

ALMA MATER STUDIORUM – UNIVERSITÀ DI BOLOGNA  
CAMPUS DI CESENA

---

Scuola di Ingegneria e Architettura  
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria e Scienze Informatiche

STUDIO E PROGETTAZIONE DI SISTEMI  
HANDS-FREE BASATI SU TECNOLOGIE  
WEARABLE: UN CASO DI STUDIO IN  
AMBITO HEALTHCARE

*Elaborato in*  
PROGRAMMAZIONE AVANZATA E PARADIGMI

*Relatore*

Prof. ALESSANDRO RICCI

*Presentata da*

LORENZO PONTELLINI

*Co-relatori*

Dott.ssa SILVIA MIRRI

Ing. ANGELO CROATTI

---

Terza Sessione di Laurea  
Anno Accademico 2014 – 2015



# PAROLE CHIAVE

Hands-free

Human-Computer Interaction

Wearable

Augmented reality

Healthcare



*“Sii felice con tutto quello che ti porti dentro.  
Non esiste la vita perfetta.  
Esisti tu che vivi.”*



# Indice

<b>Introduzione</b>	<b>xi</b>
<b>Sommario</b>	<b>xiii</b>
<b>1 Sistemi Hands-free</b>	<b>1</b>
1.1 Introduzione . . . . .	1
1.2 Definizione di sistema Hands-free . . . . .	1
1.3 Progettazione di un sistema Hands-free . . . . .	2
1.3.1 Target di utilizzo . . . . .	2
1.3.2 Frequenza di controllo dell'input . . . . .	4
1.3.3 Fase di attivazione del controller . . . . .	4
1.3.4 Fase di valutazione del controller . . . . .	4
1.4 Ambiti d'utilizzo . . . . .	4
1.5 Tecnologie abilitanti . . . . .	5
1.5.1 Modello Speech based . . . . .	5
1.5.2 Modello Eye based . . . . .	6
1.5.3 Modello gesture based . . . . .	7
1.5.4 Modello elettromiografico . . . . .	7
1.5.5 Modello elettroencefalografico . . . . .	7
<b>2 Wearable Mobile Computing e HCI</b>	<b>9</b>
2.1 Definizione di Wearable Computing . . . . .	9
2.2 Problematiche delle tecniche identificate . . . . .	11
2.2.1 Fonte di energia . . . . .	11
2.2.2 Dissipazione del calore . . . . .	12
2.2.3 Network . . . . .	12
2.2.4 Privacy . . . . .	14
2.3 Modello di progettazione di un sistema wearable . . . . .	15
2.3.1 Specifiche del problema . . . . .	16
2.3.2 Modello architetturale . . . . .	17
2.3.3 Esplorazione del contesto di utilizzo . . . . .	18
2.4 Definizione delle interfacce . . . . .	19

2.4.1	Vantaggi delle interfacce WIMP . . . . .	19
2.4.2	Svantaggi delle interfacce WIMP . . . . .	20
2.4.3	Post WIMP Architecture . . . . .	21
2.5	Human Computer Interaction . . . . .	21
2.5.1	Principi della HCI . . . . .	22
2.5.2	Conoscere l'utente . . . . .	22
2.5.3	Capire il task assegnato . . . . .	24
2.5.4	Ottimizzazione delle risorse a disposizione . . . . .	25
2.5.5	Prevenire situazioni di errore . . . . .	26
2.5.6	Garantire interazioni naturali . . . . .	26
<b>3</b>	<b>Realtà Aumentata</b>	<b>29</b>
3.1	Evoluzione e cenni storici . . . . .	30
3.2	Tecnologie per Realtà Aumentata . . . . .	30
3.2.1	Computer Vision in AR . . . . .	31
3.2.2	Dispositivi AR . . . . .	32
3.2.3	Interfacce a Realtà Aumentata . . . . .	36
3.2.4	Sistemi a Realtà Aumentata . . . . .	37
3.3	Sistemi mobile per la Realtà aumentata . . . . .	41
3.3.1	Tecnologica socialmente accettabile . . . . .	41
3.3.2	Sistemi personali e privati . . . . .	42
3.4	Applicazioni . . . . .	42
3.4.1	Applicazioni pubblicitarie e commerciali . . . . .	42
3.4.2	Applicazioni istruttive e di intrattenimento . . . . .	45
3.4.3	Applicazioni mediche . . . . .	47
3.4.4	Applicazioni mobile (iphone) . . . . .	48
<b>4</b>	<b>Supporti tecnologici per sistemi Hands-free</b>	<b>51</b>
4.1	Smart Glasses EPSON Moverio BT-200 . . . . .	51
4.1.1	Introduzione . . . . .	51
4.1.2	Caratteristiche tecniche . . . . .	53
4.1.3	Funzionalità supportate . . . . .	54
4.1.4	Caratteristiche della camera . . . . .	55
4.1.5	Posizionamento sensori . . . . .	55
4.1.6	Visualizzazione di contenuti 3D . . . . .	56
4.1.7	Confronto con versione precedente . . . . .	56
4.2	Smart Armband Thalmic MYO . . . . .	58
4.2.1	Introduzione . . . . .	58
4.2.2	Caratteristiche tecniche e hardware . . . . .	59
4.2.3	Gesture e movimenti percepiti . . . . .	60
4.2.4	Dispositivi supportati . . . . .	61



<b>5</b>	<b>Caso di studio: Supporto hands-free ad operatori che agiscono in contesti d'emergenza</b>	<b>63</b>
5.1	Introduzione . . . . .	63
5.2	Il contesto di riferimento . . . . .	64
5.2.1	Introduzione ad un sistema innovativo . . . . .	65
5.3	Funzionalità a supporto dell'operatore . . . . .	66
5.3.1	Funzionalità minori . . . . .	68
5.4	Scenari di riferimento . . . . .	68
5.4.1	Casi d'uso . . . . .	71
<b>6</b>	<b>Analisi e progettazione dell'interfaccia utente</b>	<b>73</b>
6.1	Idea di base . . . . .	73
6.2	Componenti grafici . . . . .	75
6.2.1	Left View e Right View . . . . .	76
6.2.2	Top View e Bottom View . . . . .	76
6.2.3	Central View . . . . .	76
6.3	Operazioni . . . . .	77
6.3.1	Schermata Principale . . . . .	77
6.3.2	Schermata invio messaggi . . . . .	78
6.3.3	Schermata operazioni di triage . . . . .	79
6.3.4	Schermata visualizzazione Alert . . . . .	80
<b>7</b>	<b>Analisi e progettazione del sistema complessivo</b>	<b>81</b>
7.1	Architettura Logica . . . . .	81
7.1.1	Dettagli sui componenti dell'architettura . . . . .	84
7.2	Progettazione Smartphone Device Controller . . . . .	86
7.2.1	Interazione interna al sottosistema . . . . .	87
7.3	Progettazione Glasses Device Viewer . . . . .	88
7.3.1	Caratteristiche protocollo triage . . . . .	89
7.3.2	Definizione delle APIs . . . . .	90
7.3.3	Interazione interna al sottosistema . . . . .	91
7.4	Gestione dei dati scambiati . . . . .	92
7.4.1	Dominio dei dati interni al sistema . . . . .	92
<b>8</b>	<b>Sviluppo prototipale del sistema complessivo</b>	<b>93</b>
8.1	Caratteristiche tecniche del sistema complessivo . . . . .	93
8.1.1	Android . . . . .	93
8.1.2	Comunicazioni Bluetooth . . . . .	94
8.1.3	Necessità di un terzo componente . . . . .	94
8.2	Componenti principali client side . . . . .	95
8.2.1	Activity principale . . . . .	96

8.2.2	Gestione delle comunicazioni . . . . .	97
8.2.3	Gestione del protocollo di invio messaggi . . . . .	101
8.2.4	Gestione del protocollo di Triage . . . . .	101
8.2.5	Gestione dello stato del sistema . . . . .	103
8.2.6	Diagramma degli stati del sistema . . . . .	104
8.2.7	Refactoring d'uso . . . . .	105
8.3	Componenti principali server side . . . . .	107
8.3.1	Main Activity . . . . .	108
8.3.2	Gestione delle comunicazioni . . . . .	108
8.3.3	Stato della connessione . . . . .	109
<b>9</b>	<b>Considerazioni sull'usabilità e validazione del prototipo</b>	<b>111</b>
9.1	Principi per il corretto design: euristiche di Nielsen . . . . .	111
9.2	Strategia di validazione del prototipo del sistema . . . . .	113
9.2.1	Challenges per i tester . . . . .	113
9.2.2	Risultati e Valutazione dei tester . . . . .	115
	<b>Conclusioni</b>	<b>117</b>
	<b>Ringraziamenti</b>	<b>123</b>
	<b>A Documento di validazione del prototipo</b>	<b>125</b>
	<b>B Tabella riassuntiva dei risultati di validazione</b>	<b>133</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>139</b>

# Introduzione

Con l'avanzamento tecnologico degli ultimi anni, si è potuto assistere ad un relativo incremento di rilevanza per i dispositivi portatili, in particolare questi hanno guadagnato un ruolo sempre più centrale nella vita delle persone passando dall'essere un supporto specifico per determinate operazioni limitate, ad essere il centro nevralgico delle giornate costantemente in interazione con noi stessi e con gli altri.

Questa connotazione si è fatta sempre più marcata scindendosi dal mero utilizzo che è possibile fare con un personal computer, ma richiedendo una evoluzione verso una serie di strumenti costruiti e progettati ad hoc per la gestione specifica di particolari momenti della giornata. Per fare questo si è cercato di integrare sempre più dispositivi all'interno dello stesso andando in contro a problemi quali la portabilità, le diverse strutture interne e sempre più importante l'autonomia.

I dispositivi con queste caratteristiche portano il nome di wearable mobile computer, ovvero oggetti che mantengono la loro idea fondamentale di portabilità e la estremizzano verso una direzione specifica che è la possibilità di "essere indossati" ovvero averli sempre a portata di mano per poterci interagire in ogni momento e in ogni luogo.

La nascita di questa nuova categoria richiede, come di norma, una serie di step di reingegnerizzazione dei concetti già noti, così da poter essere in grado di applicarli anche ai dispositivi così evoluti, ponendo nuove sfide per la definizione di una serie di concetti legati all'ambito di utilizzo nuovo e ancora non esplorato. L'obiettivo è arrivare alla definizione di una serie di standard utili per la realizzazione di sistemi complessi in grado di sfruttare appieno tutte le nuove funzionalità messe a disposizione dall'incremento tecnologico.

Conseguentemente alla nascita di questa nuova categoria di dispositivi, si richiede come specificato, anche un'evoluzione in termini di interazione. Viste

le caratteristiche di questi strumenti, si vuole fare in modo di non appesantire cognitivamente l'utente con operazioni di controllo su ogni dispositivo in suo possesso, ma si vuole garantire un certo livello di autonomia agli stessi facendo in modo di non distoglierlo, nel caso stesse compiendo un'operazione reputata primaria per livello di importanza.

Come di consueto accade, uno degli ambiti in grado di accogliere e testare questi cambiamenti è quello militare, in particolare, a fronte di una precedente collaborazione avvenuta tra l'università di Bologna e un'azienda del Ferrarese, si è potuto sondare il terreno in termini di sistemi a supporto di operatori in contesti d'emergenza.

Quello che è emerso, oltre allo studio preliminare eseguito, è servito come stimolo per la realizzazione di un sistema che possa supportare l'operatore sul campo permettendo però di sfruttare le nuove tecnologie precedentemente citate in maniera tale però da garantire le stesse, se non migliori prestazioni in termini di reattività e facilità d'uso.

Da qui nasce la visione e per un nuovo sistema che possa permettere all'utente di muoversi liberamente sul campo, garantendo inoltre un alto grado di libertà di movimenti e flessibilità operativa, utilizzando quindi un modello di interazione differente. La scelta, dopo una serie di approfondimenti relativi allo stato dell'arte, è ricaduta su quella chiamata hands-free ovvero che possa permettere all'utente liberamente di interagire con il sistema tramite gesti non direttamente collegati all'uso delle mani ma percependo lo stato dello stesso come se facesse parte del mondo, e rendendolo abile nell'impartire comandi senza bisogno di avere appresso supporti tecnologici standard ovvero con una tipica interfaccia di input che richiede di distogliere l'attenzione da un'altra eventuale operazione.

Questa tesi quindi vuole essere un primo documento con lo scopo di creare e mantenere un know-how relativamente ad un ambito innovativo, in particolare alla creazione di sistemi che si discostano in termini di interazione utente, da quelli attualmente in circolazione così da poter identificare con il tempo delle best practice per l'ambito di sviluppo scelto. Inoltre obiettivo fondamentale è quello di creare un primo prototipo di sistema che esibisca le caratteristiche definite. Per gettare delle basi solide, negli ultimi capitoli verrà eseguita inoltre una fase di validazione relativamente al prototipo così da poter raccogliere una prima serie di dati utili a fronte dell'utilizzo del sistema da parte di utenti selezionati aggiungendo così un valore ancora più alto al sistema.

# Sommario

Il percorso intrapreso per la scrittura della tesi, si snoda essenzialmente in due fasi e nove capitoli. La prima fase ha avuto come scopo l'analisi dal punto di vista tecnologico dell'evoluzione tecnologica che si è avuta nel campo di realtà aumentata e dispositivi wearable in particolare orientandosi verso una tipologia di interazioni hands-free. Questo ha portato ad una ricognizione sullo stato dell'arte permettendo di attere una base di conoscenza solida per la costruzione del sistema presentato all'interno del caso di studi. I capitoli successivi, in particolare dal quinto introducono alla seconda fase, hanno lo scopo di progettare e realizzare il sistema proposto, partendo da un'attenta analisi delle caratteristiche richieste passando per la prototipazione e successiva definizione delle caratteristiche atte alla valutazione del sistema stesso.

**Capitolo 1** Si è voluto, con il primo capitolo, inquadrare la direzione che il documento vuole prendere, in particolare attraverso lo studio dello stato dell'arte relativamente alle tipologie di interazioni hands-free presenti e attualmente attive. Questo dopo una definizione del significato del termine hands-free presenta una serie di soluzioni tecnologiche e i possibili ambiti di utilizzo.

**Capitolo 2** Con il secondo capitolo si affronta il tema più specifico dei dispositivi indossabili e la realtà che ci sta dietro in termini di interazioni dell'utente, affrontando inoltre i principi dettati dalla sfera della Human Computer Interaction. Si esplorano una serie di problematiche identificate nell'utilizzo della soluzione di dispositivi wearable proposte proponendo un modello di approccio al problema della progettazione.

**Capitolo 3** Questo capitolo introduce l'ultima macro area di interesse che viene toccata nel progetto del sistema, ovvero quella della realtà aumentata. Si propone una definizione ed una breve storia per capire le radici di provenienza della materia. Anche in questo caso vengono proposte una serie di applicazioni

in cui l'utilizzo di questo tipo di soluzione presenta dei benefici o portando al sorgere di nuovi problemi logistici di gestione.

**Capitolo 4** Il quarto capitolo permette di focalizzare l'interesse della tesi su di un'area specifica: dispositivi hands-free wearable. Questo capitolo è suddiviso in due parti, ognuna delle quali descrive le caratteristiche di un dispositivo di interesse e utilizzato nella progettazione del sistema. Per ognuno vengono indicate le caratteristiche costruttive, le funzionalità e le possibilità che si aprono nel loro utilizzo nelle diverse circostanze.

**Capitolo 5** All'interno di questo capitolo si descrive il sistema che si vuole realizzare e che si sfrutta come caso di studio per la prototipazione del sistema. Viene fatta una panoramica relativamente all'utilizzo del sistema, alle caratteristiche intrinseche che deve possedere e a quelle che deve supportare a posteriori. Si indicano gli scenari all'interno dei quali il sistema deve supportare l'utente e le problematiche, dalle quali è nata la volontà di realizzazione del sistema stesso.

**Capitolo 6** Viene presentata nel capitolo la soluzione proposta. Si definiscono i componenti che la costituiscono e le caratteristiche da ognuno possedute. Si identificano le operazioni richieste come fondamentali nei requisiti fornendo inoltre delle schermate esplicative sull'uso del sistema in una versione demo eseguita con i dispositivi a disposizione.

**Capitolo 7** Questo capitolo copre tutti gli aspetti identificati durante la progettazione del sistema, dall'idea iniziale alle metodologie scelte per la soluzione. Viene presentata una architettura logica del sistema solida ed estendibile requisito basilare per la riusabilità del sistema alla base della progettazione di sistemi di questo tipo. Si presentano i modelli dei dati scambiati da e verso il sistema identificando anche, tramite modelli, una serie di operazioni basilari di interazione tra le parti utili per capire il ruolo rivestito da ogni componente.

**Capitolo 8** In questo capitolo viene analizzato più nel dettaglio il processo che ha portato alla realizzazione del sistema da un punto di vista più ingegneristico. Si identificano, per mezzo di diagrammi ed estratti di codice sorgente, gli aspetti fondamentali che hanno portato alla realizzazione della soluzione tecnologica proposta.

**Capitolo 9** Quando si progetta un sistema occorre porre attenzione anche alla parte di validazione un eventuale prototipo creato, lo scopo di questo

capitolo è quello di fornire al lettore l'indicazione in riferimento alla quale valutare il sistema per gli aspetti di usabilità. Si predispone quindi una serie di esperimenti da sottoporre ad un pool di utenti selezionati fornendogli a conclusione un documento utile per valutare le performance del sistema in relazione alla richiesta fatta. In questo capitolo vengono presentati i documenti utilizzati e i metri di misura adottati per la valutazione delle caratteristiche.





# Capitolo 1

## Sistemi Hands-free

### 1.1 Introduzione

Negli ultimi anni si è assistito ad una rapida evoluzione della tecnologia che ha portato quest'ultima ad essere sempre più presente nella vita dell'uomo occupando un ruolo primario a supporto della sua operatività. Questo apporto di novità ha portato la necessità di delineare una serie di nuovi sistemi d'interazione tra l'uomo, in modo tale che possa impartire il comando, e la macchina, così che possa interpretare e svolgere il compito richiesto.

Sono stati svolti studi, anche recenti, per mantenere viva la ricerca su nuove modalità di interazione, e su come possano rispecchiare le richieste di utilizzo nelle differenti situazioni in cui l'uomo può trovarsi.

Con questa evoluzione si è inoltre rafforzato il ruolo dei sistemi informatici, passando da componente di supporto dell'operatività umana, a controllore e partner attivo in grado di prevedere e supportare le operazioni da portare a termine nello svolgimento del lavoro.

Lo sviluppo di questi sistemi, si è dovuto evolvere notevolmente, modificando il proprio approccio alla realizzazione della soluzione, infatti, sempre nuove modalità di interazione con il sistema sono stati vagliate. In particolare quella sulla quali si vuole porre l'attenzione e che ricopre il ruolo di requisito fondamentale nella realizzazione progettuale legata a questo documento, risulta essere quella denominata **interazione Hands-free**.

### 1.2 Definizione di sistema Hands-free

Una definizione naturale di questo tipo di sistema è la seguente: “Un sistema Hands-free è considerato tale se permette all'operatore di poter inviare comandi al sistema garantendo che questi vengano impartiti non utilizzando

le mani come nei consueti sistemi di interazione (ad esempio utilizzo di mouse o tastiera), permettendo così una maggiore libertà”.

Come si evince dalla definizione, il focus in questi sistemi è puntato sul permettere all’utente di interagire con il sistema riuscendo comunque a svolgere altre operazioni, considerate primarie, avendo a supporto l’operatività del sistema. Perché questo sia possibile, si deve poter riconoscere una serie di gesti di interazione che non vadano a disturbare l’utente, distogliendolo dall’operazione principale, ma che possano essere eseguiti in maniera rapida e chiara così da non lasciare margini di incertezza al sistema per decidere l’operazione da svolgere.

Questi sistemi, hanno anch’essi subito l’influsso dell’evoluzione tecnologica generando differenti possibilità di interazione Hands-free a seconda dell’ambito di utilizzo.

## 1.3 Progettazione di un sistema Hands-free

Quando si considera la progettazione di un sistema Hands-free occorre tenere in considerazione una serie di caratteristiche cardini sulle quali poi andare a sviluppare la soluzione. Innanzitutto, perché il sistema possa essere considerato tale, oltre al requisito fondamentale descritto precedentemente, occorre considerare anche quello di portabilità in quanto, spesso si richiede che l’utente sia comunque in grado di spostarsi durante l’esecuzione del proprio operato.

Senza addentrarsi troppo nella descrizione, in quando verranno presentati in un capitolo apposito, i dispositivi che possono essere trasportati con facilità dall’operatore umano e magari indossati, appartengono alla categoria dei **dispositivi wearable**.

Di seguito si descrivono alcune proprietà da tenere in considerazione nella progettazione di una soluzione per un sistema Hands-free.

### 1.3.1 Target di utilizzo

I dispositivi Hands-free possono essere utilizzati in differenti ambiti e quindi devono riuscire ad “adattarsi” a un’ampia gamma di caratteristiche. Occorre considerare, per esempio, quelle ambientali delle quali tenere conto in fase di progettazione come temperatura di utilizzo, immunità al rumore, valori di luce e così via. Fattore importante in specifici ambiti è quello della privacy soprattutto quando si prevede l’utilizzo in ambienti popolati o la predisposizione di funzionamento in modalità cooperativa quando serve, in questo caso occorre considerare l’introduzione di meccanismi che abbattano al minimo le situazioni di interferenza.

Quando si crea un sistema Hands-free, questo deve essere costruito a seconda delle caratteristiche del futuro utente utilizzatore e prevedere differenti approcci per differenti skill necessari. Possono essere previste fasi di training guidate, al fine di istruire l'utente o fasi di calibrazione e personalizzazioni del dispositivo.

### Accoppiamento task-controller

Occorre considerare oltre all'utente target, anche l'adeguatezza del mapping tra dispositivi e tipologia del controllo richiesta, infatti non sempre può essere sufficiente un singolo dispositivo per il controllo di diverse funzionalità. Uno specifico dispositivo può essere ottimo per un task ma risultare non funzionale per altri.

In letteratura si identificano differenti mapping, di seguito vengono presentate quelli degni di nota.

- **Singolo dispositivo di input mappato in una singola funzione di controllo.** Con questo mapping si assegna l'input più consono ad ogni funzionalità richiesta. I potenziali benefici dovuti all'utilizzo di input ottimizzati per differenti funzioni, deve essere pesato con il costo del controller e la possibile confusione dell'operatore riguardante il dispositivo da utilizzare per ogni funzione.
- **Singolo dispositivo di input mappato in più funzioni di controllo.** Al contrario del caso precedente, è possibile identificare un controller che può comandare differenti funzionalità. Anche in questo caso è necessario un livello di trade off adeguato per evitare di compromettere l'efficienza complessiva del sistema.
- **Molteplici dispositivi di input mappati in una singola funzione.** E' possibile implementare diversi dispositivi di controllo che gestiscano una singola funzione. Questo approccio fornisce una maggiore flessibilità all'utente dato che gli concede la possibilità di scegliere il dispositivo di input a fronte di differenti condizioni o valori di performance richieste, inoltre in caso di malfunzionamento è possibile utilizzare differenti alternative funzionanti. Di contro però, questa prassi impone che l'utente conosca differenti procedure di avvio per i differenti dispositivi, caratteristica che può essere un limite in relazione alle abilità dell'operatore il quale deve memorizzare diversi standard di funzionamento.

### 1.3.2 Frequenza di controllo dell'input

Occorre considerare in fase di progettazione anche la frequenza di selezione dei valori di input. Sarebbe opportuno prevedere una serie di modelli tali da adattarli alle diverse esigenze di utilizzo o alle specifiche dell'utente nel momento dell'utilizzo.

### 1.3.3 Fase di attivazione del controller

La fase di attivazione deve essere la più breve possibile per fare in modo che il dispositivo sia operativo, in un lasso di tempo adeguato allo scopo, a partire da uno stato di non utilizzo o standby.

### 1.3.4 Fase di valutazione del controller

Occorre eseguire delle fasi accurate di testing sia in laboratorio ma anche direttamente sul campo di azione per avere così a disposizione una serie di dati utili come indici di valutazione del sistema. Le misure sul carico di lavoro possono servire inoltre alla valutazione dell'effort che si ha utilizzando il dispositivo.

## 1.4 Ambiti d'utilizzo

I possibili ambiti in cui utilizzare sistemi di questo tipo spaziano dalla medicina all'edilizia, settori apparentemente senza caratteristiche comuni ma che richiedono lavori di precisione e in cui l'utilizzo di una macchina crea un'apporto in termini di efficienza molto alto.

In letteratura sono descritti numerosi sistemi impiegati negli ambiti citati, i quali permettono all'utente di interagire con il sistema in un modo naturale e non invasivo ognuno dei quali è sviluppato attraverso delle tecnologie adatte all'utilizzo che occorre farne con il sistema.

L'obiettivo al quale si punta in questo documento è la progettazione e realizzazione di un sistema a supporto dell'operatività umana nell'esecuzione di operazioni di recupero, in scenari di emergenza.

L'innovazione legata alla scelta dell'ambito, porta allo studio di nuove tecnologie di interazioni rispetto a quelle presenti ora, in particolare si richiede la possibilità dell'utente di operare manovre di primo soccorso e nello stesso tempo eseguire delle misurazioni sul paziente, senza doversi distrarre nell'interazioni con dispositivi elettronici.

Questi requisiti fanno capire il perché sono stati introdotti gli argomenti presentati.

Settore in espansione al quale si fa riferimento molto spesso è quello dei dispositivi wearable, precedentemente citato, ovvero quelli che senza sforzo l'uomo può portarsi appresso durante lo svolgimento del proprio lavoro. Passi in avanti sono stati fatti anche in questo campo con l'avvento della miniaturizzazione che ha reso possibile il trasporto di dispositivi fino a qualche anno fa realizzati tramite elaboratori che difficilmente potevano essere spostati senza comprometterne il funzionamento.

Attraverso la scelta di utilizzare dispositivi Hands-free ci si vuole spingere oltre in un settore fertile dove si sfruttano un'insieme di tecnologie che permettono, come definito, all'uomo di interagire in maniera naturale con i dispositivi ed essere in grado di visualizzare una risposta quando occorre senza dover distogliere lo sguardo dall'operazione primaria.

Da questo si capisce come le discipline che permettono di realizzare questi dispositivi sono tante, verranno analizzati in particolare nei prossimi capitoli quelle legate alla realtà aumentata e alla progettazione di dispositivi wearable sempre avendo come obiettivo la creazione di un sistema Hands-free.

Soprattutto nel campo della medicina, queste tecnologie sono sfruttate in particolare per quelle persone che affette da menomazioni più o meno gravi non sono più in grado di articolare specifici movimenti. In questi casi grazie all'uso della tecnologia Hands-free applicata allo specifico caso, si è in grado di garantire al paziente l'aiuto necessario durante lo svolgimento di azioni più complesse.

## 1.5 Tecnologie abilitanti

Le interfacce di input per un dispositivo wearable possono essere classificate in due categorie: quelle “*consapevoli*” e quelle “*non consapevoli*”. Mentre queste ultime vengono sfruttate nel campo della context awareness in cui i dispositivi forniscono una serie di servizi appropriati alla situazione nella quale l'utente si trova tramite i sensori equipaggiati, le consapevoli, sono utilizzate quando l'utente richiede un servizio in una maniera proattiva.

Si identificano di seguito una serie di tecnologie o modelli progettuali, che hanno portato allo sviluppo di un sistema Hands-free specifico, riassumendone gli ambiti di utilizzo e le caratteristiche salienti.

### 1.5.1 Modello Speech based

E' possibile identificare, dalla letteratura, questa disciplina con i termini “*Automatic Speech Recognition*” (ASR) riferendosi alla computazione usata per trasformare il parlato in testo. La possibilità di usare le parole per creare

o editare documenti offre un modo naturale di interazione con i computer con ovvie implicazioni positive per gli scenari di utilizzo da parte di utenti affette da incapacità fonetiche.

Anche se nell'ultimo periodo si è avuto un incremento notevole nell'utilizzo di questa tecnologia, risulta essere ancora non del tutto performante nell'utilizzo dell'interazione di tutti i giorni. Nei casi in cui occorre riconoscere termini differenti da quelli effettivamente definiti dall'utente è sempre possibile l'immissione del termine giusto tramite l'utilizzo da tastiera, questo soprattutto dal punto di vista wearable, non risulta essere sempre possibile.

### 1.5.2 Modello Eye based

Sono quelle applicazioni in cui, per le operazioni di controllo, si sfrutta la direzione dello sguardo data dall'occhio. Sarà necessaria un'attenta fase di progettazione per garantire che i movimenti degli occhi dell'operatore durante lo svolgimento dei suoi compiti, siano naturali e non lo affatichino più del dovuto.

I movimenti oculari dovrebbero essere usati in combinazione con altri strumenti Hands-free per fare fronte ai limiti di precisione dovuti al meccanismo di tracking. E' possibile inoltre equipaggiare questo sistema con dispositivi intelligenti che permettano, dopo un'elaborazione, di interpretare l'input degli occhi.

La modalità di tracking oculare può essere semplificata utilizzando un display montato sulla testa (Head Mounted Display). I metodi che permettono questo tipo di monitoraggio possono essere suddivisi in due categorie: quelli che misurano il potenziale elettrico della pelle intorno agli occhi e quelli che sfruttano l'elaborazione di immagini che possono essere otticamente rilevanti direttamente sugli occhi tramite l'uso di speciali lenti a contatto.

Il primo metodo risulta essere il meno costoso da realizzare e si basa sull'esistenza di un campo elettrostatico che ruota con il bulbo oculare il quale, registrando piccole differenze di potenziale sulla pelle, con speciali elettrodi, permette di identificare il puntamento dell'occhio umano. Questa tecnica risulta difficilmente applicabile al di fuori di un contesto di laboratorio in quanto la precisione del puntamento è influenzata da numerosi fattori che possono provocare funzioni di uscita non lineare e valori di corrente di deriva. La causa di questo è da ricercare nell'evolversi delle caratteristiche della pelle che si adattano alla situazione in cui si trova l'utente.

Il secondo metodo risulta essere più costoso e complesso in quanto sensibile ai cambiamenti di luminosità dell'ambiente, quindi anch'esso di difficile applicazione.

### 1.5.3 Modello gesture based

Esistono una serie di movimenti statici o dinamici che possono essere associabili al termine “gesture” ognuno dei quali riferito ad una specifica parte del corpo: gesture delle mani o gesture relative ai muscoli facciali volontari e involontari e così via.

Un esempio di sistema sviluppato [6], permette di identificare delle espressioni facciali sfruttando un dispositivo che identifica i cambiamenti di tensione e rilassamento della pelle grazie ad un sensore piezoelettrico posizionato nella parte sottostante il mento. Questo componente è in grado di dare in uscita un potenziale di tensione in relazione alla compressione o distensione dei muscoli presenti al di sotto della pelle. Questi valori sono poi utilizzati per definire dei pattern d’azioni da eseguire.

### 1.5.4 Modello elettromiografico

Questo particolare modello sfrutta i segnali elettrici che accompagnano le contrazioni muscolari piuttosto che il movimento prodotto dalle stesse come mezzo per il controllo. Si sfruttano elettrodi posizionati sulla superficie della pelle i quali rilevano l’attivazione di centinaia di gruppi muscolari di fibre, in particolare si confrontano questi valori con delle soglie predeterminate per derivare in uscita un comando di controllo binario. Alcuni algoritmi usano delle tecniche in cui il valore di controllo continua finchè l’input di comando risulta essere superiore alla soglia. Per queste tipologie di sistemi, come per altre, risulta essere fondamentale il monitoraggio dei componenti di modo tale che continuino a dare il giusto valore in relazione al movimento dell’utente.

