanno oltre le quattro mura di un ufficio.

Il risultato dell'applicazione di questi concetti in contesti aziendali è l'aumento della produttività aziendale in un *modus operandi* che pone al centro dell'attenzione la persona, unificando gli obbiettivi personali e quelli lavorativi. Questo processo responsabilizza il lavoratore che è consapevole e sente propri gli obbiettivi aziendali e non vede più l'organigramma aziendale come una dura piramide da scalare, bensì si sposta l'attenzione dall'organizzazione, centrale nei vecchi modelli, al singolo, cercando di motivarlo e di aumentare la sua dedizione per le attività che svolge.

Diminuendo quindi la distanza tra la vita professionale e quella privata, il dipendente valorizza da sé le attività che svolge e risulta più efficace. Spesso infatti il termine *smart working* si utilizza per intendere il telelavoro, alla possibilità di lavorare da casa, alla creazione di spazi per il *coworking* o a posti di lavoro più flessibili. Sebbene sia corretto, il concetto va molto oltre queste cose e risiede nella ridefinizione del lavoro per come lo intendiamo.

All'atto pratico la sua potenza non risiede nel fatto che gli *smart workers* non hanno orari d'ufficio rigidi o che non importi dove lavorino, ma nella richiesta del datore di lavoro, che vincola il lavoratore unicamente a ottenere i risultati previsti nei tempi stabiliti con il massimo della qualità,. Così facendo il subordinato si sente proprietario del proprio lavoro, autonomo in modalità e tempistiche e viene responsabilizzato, imparando a gestire il suo tempo in modo più intelligente. Il controllo in questo modello lascia spazio alla fiducia nei confronti di un sottoposto. Questa lenta rivoluzione è condotta dai mezzi tecnologici che forniscono più alte possibilità di condivisione fra persone, team e società.

Lo smart work favorisce quindi la nascita di nuove figure lavorative, come manager moderni che guidano dei gruppi di professionisti e gestiscono le risorse, passando così da controllore ad un più costruttivo mentore che lavora sulle individualità della persona, che ne trae vantaggi sia professionalmente che personalmente.

L'adozione di questo approccio porterebbe anche vantaggi socio economici come la riduzione dell'inquinamento dovuto agli spostamenti tra le abitazioni e i luoghi di lavoro. [DBML07]

Risparmi Annuali	1.5 giorni/settimana	5 giorni/settimana
Distanza	1890 Km	6300 Km
CO2	365 Kg	1187 Kg
Tempo	61 ore	203 ore

Figure 2.1: I dati raccolti da uno studio dell'Università di Oxford sui risparmi ottenuti grazie al telelavoro.

2.2 I vantaggi del processo di virtualizzazione

2.3 Limiti tecnici

Chapter 3

Requisiti del progetto

Questo è il capitolo 3

3.1 Una sala riunioni in realtà virtuale

3.2 Principali funzionalità e casi d'uso

3.3 Gestione sicura dei dati

3.4 Esperienza d'uso

Chapter 4

Tecnologie adottate

Questo è il capitolo 4

4.1 Unity3D

4.2 Samsung GearVR

4.3 Samsung Vox

Chapter 5

Analisi del progetto

Questo è il capitolo 5

5.1 Ambientazione grafica

5.2 Interfaccia grafica

5.3 Architettura software

Conclusioni e sviluppi futuri

Bibliography

- [DBML07] Carey Newson David Banister and University of Oxford Matthew Ledbury, Transport Studies Unit. The cost of transport on the environment - the role of teleworking in reducing carbon emission. 2007.
- [LaV17] Steve M. LaValle. Virtual reality. In *Virtual Reality*, 2017.
- [SJW] Ahna R. Girshick Martin S. Banks School of Psychology University of Wales Bangor LL57 2AS United Kingdom; Microsoft Research: Asia Beijing Sigma Center No. 49 Zhichun Road Beijing China 100080; School of Optometry 360 Minor Hall University of California Berkeley CA USA 94720 Simon J. Watt, Kurt Akeley. Achieving near-correct focus cues in a 3-d display using multiple image planes.
- [tVDAFOBMC] MA the Vestibular Disorders Association, with contributions by Mary Ann Watson, FACS F. Owen Black, MD, and MD Matthew Crowson. The human balance system.
- [VRA] Applications of virtual reality.
- [yPH] Marc Levoy and Stanford University Pat Hanrahan, Computer Science Department. Achieving near-correct focus cues in a 3-d display using multiple image planes.