Nel caso di applicazione reale, risulta essere fondamentale la scelta del movimento di attivazione del comando, occorre infatti sceglierne uno che non vada ad interferire con il normale comportamento dell’utente e che possa essere discriminato da uno involontario, anche questo discorso può essere esteso anche a tutti gli altri modelli precedentemente presentati.

### 1.5.5 Modello elettroencefalografico

Questo modello lavora sull’attività cerebrale traducendola in un segnale di controllo per una macchina o un computer. L’approccio a questo tipo di controllo in cui il segnale proviene da stimoli cognitivi volontari, consta di training e biofeedback. Risulta non essere adatto all’uso wearable dato il necessario investimento nella fase di training. Al contrario risultati positivi si sono ottenuti con l’analisi delle risposte del cervello a stimoli modulati.

Queste risposte cerebrali includono componenti che lavorano alla stessa frequenza dello stimolo che li ha invocati. Così facendo se gli elementi selezio-

nabili di un menu su di un display sono modulati a frequenze diverse, la scelta dell'operatore tra le voci selezionabili può essere identificata selezionando il modello di frequenza che è dominante nell'attività cerebrale evocata. Per fare questo vengono utilizzati degli elettrodi posizionati su di una fascia applicata all'utente sopra alla corteccia occipitale.



# Capitolo 2

## Wearable Mobile Computing e HCI

L'evoluzione tecnologica ha portato allo sviluppo di nuovi strumenti sempre più evoluti permettendo un'interazione più sviluppata del binomio uomo computer. Negli ultimi anni il campo del mobile computing ha spinto verso soluzioni portabili, il più possibili smart, equipaggiate con sensori che permettano in ogni luogo di avere sott'occhio il maggior quantitativo di informazioni possibile riguardo l'utente che li indossa. Questa evoluzione così incontrastata, porta con se anche la mancanza di standardizzazione, una classificazione che permetta ad un progettista di creare un prodotto che rispetti dei canoni prestabiliti e genericamente accettati.

### 2.1 Definizione di Wearable Computing

Come sempre accade quando si cerca di dare una definizione ci si rende conto che sono tante le possibili candidate e nessuna univoca rispetto alle altre, le quali si differenziano in relazione alla direzione di ricerca o al dominio applicativo d'uso per le quali sono state create. Bradley J. Rhodes si concentra sulle caratteristiche hardware: "I dispositivi Wearable Computer possiedono alcune delle caratteristiche elencate: uso di sensori per captare l'ambiente e le caratteristiche biometriche dell'utente, proattività per essere in grado di trasmettere informazioni anche quando non sono utilizzati, essere sempre in attività". Il progetto wearIT@work<sup>1</sup> concentra l'attenzione, invece, sull'interazione tra l'utente, il sistema e l'ambiente utilizzando la seguente definizione: "Sistemi informatici integrati agli indumenti degli utenti in maniera discreta. Essi consentono agli utilizzatori di poter eseguire liberamente i propri compiti

---

<sup>1</sup><http://www.wearitatwork.com>

avvalendosi di un supporto tecnologico. Occorre evitare che l'utente distolga l'attenzione dal compito primario evitando un sovraccarico cognitivo, per questo motivo le interazioni esplicite con questi dispositivi devono essere ridotte al minimo e il sistema deve riconoscere in autonomia l'ambiente circostante e l'ambito di utilizzo tramite l'utilizzo di sensori integrati. Sulla base del contesto di lavoro rilevato, la soluzione wearable deve permettere il passaggio di informazioni utili dal contesto al suo utente, riducendo al minimo le opzioni possibili nell'ambito di risoluzione di una problematica. L'utente deve riuscire ad interagire simultaneamente con il sistema e l'ambiente.”

Quanto detto precedentemente fa capire come l'evoluzione dei dispositivi ha avuto come obiettivo quello di adattare lo stesso, allo stile di vita dell'utente spostando quindi la concezione dall'essere accessorio passivo, all'essere fondamentale e personale, parte della nostra esistenza. Il fatto di essere sempre presenti, nel modo meno invasivo possibile, è una delle caratteristiche di distinzione tra i sistemi wearable e i computer portatili.

Dispositivi wearable possono essere considerati differenti oggetti: da braccialetti, a zaini, a collane. In generale però è sempre la combinazione di una serie di dispositivi che permettono di captare l'input utente, una serie di sensori per percepire l'ambiente e dei dispositivi di output attraverso i quali le informazioni vengono rese disponibili all'utente.

L'idea e la speranza espressa da J.C.R. Licklider<sup>2</sup> è che in pochi anni si possa avere un rapporto stretto tra il cervello umano e i computer di modo tale ottenere da questa partnership un modo di ragionare che nessun sistema inventato fino ad oggi abbia mai saputo sviluppare.

Di seguito si elencano alcune caratteristiche salienti per i sistemi wearable.

### **Persistenza e facilità di accesso dei dati**

Il dispositivo deve essere progettato per l'uso quotidiano inoltre, come precedentemente detto, deve essere sempre possibile per l'utente, interagire in modo discreto per il consulto di informazioni permettendogli non distogliere l'attenzione da ciò che sta facendo.

### **Modello di percezione dell'ambiente**

Per fornire il miglior supporto cognitivo per l'utente, il dispositivo deve essere in grado di osservare e modellare l'ambiente dell'utente, lo stato fisico e mentale e valutando infine il proprio stato interno. In alcuni casi, l'utente potrebbe fornire segnali contestuali espliciti per aiutare il dispositivo nel suo compito.

---

<sup>2</sup>All'interno di "Man-Computer Symbiosis"

## Modello di interazione con l'utente

Il sistema deve essere predisposto per l'interazione con l'utente di modo tale da poter fornire nella maniera più rapida e adatta al contesto di utilizzo, le informazioni richieste dall'utente in un dato momento, adattando queste modalità al contesto nel quale si trova. Esempi possono essere l'utilizzo del sistema durante una riunione o durante un viaggio in macchina, nel primo caso il modello di interazione con l'utente deve essere il meno intrusivo possibile in grado di poter filtrare solo le informazioni rilevanti, nel secondo caso invece il modello deve consentire all'utente di non distogliersi dalla guida quindi fornendo le informazioni tramite canali vocali.

## 2.2 Problematiche delle tecniche identificate

La sfida più importante nella progettazione di un dispositivo wearable è la creazione d'interfacce appropriate, per fare questo ci si trova a dover affrontare una serie di problematiche legate all'ambito di utilizzo del sistema e al suo funzionamento nel lungo periodo.

### 2.2.1 Fonte di energia

La scelta della fonte di energia per alimentare il dispositivo, le modalità di ricarica sono il problema fondamentale nello sviluppo di sistemi wearable autonomi. Anche se la densità dei transistor tende ad essere sempre più bassa, la densità di energia, misurata in volt, tende ad incrementare con molta meno rapidità. La massa di un dispositivo mobile è determinata in gran parte dalla dimensione della sua batteria e in minima parte dai componenti elettronici. Un ruolo importante nel design di un sistema wearable quindi è quello giocato dalla batteria la quale può determinare l'incremento di caratteristiche di riferimento quali peso, dimensione e packaging andando ad influire anche sul costo di produzione.

Se si considera la progettazione di un sistema che è connesso ad altri, l'utilizzo di batterie supplementari non risulta una soluzione facilmente applicabile, ogni sottosistema deve essere autonomo in fatto di energia e non dipendere da un'unità centrale. Inoltre quando i dispositivi connessi sono tanti e posizionati in diverse parti del corpo dell'utente, il trasporto di energia in maniera non invasiva risulta essere complicato.

L'uso di batterie ricaricabili potrebbe essere il migliore compromesso, viste le problematiche identificate, ma questo lascia all'utente il compito di ricordarsi, prima di ogni utilizzo, di ricaricare ogni batteria presente. Idealmente, per fare fronte a questo fatto, potrebbero essere i dispositivi stessi che attraverso lo

sfruttamento di azioni ripetute giornalmente dall'utente possono trarre energia per ricaricarsi. Altra soluzione potrebbe essere quella di includere lo sfruttamento di celle fotovoltaiche portatili e flessibili che possano essere abbinare con il dispositivo, anche in questo caso però, con tutta una serie di problematiche legate.

Una modalità che sta prendendo piede, almeno per la ricarica di dispositivi mobile, è quella di sfruttare le trasmissioni radio per recuperare energia. Le possibili evoluzioni sono tante e attraenti anche in altri campi, ma per adesso non riescono a portare a risultati consistenti.

### 2.2.2 Dissipazione del calore

Un problema collegato a quanto precedentemente descritto è quello della dissipazione del calore creato durante l'uso del dispositivo. Nell'ambito della progettazione di laptop di fascia alta, quello della dissipazione del calore è un problema rilevante infatti un buon sistema di dissipazione può essere fonte di una notevole spesa. Per il progetto di laptop infatti occorre considerare che il design del sistema di raffreddamento deve essere in grado di trasferire calore dal processore verso l'esterno così da poter evitare lo shock termico per i componenti elettrici.

Nei dispositivi indossabili, invece, si può considerare che il contesto di utilizzo cambia andando a beneficio del lavoro di dissipazione, ad esempio, nel caso di un bracciale con il movimento del polso, il movimento permette di scambiare aria con l'ambiente circostante favorendo il raffreddamento.

La dissipazione del calore inoltre può essere utilizzata anche nei mesi invernali come metodo di riscaldamento a contatto diretto con il corpo umano.

Si potrebbero inoltre, sfruttare tecniche che fanno uso di "serbatoi termici attivi". I sistemi di raffreddamento potrebbero sfruttare le capacità termiche delle batterie in modo che il dispositivo wearable possa trasferire questa energia nelle batterie durante il funzionamento, incrementando inoltre la durata della stessa. Con lo stesso principio, tramite l'uso di tecnologie apposite si potrebbero stabilizzare le temperature dei componenti interni in relazione a cambiamenti ambientali. Sfortunatamente queste tecnologie sono ancora in fase di sperimentazione non essendo riusciti ad ottenere dei risultati soddisfacenti.

### 2.2.3 Network

Come per qualsiasi dispositivo, la quantità di potenza in relazione alla tipologia di servizio disponibili può limitare il funzionamento e l'interoperabilità dei vari strumenti posti all'interno del sistema wearable. Inoltre l'introduzione di standard di comunicazione diversi per ogni dispositivo può portare

a problematiche di interferenze tra tutti i diversi segnali radio presenti durante la trasmissione dati, fattore da tenere sotto controllo per evitare mal funzionamenti durante l'uso.

Per risolvere si potrebbe pensare ad un unico standard radio che permetta le trasmissioni di tutti i dati di ogni dispositivo, il problema si sposterebbe dall'interferenza delle reti ad interferenza nel transito dei dati. Il designer di un sistema wearable deve considerare questo aspetto e le relative problematiche che potrebbero esistere in ogni soluzione progettuale.

### Comunicazioni off-body

La comunicazione radio tra i dispositivi mobili e una infrastruttura fissa rimane una delle problematiche più studiate. In passato sono stati sviluppati sistemi di comunicazione che potessero sfruttare gli standard di scambio di pacchetti dati telefonici come ad esempio *Cellular Digital Packet Data* (CDPD), *Global System for Mobile Communications* (GSM), *Time-Division Multiple Access* (TDMA), e *Code-Division Multiple-Access* (CDMA). Oggi, grazie a nuovi sistemi di comunicazione (2G, 3G e 4G) si è in grado di migliorare l'affidabilità della connessione e la risposta di dispositivi aggregati.

Risulta un punto critico, però, la copertura della rete in ogni zona, soluzioni a questa problematica hanno portato all'utilizzo di mezzi di trasporto come ripetitori per il traffico nelle trasmissioni dati. Anche se un dispositivo wearable possiede capacità di trasmissione limitata e una scarsa durata di batteria, le auto potrebbero essere usate come ponte radio nelle comunicazioni. Inoltre, anche se guidata in una postazione remota, una macchina è spesso nel raggio di comunicazione di altre vetture così da permettere, tramite scambio di informazioni, una localizzazione sicura.

Per un tale schema di rete wireless partecipativa, occorre affrontare problematiche quali la standardizzazione, la sicurezza, la qualità del servizio, la sincronizzazione e la non onnipresenza di uno standard che, vista la velocità di evoluzione tecnologica, fa sì che gli standard in uso ora non per forza lo saranno anche nei prossimi anni. Questo stile di rete ad-hoc di dispositivi mobili complica questioni tradizionali quali l'uso di risorse e il routing. Inoltre, i nodi mobili che viaggiano a velocità variabile creano difficoltà per molti sistemi wireless. Fortunatamente, quest'area di ricerca risulta essere molto attiva negli ultimi anni e sempre alla ricerca di nuove soluzioni.

Un'altro modo per mediare ai problemi di copertura è quello di effettuare *chaching*: il dispositivo, una volta analizzato il pattern di utilizzo, è in grado di prevedere quando l'utente vuole accedere a dei dati e nel caso non è connesso prevede di salvare le modifiche internamente, per aggiornare non appena la connessione torna disponibile. Vantaggio di questo approccio è che l'accesso a

dati locali risulta essere meno costoso rispetto a quello di dati in rete. Occorre considerare però tutte le problematiche relative all'aggiornamento dei dati simultaneo e quindi a metodi per garantire la consistenza dei dati e che questi siano sempre alla versione più aggiornata. Inoltre per un consumo più discreto di batteria, il dispositivo dovrebbe essere in grado di decidere autonomamente di abilitare determinati servizi piuttosto che altri in relazione a ciò che l'utente fa, avendo analizzato il suo pattern di utilizzo.

### **Interoperabilità**

L'hardware necessario che permette l'accesso a più servizi wireless grava sull'utente definendo un equipaggiamento extra. Questo problema viene affrontato tramite l'uso dell'elaborazione digitale e la tecnica di emulazione di segnali. Avendo a disposizione software diversi sarà possibile cambiare gli standard protocollari adattandoli alle esigenze. Se questa visione prendesse piede, il dispositivo wearable potrebbe sfruttare differenti servizi di rete wireless basati sulla geolocalizzazione ma potrebbe addirittura sostituire alcuni oggetti di elettronica di consumo con l'emulazione. L'interoperabilità di dispositivi ha portato anche allo studio e alla creazione di speciali tessuti che permettono il transito di informazioni ma al contempo possiedono caratteristiche di capi indossabili come la possibilità di essere lavati.

### **Comunicazione con oggetti vicini**

La comunicazione con i vari dispositivi vicini presenti risulta essere una soluzione allettante a problematiche presentate precedentemente, ma anche in questo caso occorre fare fronte alla disponibilità di energia limitata che non può essere dispersa in comunicazioni sottraendola al normale funzionamento degli stessi. Soluzioni alla dispersione di energia possono essere l'utilizzo di tecnologie low energy come l'integrazione di lettori di tag RFID passivi all'interno dei dispositivi così che, quando l'utente decide di interfacciarsi con uno di questi dispositivi, per il trasferimento delle informazioni, riuscirà a farlo tramite lo sfruttamento di un quantitativo energetico minimo.

#### **2.2.4 Privacy**

Quando si usano dei dispositivi mobili sempre connessi una delle problematiche alla quale gli utenti tengono di più è la corretta gestione della privacy ed in particolare di tutti i dati che i dispositivi elaborano, rispediscono o immagazzinano. La sicurezza relativa ai dati non deve essere confusa con la privacy: mentre la prima concerne le modalità con cui vengono protetti i dati da accessi non autorizzati, la privacy è il diritto individuale a controllare, salvare

e usufruire di informazioni personali. Quando si considerano le caratteristiche di privacy e sicurezza, la progettazione del sistema deve tenere conto delle minacce alle quali il sistema può essere sottoposto.

Un esempio di sistema di sicurezza wearable usato in contesti lavorativi è il badge attivo. Gli impiegati hanno sempre con se il badge e lo usano sia per identificarsi che per marcare le proprie presenze al lavoro. Ogni badge continuamente invia la propria posizione ai ricevitori disposti nell'ambiente tramite una trasmissione radio, questi rispediscono i dati ad un sistema centrale. Questa procedura, se combinata con l'utilizzo di altri sensori permette di determinare se qualcuno entra in una particolare zona non avendo a disposizione il badge o una particolare autorizzazione di sicurezza.

L'utilizzo di questa tecnologia potrebbe essere percepita dagli impiegati, però, come una limitazione della propria privacy. I datori di lavoro, infatti, potrebbero tenere sotto controllo gli impiegati durante la pausa caffè valutando il tempo che l'impiegato rimane non produttivo.

Un fattore importante dell'uso della tecnologia a badge attivo è la sicurezza dei dati salvati o trasmessi esistono infatti modalità per tenere traccia del traffico che transita dal badge verso il ricevitore posizionato nell'ambiente così che da un'analisi, è possibile entrare in possesso di informazioni personali legate all'utente.

## 2.3 Modello di progettazione di un sistema wearable

Di seguito si propone un modello di riferimento proposto in letteratura per lo sviluppo di un sistema wearable, determinando le configurazioni operative e comunicative delle risorse distribuite sul corpo dell'utente.

In figura 2.1 vengono mostrati i componenti che costituiscono il metodo proposto: la specifica del problema in esame, il modello architetturale delle possibili soluzioni e l'esplorazione dell'ambiente attraverso cui si ricava la migliore architettura per le problematiche identificate.

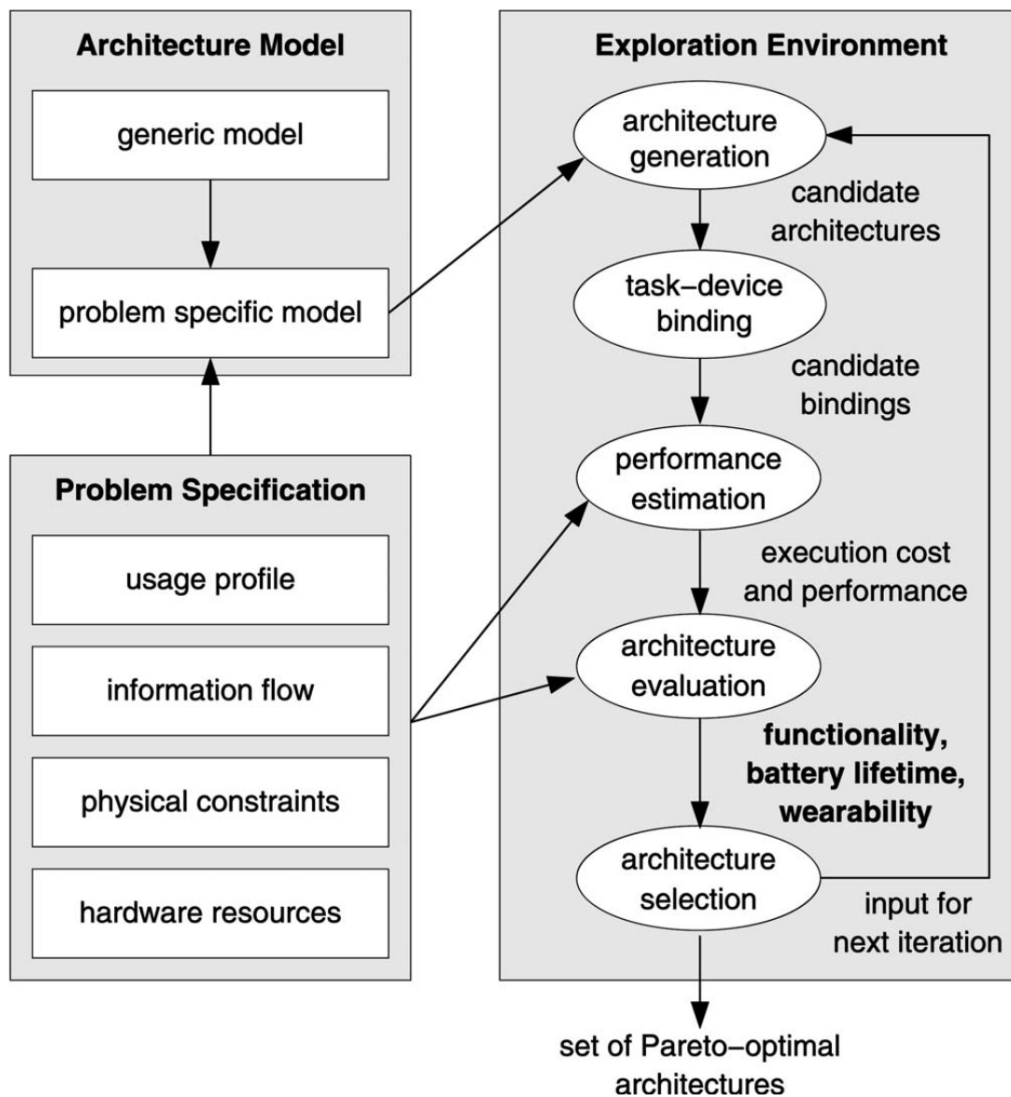


Figura 2.1: Modello specifico per la progettazione di un sistema wearable

### 2.3.1 Specifiche del problema

La descrizione di un problema di progettazione prevede quattro fasi:

- **Specifica del profilo utente** - Si definisce la funzionalità desiderata attraverso una descrizione statistica delle variazioni previste del carico computazionale e dalla definizione del modello di comunicazione. Contiene un insieme gerarchico di compiti fornendo una distribuzione temporale delle quantità e del tipo di carico che il sistema deve sostenere. Si misu-



ra inoltre il carico inter-modulo derivato dall'utilizzo di computazioni su più moduli.

- **Specifica del flusso informativo** - Si assegna una serie di posizioni nel corpo ad ogni ingresso e uscita relativi al profilo di utilizzo in cui l'operazione può essere eseguita.
- **Specifica dei vincoli fisici** - Si identificano i vincoli imposti dal punto di vista fisico quindi peso, dimensioni o considerazioni estetiche. Questo dipende anche dalla particolare applicazione e dalla posizione in cui risiedono i moduli.
- **Specifica delle risorse hardware** - Si forniscono una serie di dispositivi e dei canali di comunicazione disponibili per la progettazione, comprendendo inoltre formule per il calcolo del consumo di energia, per i differenti carichi di comunicazione e altri parametri relativi alle performance di utilizzo.

### 2.3.2 Modello architetturale

Il modello architetturale comprende l'interfaccia principale tra lo specifico problema e l'ambiente di esplorazione. Si tratta di un modello generico, che descrive i tipi generali di architetture considerate, e il modello dello specifico problema, incorporando inoltre vincoli progettuali.

In figura 2.2 è rappresentato il modello di un sistema wearable costituito da una serie di moduli di calcolo che risultano essere distribuiti sul corpo dell'utilizzatore. Ogni modulo contiene dispositivi e le interfacce del canale di comunicazione, questi possono essere processori, circuiti integrati per applicazioni specifiche (ASIC), sensori, o interfacce di I/O. Per la comunicazione inter-modulo, esiste un insieme di collegamenti, ognuno dei quali è costituito da uno o più canali fisici collegati all'interfaccia del canale del corrispondente modulo.

Il modello specifico si deriva combinando quello generico con la definizione del problema. Si definisce poi la prima topologia del sistema specificando un particolare sottoinsieme di moduli e connessioni che devono essere utilizzate. In secondo luogo si specificano i dispositivi che i moduli possono contenere, oltre a tutti i canali che possono essere utilizzati per i collegamenti.

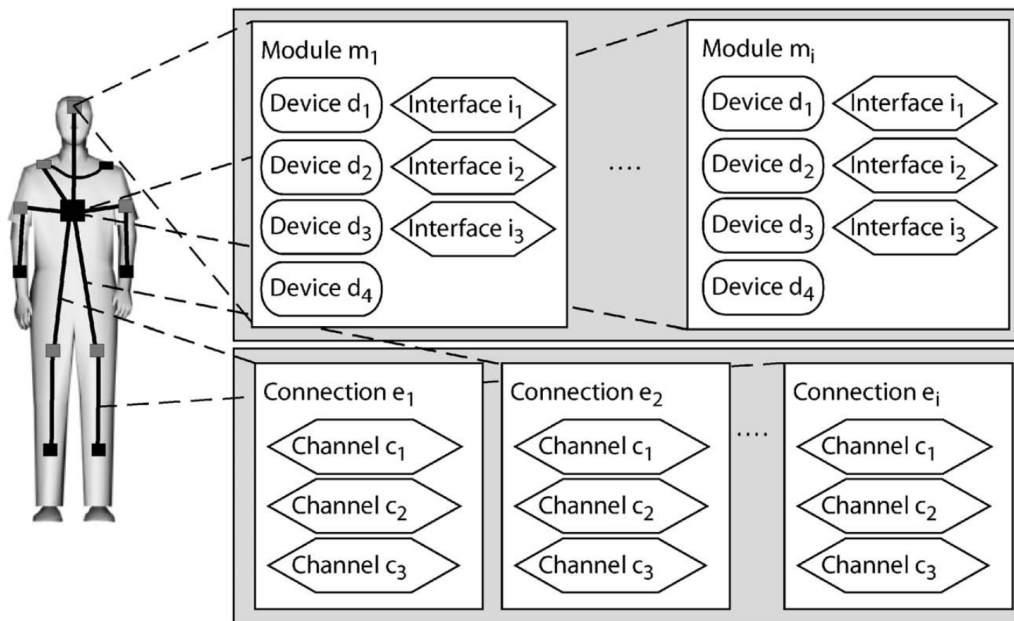


Figura 2.2: Modello generico del sistema wearable costituito da un numero di moduli connessi tramite differenti canali di comunicazione

### 2.3.3 Esplorazione del contesto di utilizzo

Come mostrato in figura 2.1 il processo che porta alla definizione dell'architettura è iterativo. In primo luogo, i punti di progettazione da visitare nello spazio di ricerca sono derivati da una serie di candidati di architetture prese dal modello dello specifico problema. I compiti specificati dal profilo di utilizzo, sono poi legati a dispositivi specifici. Nella terza fase si calcolano dati relativi al rendimento, in termini di tempo d'esecuzione, ritardi di comunicazione e in termini di consumo d'energia. Nella successiva fase sono valutati i criteri di ottimizzazione (funzionalità, durata della batteria, vestibilità). Il processo a questo punto riparte dal primo step.

Il concetto di esplorazione del contesto permette di utilizzare diversi algoritmi di ricerca e valutazione, nonché misure di vestibilità. Per sfruttare la progettazione automatica dello spazio di esplorazione, i criteri di ottimizzazione devono essere formulati in termini quantitativi:

- La **funzionalità** viene definita dallo specifico profilo d'utilizzo. Tutte le architetture valide sono in grado di fornire la funzionalità. Tuttavia, l'architettura ha un impatto sul ritardo di esecuzione e comunicazione, si usa quindi questo parametro come criterio di valutazione delle funzionalità.

- Per ottenere una **durata della batteria** che sia indipendente dal particolare tipo di tecnologia usata, si considera il consumo medio del sistema come misura quantitativa.
- Come misura di **vestibilità** del sistema, si utilizza la somma pesata dei fattori di vestibilità di ogni componente. Questo permette un inserimento di criteri diversi in modo flessibile, fornendo un singolo valore quantitativo, che può essere facilmente gestito nel processo di ottimizzazione

## 2.4 Definizione delle interfacce

Con l'emergere di una varietà di sensori sempre maggiore, la computazione non è più limitata a quella desktop, ma ha abbracciato nuovi aspetti. Allo stesso modo si sono dovute evolvere le modalità di interazione infatti dal paradigma WIMP si è passato a quello post-WIMP. E' stato obbligatorio considerare quindi nuove tecniche di input e output.

Si possono identificare quattro differenti stili di interfacce ognuna ottimizzata alla disponibilità hardware che si aveva nel periodo storico di sviluppo.

Nel primo periodo, ovvero gli anni '50 e '60, i computer erano usati in *batch mode* dove delle schede perforate specificavano l'ingresso e l'uscita era collegate a stampanti in linea. In generale queste non potevano essere considerate interfacce utente in quanto non c'erano utenti interattivi. Il secondo periodo, dagli anni '60 agli anni '90, è stato il momento del *time sharing* su mainframe e mini computer con collegati dei display alfanumerici dove per la prima volta l'utente poteva interagire con il terminale digitando comandi con parametri. Negli anni '70 alla Xerox Parc venne lanciata la terza era di interfacce di comunicazione, il cui modello ancora persiste, ed è l'utilizzo di workstation di rete. Modello denominato WIMP-GUI ovvero sviluppato attorno al concetto di interfaccia grafica utente basata su finestre, icone, menu ed un dispositivo di puntamento in generale un mouse.

L'avanzamento principale sta nel passaggio da display monocromatici a quelli a colori e in un grande insieme di software ingegneristici per la costruzione di interfacce WIMP. Questa generazione di interfacce è rimasta, e lo è tuttora, fondamentale per più di due decenni. Ora con l'avvento di nuove tecnologie si sente il bisogno di reingegnerizzare proponendo una serie di soluzioni che vadano al di là della WIMP architecture.

### 2.4.1 Vantaggi delle interfacce WIMP

Da quando gli strumenti desktop sono stati usati da milioni di persone come strumento per ottenere una produttività migliore, ci si è resi conto come

il fattore di successo per un'applicazione sia la sua facilità d'uso, ovvero si vuole che sia *user-friendly*, per utenti esperti e per principianti.

Si può distinguere come per i novizi, la facilità d'uso sia legata al concetto di semplicità d'apprendimento e memorizzazione, mentre per i più esperti, la preoccupazione risiede nello sforzo necessario per essere altamente produttivi. Ci si accorge subito come raramente la stessa interfaccia sia ottimale per entrambe le classi di utenti identificate.

Con l'uso di una specifica interfaccia si impone un livello di elaborazione tra quello che il computer esegue e quello che l'utente intende. L'interfaccia ideale è quella che può essere descritta con questo funzionamento: "Io utente penso questo, quindi tu computer mi fornisci il risultato a quello che io ho pensato".

Il goal che si cerca di raggiungere con le interfacce sviluppate al giorno d'oggi è quello di minimizzare i meccanismi di manipolazione e la distanza cognitiva tra l'intenzione e l'esecuzione dell'intenzione. L'utente cioè vuole concentrare l'attenzione sul compito non la tecnologia per mezzo della quale lo realizza. La progettazione dell'interfaccia grafica, nello sviluppo di software, ha un ruolo predominante essendo il mezzo attraverso il quale l'utente può interagire con esso e per questo occorre considerare ogni singolo aspetto per una gestione ottimale delle risorse. Con le interfacce WIMP si è raggiunto uno standard de facto che rispetto ai moduli di interazione a linea di comando permette di ottenere una relativa facilità di apprendimento, d'uso e di trasferimento delle conoscenze acquisite.

### 2.4.2 Svantaggi delle interfacce WIMP

Esistono però anche una serie di inconvenienti nella realizzazione di interazioni basate sul paradigma WIMP. In primo luogo, come precedentemente definito, prese singolarmente le caratteristiche da imparare per avere la padronanza di un programma sono semplici, ma spesso ci si ritrova che per svolgere un compito, le possibili strade da percorrere sono molteplici, questo fatto rischia di creare confusione.

Una limitazione che tende a farsi sempre più sentire è quella dovuta alla progettazione per un singolo utente desktop che controlla gli oggetti i quali non hanno autonomia e al massimo reagiscono alla manipolazione del mouse, l'interazione è gestita a singolo canale e il sistema risponde cioè ad un singolo evento digitale alla volta.

L'utilizzo del computer si sta spostando verso una modalità cooperativa, magari gestita con un'interfaccia 3D che possa permettere ad ogni utente presente di interagire con l'oggetto in tempo reale, la sola interfaccia WIMP non è in grado di gestire queste esigenze, occorre un ulteriore salto di qualità.

### 2.4.3 Post WIMP Architecture

L'interazione post-WIMP non dipende dai classici widget bidimensionali, come i menu e le icone, ma coinvolge tutti i sensi in parallelo. Gli strumenti che ultimamente stanno diventando più comuni e che sfruttano un'interazione post-WIMP sono i riconoscitori di gesture usati con PDA e tablet che sfruttano un disegno molto simile a quello di una penna.

Anche i riconoscitori di linguaggi possono essere considerati un approccio alternativo alla classica immissione di comandi, purtroppo però ancora la tecnologia non risulta essere abbastanza robusta per un utilizzo su larga scala, essendo complicata la suddivisione dell'input secondo senso logico di ogni singola parola.

Come finora confermato dalla legge di Moore, possiamo aspettarci sempre più un incremento del progresso tecnologico che porterà a computer indossabili spostando l'interesse sulla realtà virtuale e aumentata.

## 2.5 Human Computer Interaction

La **Human-Computer Interaction** (HCI) è un'area di studio all'interno della quale possono esserne inglobate diverse, che vanno dalla sfera ingegneristica a quella psicologica passando anche per la progettazione. Essa racchiude i principi di design e implementazione dei modi in cui uomini e i device possono interagire per la risoluzione di task.

Negli ultimi anni questa disciplina ha acquisito un'importanza centrale nelle fasi di progettazione di sistemi, questo per avere un'interfaccia con un'alta usabilità e caratteristiche user-friendly per l'utente. Questo concetto è legato all'efficienza di utilizzo della stessa nel svolgimento dei task assegnati. L'efficienza è data dalla possibilità di interagire con tutti i dispositivi contenuti nell'ecosistema.

L'invenzione del mouse può essere considerata il primo passo che ha permesso lo sviluppo di un'interazione tra utente e computer sempre più efficiente rendendola semplice ed intuitiva rispetta alla sola interfaccia a linea di comando.

Dalla creazione del mouse, l'evoluzione tecnologica ha permesso di creare nuove e sorprendenti modalità, evolvendo anche nel campo del gaming in metodi di interazione sempre più precisi e funzionali, come ad esempio le modalità body-based e action-oriented, attraverso le quali l'utente si sente coinvolto con ogni parte del corpo, all'azione di gioco. La Human Computer Interaction sta continuando a ridefinire il modo in cui osserviamo, assorbiamo, scambiamo e manipoliamo informazioni per sfruttarle a nostro vantaggio.

### 2.5.1 Principi della HCI

Avendo definito un sistema hands-free e le sue caratteristiche, per poi essere passati alla definizione di un sistema wearable che possedesse questa tipologia di interazione, in questo paragrafo vengono definiti i principi generali alla base dell'interazione Human-Computer. I modelli dettati da questa disciplina, devono essere tenuti in considerazione nella progettazione di un sistema che possa sfruttare e aumentare le caratteristiche cognitive umane.

Il design di un sistema che possa sfruttare appieno le potenzialità dettate dalla HCI è generalmente difficile in quanto coinvolge una serie di obiettivi ai quali non si può rinunciare. Per citarne alcuni: occorre tenere presente il target di utenti, le caratteristiche del task da svolgere, le capacità e il costo dei singoli dispositivi coinvolti, le modalità operative in caso di mancata definizione di obiettivi, occorre inoltre effettuare un'esatta valutazione di misure qualitative e quantitative dettata dall'evoluzione tecnologica per capire il migliore approccio da attuare.

Nelle prossime sezioni sono raccolte una serie di principi di base per la corretta progettazione di un sistema HCI, così da poter formare una base di conoscenza solida e sempre a disposizione per lo sviluppo di un nuovo sistema.

### 2.5.2 Conoscere l'utente

Uno dei fattori che influisce di più sulla corretta funzionalità dell'interazione tra utente e computer è la conoscenza preliminare, da parte del computer, dell'utente con il quale dovrà interagire. Questo permette di diversificare le informazioni, modificare l'interfaccia in relazione ad esigenze specifiche. Il principio "Know thy user"<sup>3</sup> afferma che l'interazione e l'interfaccia devono soddisfare le esigenze e le capacità del target di utenti del sistema che si sta creando. Tuttavia, nonostante la logica che sta dietro questo semplice principio, capita spesso che i progettisti e gli esecutori di sistemi HCI procedano senza avere appreso completamente la logica dei futuri utilizzatori del sistema. Questo porta ad una creazione errata del sistema in quanto il progettista si trova a dover ipotizzare quale possa essere il comportamento dell'utente in determinate situazioni.

Idealmente, sarebbe opportuno raccogliere una serie di informazioni, se pur di tipologia generale, (come ad esempio sesso, età, livello di scolastico raggiunto, esperienze precedenti relative all'utilizzo di sistemi simili, ecc.) che permettano di delineare, anche con un livello di incertezza, una serie di preferenze relative al target di utente. Tali informazioni possono essere utilizzate per modellare le modalità di interazione e scegliere la soluzione migliore per

---

<sup>3</sup>Coniato da Hansen all'interno di "*User engineering principles for interactive systems*"

ottenere un'interfaccia il più adeguata possibile alle aspettative e alle richieste dell'utente.

Si consideri una situazione in cui uno sviluppatore stia lavorando su di un'interfaccia al fine di ottenere una maggiore usabilità per l'utente. Occorre tenere presente che, mentre i giovani riescono ad adattarsi in poco tempo ad una nuova interfaccia considerandola una sfida personale, le generazioni più anziane sono più restie al cambiamento e vedono nella novità, anche se fatta per aumentare la velocità delle operazioni, un blocco verso la buona riuscita del lavoro finale visto che si trovano a modificare abitudini consolidate.

Altro esempio può essere considerata la diversità tra uomo e donna. Studi hanno dimostrato come interfacce tridimensionali vengano apprezzate più spesso dal genere maschile rispetto a quello femminile. Questo però non risulta essere corretto se si considera come campione un gruppo femminile con un background scolastico in ingegneria infatti questo porta ad un alto grado di soddisfazione anche per questo gruppo.

Con questi esempi si vuole dimostrare la varietà degli aspetti da tenere in considerazione quando si vuole creare e gestire un'interfaccia adattandola all'utilizzo del futuro utente. Per fare questo ci si può avvalere di una serie di conoscenze provenienti da discipline quali la psicologia cognitiva e lo studio di dati per valutare le capacità e le caratteristiche del gruppo di utenti di destinazione.

## Usabilità universale

Un concetto relativo a quanto definito fino ad ora, e per certi versi addirittura opposto, è quello di "*usabilità universale*" che promuove il concetto di interfacce che invece di rivolgersi ad un ristretto gruppo di utenti guarda verso un'ampia gamma di utenti suddivisi ad esempio per gruppi di età, livelli di abilità o disabilità. Questo concetto risulta essere sempre più presente all'interno della società nella quale viviamo, infatti, essendo sempre più multietnica e multiculturale occorre fare in modo che il maggior numero di utenti sia in grado di utilizzare l'interfaccia del sistema. Quanto scritto, come si può immaginare non risulta semplice da raggiungere con una singola interfaccia, quindi occorrono investimenti per costruire interfacce separate per gruppi di utenti diversi. Per fare un esempio in grado di fare capire quanto questo concetto sia alla base basta pensare al mondo web, infatti, le pagine governative sono tenute per legge a fornire differenti interfacce in diverse lingue o per utenti daltonici e ipovedenti, il tutto con l'introduzione, inoltre, di una serie di menu specifici per la scelta rapida della tipologia di visualizzazione richiesta.

### 2.5.3 Capire il task assegnato

Un altro principio alla base di una buona progettazione di un sistema HCI è la comprensione del task da svolgere. La parola task si riferisce al lavoro che l'utente deve poter eseguire tramite l'uso del sistema di elaborazione. In realtà quest'attività si riduce all'identificazione della struttura di una serie di sotto attività, fino ad un appropriato livello di astrazione in modo tale da poter garantire il contesto applicativo più vasto possibile. L'esempio mostrato in figura 2.3 mostra come potrebbe cambiare la scelta della connessione Wi-Fi, necessaria per il corretto funzionamento di una applicazione, a seconda della tipologia di utente. Per un utente esperto in reti di comunicazione, figura 2.3b, potrebbe essere modellata a step successivi chiedendo all'utente di selezione la connessione da un pool di disponibili vicini alla zona in cui ci si trova basandosi sulla forza del segnale, la banda, la sicurezza della rete e così via oppure, per un utente avente un background differente, figura 2.3a, la sotto-attività potrebbe essere semplicemente quella di inserire nome utente e password per l'autenticazione ad un punto di accesso selezionato automaticamente dall'applicazione.

Si noti come il modello di interazione debba provenire idealmente dall'utente. Diversi utenti avranno differenti schemi mentali di risoluzione per lo stesso compito, questo fa capire come la struttura dell'interfaccia debba poter rispecchiare questa diversità e essere di facile attuazione per tutti gli utenti. Bisogna tenere però presente che non in tutti i casi modellare un'interazione per un utente sia la scelta più efficiente, infatti l'utente è comunque in grado di adattarsi a meccanismi che possono essere sviluppati basandosi su capacità generali.



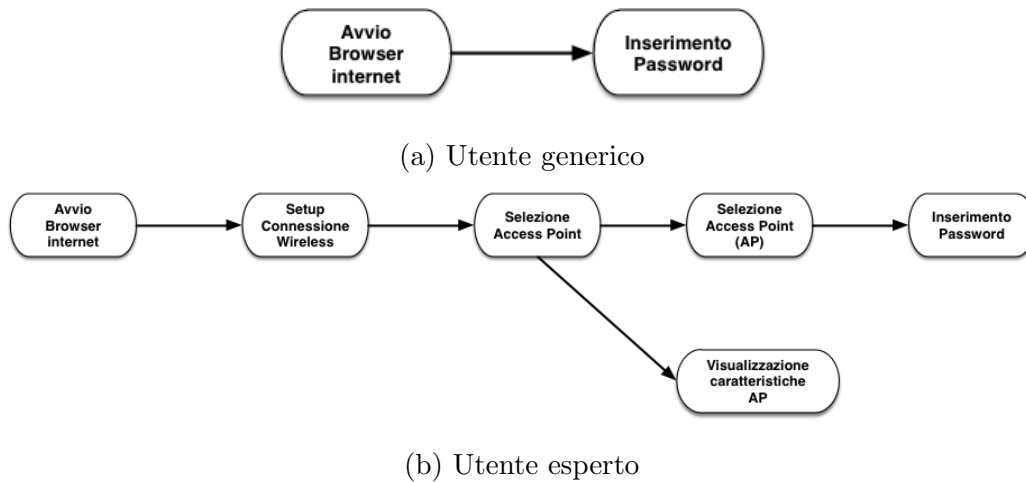


Figura 2.3: Due modelli di interazione a livelli di astrazione diversi per il task di esempio "connessione ad internet" a seconda del tipo di utente

#### 2.5.4 Ottimizzazione delle risorse a disposizione

Aver il minor spreco di risorse possibile è un principio cardine per ottenere un sistema reattivo e user-friendly. L'efficienza umana è più alta quando si richiede lo svolgimento di compiti che hanno un basso peso sulla memoria, per questo occorre mantenerla il più reattiva possibile, migliorando le performance di completamento del task.

Da quanto detto si capisce come il designer deve conoscere le caratteristiche psicologiche umane e fare in modo di visualizzare solo le informazioni veramente necessarie all'utente così da non rischiare di riempire l'interfaccia con dati che invece di portare benefici vanno a distogliere l'attenzione utente da quello che è veramente importante.

#### Tecnica del reminder

Il modo per evitare un'overload di contenuti è quello di fare in modo che l'interfaccia sia studiata perché possa tenere traccia delle informazioni per un lungo periodo, garantendo la consistenza, e inviare dei "reminder" che permettano alla memoria dell'utente di "essere aggiornata" quando occorre.

E' vero che la memoria umana è in grado di salvare una grande quantità di informazioni, ma risulta essere ugualmente vero che il quantitativo di informazioni dissipate nei contesti in cui si richiede all'utente uno switch tra task diversi, eseguiti insieme, è molto elevato. Un'applicazione, dove viene richiesta all'utente la conferma di operazioni, risulta essere la soluzione quando si richiede all'utente di eseguire operazioni delicate o che richiedono una certa

sicurezza come ad esempio l'immissione del numero di carta di credito durante la fase di pagamento in un ordine on-line.

### 2.5.5 Prevenire situazioni di errore

Altro argomento importante, quando si parla di progettazione e gestione di un sistema, è evitare che lo stesso possa incorrere in situazioni di errore, per fare questo occorre evitare già in fase di design dell'interfaccia di creare delle situazioni di confusione per l'utente. Una buona soluzione è quella di presentare, tramite l'utilizzo di un menu interattivo solo le informazioni veramente utili in un dato momento e contesto. Nonostante queste accortezze, l'errore umano può avvenire in ogni caso quindi occorre contemplarlo e gestirlo al meglio, inserendo ad esempio la possibilità per l'utente di poter "tornare indietro" nelle azioni fatte, questo permette di aumentare la soddisfazione dell'utente rendendolo più tranquillo durante le scelte.

### 2.5.6 Garantire interazioni naturali

Criterio cardine nello sviluppo di un sistema HCI è quello di favorire le interazioni per mezzo di interfacce "naturali". Il significato di naturale deve essere cercato nelle operazioni comuni che gli utenti compiono più spesso. Ovvero evitare che l'insieme di azioni che l'utente deve performare per interagire con la macchina, siano troppo complesse.

Nelle prossime sezioni si definiscono esempi di interazioni naturali studiate appositamente per l'interazione con le macchine.

#### Linguaggio verbale

Un esempio potrebbe essere l'interazione dell'utente con il sistema tramite interfaccia basata sul linguaggio verbale perché questo risulta essere il modo più utilizzato dalle persone per comunicare, tuttavia non sempre è di facile applicazione questa soluzione, in quanto occorrerebbe sviluppare un riconoscitore per ogni tipologia di informazione da processare, visti i diversi linguaggi utilizzati.

#### Uso di metafore

Un modello alternativo, è basato sul concetto di "metafora" per modellare le informazioni utili all'utente così da poter estrarre l'essenza dell'informazione tramite un'astrazione del compito da svolgere. Un esempio di interazione metaforica è quello rappresentato in figura 2.4 che mostra l'interfaccia utilizzata per ruotare un oggetto nello spazio tridimensionale, utilizzando un mouse,

che è un dispositivo che opera in uno spazio bidimensionale. Per effettuare la rotazione l'oggetto selezionato è racchiuso da una sfera trasparente, l'utente trascina il mouse sulla superficie della sfera per ruotarne l'oggetto all'interno. Un'interfaccia dovrà anche essere quanto più esplicativa possibile usando anche le percezioni cognitive dell'utente di modo tale da non richiedere nessuna tipologia di apprendimento. Nell'esempio dell'arco di rotazione, la forma sferica del rotatore può essere considerata un modello in grado di spiegare con un alto valore di affidabilità come interagire con l'oggetto per ottenere ciò che si vuole.

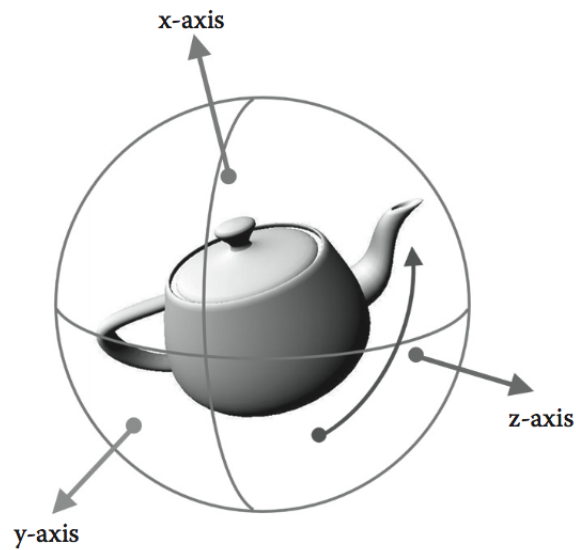


Figura 2.4: Esempio d'uso di una interfaccia metaforica per effettuare la rotazione di un oggetto in uno spazio tridimensionale



## Capitolo 3

# Realtà Aumentata

Si definisce **Augmented Reality** (AR) la visione diretta o indiretta in tempo reale di un ambiente fisico reale che è stato modificato con l'aggiunta di informazioni generate da computer combinando aspetti sia del mondo fisico che quelli del mondo virtuale. All'interno del loro documento [18] Milgram e Fumio Kishino definiscono l'AR come un continuum che si estende tra l'ambiente reale e l'ambiente virtuale comprendendo Augmented Reality e Augmented Virtuality (AV) in mezzo, dove AR è più vicina al mondo reale e AV è più vicina ad un ambiente virtuale puro, come si vede in figura 3.1. La realtà aumentata mira a migliorare la vita dell'utente portando informazioni non solo relative al perimetro circostante ma anche a qualsiasi visione indiretta dell'ambiente migliorando la percezione dell'utente e l'interazione con il mondo, aumentando il senso della realtà sovrapponendo oggetti virtuali sul mondo in tempo reale.

La tecnologia VR invece, come definito da Milgram immerge completamente l'utente in un mondo virtuale senza possibilità di vedere il mondo fisico sottostante. Il concetto di AR può non essere limitato al solo senso visivo [19], ma può essere esteso a tutti i metodi di percezione umana, in questo modo, AR viene utilizzato anche come terapia per utenti che non possiedono determinati sensi convertendo i segnali per farli captare con i sensi ancora in loro possesso. Sempre nel documento citato viene fatto riferimento anche al processo inverso, ovvero la possibilità di eliminare oggetti dal mondo reale coprendoli con informazioni virtuale che corrisponde allo sfondo per dare all'utente l'impressione che l'oggetto non sia presente. Oggetti virtuali aggiunti nell'ambiente reale mostrano informazioni all'utente che non è in grado di rilevare direttamente con i propri sensi. Queste informazioni aggiuntive possono avere differenti contesti e finalità dall'intrattenimento, alla pubblicità o come memo per interventi di manutenzione o pianificazione.

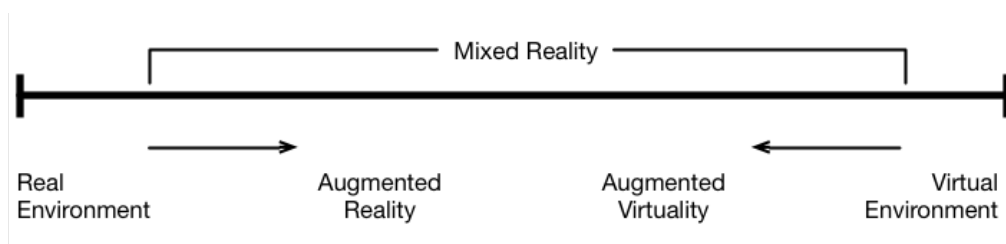


Figura 3.1: Modello di continuum AR

### 3.1 Evoluzione e cenni storici

La prima apparizione della realtà aumentata risale al 1950 quando Morton Heilig, un direttore cinematografico della fotografia, tentò di dare forma al proprio pensiero cercando di coinvolgere attivamente lo spettatore tramite l'uso di tutti i suoi sensi trascinandolo all'interno della scena. Nel 1962 costruisce il primo prototipo chiamato *Sensorama*<sup>1</sup>, il primo predecessore della *Digital Computing*. A Sutherland, invece, si deve l'invenzione del primo display da testa nel 1966, traguardo che dopo due anni lo porta alla creazione del primo sistema di realtà aumentata. Negli anni seguenti si susseguono altri contributi infatti nel 1975, Myron Krueger crea la *Videoplace*, una stanza che permette agli utenti di interagire con gli oggetti virtuali. L'introduzione della realtà virtuale e quindi del continuum definito in figura 3.1 arriva solo nel 1994. Nel 1997, Ronald Azuma scrive il primo survey<sup>2</sup> con argomento AR identificandolo come una combinazione di ambiente reale e virtuale.

Nel 2005, il Rapporto Horizon [20] affermò che la tecnologia AR sarebbe emersa in maniera più preponderante entro i quattro o cinque anni successivi; a conferma di questo, proprio nei successivi anni sono stati sviluppati sistemi di telecamere in grado di analizzare gli ambienti fisici in tempo reale. I sistemi di questo tipo sono diventati la base per l'interazione di oggetti virtuali con realtà in sistemi AR.

### 3.2 Tecnologie per Realtà Aumentata

Nei prossimi paragrafi si confrontano alcune tecnologie a cui vengono applicati i principi della AR.

<sup>1</sup>Per una descrizione dettagliata si veda <http://en.wikipedia.org/wiki/Sensorama>

<sup>2</sup>Si faccia riferimento a <https://www.icg.tugraz.at/daniel/HistoryOfMobileAR/> (2009) "History of mobile augmented reality"

### 3.2.1 Computer Vision in AR

Le tecniche di visione artificiale permettono di rendere immagini di oggetti virtuali in 3D a partire dalla scena reale ripresa dalle telecamere di monitoraggio. Questi metodi di solito sono costituiti da due fasi: una prima di monitoraggio e successivamente di ricostruzione/riconoscimento. In primo luogo, i *fiducial markes*, o punti di interesse vengono rilevati nelle immagini della telecamera, durante la fase di monitoraggio, servendosi successivamente di funzioni di rilevamento di bordi e di altri algoritmi di elaborazione delle immagini in grado di interpretare le riprese dalla telecamera.

Le tecniche di monitoraggio possono essere suddivise in due categorie: *feature-based* e *model-based*. Le prime funzionano andando a scoprire la correlazione tra le immagini 2D e le coordinate dell'applicazione delle stesse all'interno del mondo 3D. La seconda categoria fa uso di modelli che descrivono le caratteristiche appartenenti a oggetti monitorati. Una volta che è stata definita la connessione tra l'immagine 2D e le coordinate nel mondo 3D è possibile determinare la posizione della telecamera proiettando le coordinate 3D all'interno dell'immagine 2D osservata, minimizzandone la distanza alle corrispondenti caratteristiche 2D. L'ultima fase, quella di ricostruzione/riconoscimento utilizza i dati ottenuti dagli stadi precedenti per costruire un sistema di coordinate nel mondo reale.

In figura si riporta lo schema esplicativo del passaggio tra i due sistemi di riferimento 2D e 3D dell'immagine.

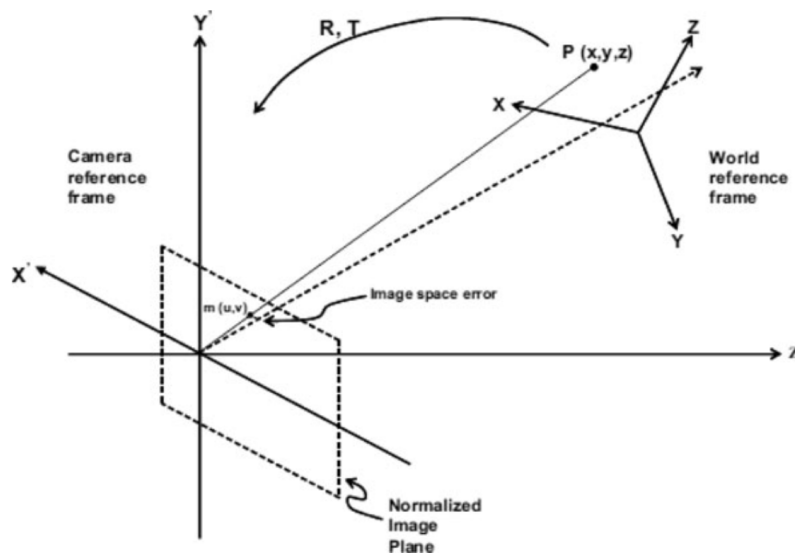


Figura 3.2: Modello di adattamento da sistema 2D a 3D

### 3.2.2 Dispositivi AR

I principali dispositivi utilizzati per Augmented Reality possono essere suddivisi in: display, dispositivi per tracking e computer.

#### Displays

Esistono tre categorie di display usati in AR e sono:

**Head Mounted Display:** è un dispositivo di visualizzazione che deve essere indossato sulla testa o come parte di un casco, è in grado di visualizzare immagini reali e virtuali davanti al punto di vista dell'utente. Esistono due categorie differenti *video-see-through* e *optical-see-through* i primi sono sistemi più esigenti perché hanno bisogno di due telecamere in quanto richiedono l'elaborazione di entrambe le tipologie di immagini, reale e virtuale. Così facendo si riesce ad ottenere una risoluzione dell'immagine finale molto più alta rispetto alla tecnica *optical-see-through*, questa, d'altra parte, permette una visione del mondo reale migliore dato che le informazioni virtuali vengono aggiunte graficamente. Non possiede però, un controllo sulla visualizzazione del mondo reale quindi non sarà possibile effettuare una perfetta sincronizzazione dell'immagine virtuale con quella reale prima di visualizzarla, questo potrebbe portare l'utente a percepire un ritardo nella visualizzazione dando luogo all'effetto jitter.





Figura 3.3: Esempi di Head Mounted Display

**Handled Display:** impiegano piccoli dispositivi informatici con un display che l'utente può tenere nelle mani. Usano tecniche di video-see-through sovrapponendo la grafica sul ambiente reale e impiegando sensori, come bussole digitali, unità GPS e sistemi di fiducial marker. Attualmente ci sono tre classi distinte di display portatili disponibili in commercio: smartphone, PDA e Tablet PC. **Smartphone** sono estremamente portatile e diffusi, presentano una combinazione di CPU potente, una fotocamera otticamente avanzata, e una serie di sensori integrati (quali accelerometro, GPS e la bussola a stato solido), disponendo così di una piattaforma molto promettente per AR. Tuttavia, la dimensione contenuta del display non è l'ideale per interfacce utente 3D. I **PDA** presentano gran parte degli stessi vantaggi e svantaggi rispetto gli smartphone, ma con il progresso tecnologico avuto negli ultimi anni, la loro categoria, verrà surclassata da quella dei **tablet**; essi presentano caratteristiche hardware migliori rispetto agli smartphone e sono equipaggiati da un display più grande, permettendo una migliore usabilità.



Figura 3.4: Esempi di Handled Display

## Spatial Display

Possono anche essere chiamati Spatial Augmented Reality (SAR) fanno uso di video proiettori, elementi ottici, ologrammi e altre tecnologie di tracking per visualizzare le informazioni grafiche direttamente sugli oggetti fisici senza richiedere all'utente di indossare un display. La tecnologia viene integrata nell'ambiente così da poter permettere l'interazione anche a gruppi di utenti, rendendolo un campo molto fertile per la ricerca e lo sviluppo. Di contro ne risente la portabilità in quanto una volta montati e tarati non possono essere più spostati

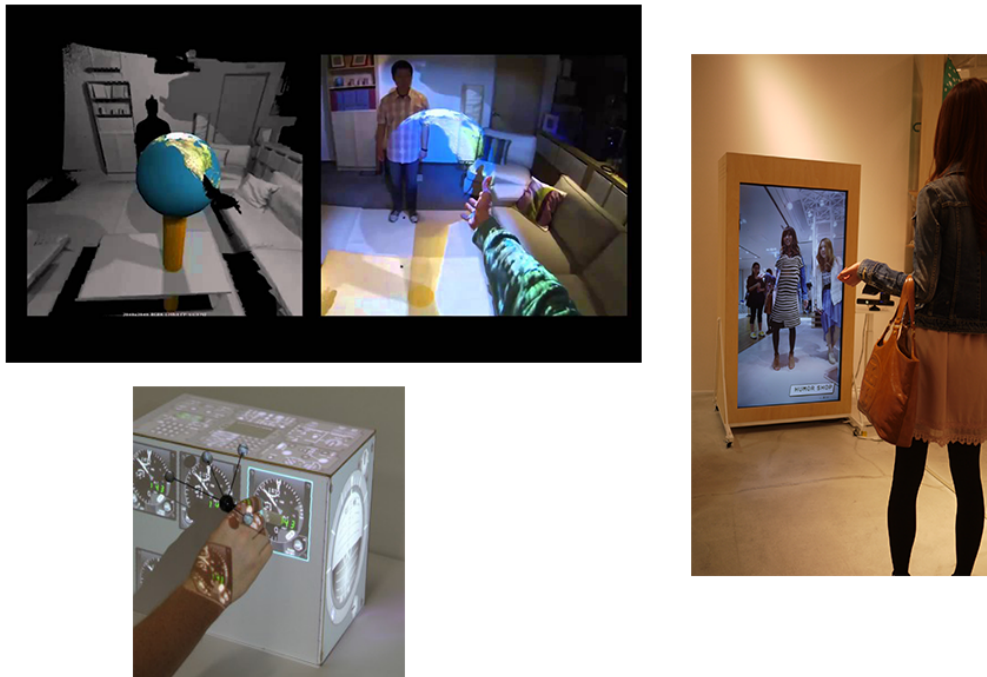


Figura 3.5: Esempi di Spatial Display

## Tracking

Con dispositivi per il tracking si intende quella serie di sensori a corredo di una telecamera che possono essere utilizzati nel contesto di AR quindi: GPS, accelerometri, bussole digitali o sistemi wireless. Nella figura 3.6 si riporta una comparazione tra i tipi di sensori di tracking in relazione alle loro caratteristiche principali.

Technology	Range (m)	Setup time (hr)	Precision (mm)	Time (s)	Environment
Optical: marker-based	10	0	10	$\infty$	in/out
Optical: markerless	50	0–1	10	$\infty$	in/out
Optical: outside-in	10	10	10	$\infty$	in
Optical: inside-out	50	0–1	10	$\infty$	in/out
GPS	$\infty$	0	5000	$\infty$	out
WiFi	100	10	1000	$\infty$	in/out
Accelerometer	1000	0	100	1000	in/out
Magnetic	1	1	1	$\infty$	in/out
Ultrasound	10	1	10	$\infty$	in
Inertial	1	0	1	10	in/out
Hybrid	30	10	1	$\infty$	in/out
UWB	10–300	10	500	$\infty$	in
RFID: active	20–100	when needed	500	$\infty$	in/out
RFID: passive	0.05–5	when needed	500	$\infty$	in/out

Figura 3.6: Comparazione di strumenti per il tracking [21], [22]

## Computers

I sistemi di AR richiedono dell'hardware adatto allo scopo e capace di processare grandi quantità di dati e immagini, fino ad ora i dispositivi mobile prevedevano l'uso di un PC a supporto dello svolgere queste mansioni per non andare a pesare con un carico computazionale elevato sulla CPU del dispositivo mobile. Con l'evoluzione tecnologica si auspica che questi dispositivi possano essere rimpiazzati da sistemi più sofisticati e leggeri in grado di essere trasportati con facilità.

### 3.2.3 Interfacce a Realtà Aumentata

Uno degli aspetti più importanti della realtà aumentata è quello di definire tecniche appropriate per l'interazione intuitiva tra l'utente e il contenuto virtuale. Ci sono quattro modi principali di interazione: *tangible AR interfaces*, *collaborative AR interfaces*, *hybrid AR interfaces*, e *multimodal interfaces*.

#### Tangible AR interfaces

Supportano l'interazione diretta con il mondo reale, sfruttando l'uso di veri e propri, oggetti fisici e strumenti. Un esempio è VOMAR un applicativo sviluppato da Kato [23] che consente ad un utente di selezionare e riorganizzare mobili in un'applicazione di disegno. Altro esempio più recente è TaPuMa [24] un'interfaccia sviluppata sul disegno di un tavolo, la quale utilizza oggetti fisici

per interagire con delle mappe proiettate sulla superficie. Viene utilizzato per trovare posizioni o informazioni sulla mappa. Il vantaggio di tale applicazione è che l'utilizzo di oggetti elimina le barriere dettate nell'utilizzare interfacce grafiche in lingua. D'altra parte, l'uso di oggetti può anche essere ambiguo, ad esempio, a causa di differenti culture sociali, fasce d'età, o altre caratteristiche ci possono essere diversi significati per gli stessi oggetti. Come si capisce questa soluzione se pur utile e facile da capire, porta alla definizione di un problema più vasto che esula dal contesto di questo documento.

### **Collaborative AR interfaces**

Questa tipologia di interfacce include l'uso di più display a supporto di attività remote e contestuali. Nella condivisione remota, l'AR è in grado di integrare facilmente più dispositivi collocati in sedi differenti, al fine di migliorare ad esempio, delle teleconferenze. La condivisione remota può essere integrata con le applicazioni mediche per la diagnostica, la chirurgia, o anche interventi di manutenzione.

### **Hybrid AR interfaces**

A questa categoria appartengono un assortimento di interfacce diverse, ma complementari che garantiscono inoltre la possibilità di interagire con una vasta gamma di dispositivi. Esse forniscono una piattaforma flessibile per attività non pianificate, a supporto dell'interazione quotidiana dove non è noto in anticipo il dispositivo utilizzato o il tipo di visualizzazione prescelta.

### **Multimodal interfaces**

Le interfacce multi-modali combinano in ingresso oggetti reali con forme naturali del linguaggio e comportamenti, come la parola, il tatto, gesti delle mani o lo sguardo. Questa tipologia di interfacce è quella che sta emergendo negli ultimi anni. Un esempio è WUW [25] che porta all'utente informazioni proiettate su superfici e oggetti fisici attraverso gesti delle mani o interazioni con l'oggetto stesso. Questo tipo di interazione è il più sviluppato ed è sicuramente quello preferito per future applicazioni di realtà aumentata offrendo caratteristiche di robustezza, efficienza, espressività e mobilità all'interno della categorie di interazione tra uomo e computer.

## **3.2.4 Sistemi a Realtà Aumentata**

I sistemi di realtà aumentata possono essere suddivisi in cinque categorie: *fixed indoor systems*, *fixed outdoor systems*, *mobile indoor systems*, *mobile out-*

*door systems* e *mobile indoor and outdoor systems*. Si definisce sistema mobile un sistema che consente all'utente di muoversi non essendo vincolati ad una camera e permettono di spostarsi facendo uso di un sistema senza fili.

Un sistema fisso, come si può intuire non può essere spostato e l'utente deve utilizzarlo dove risiede senza avere la flessibilità di spostarlo. La scelta del tipo di sistema da costruire è quella che gli sviluppatori devono fare e che influenzerà le successive fasi di progettazione. Ad esempio, i sistemi fissi non si avvarranno di tracciamento GPS, a differenza di quelli mobile per esterni.

Si riportano di seguito i dati di uno studio condotto sulle caratteristiche citate dei vari dispositivi e una comparazione fatta sulle possibilità di utilizzi.

System Type	Method	Application Domain				Tracking and Registration				Display	Interface	
		Adv.	Ent. and Ed.	Nav. and Info.	Med.	Gen.	Optical	GPS	Mechanical			Sensors
Fixed Indoor	Bichlmeier et al				X		IO, OI, MB				HMD	tangible
	Luo et al				X		IO				HMD	tangible
	Mistry et al			X			OI			RFID	spatial	tangible
	Magic Mirror	X					OI, MB				spatial	tangible
	Botella et al				X		IO, MB				HMD	tangible
	Cooper et al		X				OI, MB				spatial	shared
	Takahashi et al			X			MB			force	spatial	tangible
	Akinbiyi et al				X						HMD	tangible
	Sandor et al					X	IO				HMD	hybrid
	Huang et al		X						X		spatial	tangible
Fixed Outdoor	Huang et al		X				ML			rotation, RFID	handheld	tangible
	Miyashita et al		X				ML				handheld	tangible
Mobile Indoor	Bruns et al		X				ML				Bluetooth	tangible
	Caruso et al					X	MB			IR LEDs	HMD	tangible
	Lee et al					X	IO				HMD	multimodal
	Arvanitis et al		X				IO				HMD	tangible
	Reitmayer et al			X			MB			inertial	HMD	tangible
	Stutzman et al		X				X			inertial	handheld	shared
	Brown et al			X			X	X		inertial	HMD	shared
	Dahne et al		X				ML	X		EC	HMD	tangible
	Chen et al			X			ML	X		inertial	spatial	tangible
	Schneider et al		X				X	X		rotation	HMD	tangible
Mobile Indoor and Outdoor	Wang et al			X			X	X		inertial	handheld	tangible
	Mistry et al					X	X				spatial	multimodal
	Feldman et al					X				RFID, inertial	handheld	multimodal
	Costanza et al					X					HMD	tangible

Figura 3.7: Comparazione di sistemi AR

	Fixed Indoor Systems		Fixed Outdoor Systems		Mobile Indoor Systems		Mobile Outdoor Systems		Mobile Indoor and Outdoor Systems	
	Number	Percentage	Number	Percentage	Number	Percentage	Number	Percentage	Number	Percentage
Application Domain										
Adv.	1	11%	0	0%	1	14%	0	0%	0	0%
Ent. and Ed.	1	11%	1	100%	3	43%	2	40%	0	0%
Nav. and Info.	2	22%	0	0%	1	14%	3	60%	0	0%
Med.	4	44%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Gen.	1	11%	0	0%	2	29%	0	0%	3	100%
Tracking										
Optical	7	78%	0	0%	2	29%	0	0%	1	33%
GPS	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Sensor based	1	11%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Wireless	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Mechanical	0	0%	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%
Hybrid	1	11%	0	0%	5	71%	5	100%	1	33%
HMD	5	56%	0	0%	4	57%	3	60%	1	33%
Handheld	0	0%	0	0%	3	43%	1	20%	1	33%
Spatial Display	4	44%	1	100%	0	0%	1	20%	1	33%
Tangible	7	78%	1	100%	5	71%	5	100%	1	33%
Shared	1	11%	0	0%	1	14%	0	0%	0	0%
Hybrid	1	11%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Multimodal	0	0%	0	0%	1	14%	0	0%	2	67%
Total Number of Papers:	9	36%	1	4%	7	28%	5	20%	3	12%

Figura 3.8: Comparazione di sistemi di tracking, interfacce e display



### 3.3 Sistemi mobile per la Realtà aumentata

Sono state precedentemente definite le caratteristiche relative ai dispositivi wearable e al trade off che ci deve essere tra usabilità e mantenimento dell'attenzione nel compito che si svolge. Di seguito si identificano una serie di caratteristiche ulteriori spaziando nell'ambito di AR.

#### 3.3.1 Tecnologica socialmente accettabile

Gruppi di ricerca hanno sollevato il problema della tecnologia socialmente accettabile. I sistemi mobili, sono costantemente di fronte a problemi di questo tipo, ovvero il passaggio dall'utilizzo nei laboratori, a quelli di consumo. Per avere successo nel mercato, occorre tenere conto dell'opinione degli utenti e cercare di risolvere eventuali problematiche sfuggite in fase di progettazione.

L'interazione di smartphone, PDA e tablet basata su un costante afflusso di notifiche all'utente, viene considerata distrazione, infatti viene definita socialmente non accettabile. Questo perché non solo si rischia di distrarre il proprietario del dispositivo dalla sua occupazione, ma oltretutto, rischia anche di distrarre altre persone presenti nello stesso luogo. Per queste motivazioni, le ricerche relative all'interazione con AR si sono spinte nella direzione di una implementazione non invadente né per l'utente né per altre persone vicine. Il sistema presentato in [26] è in grado di notificare avvisi all'utente nel caso in cui il livello di concentrazione e carico computazionale sia adeguato, riuscendo ad adattarsi al carico cognitivo dello stesso. Questo sistema può essere considerato socialmente accettabile dato che è in grado di disturbare l'utente solo nel momento in cui il suo valore di concentrazione è basso e comunque l'utente stesso può decidere se considerare o meno la notifica.

Un altro fattore importante è la capacità di interazione dell'utente con il sistema in modo naturale. Se l'interazione tra l'utente e il dispositivo è innaturale, apparirà scomoda da usare nei luoghi pubblici. In [27] ad esempio, gli autori hanno creato un sistema di realtà aumentata che utilizza un braccialetto wireless che include un lettore RIFD, un accelerometro a 3 assi e le strutture di comunicazione RF, un telefono cellulare e un auricolare wireless per consentire all'utente di interagire con i servizi legati agli oggetti utilizzando tag RFID attraverso gesti touch-based impliciti. Una volta che un oggetto viene rilevato nella mano dell'utente, l'utente può interagire con le informazioni su questo oggetto utilizzando gesti naturali del polso.

Un elemento che se pur meno importante e distante da questi argomenti, è in grado di influenzare l'utilizzo di questi dispositivi, è il loro essere alla moda. Dato che il sistema deve essere indossato, occorre, se si vuole ottenere una

accettazione più profonda, tenere conto anche delle tendenze di moda che sono presenti nel momento di sviluppo dello stesso.

### 3.3.2 Sistemi personali e privati

I sistemi mobili di realtà aumentata sono personali, il che significa che le informazioni visualizzate devono essere utilizzate da altri solo se l'utente lo permette. Questo argomento è sempre più un tema caldo e sempre più dispositivi permettono una profonda integrazione anche con nuovi social network presenti in rete demandando al possessore del dispositivo di selezionare le informazioni da considerarsi private e quelle da poter condividere liberamente con tutti gli utenti. All'inizio dello sviluppo di questi sistemi, questa necessità non era ancora così tanto sentita e quindi molti delle informazioni personali elaborate, erano pubbliche e per questo visualizzabili da tutte le persone che erano nei pressi all'utilizzatore, occorre quindi una fase di riprogettazione considerando oggi l'argomento fondamentale e centrale.

## 3.4 Applicazioni

L'uso delle tecnologie di AR è fondamentale in molte applicazioni, di seguito ne vengono indicate alcune, ricordandone inoltre, che questo settore ricopre un ruolo importante anche negli ambiti di ricerca.

### 3.4.1 Applicazioni pubblicitarie e commerciali

La realtà aumentata è usata dal marketing per promuovere nuovi prodotti on-line, si veda la figura 3.9. La maggior parte delle tecniche usano *marker* che gli utenti, tramite appositi software presenti su smartphone e tablet, sfruttano per visualizzare informazioni relative alla società o a nuovi prodotti. Le tecniche di AR, offrono inoltre, una soluzione al problema di realizzazione di prototipi costosi, infatti, molte società si trovano di fronte alla necessità di prototipare prima della commercializzazione di un prodotto per capire se apportare delle modifiche, o per essere sicuri che lo stesso soddisfi le aspettative iniziali.

Il gruppo dell'Institute of Industrial Technologies and Automation (ITIA) appartenente al National Council of Research (CNR) presente in Italia, sfrutta tecniche di AR e VR come strumento per sostenere la prototipazione virtuale, ricercando contesti industriali nella quale poterli sviluppare e adattare. Alcuni esempi sono la moto prototipazione visualizzata in figura 3.10, la gestione del layout di una fabbrica o ufficio, come mostrato in figura 3.11 e la simulazione virtuale di punti luce o la prova virtuale di un paio di scarpe.



Figura 3.9: Utilizzo di tecnologie di AR a fini commerciali

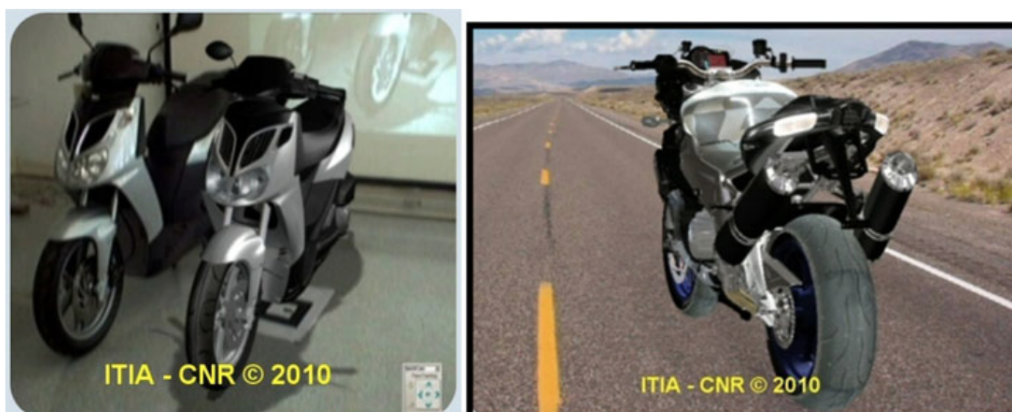


Figura 3.10: Utilizzo di tecnologie di AR per la prototipazione di veicoli



Figura 3.11: Utilizzo di tecnologie di AR per la progettazione di edifici o uffici

L'esempio della prova virtuale delle scarpe è stata resa possibile con la creazione di uno speciale specchio "*Magic Mirror*", si veda la figura 3.12, dove se l'utente indossa calzature con appositi marker è possibile vedere riflesso il paio di scarpe selezionato nello specchio con la possibilità di scegliere il colore o se apportare modifiche personalizzate prima di procedere all'acquisto del nuovo campionario. Lo specchio in realtà è un display LCD che è in grado di elaborare le immagini delle caratteristiche del modello selezionato e delle informazioni relative al cliente. Utilizzando questo sistema il cliente del negozio deve avere l'impressione di indossare l'oggetto di interesse, che sia una scarpa o un vestito, così da permettergli di perdere meno tempo nella ricerca del capo giusto.

Anche se molti passi avanti sono stati fatti in questa direzione, il lavoro che occorre svolgere per rendere l'esperienza dell'utente positiva utilizzando questa tecnologia è ancora tanto.

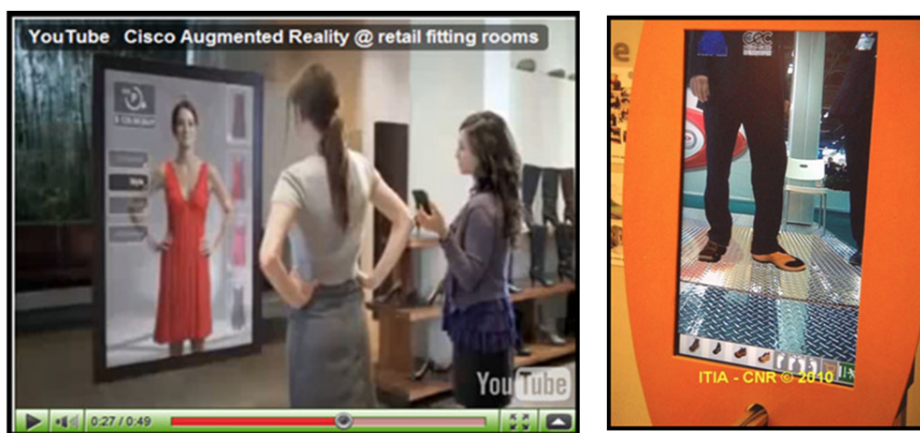


Figura 3.12: Utilizzo di tecnologie di AR per la prova virtuale di vestiti e scarpe

### 3.4.2 Applicazioni istruttive e di intrattenimento

Alla categoria dell'intrattenimento e di formazione appartengono gli applicativi usati durante le visite guidate, che utilizzando interfacce AR per visualizzare contenuti informativi o anche alcune applicazioni per smartphone che fanno uso di AR a scopo di intrattenimento e/o educativo. Esistono inoltre applicazioni in grado di ricreare ambienti costituiti da rovine o per istruire i visitatori circa la storia del luogo che stanno visitando.

Un esempio di applicazione istruttiva usata in un museo è quello mostrato in figura 3.13. Si utilizzano smartphone per rendere l'esperienza interattiva per l'utente, che sarà in grado di ricercare informazioni con il puntamento della fotocamera verso l'oggetto di interesse. I benefici identificati dall'utilizzo di questa tecnologia sono legati ad una migliore comunicazione delle informazioni all'utente dato che non deve perdere tempo nella ricerca di pannelli informativi o di guide cartacee che molto spesso vengono ripiegate e perse. Oltre a questo si ottiene, una migliore interazione dell'utente sentendosi libero di selezionare solo gli argomenti di interesse grazie al puntamento dello smartphone verso un contenuto sensibile.



Figura 3.13: Utilizzo di tecnologie di AR all'interno di musei

L'altra sfera di interesse è quella del gioco, infatti grazie a questa tecnologia si possono realizzare animazioni, ad esempio, come guida utente per capire i passaggi da compiere prima di giocare. In [28], gli autori hanno ricreato il gioco della dama cinese tramite un'interfaccia a realtà aumentata, chiamata ARCC, questa utilizza tre marker e telecamere fisse per rintracciare i marcatori, il campo da gioco è rappresentato in figura 3.14. Due marker sono utilizzati per posizionare la scacchiera e il terzo è usato per manipolare i pezzi di gioco.

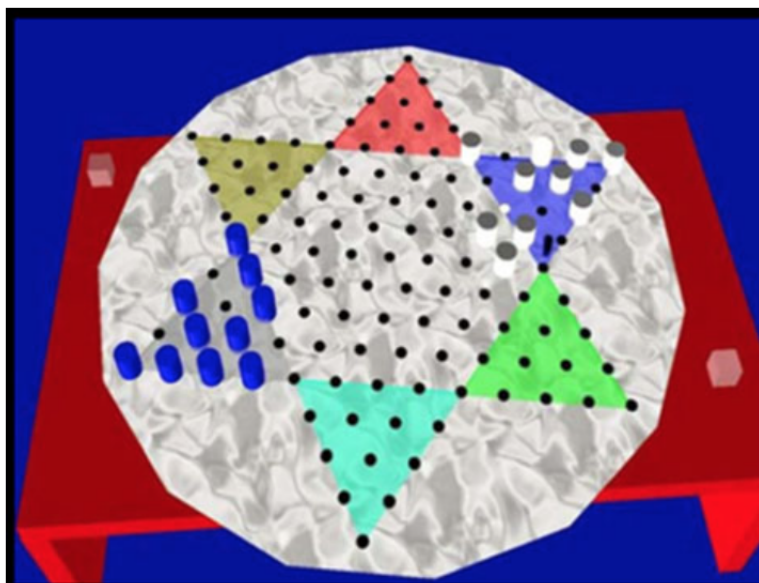


Figura 3.14: Utilizzo di tecnologie di AR per la realizzazione di ARCC per il gioco della dama cinese

### 3.4.3 Applicazioni mediche

La maggior parte delle applicazioni mediche trattano la visualizzazione di immagini usate come guida per la chirurgia robotica. Sono state fatte ricerche significative in questo campo per incorporare l'AR con la medicina. Un forte apporto è venuto dall'utilizzo di telecamere endoscopiche che, grazie a dispositivi particolari, permettono di visualizzare le immagini dall'interno del paziente aumentando così la visione del chirurgo durante l'intervento.

Ulteriori applicazioni a supporto della chirurgia, sono quelle in cui i medici sono in grado di visualizzare il disegno in 3D, direttamente sulla pelle del paziente utilizzando metodi a superficie poligonali per consentirne la visualizzazione in tempo reale 3.15.

Le tecniche di AR possono essere usate inoltre per la visualizzazione di tutta la storia clinica di un paziente, ad esempio con l'uso di un opportuno visore si è in grado di riconoscere il paziente che si ha davanti, visualizzando in tempo reale e direttamente in realtà aumentata le informazioni di tutti i trascorsi.



Figura 3.15: Utilizzo di tecnologie di AR durante operazioni chirurgiche

Devono essere ancora compiuti passi in avanti per permettere la visualizzazione di immagini in realtà aumentata in modo preciso e adattabile ad ogni prospettiva. Oltre a questo, anche l'argomento privacy nel campo medico ha un certo rilievo e quindi anche il trattamento delle informazioni riguardanti la storia clinica dei pazienti deve essere gestita nel modo corretto. Inoltre, ogni volta che si apportano delle innovazioni, occorre anche riqualificare il personale per permettergli un utilizzo completo delle nuove tecnologie e anche questo aspetto deve essere correttamente gestito nell'ambito medico dato l'ambito di utilizzo di certe tecniche.

#### 3.4.4 Applicazioni mobile (iphone)

Esistono già alcune applicazioni per dispositivi mobili che sfruttano la tecnologia AR che spaziano dall'utile al dilettevole. Ad esempio navigatori satellitari che sull'immagine della strada ripresa dalla telecamera frontale vanno a sovrapporre informazioni relative alla segnaletica presente. Per quanto riguarda, invece, il reparto ludico esistono una serie di giochi che prevedono l'utilizzo della AR che visualizza animazioni sul mondo reale così da permettere al giocatore di sentirsi partecipe della scena. Esempi sono mostrati in figura 3.16.



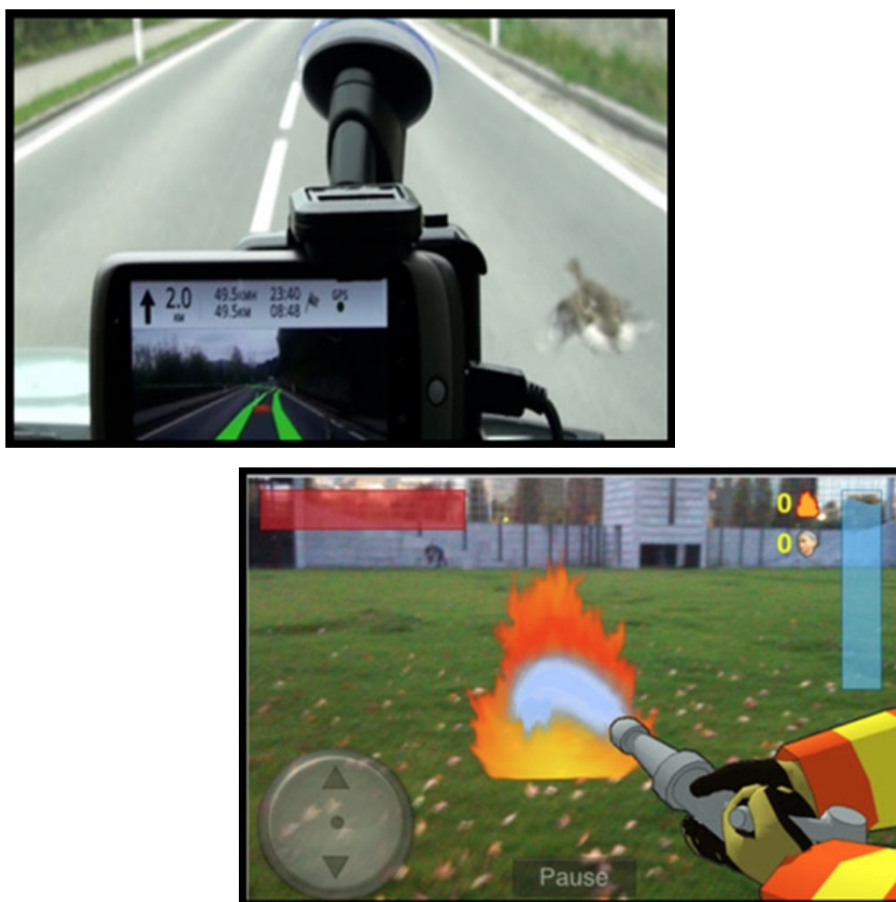


Figura 3.16: Utilizzo di tecnologie di AR per la realizzazione di applicazioni per dispositivi mobile

Sono state sviluppate ancora poche librerie a supporto degli sviluppatori in questo campo causa delle ricerche che devono essere fatte. Arkit [29], ad esempio, è un insieme di classi che permette di sfruttare l'AR all'interno di applicazioni per sovrapporre informazioni di tipo geografico sopra alla vista della telecamera. Quando si considerano queste tipologie di applicazioni, ci si ritrova ad affrontare le problematiche legate alla scarsa potenza computazionale con la quale occorre fare fronte permettendo però una usabilità accettabile delle stesse.



## Capitolo 4

# Supporti tecnologici per sistemi Hands-free

In relazione agli obiettivi legati alla relazione del documento, si presentano ora due dispositivi con caratteristiche hands-free che verranno utilizzati per la successiva fase di prototipazione del sistema a supporto dell'operatività in contesti di emergenza.

La scelta fatta è legata in particolare alla disponibilità dello strumento ovvero il costo, infatti entrambi gli strumenti scelti possono essere acquistati sul mercato con un'investimento contenuto presentando inoltre caratteristiche performanti e all'avanguardia anche rispetto ai concorrenti di fascia alta presenti nel mercato e riservati alla sola prototipazione.

In secondo luogo sicuramente la disponibilità del codice sorgente presente in rete e il supporto delle comunità di sviluppo, essendo prodotti che utilizzano del software open source.

E' per queste ragioni che la Facoltà si è dotata di questi due dispositivi scegliendoli rispetto agli altri presenti sul mercato in questo momento.

### 4.1 Smart Glasses EPSON Moverio BT-200

Per quanto riguarda i dispositivi a supporto della realtà aumentata presenti sul mercato in questo momento, si è deciso di selezionare, gli smartglasses **Epson Moverio BT200**. Nelle prossime pagine si discuteranno gli aspetti tecnici legati a questo dispositivo.

#### 4.1.1 Introduzione

Epson, azienda all'avanguardia nel reparto grafico, già nel 2011 è entrata nel mercato dei visori per realtà aumentata con i dispositivi Moverio BT100.

Questi sono stati commercializzati inizialmente in Giappone per poi essere portati anche in tutti gli altri mercati mondiali nell'anno successivo. Nel Marzo 2014 esce la seconda versione rivisitata dei Moverio con il nome BT200.

I Moverio sono visori binoculari con lenti trasparenti, questo permette di andare a sovrapporre alla realtà visualizzata, una serie di contenuti digitali che saranno visibili da entrambi gli occhi. Avendo a disposizione una coppia di lenti, è anche più facile la visualizzazione di oggetti in 3D permettendo all'utente di sentirsi al centro della scena.

Gli occhiali sono costituiti da due componenti distinti: il visore e l'unità di controllo come si vede dalla figura 4.1.



Figura 4.1: Epson Moverio BT200

Il controllo del dispositivo è garantito da un pannello touch con il quale l'utente può interagire per muoversi attraverso le schermate disponibili, oltre a questo, l'unità di controllo ha al suo interno la batteria che alimenta il dispositivo, un ricevitore GPS e una serie di comandi integrati.

Anche sul visore sono presenti una serie di sensori integrati quali accelerometro e bussola digitale. Altro componente fondamentale per un dispositivo AR è la fotocamera, questa, è posizionata sugli occhiali per permettere di riprendere e identificare ciò che l'utente sta guardando.

La visione garantita da questo dispositivo è quella di uno schermo virtuale di 50 pollici alla distanza di 5 metri approssimativamente. Il sistema operativo a supporto del device è Android 4.0.4 questo permette già di conoscere quale

sarà la schermata visualizzata all'accensione del dispositivo e il template del sistema con il quale si vuole interagire.

Con l'interazione verso l'unità di controllo, l'utente ha la possibilità di muoversi all'interno dello schermo virtuale con l'ausilio di un cursore, questo garantisce di poter intraprendere le varie azioni che si possono effettuare sui dispositivi all'interno dei quali è presente il sistema operativo Android citato.

Le caratteristiche tecniche, la presenza di una serie di sensori completa all'interno del dispositivo e il prezzo contenuto, hanno fatto ricadere la scelta di questo device rispetto ad altri. Oltre a questo, il supporto di un sistema operativo come Android permette di avere a disposizione una comunità di sviluppo alla quale rivolgersi in caso di problematiche tecniche o relative alla prototipazione di applicazioni.

### 4.1.2 Caratteristiche tecniche

Di seguito sono raccolte una serie di informazioni più tecniche relative al dispositivo.

Category	Description
Model	MOVERIO BT-200
Main Processor	OMAP4460 (dual core ARM Cortex A9)
System Clock	Max 1.2GHz (Automatic adjustment based on system load and temperature)
Number of Pixel on LCD	960x540 (QHD) / 16:9 / refresh rate 60Hz
Virtual Screen Size	80" (at virtual distance of 5m)
Color	24bit full color (16770K color)
3D Display	Supported (side by side format)
Track Pad	Single touch, multi touch (up to 2 touch)
Buttons on Controller	Home, Back, Menu, Volume, and Function
Audio	Stereo / Dolby Mobile
Wi-Fi	IEEE 802.11b/g/n, Wi-Fi Direct Support
Bluetooth	A2DP, HSP, HID, OPP, SPP
Sensors	Gyro / Accelerometer / Compass
GPS	Built-in on the controller unit
Camera	Built-in on the head set unit (Resolution VGA)
Main Storage (RAM)	1GB
Internal Memory (emmc)	8GB (Reserved 2GB for system)
External Memory	MicroSD / MicroSDHC (Max. 32GB)
System Software	Android 4.0.4 / Linux 3.0.21

Figura 4.2: Caratteristiche tecniche degli Epson Moverio BT200

Dalla documentazione tecnica<sup>1</sup> vengono definite una serie di caratteristiche

<sup>1</sup>Presente nel sito: <https://tech.moverio.epson.com/en/life/bt-200/tools.html>

che differenziano i Moverio rispetto ad uno smartphone:

- I tasti Home/Menu/Back sono tasti fisici e posizionati sull'unità di controllo;
- I display non risulta essere touch ma solamente il controller possiede questa caratteristica;
- Il touch pad usa un metodo a posizionamento relativo simile a quello usato dai PC;
- E' supportata solo la tecnologia Wi-Fi;
- Non vi è una certificazione Google quindi non sono supportati i servizi che la richiedono, come ad esempio Google Play, Google Positioning, ecc.

Category	Description
CPU/ABI	ARMv7 armeabi
Android API Level	15
Screen Density	mdpi (160dpi)
UI Type	Tablet UI
Orientation	Landscape Only (No rotation by sensor)
USB Vendor ID	0x04B8

Figura 4.3: Caratteristiche hardware e di sviluppo degli Epson Moverio BT200

### 4.1.3 Funzionalità supportate

I Moverio supportano le seguenti funzionalità:

- Visualizzazione del display in modalità full-screen;
- Visualizzazione di contenuti 3D;
- Possibilità di switch tra i sensori presenti sul controller e quelli sul visore;
- Possibilità del settaggio dei parametri di controllo della camera.

#### 4.1.4 Caratteristiche della camera

La risoluzione della camera posizionata sul display è VGA, questa non è alta se comparata con altri dispositivi ma è stata fatta questa scelta in quanto la fotocamera non riproduce immagini dal sensore sul visore, ma viene utilizzata in contesti di *marker recognition* o *image capture*.

Function	API	Value
White Balance	setWhiteBalance(x)	WHITE_BALANCE_AUTO WHITE_BALANCE_FLUORESCENT WHITE_BALANCE_INCANDESCENT WHITE_BALANCE_DAYLIGHT WHITE_BALANCE_CLOUDY_DAYLIGHT
Frame rate limit	setPreviewFpsRange(x,30000)	4000, 8000, 10000, 15000, 30000 ( 4 / 8 / 10 / 15 / 30 fps )
Exposure Setting	setExposureCompensation(x)	-3 ~ +3
Edge enhancement	set("sharpness",x)	0 ~ 7
Digital Zooming	setZoom(x)	0 ~ 10 (0=x1, 10=x4 )

Figura 4.4: Caratteristiche della camera

#### 4.1.5 Posizionamento sensori

Il dispositivo possiede un sensore a 9 assi sia per accelerometro, giroscopio e bussola, montati sul visore sia per quelli all'interno del controller. Le applicazioni, come precedentemente scritto, possono decidere quali utilizzare e passare indistintamente tra i due.

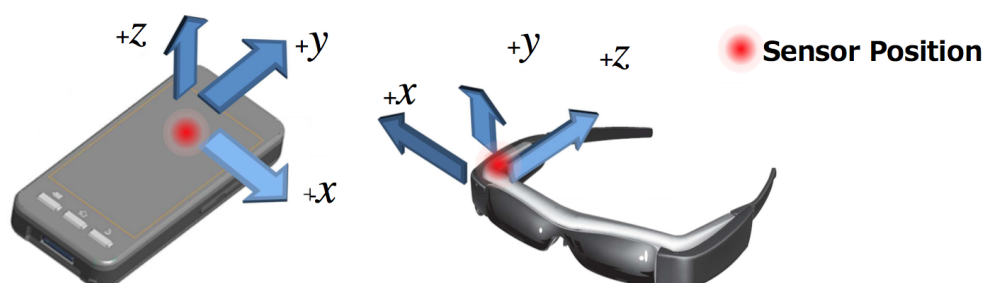


Figura 4.5: Posizionamento dei sensori e assi

### 4.1.6 Visualizzazione di contenuti 3D

E' possibile riprodurre contenuti 3D con il dispositivo. Il formato che permette di contenere le immagini nella parte destra e sinistra della visualizzazione in un frame è chiamato *side-by-side*.



Figura 4.6: Visualizzazione immagini 3D

Per permettere la composizione dei contenuti 3D occorre che le due immagini originali di 960x540 pixel vengano compresse e combinate in una unica con specifica 960x540 QHD.

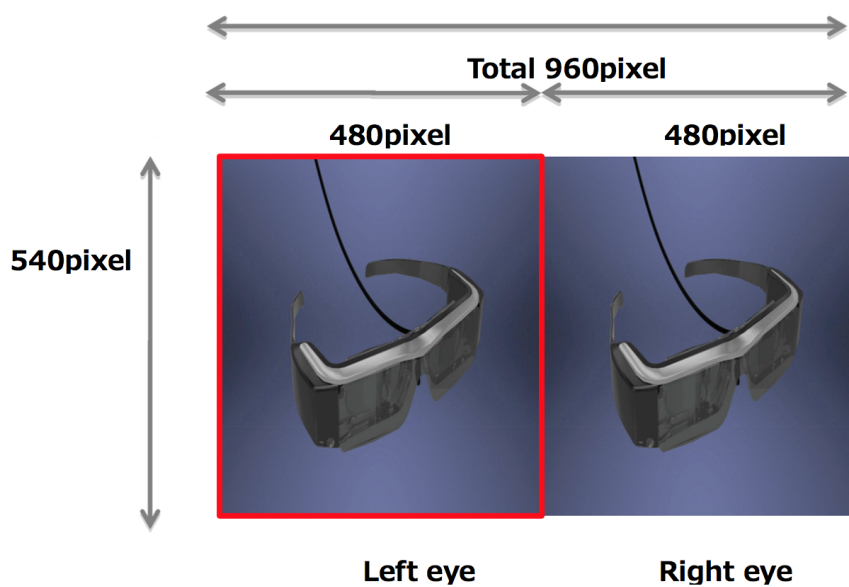


Figura 4.7: Impostazioni per la visualizzazione di contenuti 3D

### 4.1.7 Confronto con versione precedente

Si riportano per completezza anche le caratteristiche della versione precedente dei Moverio, ovvero i BT100.



<b>TIPO MODELLO</b>	Visore a lenti trasparenti indossabile sopra gli occhiali
<b>OTTICA</b> Metodo di pilotaggio dei pannelli LCD Dimensioni dei pannelli LCD Numero di pixel dei pannelli LCD Campo visivo Dimensione schermo (distanza di proiezione) Riproduzione dei colori Dimensioni della capsula interna degli occhiali	Matrice attiva TFT in polisilicio Pannello da 0,52 pollici di larghezza (16:9) 960×RGB×540 (qHD) Circa 23° 320 pollici (da 20 m) Colori a 24 bit (16,77 milioni di colori) <147 mm
<b>AUDIO IN USCITA</b> Auricolari / Controller / Surround Livello di sensibilità Gamma di frequenza Impedenza Funzione qualità audio Audio	1,5 mW / 16 ohm / 2,5φ Mono × 2 108 dB/mW 20–20.000 Hz 16 ohm Dolby Mobile <sup>2</sup> Off / acustica / amplificatore bassi / classica / hip hop / jazz / piano / pop / r&b / rock / amplificatore voce / urban contemporary / sport / news / varietà / drama / film / studio / live
<b>PULSANTE FUNZIONI</b>	Home, menu, indietro, muto, 2D/3D, luminosità, volume, blocco tasti, tasto a croce, tasto invio, accensione
<b>FUNZIONE DI REGOLAZIONE PER PIATTAFORMA ANDROID™ 2.2<sup>1</sup></b> Piattaforma Memoria esterna: memoria utente Applicazione di pre-installazione	Piattaforma Android™ 2.2 <sup>1</sup> (compatibile con applicazioni non Android) Micro SD (max. 2 GB), MicroSDHC (max. 32 GB) SEViewer / Adobe Flash Player 10.3 / iWnn IME / HELP (guida digitale per l'utente)
<b>FORMATI DI FILE SUPPORTATI</b> Video Audio Supporti 3D	MPEG4, H.264 AAC, MP3 Sì, fianco a fianco
<b>TERMINALE DI CONNESSIONE</b>	Slot per scheda Micro-USB e Micro SDHC
<b>I/O RETE</b> WLAN	Sì, IEEE 802.11b/g/n
<b>INFORMAZIONI GENERALI</b> Temperatura di funzionamento Alimentatore: adattatore AC Durata della batteria Tipo batteria	5–35°C; umidità 20–80% Ingresso 100–240 V AC, 50/60 Hz; uscita DC5V 1A Circa 6 ore (variabile in base alle impostazioni e all'ambiente di utilizzo) Polimero di litio
<b>DIMENSIONI</b> Occhiali (PxLxA) Controller (PxLxA)	<b>178x205x47 mm</b> <b>107x67x19 mm</b>
<b>PESO</b> Occhiali Controller	<b>240 g</b> (senza cavo) <b>165 g</b>
<b>STANDARD E GARANZIA</b> Safety Europe EMC: CE (Europa) Garanzia	Direttiva "Basso voltaggio" 2006/95/CE (marcatura CE) Direttiva R&TTE 1999/5/EC (marcatura CE) 1 anno
<b>LINGUE</b> OSD e Android Manuale	Giapponese / inglese / francese / tedesco / italiano / spagnolo (Spagna) / spagnolo (Stati Uniti) / portoghese (Portogallo) / portoghese (Brasile) / cinese semplificato / cinese tradizionale / coreano / russo / svedese / norvegese / danese / olandese / polacco / ceco / greco / turco Giapponese / inglese / francese / tedesco / italiano / spagnolo / portoghese / arabo

Figura 4.8: Caratteristiche tecniche Moverio BT100

## 4.2 Smart Armband Thalmic MYO

Esistono una serie di alternative molto vasta che ricopre il ruolo di sistema di input appartenente alla categoria hands-free. Si è scelto quello denominato **MYO**, esso è un dispositivo wearable che ricade all'interno della categoria *gesture-recognition* per il controllo di device o di applicazioni. Sfrutta la stessa tecnologia mioelettrica presente all'interno delle protesi, una volta posizionato sull'avambraccio permette di monitorare l'attività muscolare ed inviare segnali al device selezionato grazie alla tecnologia Bluetooth.

### 4.2.1 Introduzione

Il dispositivo è opera della startup Canadese *Thalmic Labs*, risulta essere costituito da una fascia che indossata permette di controllare dei dispositivi riconoscendo una serie di gesture preimpostate. Negli ultimi anni l'azienda ha creato numerose partnership per poter permettere agli sviluppatori di estendere sempre di più i campi di utilizzo del dispositivo. Le aree attive al momento sono quelle riguardanti l'assistenza sanitaria e l'utilizzo in accoppiata del MYO con i Google glasses a supporto delle operazioni.



Figura 4.9: Immagine del MYO

Stephen Lake CEO e cofondatore di Thalmic Labs ha annunciato di recente che grazie al MYO, cambierà per sempre l'interazione dell'utente con il mondo dei videogiochi, così come il controllo remoto di una postazione pc. Gli investimenti fatti mirano al di là del consumo di massa guardando a settori come quello dell'edilizia ove occorre assistenza sul campo garantendo la sicurezza, infatti usando il dispositivo non occorre togliere i guanti da lavoro per tenere in mano un controller secondario.

Di seguito vengono proposte alcune caratteristiche tecniche del MYO<sup>2</sup>. A corredo del MYO, nella confezione di vendita, sono presenti una serie di accessori standard, in più è possibile acquistarne di diversi attraverso i canali ufficiali del prodotto.

Sono presenti:

- Cavo standard micro-USB per il collegamento diretto e la ricarica;
- Adattatore Bluetooth per la connessione al computer;
- Una serie di clip.



Figura 4.10: Accessori presenti nella confezione di vendita del MYO

## 4.2.2 Caratteristiche tecniche e hardware

Le dimensioni caratteristiche sono le seguenti:

- Grazie alla fascia elastica si può adattare a circonferenze dell'avambraccio da 19 cm a 34 cm;
- Peso di 93 grammi;
- Spessore di 11,43 mm.

<sup>2</sup>Si veda il sito di riferimento: <https://www.myo.com/techspecs>

Sensori	Sensori in acciaio inossidabile EMG
LEDs	Due led che fungono da indicatori
Processore	ARM Cortex M4
Feedback Aptico	Possibilità di avere diverse durate di vibrazione: corta, media, lunga
Batteria	Tecnologia agli ioni di litio, ricaricabile tramite cavo, uso continuato di un giorno con una singola carica.

Tabella 4.1: Tabella caratteristiche hardware MYO

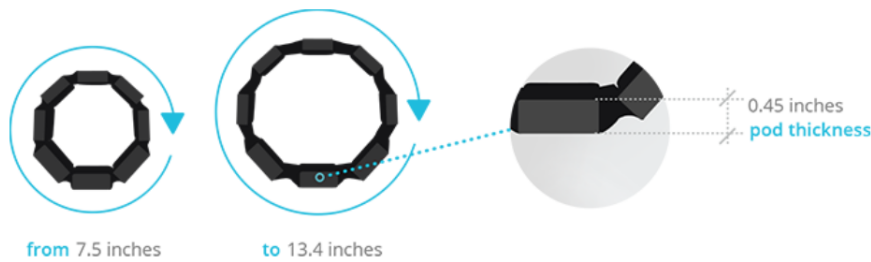


Figura 4.11: Dimensioni del MYO

Nella tabella seguente riporta le principali caratteristiche hardware del dispositivo.

### 4.2.3 Gesture e movimenti percepiti

Oltre a quelli fondamentali presentati nella figura 4.12, il MYO ha la possibilità di definirne ulteriori che grazie alla tecnologia sensibile EMG dei sensori muscolari permette di essere riconosciuta in tempi brevissimi, dopo opportune fasi di training.



Figura 4.12: Gesture di default riconosciuti dal MYO

#### 4.2.4 Dispositivi supportati

I dispositivi supportati si dividono in relazione al sistema operativo e sono:

- **WINDOWS:**

- Windows 7;
- Windows 8;
- Windows 10;

- **MAC:**

- OSX 10.8 Mountain Lion e superiori;

- **IOS:**

- Dalla versione 7 in avanti per iPad Air, iPhone;

- **ANDROID:**

- Android 4.3 Jelly Bean e superiori, occorre però che il dispositivo supporti il protocollo Bluetooth Low Energy.



# Capitolo 5

## Caso di studio: Supporto hands-free ad operatori che agiscono in contesti d'emergenza

L'ambito di riferimento per il caso di studio scelto ricade all'interno del contesto healthcare, in particolare, ci si rivolge ad ambiti di emergenza. Nel caso in cui, dovessero verificarsi situazioni d'emergenza, ad esempio catastrofi naturali o incidenti di proporzioni importanti, occorrerebbe gestirle con la massima celerità coordinando al meglio le poche risorse a disposizione per permettere di ottenere il massimo da quelle disponibili per fare fronte alla situazione verificatasi.

### 5.1 Introduzione

Lo scopo primario e prioritario nei casi sopra citati, è quello di identificare subito la zona colpita effettuando una prima valutazione dei danni subiti. Occorre poi passare in rassegna l'area per valutare lo stato di salute di eventuali persone presenti, superstiti o meno.

Per fare questo occorre il supporto di diverse squadre di operatori le quali dovranno ricercare i civili e dare loro una prima assistenza. A fronte dell'invio di una segnalazione d'emergenza, viene allertata la centrale operativa di riferimento la quale si occupa di coordinare le logistiche d'invio di soccorsi nelle zone delimitate, formare le squadre adatte a seconda del tipo d'emergenza e monitorare il movimento delle unità sul campo nel caso in cui vi siano richieste esplicite dagli operatori.

Descritto il contesto del caso di studio, e identificati gli attori che ricoprono un ruolo importante nei suddetti scenari, il lavoro si focalizza sulla sola figura dell'operatore sul campo restringendo la copertura dell'analisi da effettuare

con la volontà di ottenere un supporto efficiente all'utente impegnato in azioni di soccorso.

In relazione al contesto scelto come riferimento, vengono in aiuto una serie precedenti collaborazioni che alcuni studenti hanno avuto con aziende locali, in particolare proprio nel contesto della gestione di situazioni d'emergenza in ambito militare. Grazie a questo, si è in possesso di una prima base di conoscenza che permetta di delineare delle caratteristiche generali in relazione a healthcare e gestione di emergenze, questo permette di partire avvantaggiati per la gestione del caso di studi indicato.

## 5.2 Il contesto di riferimento

L'assistenza di un operatore sul campo, oltre alla ricerca di dispersi e valutazione primarie riguardo ai danni subiti dalla zona colpita, prevede un check-up clinico eseguito a step che permette di assegnare un livello di priorità, identificato da un colore. Successivamente i pazienti saranno smistati, in base a questo livello, all'interno dei reparti nelle aree ospedaliere riducendo e velocizzando così il lavoro che l'ospedale svolgerà preso in carico il paziente.

Le situazioni descritte sono caratterizzate da un'elevata frenesia che può portare ad uno svolgimento dei compiti assegnati all'operatore non conformi a standard di sicurezza vigenti per l'esecuzione di operazioni così importanti. Occorre considerare che ci si trova di fronte a scelte di impiego delle risorse che devono essere prese nel minor tempo possibile per avere più probabilità di salvare delle persone.

In particolare focalizzandosi sull'esecuzione delle azioni che portano al check-up medico di un paziente, si nota come gli strumenti a sostegno degli operatori siano per lo più supporti cartacei, moduli da compilare che per loro natura non rappresentano una soluzione adeguata visto il contesto concitato di utilizzo. A fronte dello sviluppo tecnologico degli ultimi anni, sono stati proposti una serie di sistemi informatici a supporto della coordinazione e collaborazione di unità, questi, come si può immaginare, hanno permesso un'incremento della rapidità di intervento ma sono comunque vincolati alla presenza di uno strumento, quale un tablet, per l'immissione e il trasferimento delle informazioni.

Il tablet, se da una parte automatizza alcune operazioni non richiedendo l'ausilio di carta e penna per l'inserimento di informazioni evitando la perdita di documenti di diagnosi, dall'altra invece, limita la mobilità dell'operatore riducendola impattando quindi anche negativamente sulle performance.

A discapito del tablet, sono emerse informazioni negative legate anche dalle precedenti collaborazioni militari, in quanto ad esempio durante l'esecuzione di una missione notturna, l'accensione dello schermo per permettere l'uso del



dispositivo, rende particolarmente visibile la posizione di un militare rendendolo bersaglio facile nel caso si trovasse in territorio nemico. Questo avvalorava ancora di più l'ipotesi dell'utilizzo di una nuova tecnologia anche in quei casi.

Inoltre l'operatore deve concedere allo strumento una gran parte della propria attenzione per inserire informazione "distraendosi" dalla situazione nel quale risulta calato ed essendo quindi più sensibile ad errori e a distrazioni ambientali che possono portare ad una perdita di attenzione per le caratteristiche fisiche del ferito minando così l'incolumità del paziente e la propria.

### 5.2.1 Introduzione ad un sistema innovativo

Si vuole dedicare lo spazio seguente alla specifiche di un nuovo sistema che possa supportare gli operatori in contesti d'emergenza permettendo di arrivare all'obiettivo di coordinamento, cooperazione e rapidità di intervento del quale si è parlato precedentemente.

Tenendo conto dell'evoluzione dei sistemi e del lavoro svolto fino ad ora in questo campo, si nota come le limitazioni all'uso di dispositivi tecnologici descritti siano un punto cruciale da analizzare e risolvere per ottenere gli standard richiesti. Per questo, avendo eseguito precedentemente l'analisi dello stato dell'arte sulle tecnologie ad oggi presenti, e posto in particolare l'enfasi su quelle che ricadono all'interno della categoria di interazione hands-free e visione di contenuti a realtà aumentata si è giunti alla conclusione che lo sviluppo di un sistema che integri al suo interno dispositivi che possiedono le caratteristiche citate, possa trovare la sua giusta applicazione nel caso di studi delineato.

L'idea di base del sistema prevede una serie di dotazioni per gli operatori sul campo: essi potrebbero essere supportati da dispositivi wearable permettendo di avere sempre a disposizione la tecnologia necessaria per svolgere al meglio il loro compito. A differenza dei sistemi presenti al giorno d'oggi, il sistema a supporto dell'operatore dovrà garantire sia una comunicazione diretta e costante con la centrale operativa, sia la possibilità di gestire messaggi e informazioni da essa provenienti, concedere la possibilità di inviare notifiche e informazioni verso quest'ultima o altri componenti della squadra senza il supporto di un tablet ma mediante interazioni non invasive.

E' possibile identificare l'insieme delle operazioni che un operatore sul campo svolge normalmente:

- ricerca di feriti in zone pericolose;
- valutazione delle condizioni di salute di un paziente;
- gestire le comunicazioni provenienti da altri operatori o dalla centrale operativa;

- gestire le informazioni da sensori dislocati nell'ambiente.

Ci si rende conto dell'importanza del contesto scelto, esso risulta complesso e influenzato da numerose variabili, molte delle quali non influenzabili direttamente dall'uomo, ma questo risulta essere uno stimolo per una migliore prototipazione del sistema finale. Il sistema così identificato si posiziona come intermediario nell'esecuzione dei compiti assegnati all'operatore permettendo di influenzare anche i parametri sui quali esso non ha diretto controllo. Così facendo si vogliono ottenere performance ottimali in termini di rapidità, precisione e reattività, tutte peculiarità che gli attuali sistemi tecnologici non garantiscono in quanto la loro efficacia dipende in gran parte dai requisiti cognitivi ed emotivi dell'operatore stesso.

**L'utilizzo della realtà aumentata mira ad ottenere un sistema capace di garantire un'esperienza d'uso completamente immersiva dell'operatore, in contrasto con le attuali soluzioni come i tablet. Questo vuole essere strumento per rendere gli stimoli percepiti tramite dispositivi hardware, elementi cognitivi per l'utente del tutto simili a quelli presenti nel mondo reale permettendo di raggiungere un livello di interazione tra sistema e utente indissolubile.**

### 5.3 Funzionalità a supporto dell'operatore

Avendo delineato in linea generale le tematiche del caso di studi ed identificato le caratteristiche del sistema, il requisito fondamentale che si vuole dare al progetto è quello di permettere un'interazione tra il sistema e l'utente in una modalità il meno possibile invasiva nei confronti dell'operatività umana.

Descritta nelle sezioni precedenti, ci si rende subito conto di come questo nuovo tipo di interazione giovi alla situazione. In particolare quello che si vuole fare è di rimpiazzare il ruolo svolto da un tablet o altro supporto tecnologico, con caratteristiche adeguate al contesto di utilizzo.

Il supporto di visualizzazione non consisterà in un tablet ma verrà sostituito da contenuti di realtà aumentata visualizzati su ciò che l'operatore percepisce del mondo reale grazie ai dispositivi **Moverio BT200**. L'interazione tra le azioni e le operazioni eseguite verrà supportato dal **Thalmic MYO** così da permettere una rapida selezione ed esecuzione di operazioni tra quelle disponibili.

Le operazioni che il sistema deve essere in grado di supportare, se pur precedentemente identificate, vengono ora descritte nel dettaglio:

- *Esecuzione del protocollo di Triage* Questa operazione risulta essere quella principale sulla quale ci si deve basare per valutare l'efficienza del sistema nel suo complesso. La specifica di ciò che compete al Triage viene

demandata negli scenari, si vuole ora specificare l'importanza che ha la possibilità di eseguire le azioni avendo a supporto il sistema.

La serie di operazioni di per se che permettono di identificare lo stato di un paziente non è complicata, in quanto si segue un algoritmo che pone semplici domande, alle quali ci si aspetta una risposta binaria, rispondendo ad esempio con "sì", "no", questo per semplificare al massimo e rendere questa fase il più celere possibile.

La volontà di rendere l'interazione con il sistema handsfree permette all'utente di non dover portare appresso carta e penna distogliendo lo sguardo dal paziente per scrivere una risposta, ma vedendo i contenuti aumentati direttamente sul visore, e selezionando le opzioni disponibili con gesti, è in grado di procedere più intuitivamente.

- *Gestione delle comunicazioni* In particolare le comunicazioni possono essere divise in tipologia a seconda del contenuto informativo e dell'aspettativa di risposta.

I *messaggi* sono richieste provenienti dalla centrale operativa o da altri operatori sul campo, prevedono una risposta implicita. La creazione di un messaggio avviene con la scelta di un template, da un pool presenti nel sistema.

Le *notifiche* sono informazioni, provenienti anch'esse dalla control room e da operatori, ma non richiedono una risposta implicita, vengono visualizzate per aumentare il quantitativo di informazioni a disposizione ad esempio in relazione ad un punto di interesse o ad uno stato.

Le *informazioni a supporto* sono quelle informazioni considerate a supporto della missione. In una mappa interattiva, ad esempio, saranno visualizzati i punti di interesse della missione e la posizione di tutti gli operatori appartenenti alla squadra.

- *Gestione di informazioni sullo stato della missione* Si ipotizza l'utilizzo di un'indicatore che permetterà all'operatore di sapere in maniera rapida lo stato di avanzamento degli obiettivi imposti della missione. Questo potrà proporre, mediante apposito comando, la visualizzazione scritta degli obiettivi, fornendo a richiesta, informazioni più complete.

La visualizzazione dei contenuti aumentati sarà pensata per essere il meno invasiva possibile nei confronti della visuale reale del mondo, soprattutto durante la sequenza di operazioni per effettuare il Triage. Eseguendo le gesture preimpostate l'utente interagisca con il sistema garantendo il requisito hands-free e non dovendo trasportare un tablet l'operatore sarà più libero negli spostamenti, rendendo le azioni più celeri.

### 5.3.1 Funzionalità minori

Sono state identificate oltre alle funzionalità maggiori, precedentemente definite anche una serie di caratteristiche minori che il sistema dovrebbe esibire, che se pur marginali permetterebbero una migliore esperienza d'uso da parte dell'utente:

- funzionalità utile è quella di poter permettere all'utente di “mettere in pausa” il dispositivo nel caso occorra utilizzare le mani per praticare ad esempio un massaggio cardiaco;
- l'utente deve essere sempre in grado di intuire quale sia l'operazione in esecuzione in un determinato momento, a colpo d'occhio riconoscendo tramite “stili predefiniti”.

## 5.4 Scenari di riferimento

Si presentano di seguito gli scenari fondamentali identificati per il funzionamento del sistema, avendo cura di descrivere per ognuno le operazioni eseguite dalle parti in gioco, centrale operativa e operatore, evidenziando le potenzialità del sistema in particolari contesti di utilizzo.

### Scenario 1 - Attuazione del protocollo di Triage

Risulta essere lo scenario principale di utilizzo per un operatore. Con il termine Triage di un paziente si considera quell'insieme di operazioni che permettono di associare un codice colore alla gravità del paziente. Questa serie di operazioni segue un'iter delineato da domande alle quali l'operatore può rispondere osservando lo stato del paziente. A supporto dell'utente i dispositivi tecnologici di cui è dotato, gli permetteranno di eseguire queste fasi garantendogli il requisito fondamentale di hands-free.

Al termine della fase di Triage il sistema invia in automatico le informazioni raccolte alla centrale operativa, aggiorna lo stato della missione e allerta le relative strutture ospedaliere. Potrebbe rendersi necessaria una serie di operazioni preimpostate per facilitare le successive fasi, come ad esempio la richiesta di un'adeguato trasporto nel caso il paziente non possa essere spostato.

### Algoritmo di triage

Di seguito viene presentata l'immagine dell'algoritmo di triage implementato nella successiva parte di progetto. Occorre precisare che l'algoritmo scelto risulta essere l'algoritmo di Triage nella versione S.T.A.R.T. ovvero: “Simple

“Triage and Rapid Treatment”, questo perché è possibile trovarlo rivisitato in diverse versioni.

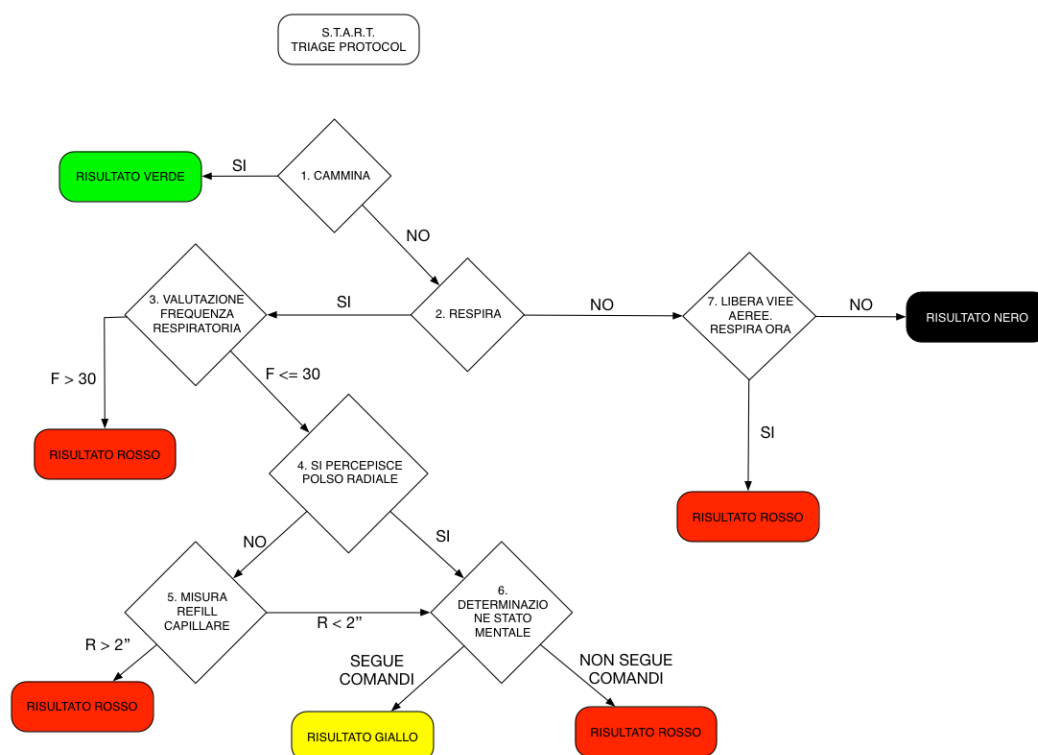


Figura 5.1: Diagramma di riferimento per il protocollo di triage.

## Scenario 2 - Visualizzazione di informazioni presenti sul campo

In questo scenario ricade tutta la visualizzazione delle informazioni provenienti dall’ambiente che l’utente ha a disposizione.

Tramite l’uso della mappa circolare sarà possibile per l’utente identificare la posizione dei punti di interesse impostati dalla control room alla creazione della missione, visualizzerà inoltre i movimenti dei compagni di squadra disposti sul campo.

L’utente visualizzerà un’indicazione del valore di completamento della missione con segnati gli obiettivi ancora da eseguire ed eventuali variazioni su questi a seguito di richieste dalla centrale operativa.

Se equipaggiati con appositi sensori, sarà possibile visualizzare i dati medici degli operatori.

### **Scenario 3 - Ricezione di informazioni provenienti dalla centrale operativa**

La ricezione di notifiche provenienti dalla centrale operativa avverrà come precedentemente descritto, in particolare il sistema sarà in grado di smistare le notifiche in arrivo a seconda del livello di priorità assegnato dalla centrale. In base a questo valore la visualizzazione sarà associata ad un simbolo sul visore dell'operatore.

L'operatore, in caso di necessità potrà eseguire delle gesture per rispondere comunque alla notifica nel caso lo ritenga necessario.

### **Scenario 4 - Gestione di messaggi, invio di conferme di lettura verso operatori**

In questo caso valgono le stesse considerazioni fatte per lo scenario precedente in particolare occorre considerare che alla ricezione dei messaggi deve essere garantita la possibilità all'utente di selezionare il template di riferimento per la risposta al messaggio, identificare la priorità e rispondere al destinatario o a tutta la squadra. Queste operazioni dovranno essere effettuate in modo rapido e diretto possibile.

### **Scenario 5 - Invio di informazioni esplicite verso la centrale operativa**

Ricadono all'interno di questo caso d'uso l'invio di quei messaggi verso la centrale operativa, che sono utilizzati dagli operatori per richiedere degli interventi di squadre operative specifiche. Altro esempio può essere la richiesta di recupero a fronte della terminazione di tutti gli obiettivi assegnati alla missione.

## 5.4.1 Casi d'uso

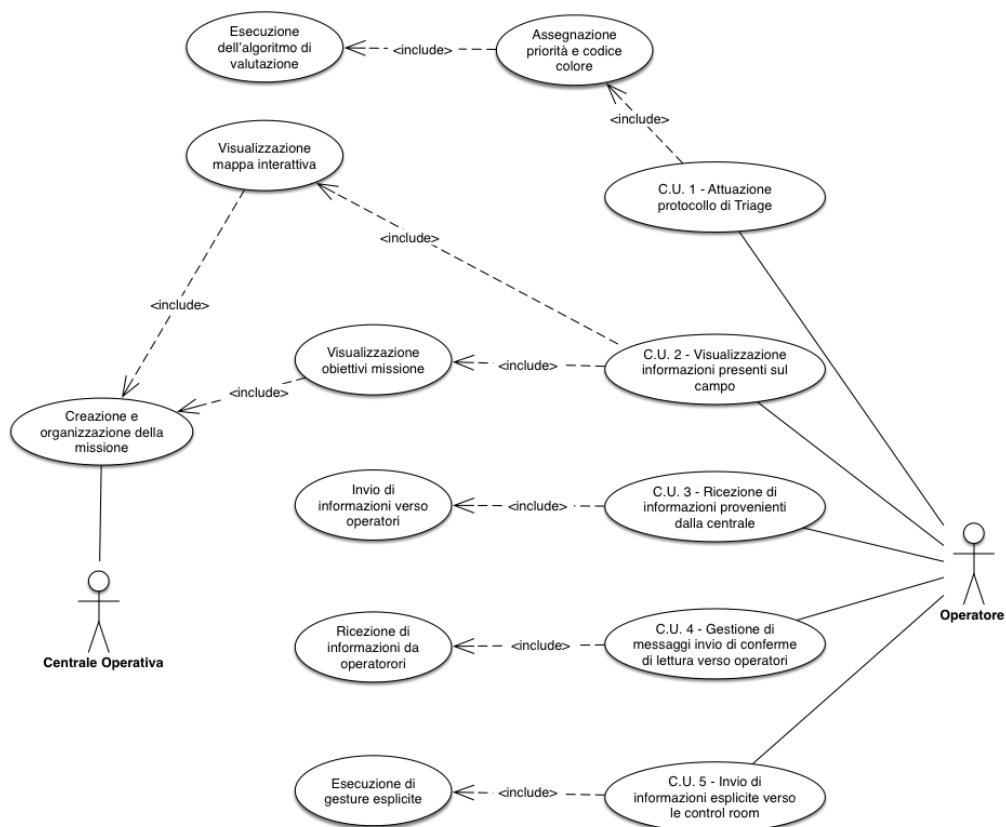


Figura 5.2: Diagramma casi d'uso





# Capitolo 6

## Analisi e progettazione dell'interfaccia utente

Si identifica l'obiettivo principale nella progettazione e creazione di una nuova interfaccia utente creando una struttura ad hoc per il supporto a disposizione, ponendo l'attenzione sulla realizzazione di un primo prototipo funzionante che permetta nelle fasi seguenti di essere testato e validato.

Si è deciso di affrontare lo sviluppo del sistema a step incrementali identificando tramite una serie di prototipi con caratteristiche differenti l'evoluzione nella progettazione del sistema. Per fare questo ci si serve di una serie di dispositivi hardware più consoni alla prototipazione rispetto ai Glasses, ma che comunque presentano una serie di caratteristiche operative del tutto identiche a quelle dei dispositivi handsfree.

Detto ciò per questo compito è stato utilizzato un Tablet Asus Nexus 7 in quanto lo schermo presenta la stessa risoluzione del visore virtuale dei Glasses favorendo un test più agevole dell'applicazione. La scelta è stata fatta con la volontà di ottenere il sistema finale attraverso un approccio incrementale che possa portare, grazie ad una serie di step appunto di complessità incrementale, ad un sistema robusto, conforme a quanto stabilito e testato direttamente con la strumentazione a disposizione.

### 6.1 Idea di base

L'idea di base alla quale ci si ispira nella realizzazione del sistema è quella di considerare un'interfaccia grafica che preveda una netta suddivisione degli spazi secondo cinque posizioni specifiche ognuna delle quali adibita ad uno specifico compito e in grado di contenere un sottoinsieme di componenti particolare. Risulta esserci una differenza fondamentale rispetto alla precedente generazione di interfacce grafiche precedentemente menzionate e chiamate wimp:

infatti mentre le precedenti presupponevano anche la presenza di componenti attivi come ad esempio pulsanti o altri componenti di input, ovvero componenti che al loro interno erano in grado di mantenere uno stato, si considerano in questo caso, solo componenti non attivi, in grado di mostrare un contenuto informativo all'utente come semplici label.

Il motivo di questa assenza è da ricercare nel fatto di aver selezionato come interazione quella hands-free predisponendo quindi una nuova serie di "comandi" che permettano di interagire modificando lo stato del sistema e non agendo con i canali comuni, come ad esempio la selezione di un pulsante o il trascinamento.

La suddivisione definita per l'interfaccia grafica viene esposta in maniera chiara nell'immagine 8.7

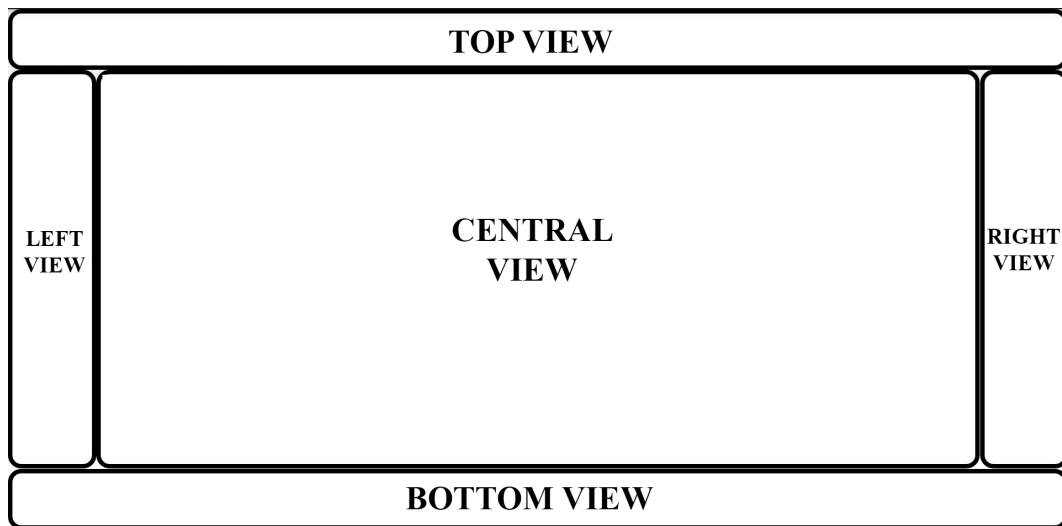


Figura 6.1: Identificazione delle aree presenti nella view del sistema

L'idea di questa suddivisione nasce dopo un'attenta analisi dei requisiti dalla quale sorge la necessità di cinque aree ognuna con le proprie caratteristiche. Ogni spazio identificato, è solo un'ipotesi realizzativa che viene considerata e valutata all'interno dei contesti spiegati precedentemente, le analisi che verranno svolte serviranno per valutare la bontà o meno di una scelta costruttiva così definita.

Eventuali altre ipotesi verranno valutate successivamente nel caso ci si accorga che queste prime possano essere migliorate o non consone agli standard imposti.

Le prove a favore di questa particolare gestione degli spazi sono da ricercare in una serie di aree di studio non direttamente collegate all'informatica, infatti attraverso lo studio della posizione dei soggetti all'interno dell'immagine si

riesce a portare l'attenzione dell'osservatore verso un oggetto specifico senza disperderla su particolari meno importanti. Le discipline che fanno uso di queste conoscenze vanno dalla fotografia, o la videografia passando inoltre per la pittura. Infatti in molti casi i pittori sfruttavano una regola di composizione, che poi venne utilizzata anche in fotografia, chiamata **regola dei terzi** la quale permette di identificare una serie di punti all'interno dell'immagine in cui l'osservatore porterà la sua attenzione. Secondo la regola dei terzi all'immagine deve essere sovrapposto un reticolo composto da due linee verticali e due linee orizzontali equidistanti tra loro, la teoria afferma che i quattro punti di intersezione delimitano un'area centrale chiamata **sezione aurea** che è quella dove l'osservatore porrà la propria attenzione in particolare focalizzandosi sui punti di intersezione.

Grazie a questa semplice regola è possibile identificare le zone principali in cui un osservatore è più incentivato a guardare posizionando nei punti strategici identificati i dati che possono essere per lui più utili durante le operazioni che sta svolgendo.

## 6.2 Componenti grafici

Vista la modalità di interazione selezionata, si vuole che le informazioni visualizzate posseggano una forte proprietà esplicativa agli occhi dell'operatore ad esempio durante l'esecuzione del protocollo di triage si vuole che le scelte siano presentate in maniera tale che possano essere subito percepite come mutuamente esclusive anche da un punto di vista cognitivo, questo ha richiesto almeno una coppia di aree all'interno della view che siano dislocate in maniera opposta una all'altra.

Definendo le aree della view si vuole arrivare alla definizione di un template, che in questo contesto assume il ruolo di modello organizzativo delle informazioni associato ad ogni operazione presentando i contenuti in maniera corretta e organizzando nel modo migliore lo spazio a disposizione. Avendo delineato la creazione dell'interfaccia tramite un'approccio incrementale si vuole, con questo primo template gettare le base per delle future estensioni che potranno migliorare questa versione oppure mantenendo intatta la struttura interna ma organizzando i componenti in maniera differente da quanto pensato

Di seguito si identificato le aree in cui verranno gestiti i dati presentati agli operatori, delineandone inoltre una serie di caratteristiche che ne hanno portato alla scelta di realizzazione. Essenzialmente possiamo riconoscere due coppie di view organizzate in posizione opposte una all'altra, ed in più una view centrale utile alla presentazione di contenuti personalizzati.

### 6.2.1 Left View e Right View

**Left View** e **Right View** rappresentano la prima coppia di view. Essi sono utilizzati come “contenitori” di informazioni durante le varie fasi operative, in particolare vengono utilizzati per visualizzare l’insieme di scelte mutuamente esclusive che saranno presentate all’operatore.

Nel caso in cui queste siano più di due, la scelta di selezione prevede una prima conferma per abilitare il comparto nel quale è contenuta la risposta, e la seconda selezione identificherà, all’interno del comparto la scelta voluta.

Si è scelto inoltre di selezionare le due view laterali per contenere le informazioni anche per dare una connotazione del gesto da compiere per la sezione, quindi gesto verso destra o verso sinistra. Questo come le caratteristiche precedentemente definite stanno alla base della gestione di tutte le operazioni.

### 6.2.2 Top View e Bottom View

Anche per questo secondo gruppo di view sono validi i ragionamenti fatti precedentemente, risultano però essere diversi i compiti assegnati ad ogni area. In particolare: il **Top View** è utilizzato per contenere le stringhe che identificano l’operazione in esecuzione nel momento di utilizzo. Ad identificare l’operazione in esecuzione sarà il differente stile di scrittura della stringa non avendo a disposizione altre tipologie di indicatori.

L’area opposta alla top è la **Bottom View** questo contenitore viene utilizzato come riferimento per la sistemazione di un’eventuale domanda posta all’operatore e alla quale gli si chiede di rispondere. Per poter garantire un feedback visuale per l’utente, in determinate operazioni, si rende necessaria una differente colorazione dello sfondo relativamente collegata al risultato del triage ottenuto di un paziente.

### 6.2.3 Central View

La parte centrale è occupata appunto dalla **Central View** essa ha un ruolo differente da tutti quelli presentati precedentemente in quanto nasce per visualizzare l’insieme dei contenuti aumentati che il sistema è in grado di gestire. In particolare, nello schermata principale del sistema, si visualizzeranno le informazioni riguardo la propria posizione tramite il variare delle coordinate e lo scorrimento della mappa durante lo spostamento sul campo. Se opportunamente configurati e dislocati nell’ambiente, per l’operatore, sarà possibile visualizzare punti di interesse e informazioni aumentate direttamente sui visori a sua disposizione.

La parte del sistema relativa alla gestione dei contenuti aumentati esula dal contesto di questo documento ma viene comunque citata in quanto parte dell'organizzazione e della struttura del template creato.

## 6.3 Operazioni

Vengono presentate di seguito una serie di immagini esplicative non direttamente correlate alla visualizzazione relativa ai glasses ma estrapolate dai test effettuati con i tablet. Successivamente, ma non in questa sezione, verranno presentate immagini relativamente all'esperienza d'uso dei visori usati.

Si presentano queste immagini con lo scopo di permettere al lettore di identificare a primo impatto le caratteristiche fondamentali discusse. Le relative specifiche tecniche sono lasciate alla parte progettuale nei capitoli successivi.

### 6.3.1 Schermata Principale

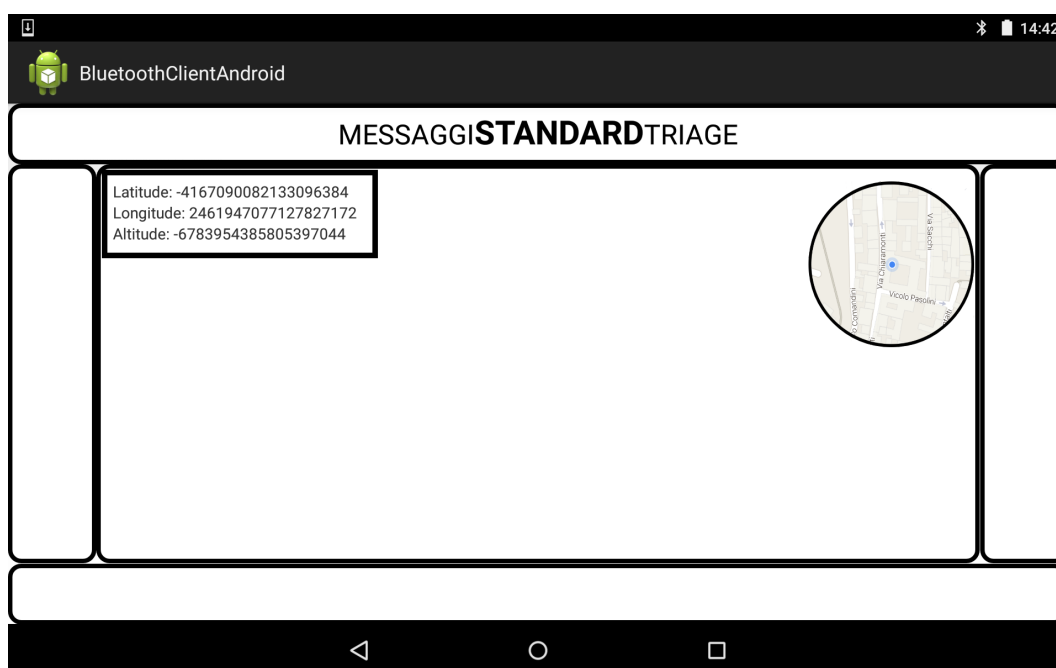


Figura 6.2: Schermata Standard del prototipo

Come si può vedere dall'immagine 6.2, la schermata principale presenta nella parte alta l'indicazione all'operatore della schermata attiva, nella parte centrale sono poste informazioni di esempio che l'operatore può ricevere direttamente dai sensori presenti nel dispositivo. In particolare vengono aggiornate

le coordinate in latitudine, longitudine e altitudine della posizione dell'operatore e una mappa nella quale si indica lo spostamento dell'operatore nell'area del territorio.

### 6.3.2 Schermata invio messaggi



Figura 6.3: Schermata Messaggi inizio algoritmo scrittura messaggi del prototipo

La schermata di invio di messaggi, figura 6.3, prevede l'utilizzo di quasi tutte le aree presenti nella View. In particolare, le aree laterali serviranno per la visualizzazione e selezione dei destinatari e del messaggio preimpostati dal sistema usati come modello di invio. L'area centrale viene lasciata libera per non ostruire la visuale all'operatore, mentre quella inferiore è sede del testo che identifica l'operazione che si sta eseguendo (scelta del messaggio, scelta del destinatario).

### 6.3.3 Schermata operazioni di triage



Figura 6.4: Schermata Triage inizio algoritmo

La schermata presentata nell'immagine 6.4, come per quella della gestione dei messaggi, utilizza i vari settori con lo stesso scopo precedentemente spiegato, le view laterali per indicare le risposte alla domanda dell'algoritmo di triage corrente, la parte inferiore come indicazione della domanda per la quale si devono valutare le condizioni del paziente.

### 6.3.4 Schermata visualizzazione Alert

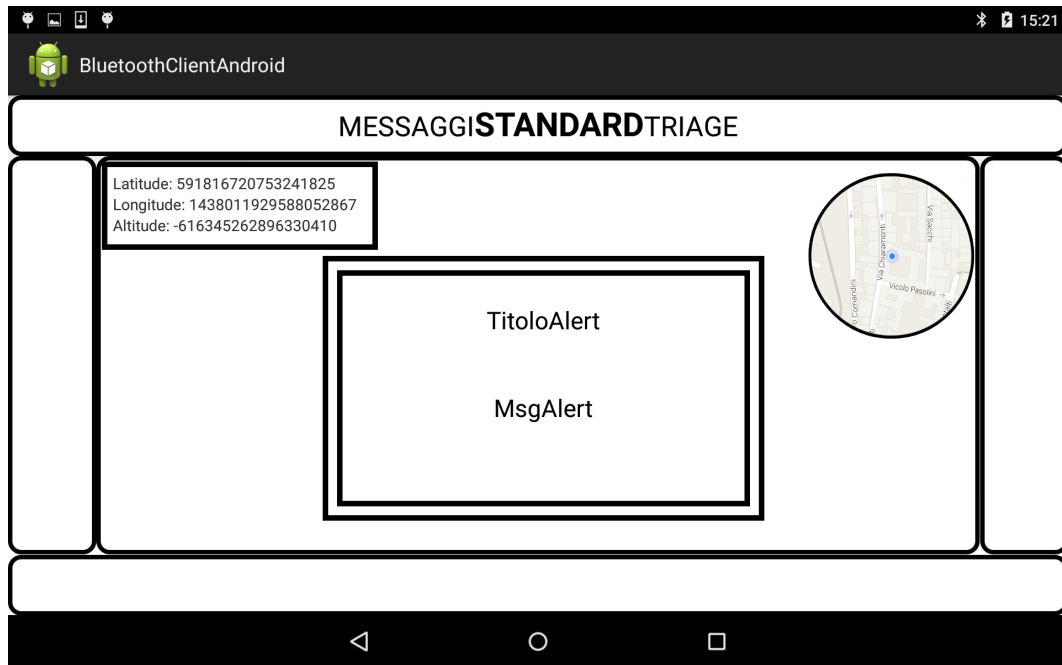


Figura 6.5: Schermata Alert di esempio

Come richiesto dai requisiti, deve essere possibile per la centrale inviare nelle notifiche verso gli operatori, nell'immagine 6.5 viene rappresentato lo stato del sistema nella schermata standard e la presenza della notifica con eventuali informazioni inviate dalla centrale in caso di necessità di comunicare con un operatore o con i componenti della squadra sul campo.

Si considera come unico esempio quello della schermata principale, ma naturalmente il sistema è in grado di gestire le notifiche in ogni schermata in cui può trovarsi il sistema stesso.



# Capitolo 7

## Analisi e progettazione del sistema complessivo

L'obiettivo principale verso il quale si spinge il documento è incentrato verso la progettazione del sistema utilizzato dall'operatore dislocato sul campo, in particolare rivolgendo l'interesse verso la progettazione dello stesso in modo tale da garantire unicamente interazioni del tipo handsfree. Si vuole supportare l'operatore con una soluzione adattabile alle esigenze descritte nei casi di studio identificati in modo tale da rispondere alle esigenze dettate dalla situazione in termini di reattività e facilità d'uso.

### 7.1 Architettura Logica

Viene presentata ora l'architettura di massima ricavata dall'analisi delle caratteristiche precedentemente discusse. Come si può notare dall'immagine 7.1, il sistema risulta essere costituito da sei componenti fondamentali, ognuno adibito ad una particolare funzione.

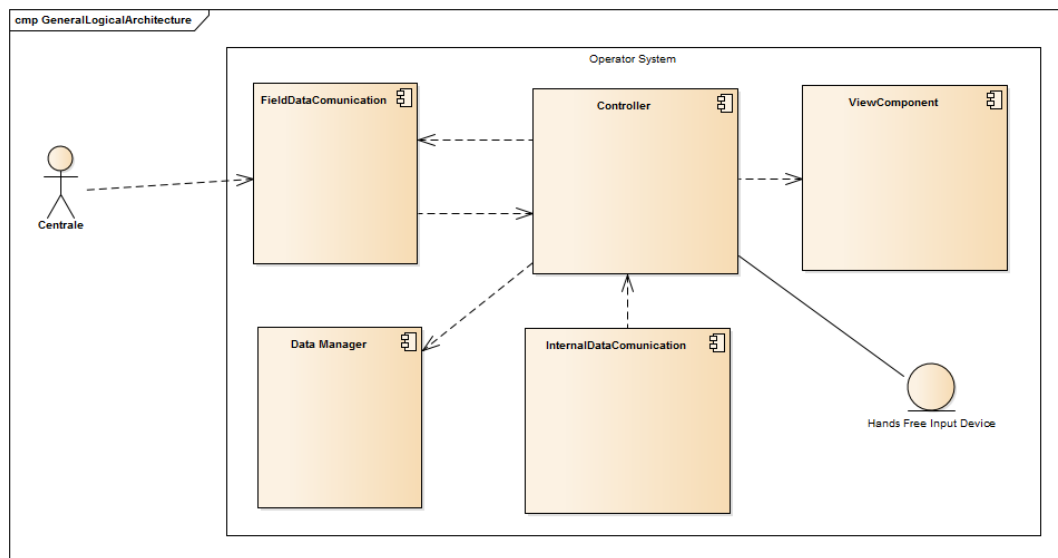


Figura 7.1: Architettura logica generale del sistema

In particolare, considerando il livello di astrazione al quale ci si trova ora, è possibile elencate le seguenti caratteristiche per ognuno dei componenti visualizzato. Essenzialmente quella presentata è la struttura di un sistema basata su pattern Model View Controller. In particolare sono presenti oltre al controller e al gestore della view, anche una serie di componenti che amministrano le comunicazioni, differenziandosi per la tipologia di dati gestiti.

- **FieldDataCommunication:** ha lo scopo di amministrare la comunicazione dei dati che provengono dall'esterno in particolare provenienti dalla centrale, inoltre permette di reperire i dati provenienti da eventuali sensori dislocati nell'area operativa. Ha inoltre ha lo scopo di interpretare i dati ricevuti e gestirli nel modo corretto avvalendosi di un modello di dati specifico;
- **InternalDataCommunication:** come il precedente componente, riveste il ruolo di amministrazione delle comunicazioni questa volta provenienti da componenti interni al sistema in grado di generare dati utili (come ad esempio giroscopio, accelerometro o gps). Anch'esso ha il compito di Interpretare e gestire i dati ricevuti facendo uso di un modello di dati differente però dal precedente;
- **ViewComponent:** il ruolo di gestione della visualizzazione viene demandato a questo componente, esso deve essere in grado di presentare all'operatore i dati nel modo più conforme possibile alle caratteristiche

indicate in fase di analisi dei requisiti in relazione allo specifico algoritmo di triage scelto e alle caratteristiche della view;

- **Data Manager:** idealmente questo componente rappresenta la raccolta di tutti i modelli dei dati previsti e gestiti dal sistema. Una descrizione più nel dettaglio avviene nei paragrafi successivi, ma è possibile indicare almeno due modelli dei dati: uno per quelli scambiati tra la centrale e il sistema e uno in particolare usato per le comunicazioni interne dei componenti interni al sistema;
- **Hands Free Input Component:** con questo termine si indica il componente utilizzato per l'invio dei comandi in modalità hands free, utilizzato dall'operatore. Si considera interno al sistema completo;
- **Controller:** riveste il ruolo fondamentale di gestore generale dell'interazione tra i componenti indicati. Il ruolo fondamentale è quello di essere notificato nel momento in cui la base di dati interna cambia (a fronte del fatto di aver ricevuto un messaggio dalla centrale o da qualche altra entità dislocata sul terreno) agendo poi di conseguenza richiedendo l'aggiornamento di un contenuto visualizzato dall'operatore.

Riveste un ruolo particolare il componente di visualizzazione su dispositivi hands free in quanto calato all'interno del contesto considerato, non risultano essere presenti specifiche alle quali rifarsi per la progettazione. Quindi obiettivo fondamentale e finale di questo documento sarà quello di determinare, tramite la creazione di un primo prototipo, le caratteristiche standard che eventuali altre implementazioni di soluzioni che facciano uso di dispositivi wearable hands free debbano comunque possedere.

Per completezza, oltre alla definizione dell'architettura logica, si presenta un modello generale di ciò che comporta la ricezione di una gesture nel sistema in termini di interazione per i componenti considerati. Il modello è presentato nella figura 7.2.

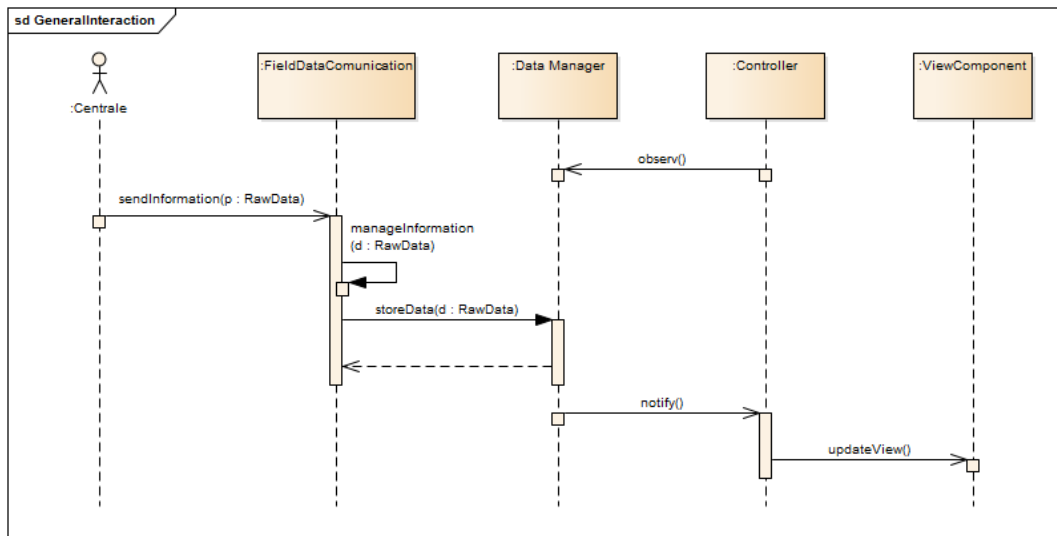


Figura 7.2: Rappresentazione di un esempio di interazione generale del sistema alla ricezione di informazioni dalla centrale operativa

### 7.1.1 Dettagli sui componenti dell'architettura

Si vuole porre l'attenzione unicamente sul ruolo che ha la parte di sistema a supporto dell'operatore, per questo, si identifica a partire dal modello precedentemente identificato, un secondo modello ad un livello di dettaglio maggiore. Si identificano inoltre due macro parti in cui il questo sotto sistema viene suddiviso.

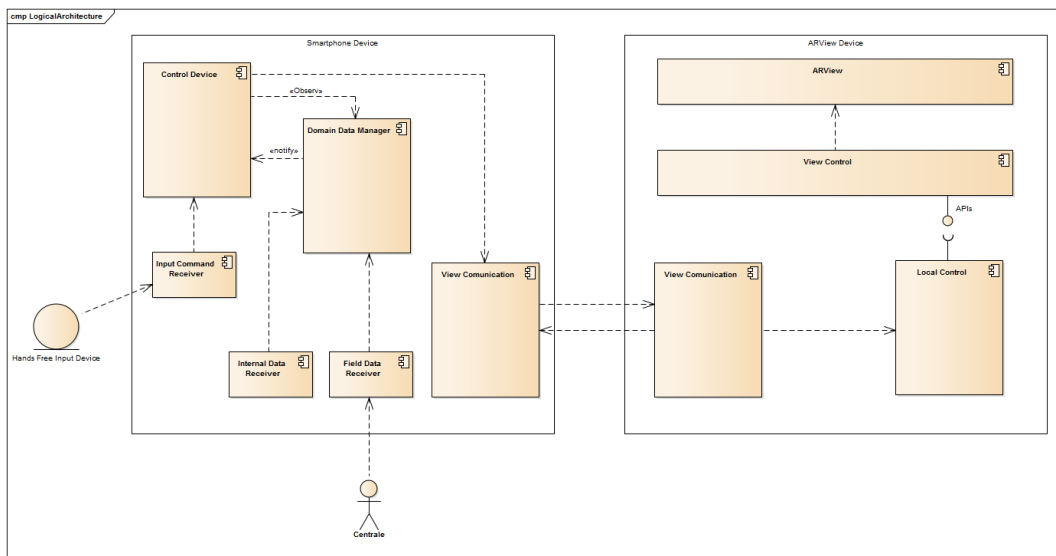


Figura 7.3: Architettura logica del sistema a supporto dell'operatore nelle sue macro parti

L'architettura logica qui presentata sorge da necessità non direttamente collegate con il caso di studi scelto, ma dalla volontà di utilizzare per la realizzazione del prototipo i dispositivi per i quali sono state identificate le caratteristiche. A fronte del fatto di avere due dispositivi in grado di gestire due tipologie di comunicazione differenti si rende necessario la presenza di due sottosistemi uno per la gestione delle gesture ed uno in grado di visualizzare i contenuti.

Questa scelta verrà meglio chiarita nei capitoli successivi ma nasce dalle caratteristiche tecniche dei Moverio BT200 in grado di gestire unicamente trasmissione di dati via Bluetooth e non, come succede per il Thalmic MYO, bluetooth Low Energy. Questo porta all'inserimento di un ulteriore componente che viene indicato nel sistema con la dicitura smartphone device il quale assolverà il compito di ricevere le gesture eseguite dall'operatore con il MYO e richiamare i relativi metodi sul componente di visualizzazione.

Date queste caratteristiche, il sottosistema sullo smartphone, risulta essere al di fuori dell'ambito di interesse della tesi per questo vengono unicamente indicati i componenti che lo costituiscono senza entrare nello specifico.

## 7.2 Progettazione Smartphone Device Controller

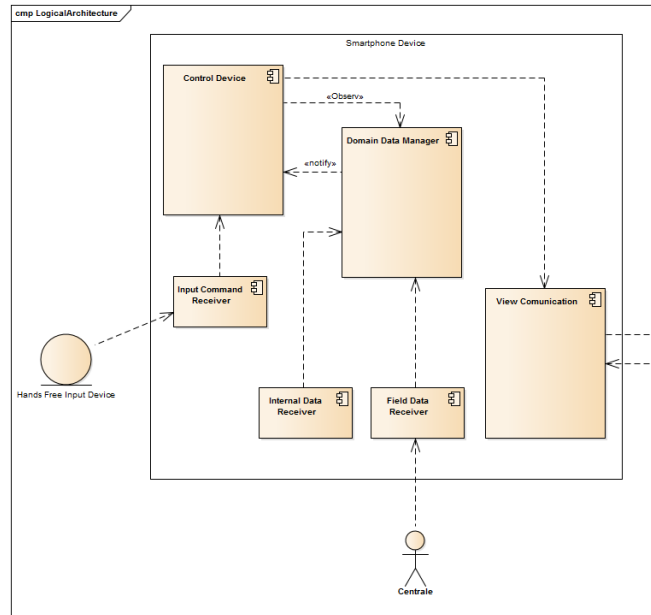


Figura 7.4: Particolare dell'architettura logica del sistema sullo smartphone

Si analizza ora il sistema a partire dall'immagine 7.4 concentrandosi sulla parte che risiede nello smartphone. E' possibile individuare i seguenti componenti in relazione alle operazioni affidate:

- **Domain Data Manager:** lo scopo del componente indicato è quello di interagire con i dati contenuti all'interno del device. Riveste inoltre il compito di interprete dei dati relativi al relativo dominio. Il suo compito è quello di mantenere costantemente aggiornata la base di conoscenza interna non appena uno degli appositi componenti con esso collegato segnala la ricezione di informazioni.
- **Control Device:** il controller gestisce la comunicazione venendo notificato in maniera automatica ogni volta che il modello locale dei dati viene aggiornato a fronte della ricezione di un contenuto informativo;
- **View Communication:** componente che permette l'interazione tra lo smartphone e i glasses inviando, previa opportuna codifica, secondo un modello costruito ad-hoc, i dati e le relative operazioni da svolgere per aggiornare in maniera consistente l'interfaccia grafica;

- **Input Command Receiver:** il seguente componente ha il compito di tradurre i comandi dettati dal dispositivo di input interpretando la gestura eseguita dall'operatore che dovrà fare partire l'azione che il sistema deve eseguire dipendentemente dalla fase operativa in cui si trova l'utente.

In particolare il ViewCommunication è il gestore delle comunicazioni indirizzate al vero gestore della view il quale rimane all'interno del sottosistema all'interno dei glasses e che sarà analizzato nel paragrafo successivo.

I componenti rimanenti, sono quelli presentati nel modello più generale, essi amministrano le differenti tipologie di comunicazioni provenienti dalle differenti sorgenti ovvero sensori interni al sistema e sensori dislocati sul campo.

### 7.2.1 Interazione interna al sottosistema

Si vuole, per completezza, indicare inoltre un modello delle interazioni che permetta di fare chiarezza sul susseguirsi delle operazioni eseguite in questa sotto parte del sistema a fronte di un invio di un comando di input dall'utente.

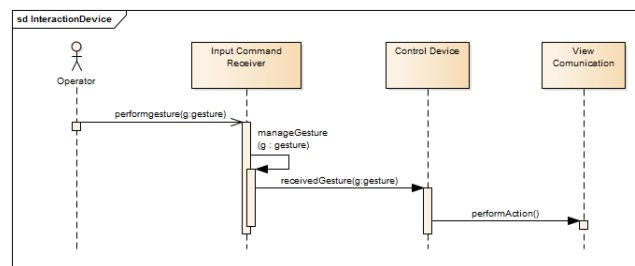


Figura 7.5: Gestione della ricezione di una gestura nel sottosistema sullo smartphone

### 7.3 Progettazione Glasses Device Viewer

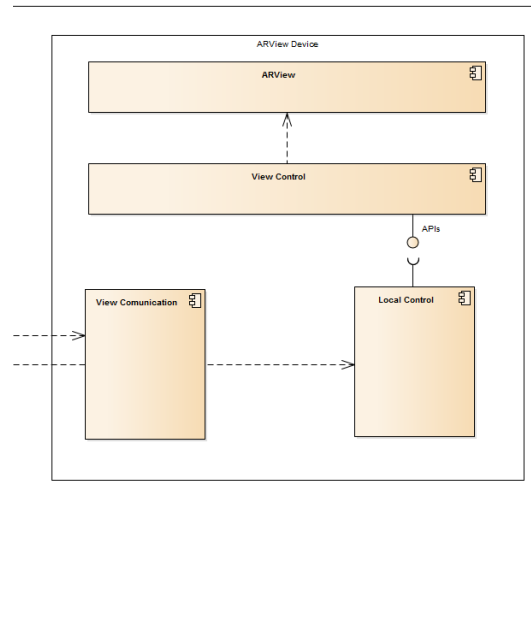


Figura 7.6: Particolare dell'architettura logica del sistema sui Glasses

Si pone particolare enfasi a questa parte del sistema in quanto risulta essere scopo primario la definizione di uno standard per la visualizzazione di contenuti informativi nel contesto handsfree legato al caso di studio scelto.

In particolare si è voluto creare la struttura di questo sottosistema in modo tale che possa essere facilmente estesa con differenti soluzioni rispetto a quella presentata. Per fare questo sono stati identificate una serie di APIs del tutto generali che devono essere richiamate per la visualizzazione dei contenuti. Una differente implementazione da quella presentata deve implementarle in maniera legata alla soluzione presentata.

- il componente **ARView** rappresenta la specifica implementazione della view che in fase progettuale dovrà essere creata, e per la quale occorre definire una serie di caratteristiche dettate dall'utilizzo dello stesso;
- il componente **View Control** nasce dall'esigenza di definire una serie di APIs che permettano di astrarre dalla specifica implementazione della view ma che portino all'esecuzione delle relative operazioni identificate. Di queste verrà discusso nella sezione successiva;
- il componente **View Communication**, come per la controparte di sistema analizzata, ha il compito di interpretare i messaggi inviati dal sistema,



decodificarli utilizzando il modello del dominio dei dati interni (si veda nel paragrafo appropriato la figura 7.9) e inviare richieste al controller per l'esecuzione di specifici metodi;

- il componente **Local Control** svolge il ruolo di controller invocando metodi sul controller della view. Il suo comportamento, se confrontato con la controparte nel sistema sul device, non risulta essere autonomo, ma funge solo da dispatcher di metodi. Si è voluto inserirlo all'interno dell'architettura logica presentata per essere conformi con l'utilizzo del pattern scelto per la realizzazione del sistema sullo smartphone.

### 7.3.1 Caratteristiche protocollo triage

Si vuole utilizzare questo paragrafo per identificare le caratteristiche salienti che appartengono al protocollo di triage e da queste indicare dei requisiti che dovrà poi possedere il componente view per svolgere al meglio il proprio lavoro.

- Il protocollo di Triage è un algoritmo a passi successivi che viene utilizzato in situazioni di emergenza o post-emergenza per identificare i parametri vitali umani di un paziente categorizzandolo secondo un livello in base alle sue condizioni fisiche e mentali;
- le domande imposte all'operatore sono dirette;
- per comodità al termine del protocollo al paziente viene assegnato un colore indicante il suo grado di gravità;
- l'algoritmo deve essere ottimizzato ed in poco tempo permettere di ottenere un quadro generale delle condizioni di salute del paziente analizzando i parametri vitali fondamentali;
- l'algoritmo si compone di una serie di passi ognuno dei quali associato ad una domanda standard;
- l'operatore tramite osservazione deve essere messo in condizione di selezionare una risposta sicura e univoca a fronte del fatto di avere eseguito una sua valutazione sulla caratteristica in esame.

Si espongono ora le relative caratteristiche che il componente di visualizzazione deve possedere:

- essendo presenti scelte binarie, il componente dovrà fare in modo che l'operatore possa anche percepire queste scelte in maniera mutuamente esclusive (ad esempio poste in due parti opposte);

- la posizione del testo della domanda deve essere facilmente visibile e comprensibile;
- il termine del protocollo deve essere associato al colore identificato per il paziente, così che l'operatore percepisca subito anche visivamente il termine della fase di triage.
- prevedere una gestione corretta dello spazio presentando la domanda e le possibili opzioni associate, eventualmente anche con più di due scelte nel caso l'algoritmo sia esteso, utilizzando lo spazio a disposizione nel modo corretto.

### 7.3.2 Definizione delle APIs

Una volta descritta la struttura del sistema e analizzata ad un maggiore livello di dettaglio l'architettura logica presentata, si sente l'esigenza di definire uno standard, che permetta di astrarre dalla specifica implementazione dell'interfaccia grafica, di comunicazione per i componenti adibiti alla presentazione dei contenuti informativi. Questo per permettere di realizzare un layout di componenti che permettano un riutilizzo non solo del codice ma anche del modello di realizzazione adottato. La modalità scelta è quella di fornire una serie di APIs ovvero metodi che appositi componenti possano sfruttare, in particolare il controller dislocato all'interno del sistema dei glasses, per richiedere l'aggiornamento del contenuto della view.

E' possibile identificare questa serie di metodi, all'interno del modello seguente, in questa fase di analisi dato che il dominio applicativo risulta essere definito e contestualizzato con precisione precedentemente.

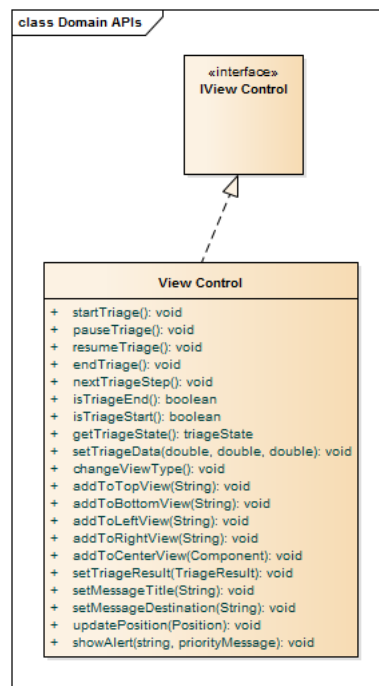


Figura 7.7: Insieme di APIs che il componente mette a disposizione per la gestione della visualizzazione delle informazioni

### 7.3.3 Interazione interna al sottosistema

Come per il caso precedente, anche per questo sotto sistema si indica una diagramma delle interazioni che permetta di spiegare le varie relazioni che vengono messe in gioco durante l'utilizzo del sistema.

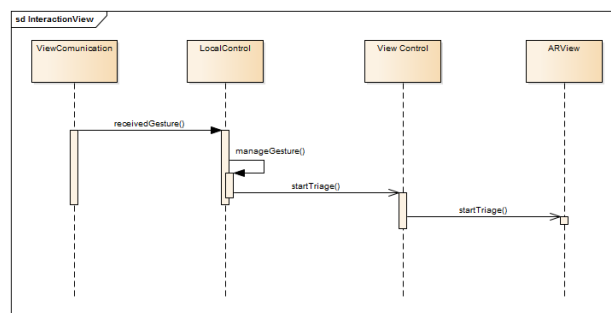


Figura 7.8: Esempio delle chiamate interne al sottosistema nel caso venga richiesto l'inizio dell'attività di triage

## 7.4 Gestione dei dati scambiati

Di seguito si presentano i modelli dei dati che i componenti fino ad ora identificati si scambiano. In particolare ponendosi a questo livello di dettaglio i modelli dei dati presenti sono due: il primo che rappresenta il modello dei dati scambiati internamente al sistema e per questo chiamato **modello dei dati interno**, e il secondo che rappresenta i dati scambiati tra centrale e sistema, chiamato per l'appunto **modello dei dati esterno**. Mentre i dati interni svolgono un ruolo primario per le comunicazioni, per il secondo insieme non viene presentato un modello in quanto esula dal contesto di questo documento.

### 7.4.1 Dominio dei dati interni al sistema

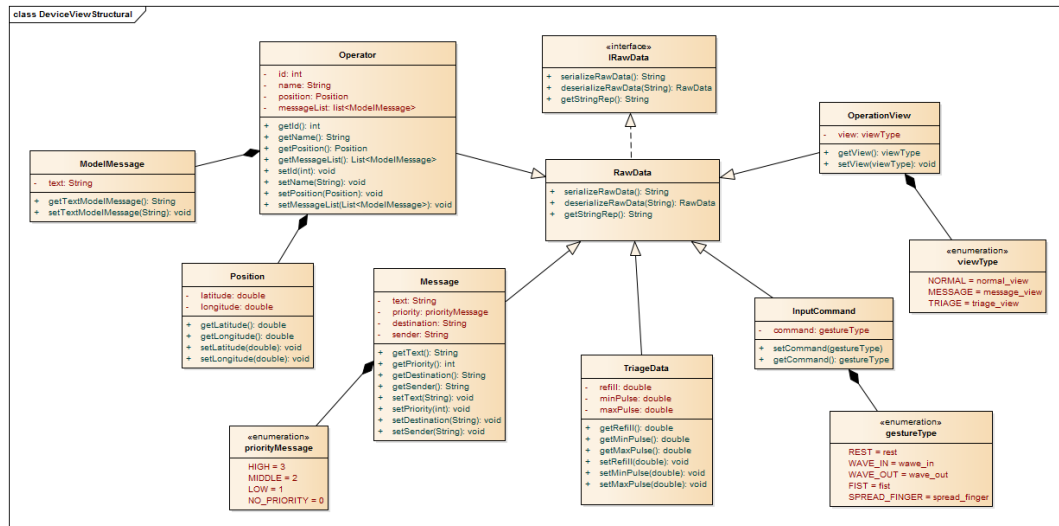


Figura 7.9: Dominio dei dati scambiati internamente al sistema tra Smartphone e Glasses

# Capitolo 8

## Sviluppo prototipale del sistema complessivo

### 8.1 Caratteristiche tecniche del sistema complessivo

A fronte della precedente scelta dei dispositivi hardware per la realizzazione del sistema completo, si procede ora alla descrizione dello stesso da un punto di vista implementativo, focalizzandosi su tematiche fino ad ora non approfondite. Di seguito si discuteranno aspetti legati alla produzione del software e le implicazioni che le scelte hardware hanno avuto su questa parte del progetto del sistema.

#### 8.1.1 Android

La scelta della piattaforma software è di per se imposta a priori, infatti avendo a disposizione i visori Moverio BT-200 come supporto hardware utilizzato per la realizzazione dell'interfaccia grafica del sistema, avendo già eseguito su questo dispositivo una panoramica tecnica si è a conoscenza che il sistema operativo supportato dai dispositivi è Android. In particolare la versione attualmente operativa da specifiche è Android 4.0.4 al livello di API 15.

Android, è uno dei più diffusi sistemi operativi, nasce come soluzione open source per dispositivi mobili quali smartphone, tablet ma anche autovetture e fitness tracker. Riveste un ruolo importante nel mercato dei sistemi operativi mobili andando ad occupare una delle maggiori quote di mercato, contendendosi il primato con il sistema operativo di casa Cupertino.

Possiede un'elevata adattabilità riuscendo ad essere performante anche con dispositivi che si caratterizzano per diversi livelli di potenza. Se pur nel corso degli anni sono stati evidenziati una serie di punti deboli, viene costantemente supportato da una comunità di sviluppatori, diventando così un valido punto di riferimento per chi, come in questo caso, ha bisogno di testare applicazioni innovative realizzando prototipi adatti ad ogni esigenza.

### 8.1.2 Comunicazioni Bluetooth

Le comunicazioni instaurate dal sistema si basano sul protocollo denominato Bluetooth, esso appartiene allo standard IEEE 802.15.1 che lo definisce come un sistema radio (wireless), a corto raggio, localizzato all'interno della banda a 2.4 GHZ ISM.

Utilizzando questa tecnologia due sistemi sono in grado, previa fase di accoppiamento, di instaurare un canale di comunicazione bidirezionale per lo scambio di contenuti informativi, quindi singoli pacchetti di dati o di instaurare e mantenere il canale per la gestione continua di dispositivi di controllo quali tastiere o mouse. Utile inoltre per il passaggio di flussi continui di dati come lo stream di audio e video.

Questo standard negli ultimi anni ha coinvolto sempre più dispositivi ed è arrivato alla versione 4.0, se pur recenti i dispositivi selezionati come sistemi di input e di output hands-free sono predisposti per l'utilizzo del protocollo bluetooth ma di differenti versioni.

I Moverio, in particolare supportano una connessione Bluetooth 3.0 ma non sono in grado di gestire il tipo di connessione Bluetooth Low Energy (L.E.), identificativo per la comunicazione utilizzata dal Thalmic Myo. La maggiore differenza tra questa nuova tipologia di Bluetooth e le precedenti sta nel risparmio energetico che se ne ricava. Infatti dove è richiesta una connessione costante tra due sistemi per uno stream di dati questa soluzione permette di avere un rapporto in termini di consumo di energia migliore rispetto alle altre versioni precedenti di Bluetooth.

Se pur appartenenti alla stessa tipologia di comunicazioni, non è possibile per due dispositivi che utilizzano una connessione Bluetooth L.E. e Bluetooth 3.0 instaurare il canale di comunicazione richiesto per scambio lo di informazioni.

### 8.1.3 Necessità di un terzo componente

Da quanto emerso relativamente all'analisi delle caratteristiche tecnologiche dei sistemi hardware in gioco, sorge la necessità, a livello implementativo, di un terzo componente che permetta di mantenere attiva la connessione con il

Thalmic Myo e che sia in grado di trasmettere i dati ricevuti relativamente alla gesture al sistema dei Glasses. Naturalmente occorre che il dispositivo selezionato possieda le caratteristiche di portabilità richieste da specifiche, e sia in grado di gestire entrambi i tipi di comunicazione Bluetooth.

Viste le premesse e data la disponibilità in sede, la scelta è caduta sullo smartphone Nexus 5 il quale possiede i requisiti necessari per fare parte del sistema. Il suo scopo sarà semplicemente quello di permettere l'interazione tra due dispositivi che supportano tecnologie di comunicazione differenti. Ricevuto quindi il dato di una gesture dal Myo, esso reinvierà direttamente questa informazione al sistema presente sui Moverio il quale a seconda dello stato in cui si trova il sistema, si comporterà di conseguenza.

**Bluetooth Socket** L'interfaccia Bluetooth Sockets è simile a quella utilizzata nel protocollo TCP relativamente all'uso di Socket e ServerSocket. Lato server, si usa un `BluetoothServerSocket` per creare server in ascolto. Quando una connessione viene accettata dal `BluetoothServerSocket`, verrà restituito un nuovo `BluetoothSocket` per gestire la connessione. Lato client, si usa un unico `BluetoothSocket` sia per avviare una connessione in uscita sia per gestire la connessione.

Nel seguito si vedrà come questa tipologia di comunicazione è stata gestita da opportuni componenti nel sistema.

## 8.2 Componenti principali client side

Di seguito si presenta una panoramica dei componenti principali dell'applicazione lato client ovvero quella che risiede all'interno dei visori Moverio, a correndo di una breve descrizione si usano una serie di modelli che permettono di inquadrare il componente all'interno di una lettura in chiave ingegneristica analizzandone le caratteristiche principali e delineando in maniera univoca il componente e il suo compito all'interno del sistema.

Il nome dato a questa parte dell'applicazione rispecchia un modello di sistema che è il Client-Server. In questo caso la parte Client ha il compito di gestire le informazioni che provengono dalla controparte andando a creare ed aggiornare l'interfaccia grafica visualizzata dall'utente.

Avendo identificato il sistema operativo Android i modelli che vengono presentati sono relativi alle classi specifiche implementate nel sistema e quindi technology dependent. In questa fase viene dato per assodato il funzionamento di Android e quindi non si ritiene necessario un'approfondimento iniziale sulla gestione associata al sistema operativo.

A fronte del fatto di voler realizzare un sistema estendibile, si vede in Android una specifica implementazione dello stesso legata all'hardware in uso, questa premessa viene fatta in quanto non si reputa necessario un'approfondimento legato a questa tecnologia in quanto viene utilizzata "as is" così com'è avendo come visione futura la possibilità di ottenere che lo stesso sistema sia implementato con differenti soluzioni ma che rispetti comunque l'insieme di APIs ed interfacce qui identificate.

### 8.2.1 Activity principale

Questa classe rappresenta l'entry point dell'applicazione, in quanto, una volta avviata ha il compito di realizzare l'interfaccia grafica che rispetti le caratteristiche identificate nel prototipo. Oltre creare tutti i componenti che permettono la gestione visuale, all'avvio vengono creati i componenti utilizzati per la gestione della connessione, e il mantenimento del canale di comunicazione tra i Moverio e la parte di sistema che risiede all'interno dello smartphone Nexus 5.

Come si può notare dal diagramma in figura 8.1 sono presenti l'insieme dei metodi identificati precedentemente al livello di analisi per la gestione delle operazioni.

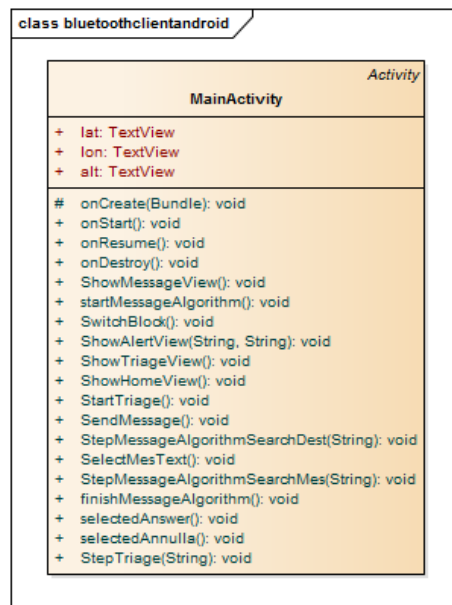


Figura 8.1: Struttura della classe principale del programma client



## 8.2.2 Gestione delle comunicazioni

Questo componente, come si vede dall'immagine 8.2 ha il compito di gestire la comunicazioni provenienti da altri dispositivi in particolare e gestisce i dati ricevuti interpretandoli per richiamare sulla classe principale i metodi di aggiornamento dell'interfaccia grafica.

Ha inoltre il compito di predisporre i canali di comunicazione Bluetooth con i dispositivi connessi, informando l'handler utilizzato per la ricezione dei messaggi.

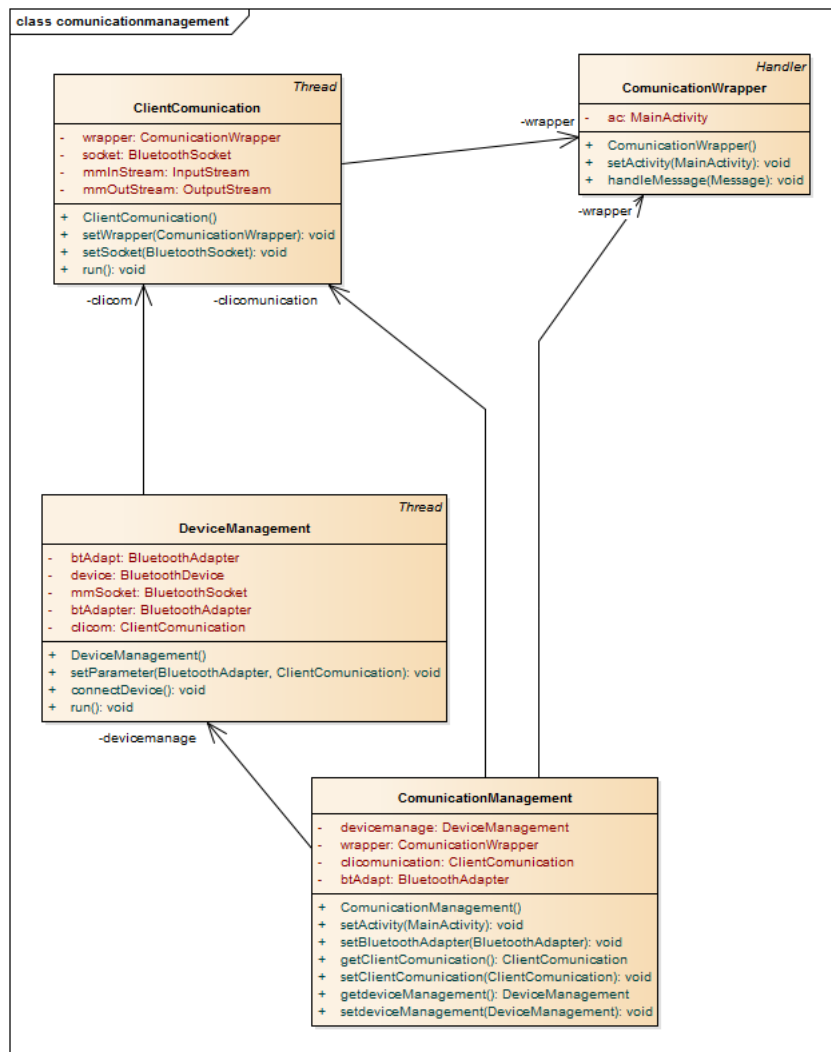


Figura 8.2: Struttura del componente per la gestione delle comunicazioni

Essenzialmente, come si vede è costituito a sua volta da altri tre componenti che sono di seguito descritti mostrando alcuni estratti significativi di codice

utili a capirne il comportamento.

### Ricerca dei dispositivi

Il primo componente che si va ad analizzare, è il *DeviceManagement* il quale tramite il metodo **connectDevice** ricerca all'interno della lista dei dispositivi Bluetooth accoppiati quello con il nome **Server**, una volta trovato esegue un controllo se il codice UUID corrisponde, ed in caso affermativo crea lo Socket di comunicazione con il dispositivo e lancia il metodo di connessione.

```
public void connectDevice(){
    /*Ricerca tra i dispositivi associati quello
    che corrisponde alla scritta Server*/
    BluetoothDevice device = getDeviceFromList("Server");
    BluetoothSocket tmp = null;
    try {
        UUID uuid = UUID
            .fromString("0b656630-8875-11e5-af63-feff819cdc9f");
        tmp = this.device
            .createRfcommSocketToServiceRecord(uuid);
    } catch (IOException e) {}
    this.mmSocket = tmp;
    this.start();
}
public void run() {
    while (true) {
        try {
            /*attendo fino alla connessione con la socket*/
            mmSocket.connect();
        } catch (IOException connectException) {}
    }
    if (mmSocket.isConnected()) {
        /*Se non e' un errore eseguo setto la socket creata
        al clientcommunication e lo avverto che deve
        rimanere in attesa di messaggi*/
        clicomunication.setSocket(mmSocket);
        clientcommunication.start();
        return;
    }else{
        reconnect();
    }
}
```

Listato 8.1: Estratto del codice di riferimento per il DeviceManagement

Come è possibile intuire vengono incapsulate una serie di informazioni all'interno del codice come ad esempio il nome del dispositivo e il codice UUID univoco tra le due applicazioni, per consentire una maggiore generalità sarebbe necessario eseguire una prima fase di accoppiamento tra i dispositivi che a questo stadio viene considerata superflua e quindi bypassata.

## Gestione dei dispositivi connessi

Il secondo componente, che gestisce le comunicazioni, è quello che, una volta identificato il dispositivo con cui connettersi, mantiene attiva la socket e nel caso sia presente un dato crea un messaggio specifico che verrà gestito dall'handler specifico ovvero il CommunicationWrapper.

```
public void run(){
    byte[] buffer = new byte[1024]; /*buffer store for the stream*/
    int bytes; /*bytes returned from read()*/
    while (true) {
        try {
            String receivedString = castByteToString(byte,buffer)

            if(receivedString.contains("ALERT")){
                Message msgToSend = new Message();
                msgToSend.what = 1; /*identifica alert dalla centrale*/
                msgToSend.obj = str2;
                wrapper.sendMessage(msgToSend);
            }

            Message msgToSend = new Message();
            msgToSend.arg1 = 0; /*identifica operazioni normali*/
            msgToSend.obj = receivedString;
            wrapper.sendMessage(msgToSend);
        } catch (IOException e) {}
    }
}
```

Listato 8.2: Didascalia o il nome del file

Il messaggio è composto da il campo intero **arg1** che specifica a seconda del valore 0 o 1 il tipo di messaggio salvato, nel campo **obj**, invece, viene salvato il contenuto informativo.

## Gestione delle informazioni

L'ultimo componente è l'handler dei messaggi, ovvero il gestore che riceve il messaggio preparato dal ClientCommunication. Un estratto del funzionamento è presentato qui sotto.

```

public void handleMessage(Message msg) {
    ProgramStatus progStatus = ProgramStatus.getInstance();
    switch (msg.what) {
    case 0:
        switch ((String) msg.obj) {
        case "WAVE_IN": /* - 1 - */ /* - sinistra - */
            if (!progStatus.isBlocked()) {
                String stateWaveIn = progStatus.getProgramStatus();
                switch (stateWaveIn) {

                case StatusType.HOME:
                    /*sono nello standard richiedo di andare nei messaggi*/
                    ac.ShowMessageView();
                    break;
                case StatusType.ALG_TRIAGE:
                    /*inizio gli step per l'algoritmo del triage
                    selezionando a sinistra*/
                    ac.StepTriage("SXOK");
                    break;
                case StatusType.STEP_TRIAGE:
                    /*sono nell'algoritmo del triage sto facenso la scelta
                    di sinistra*/
                    ac.StepTriage("SXOK");
                    break;
                case StatusType.ALG_MES_DEST:
                    /*sono nella scelta del destinatario ho richiesto di
                    abilitare la parte sinistra*/
                    ac.StepMessageAlgorithmSearchDest("SXOK");
                    break;

                    ...
                }
            }
            break;
        }
    }
}

```

Listato 8.3: Estratto del codice di riferimento per il CommunicationWrapper

Per ogni tipologia di gesture e per ogni stato in cui si trova il sistema, avendo il riferimento al gestore dello status, identifica l'operazione da richiamare sulla MainActivity.

Essenzialmente si comporta come una macchina a stati, per ogni tipologia di input che è rappresentato da una gesture corrisponde un'uscita ovvero un metodo da richiamare. Ovviamente esistono una serie di combinazioni che non vogliono essere gestite corrispondenti ad uno stato non voluto nel sistema e per queste appunto non esiste una combinazione gestita nel componente.

Il comportamento è legato, come si può intuire alla gestione degli stati spiegata nei paragrafi successivi, in particolare ci si riferisce alla figura 8.6.

### 8.2.3 Gestione del protocollo di invio messaggi

Nella figura 8.3 si rappresenta il componente utilizzato per la gestione dei messaggi inviati dall'utente verso altri destinatari. Come si nota, all'interno del componente sono incapsulate le due liste utilizzate nell'algoritmo: una per l'insieme dei possibili destinatari, l'altra per i modelli preimpostati dei testi che è possibile inviare.

L'algoritmo non fa altro che mettere insieme le due scelte effettuate dall'utente selezionando dalle due liste il destinatario ed il testo da inviare.

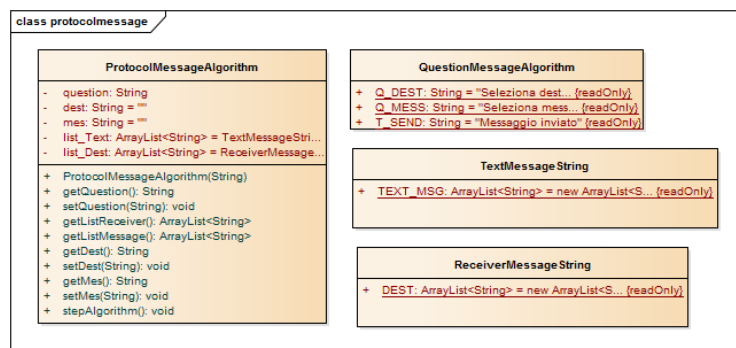


Figura 8.3: Struttura del componente che ha il compito di gestione del protocollo per la selezione del destinatario del messaggio e del testo da inviare

Una volta che si hanno a disposizione il destinatario ed il testo, il sistema predispone il messaggio codificandolo secondo uno stile predefinito e invia l'oggetto così costituito al destinatario opportuno.

### 8.2.4 Gestione del protocollo di Triage

Subito sotto, in figura 8.4 si rappresenta la struttura del componente creato per gestire il triage di un paziente. Come è possibile notare, appartengono al

package specifico anche l'insieme di tutti i messaggi registrati e degli stati utilizzati in questa versione del protocollo di triage, che si ricorda essere la S.T.A.R.T. .

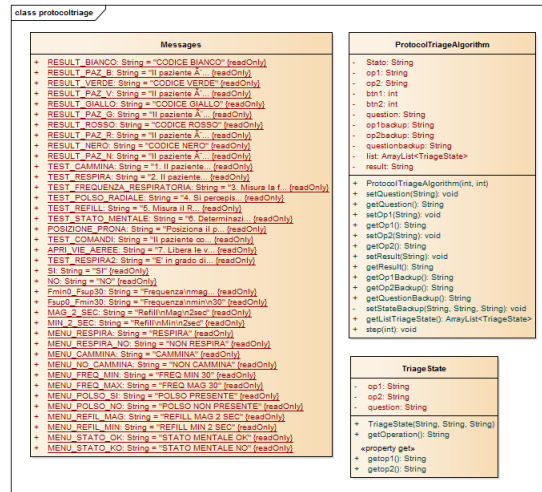


Figura 8.4: Struttura del componente che ha il compito di gestione il protocollo di triage

Si riporta inoltre, per una migliore comprensione, uno stralcio di codice del metodo `step` che permette "l'avanzamento" di stato una volta che l'utente ha selezionato una delle due risposte alla domanda posta.

```

public class ProtocolTriageAlgorithm {

    public ProtocolTriageAlgorithm(int b1, int b2){
        ...
    }

    /*Step operation for the execution of triage algorithm*/
    public void step(int btnPress){
        if((btnPress == this.btn1)&&(this.getQuestion().
            equals(Messages.TEST_CAMMINA))){
            setStateBackup(this.op1, this.op2,this.question);
            list.add(new TriageState(this.op1, this.op2,this.question));
            this.setResult(Messages.RESULT_VERDE);
            this.setOp1(Messages.SI);
            this.setOp2(Messages.NO);
        }
        else if ((btnPress == this.btn2)&&(this.getQuestion().
            equals(Messages.TEST_CAMMINA))){
            setStateBackup(this.op1, this.op2,this.question);

```

```
        list.add(new TriageState(this.op1, this.op2,this.question));
        this.setQuestion(Messages.TEST_RESPIRA);
        this.setOp1(Messages.SI);
        this.setOp2(Messages.NO);
    }
    else if((btnPress == this.btn1)&&(this.getQuestion()
    .equals(Messages.TEST_RESPIRA))){
        setStateBackup(this.op1, this.op2,this.question);
        list.add(new TriageState(this.op1, this.op2,this.question));
        this.setQuestion(Messages.TEST_FREQUENZA_RESPIRATORIA);
        this.setOp1(Messages.Fmin0_Fsup30);
        this.setOp2(Messages.Fsup0_Fmin30);
    }
    ...
}
}
```

Listato 8.4: Estratto del codice di riferimento per il componente ProtocolTriageAlgorithm

L'algoritmo, come si intuisce, controlla quale delle due scelte l'utente ha fatto e lo stato attuale della domanda, avendo queste due informazioni salva in appositi campi incapsulati i nuovi valori del triage quali la domanda da fare all'utente e le possibili scelte alla successiva domanda. Così facendo, il compito di aggiornare l'interfaccia, rimarrà sempre della classe principale, la MainActivity la quale, accedendo ai campi interni dell'algoritmo aggiornerà di conseguenza l'interfaccia grafica.

Viene inoltre predisposto il meccanismo di salvataggio delle risposte date, così da permettere all'utente di annullare l'ultima risposta data. Essenzialmente funziona avendo cura che il sistema si salvi all'interno di un'opportuna lista l'insieme delle scelte fatte dall'utente e nel caso si voglia cancellare l'ultima selezione fatta, il sistema eliminerà l'ultimo elemento della lista riportando lo stato delle domande e delle opzioni alla selezione precedente.

### 8.2.5 Gestione dello stato del sistema

Questo componente è stato creato per mantenere traccia dello stato in cui si trova l'applicazione, esso rispetta i canoni del pattern *Singleton*, utile a livello ingegneristico per restringere l'instanziamento di un oggetto ad una unica istanza. Questo pattern è utile, come in questo caso, quando l'oggetto viene utilizzato per coordinare l'azione tra differenti sistemi.

Infatti, essendo utilizzato da differenti componenti, deve comunque fare riferimento alla prima istanza creata così da evitare errori nell'aggiornamento

dello stato fatto su di un componente non sincrono con i cambiamenti che sono avvenuti nel sistema.



Figura 8.5: Struttura del componente che rappresenta lo stato interno del sistema

Questo componente come altri, ha incapsulato all'interno dell'oggetto stesso, un "dizionario" di riferimento con gli stati del sistema supportati. L'importanza di questo componente risiede nel fatto di essere aggiornato dopo ogni operazione eseguita dell'utente, e concedendo poi l'accesso allo stato da parte di componenti apposti, determinare l'insieme di operazioni da richiamare sulla MainActivity per aggiornare di conseguenza l'interfaccia grafica.

## 8.2.6 Diagramma degli stati del sistema

La gestione delle view presentate all'utente avviene tenendo traccia dello stato in cui si trova il sistema. Ad ogni stato sono previste una serie di operazioni ammesse e altre operazioni non ammesse. Con il termine operazioni si intende una gesture che il sistema è in grado di riconoscere agendo di conseguenza (abilitando o disabilitando operazioni, visualizzando o nascondendo contenuti informativi).

Dove indicato il numero sulla freccia di passaggio da uno stato all'altro indica la gesture da compiere per abilitare il cambiamento di stato, oltre a quello si indica anche l'operazione che si considera.



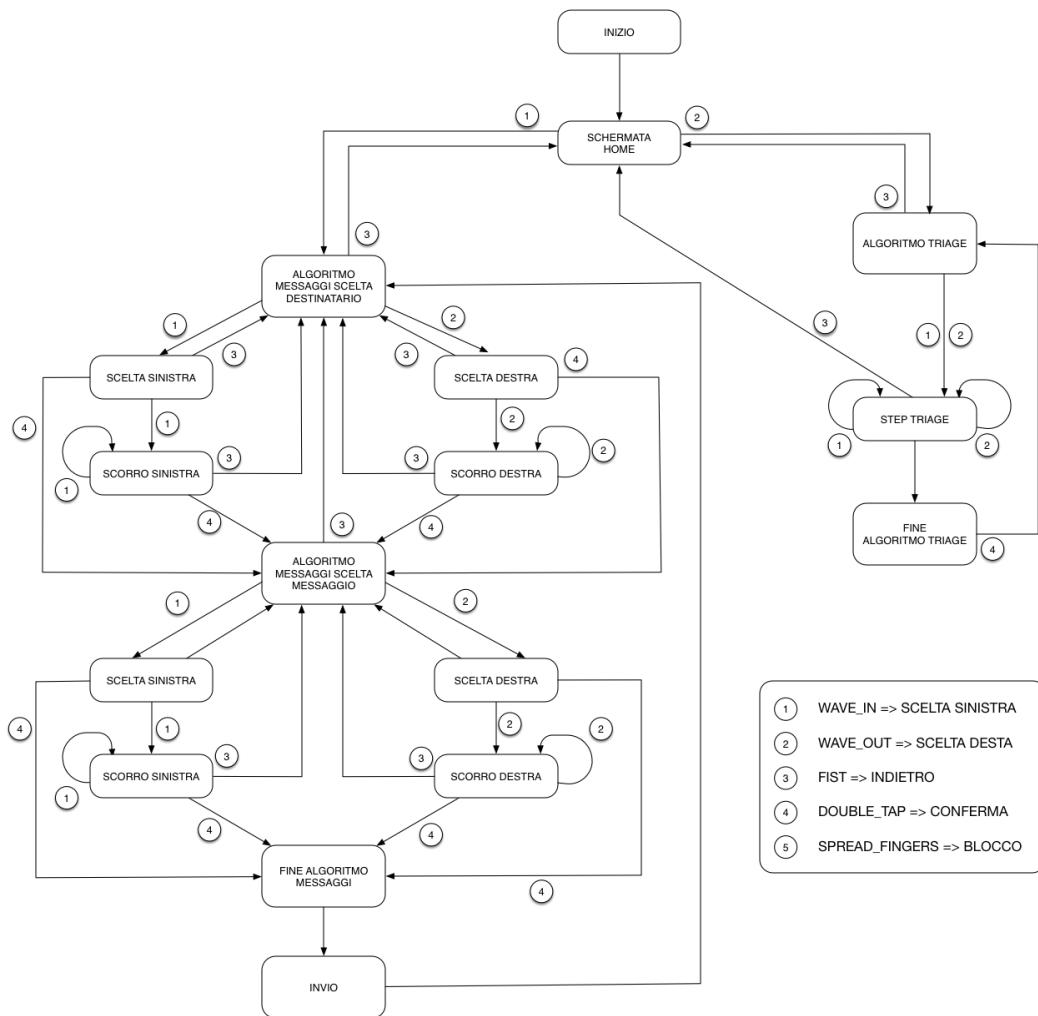


Figura 8.6: Diagramma con l'insieme degli stati nei quali si può trovare il sistema.

### 8.2.7 Refactoring d'uso

A fronte di un primo colloquio con esperti relativamente all'usabilità del sistema e nell'interazione tra uomo e macchina, sono emerse una serie di modifiche da apportare al sistema per garantire una migliore usabilità, di seguito vengono descritte sommariamente lasciando le considerazioni progettuali al prossimo capitolo.

## Menu contestuale

E' inoltre emersa la necessità di poter presentare all'utente oltre un'identificazione relativamente all'operazione attualmente in esecuzione, anche l'insieme di sotto operazioni che si stanno eseguendo. Ad esempio risulta utile durante l'esecuzione del triage in quanto l'operatore ha la possibilità di vedere il susseguirsi delle risposte date alle domande sullo stato del paziente, avendo a disposizione un riassunto della diagnosi eseguita. Lo stesso discorso, opportunamente adattato, può essere fatto per le operazioni di selezione del destinatario e del messaggio mantenendo così visivamente il nome dell'operazione per la quale si deve dare una risposta.

## Selezione veloce durante una notifica

A fronte di garantire una pronta risposta in termini di reattività dell'utente quando viene visualizzato un messaggio dalla centrale operativa, viene inserita la possibilità di abilitare direttamente la schermata di scrittura di un messaggio nel caso in cui l'operatore reputi che la priorità del messaggio sia tale da garantire la risposta interrompendo la precedentemente operazione. Si presentano le modifiche che il diagramma degli stati definito, subisce per permette la gestione anche di questi nuovi stati del sistema

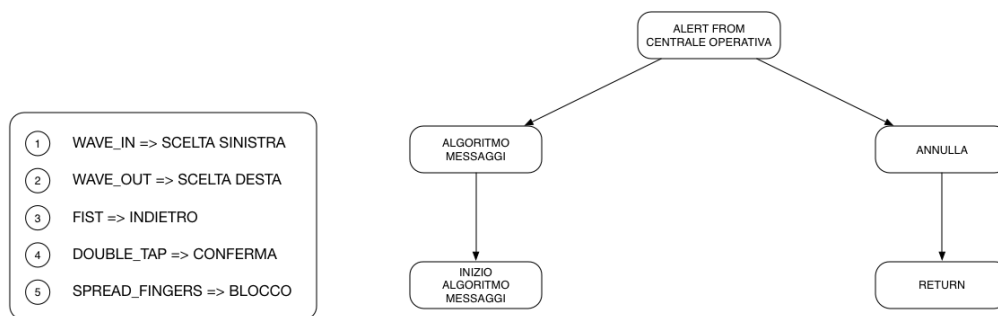


Figura 8.7: Diagramma degli stati relativo alla gestione di una notifica.

## Necessità di annullamento di una risposta

Altro refactoring richiesto, è la possibilità di eseguire, durante il triage, un'operazione di annullamento dell'ultima risposta data, mantenendo comunque valido lo stato del triage del paziente. Si presenta di seguito le modifiche al diagramma degli stati precedentemente inserito che contempli anche queste operazioni.

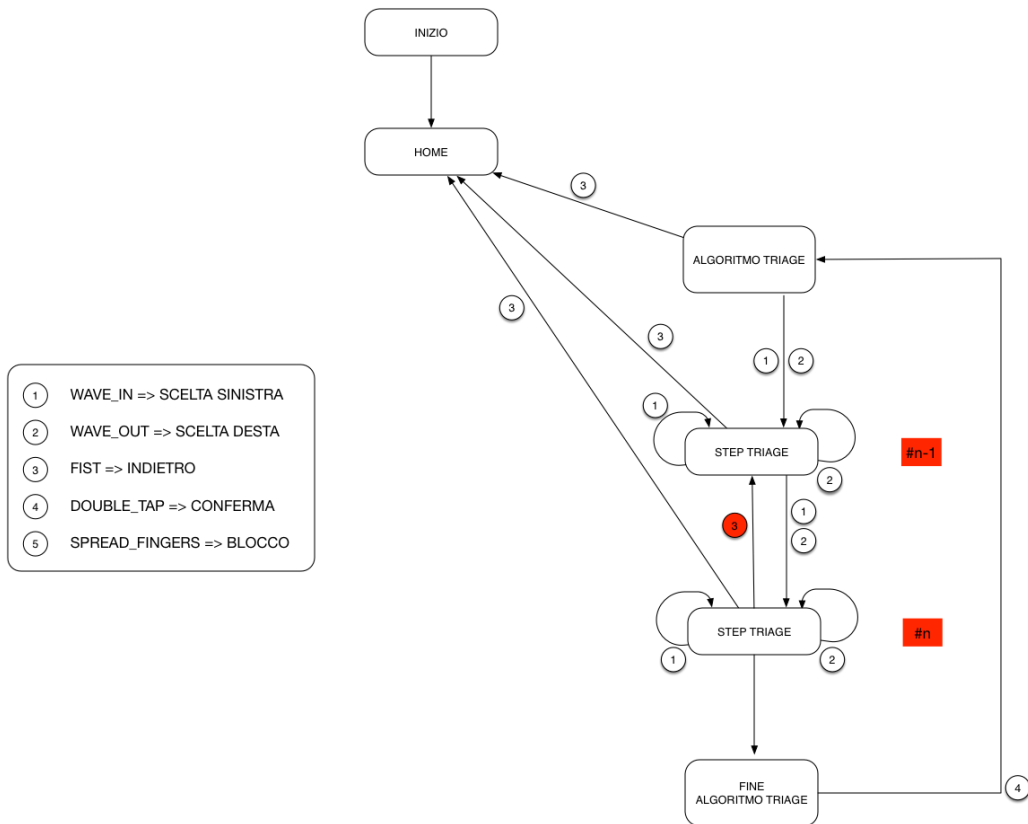


Figura 8.8: Diagramma degli stati relativo alla gestione dell'annullamento di una risposta.

### 8.3 Componenti principali server side

Essendo la struttura del sistema ispirata ad una architettura Client-Server, la controparte dell'insieme di componenti presentati risulta essere appunto la parte Server. In questo documento l'attenzione maggiore risulta essere rivolta verso la gestione dell'interfaccia grafica ed è per questo che di seguito si presentano solo i diagrammi ritenuti fondamentali dell'insieme di operazioni supportate. Queste possono essere sicuramente estese con altre innovative, ma non essendo incentrato su questa parte del sistema alcune funzionalità risultano essere solo idealizzate senza essere veramente implementate.

Essenzialmente la struttura del sottosistema rispecchia quella parte client, replicando una serie di componenti già descritti precedentemente.

### 8.3.1 Main Activity

Anche in questo caso, come precedentemente detto essendo il sistema operativo Android l'entry point per l'applicazione è una Activity, in particolare questa volta occorre gestire la connessione con il Myo e con il sistema client.

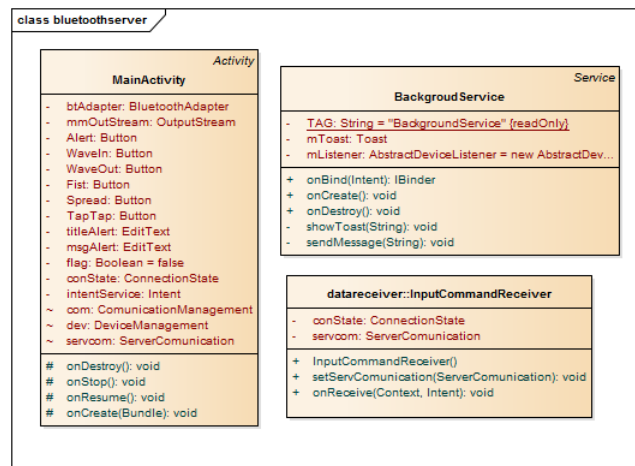


Figura 8.9: Diagramma della classe MainActivity, Entry point dell'applicazione server side del sistema.

In particolare si vuole porre l'attenzione sui due componenti BackgroundService e datareceiver presenti in figura 8.11. Un servizio in Android è un componente messo a disposizione per gestire delle richieste in background permettendo all'utente di essere notificato in determinate situazioni.

Il suo compito relativamente a questo caso è quello di ricercare e connettersi con il dispositivo Thalmic Myo indicato mantenendo aperto il canale di comunicazione Bluetooth LE

Il metodo di connessione usato, viene messo a disposizione nell'SDK fornito con il dispositivo wearable e una volta registrato e attivato il servizio in Android, questo rimane in "ascolto" di gesture e quando l'utente, muovendo il braccio nel quale è inserito il Myo esegue una gesture, notifica ad un componente opportuno l'avvenuto evento.

### 8.3.2 Gestione delle comunicazioni

Oltre a prevedere la connessione con il wearable, deve essere creato il canale di comunicazione Bluetooth con il sistema sui Moverio. Come per la parte client, anche qui vi è un componente che ha questo compito ed essenzialmente esegue le stesse operazioni di cui si è appena discusso lato client.

Si riporta di seguito il digramma strutturale di questo componente.

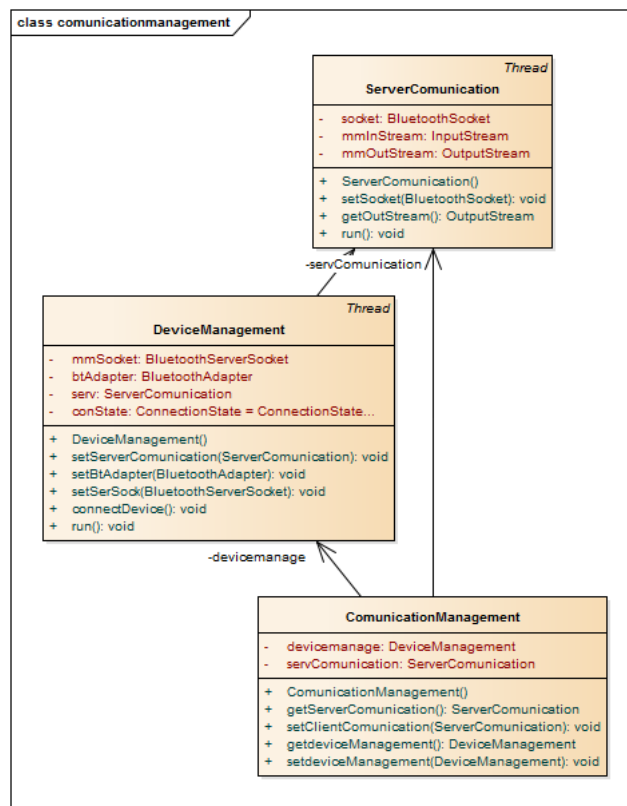


Figura 8.10: Gestore delle comunicazioni applicazione server side del sistema.

Come è noto, a livello client sono state incapsulate una serie di informazioni, queste vengono definite all'interno della struttura dell'oggetto presentato. In particolare sono il nome del dispositivo Bluetooth a cui connettersi (si ricorda essere Server) e l'identificativo univoco UUID del dispositivo che qui viene creato tramite apposito metodo messo a disposizione dall'SDK di Android.

### 8.3.3 Stato della connessione

Per l'esecuzione di una serie di prove, in particolare per emulare l'invio da parte della Centrale Operativa di un alert, si è dotata la MainActivity di un pulsante che quando premuto codifica un messaggio opportunamente costruito, il quale una volta ricevuto viene interpretato definendo i contenuti dell'alert visualizzata dall'operatore.

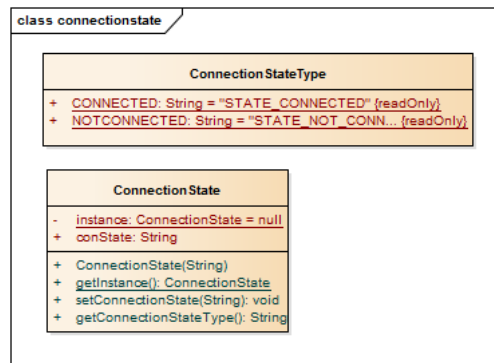


Figura 8.11: Gestione delle connessioni server side.

Per evitare una serie di errori runtime, si è dovuto gestire lo stato della connessione con il sistema client side evitando ad esempio di inviare informazioni se la socket non fosse stata creata, questi ed altri controlli vengono eseguiti dal componente, ancora attualmente in versione base, che permette l'uscita di un messaggio solo dopo aver verificato tutte le condizioni necessarie. Per fare fronte a questa necessità si è inserito il componente descritto in figura 8.11.

# Capitolo 9

## Considerazioni sull'usabilità e validazione del prototipo

Lo scopo del seguente capitolo è tra gli altri quello di raccogliere una serie di dati che permettano di validare il lavoro svolto in modo da poter creare una prima base di conoscenza in un'area di interesse ancora giovane e per la quale non si hanno dati per un confronto diretto. La fase di valutazione sull'usabilità del sistema avviene in riferimento ad una serie di principi guida che di seguito verranno discussi ed in relazione ai quali verranno creati questionari che permettano di valutare l'usabilità del prototipo costruito in differenti situazioni cercando di identificare gli scenari particolari di utilizzo. La valutazione avverrà tramite una serie di test da parte di utenti con background differenti in modo da rendere valido il campione scelto per la valutazione.

### 9.1 Principi per il corretto design: euristiche di Nielsen

Nielsen definì una serie di principi guida per la progettazione di interfacce grafiche, questo pur non essendo precisamente il campo di interesse in quanto l'obiettivo è la progettazione di interfacce per sistemi wearable accedibili mediante interazione hands free, ricoprono comunque un ruolo di riferimento e per completezza vengono citate e riproposti i concetti

- **Visibilità dello stato del sistema:** il sistema deve sempre fare in modo di tenere informato l'utente in relazione a quanto sta succedendo nel sistema stesso attraverso una serie di feedback utili allo stesso e in un intervallo temporale adeguato all'utilizzo del sistema che se ne vuole fare;

- **Relazione tra il sistema e il mondo reale:** le notazioni usate dal sistema devono essere sempre comprensibili all'utente deve quindi utilizzare frasi, parole e concetti familiari all'utente piuttosto che al sistema stesso. Seguendo inoltre le convenzioni presenti nel mondo reale permette di avere informazioni appaiano in un ordine logico e naturale;
- **Controllo utente e libertà:** l'utente tende a attivare delle funzionalità del sistema per errore occorre quindi garantire all'utente una sorta di "uscita di sicurezza" per fare in modo di lasciare attivi i soli cambiamenti voluti alleggerendolo dal compito di ricordarsi i passi, magari sbagliati, che lo hanno portato all'attivazione di funzionalità non richieste. In poche parole occorre gestire con un supporto ad hoc le operazioni di "undo";
- **Standardizzazione e consistenza:** occorre fare in modo che l'utente non senta il bisogno di chiedersi se con operazioni diverse da quelle effettuate si riesca a raggiungere comunque lo stesso obiettivo. Bisogna quindi associare delle operazioni prestabilite e seguire le eventuali convenzioni presenti sulla piattaforma di utilizzo;
- **Prevenzione degli errori:** si sa che un buon messaggio di errore o di prevenzione dello stesso possa mettere in guardia l'utente sull'operazione che sta per eseguire e le sue conseguenze sul sistema; occorre però ricordare come una buona progettazione possa essere la base dello stesso garantendo delle fondamenta ancora più solide dal punto di vista progettuale. Inoltre più che informare l'utente a posteriori del verificarsi dell'errore, occorrerebbe gestirle evitando il verificarsi dello stesso se possibile o avvertire l'utente con opzioni di conferma prima che un'operazione venga eseguita;
- **Riconoscimento piuttosto che richiamo:** occorre fare in modo che il carico di memoria a fronte dell'utilizzo del sistema sull'utente sia minimo: non deve essere l'utente a ricordare delle informazioni per l'utilizzo del sistema o per la navigazione dello stesso ma sia quest'ultimo a mantenere un pool di informazioni essenziali sempre visibili e comunque facilmente accedibili e contestuali allo stato del sistema;
- **Flessibilità e facilità d'uso:** occorre considerare il target di utenza del sistema questo vuol dire che lo stesso deve poter permettere ad un utente esperto una completa personalizzazione degli aspetti riguardanti l'usabilità, mantenendo comunque una semplicità di utilizzo per l'utente che si avvicina per la prima volta al sistema;



- **Estetica e design minimalista:** le informazioni fornite dall'applicazioni devono essere chiare e non minare la semplicità d'uso del sistema precedentemente citata, ogni informazione extra non presentata secondo i giusti criteri rischia di ottenere un effetto negativo sull'utente portando confusione piuttosto che chiarezza;
- **Aiutare l'utente ad identificare l'errore:** i messaggi di questo tipo, ovvero quelli che indicano il verificarsi di una situazione di errore devono permettere di identificare precisamente il punto del sistema in cui intervenire suggerendo una soluzione, non presentando informazioni inutili o ancora peggio del codice;
- **Documentazione:** anche se non necessaria per l'utilizzo del sistema, ricopre un ruolo fondamentale la documentazione, questa deve essere facilmente consultabile e improntata sul task dell'utente, fornendo soluzioni chiare basate su step successivi.

## 9.2 Strategia di validazione del prototipo del sistema

La fase di valutazione di un sistema prevede come prima cosa la ricerca di un gruppo di utenti il cui scopo è quello di definire una serie di feedback relativamente al sistema dopo essersi sottoposti ad una serie di test di utilizzo dello stesso.

Queste prove devono essere delineate con chiarezza e devono essere relative alle funzioni principali del sistema, cercando di identificare tutte le possibili situazioni in cui lo stesso può trovarsi ottenendo così un feedback utile alle eventuali future modifiche da apportare al sistema.

Una volta terminate le prove verrà somministrato un questionario utile agli esperti del dominio per validare i risultati ottenuti relativamente all'utilizzo dell'interfaccia utente da parte dei tester. Il documento è consultabile all'interno dell'appendice A.

### 9.2.1 Challenges per i tester

Avendo a disposizione le conoscenze provenienti dagli esperti del dominio e le informazioni provenienti dalla documentazione ufficiale, è noto che per ottenere dei risultati attendibili in questi esperimenti sono necessari pochi componenti per il gruppo di utenti (almeno 5 persone), dovrebbero distinguersi sia per genere che per background culturali.

La gestione dei test avviene dopo una prima fase di aggiornamento personale dell'utente in relazione a informazioni del sistema fatta tramite una serie di slide facilmente esplicative, al termine di questa fase viene poi somministrato all'utente un documento il quale dovrà essere compilato con alcuni dati utili alla profilazione ma non strettamente personali.

Dopo di che inizia la vera e propria fase di test, utilizzando sempre il documento, dove nell'apposita sezione viene presentato il relativo test accompagnato da una serie di quesiti utili a raccogliere le prime impressioni d'uso.

Di seguito si presenta l'estratto dei test posti agli utenti

- **TEST 1:** il primo test riguarda la fase di creazione di un profilo custom per il gesture recognize ovvero il Myo. Il dispositivo per poter essere utilizzato al meglio deve adattarsi completamente all'utente che lo dovrà utilizzare quindi per ogni prova occorre creare un nuovo profilo. Dal punto di vista del sistema in senso stretto, non si può intervenire su questa parte in quanto le fasi sono definite direttamente dalla casa costruttrice, si vuole comunque richiedere una valutazione all'utente per considerare se la scelta fatta di utilizzo del componente può essere un buon compromesso oppure la scelta debba ricadere su altri dispositivi più specifici;
- **TEST 2:** questo test richiede all'utente di entrare nella schermata di invio messaggi e inviare un messaggio specifico, cercandolo tra quelli disponibili, ad un destinatario, anche questo caso tra quelli presentati nelle apposite aree;
- **TEST 3:** descrivendo all'utente i passaggi per ottenere un triage con risultato giallo, gli si richiede, una volta che visualizzerà una notifica proveniente dalla centrale operativa, di confermare la lettura e continuare nelle operazioni in esecuzione;
- **TEST 4:** si specifica all'utente l'esecuzione di un triage durante il quale all'arrivo di una notifica rispondere al destinatario con un messaggio specifico;
- **TEST 5:** si richiede all'utente di eseguire il triage, specificandone i passi da seguire, richiedendogli inoltre la correzione di una serie di valutazioni in relazione al cambiamento delle condizioni fisiche del paziente;

Al termine della fase di test l'utente deve compilare l'ultima parte del questionario relativamente a una serie di domande più specifiche in relazione al

comportamento del sistema e relativamente al grado di approvazione personale di presentazione dei contenuti.

Si consideri che i test avvengono in ambienti interni, è possibile però effettuare anche delle prove di visualizzazione dei contenuti aumentati presentati in ambienti esterni questo per ampliare ancora di più lo spettro di azione della validazione eseguita.

### 9.2.2 Risultati e Valutazione dei tester

I risultati dei questionari vengono di seguito riassunti, identificando inoltre grazie ad ognuno l'apporto relativo alla progettazione del sistema e l'influenza sul sistema complessivo. Queste caratteristiche saranno inoltre utili alla definizione delle tematiche verso cui rivolgere l'attenzione nei vari sviluppi futuri del prototipo. Per quando riguarda l'insieme dei risultati ottenuti si rimanda alla sezione B di questo documento.

- A fronte dell'utilizzo del sistema da parte di un operatore mancino, il supporto per delle gesture non risulta essere ben strutturato andando in contro a mal funzionamenti. Questo problema è stato subito corretto permettendo l'utilizzo del sistema da parte anche ad operatori mancini.
- I font utilizzati per contraddistinguere le operazioni non attive del menu, ed in particolare il colore scelto non risultano essere ben visibili in ambienti esterni caratterizzati da una nuvolosità elevata.
- I feedback luminosi implementati, se pur utili, risultano essere troppo brevi per essere percepiti dall'utente con chiarezza.
- Durante l'esecuzione del triage, avendo la possibilità di cancellare l'ultima risposta data, la gesture associata a questa operazione risulta essere in conflitto con una precedente definizione, quindi non è una scelta ottimale per il sistema.
- Alcune dimensioni per i font utilizzato nella scrittura delle domande risultano essere troppo grandi per lo spazio a disposizione
- La notifica di messaggio inviato dovrebbe rimanere attiva più a lungo prima di scomparire, se l'utente non presta attenzione non riesce a leggerla
- Prevedere la posizione dell>alert secondo una prima preimpostazione da parte dell'utente magari utilizzando uno spazio per raccogliere le notifiche ricevute

- Scegliere un font con una dimensione più grande per il sotto menu di riepilogo presente nella schermata del triage
- Cambiando prospettiva da qualcosa in lontananza a qualcosa più vicino all'utilizzatore, l'occhio potrebbe fare fatica ad abituarsi in tempi stretti
- Maggiore supporto per un visualizzazione in esterno in quanto in ambienti molto illuminati le scritte di colore bianco non si riescono a leggere

Occorre comunque precisare il ruolo fondamentale che ha il primo test fatto eseguire, ovvero la creazione di un profilo personalizzato. Occorre prestare attenzione durante questa fase ed eseguirla con cautela, facendo in modo di eseguire i movimenti richiesti nel modo più naturale possibile e non imposto così da fare apprendere al dispositivo l'abitudine del soggetto. Infatti in più di una prova, essendo il dispositivo molto sensibile ai cambiamenti dettati dai sensori, le gesture venivano riconosciute in sequenza a fronte di una piccola variazione pur avendone eseguita una singola. Questo fattore di errore è imputabile ad una fase di training veloce, infatti continuando a portate il bracciale per tempi più lunghi esso è in grado di correggere alcune variazioni nei parametri abbattendo drasticamente questi errori.

Oltre a questo, in una serie di prove sono sorte delle complicazioni dal punto di vista della gestione delle comunicazioni, dovute alla gestione, a livello di programmazione, dei soli casi necessari ad un funzionamento di base con le operazioni previste. Per permettere un'esperienza d'uso migliore il sistema necessita sicuramente di una fase di sperimentazione più accurata considerando anche la serie di variabili, per ora, non considerate nelle prove eseguite.

# Conclusioni

Il lavoro svolto possiede forti caratteristiche innovative, in particolare grazie al caso di studi scelto, è stato possibile acquisire una base di conoscenza teorica piuttosto ampia, sia riguardante specifiche soluzioni tecnologiche attualmente in uso, ma anche, grazie ad una ricerca iniziale l'evoluzione che il progresso ha portato relativamente ai contesti connessi vedendo così il coinvolgimento di più aree di disciplinari.

Lo studio è partito analizzando in prima battuta i sistemi Hands-Free questo a voler contestualizzare il lavoro svolto, identificando la direzione scelta verso la quale dirigersi istituendo così questa caratteristica a fundamenta, del sistema realizzato e per le successive esplorazioni. In particolare si è ricercato a partire da una definizione tecnica, di contestualizzare e definire una strategia da seguire per la creazione e gestione di questa tipologia di sistemi. E' stato possibile poi, attraverso i materiali ricercati identificare una serie di tecnologie abilitanti attraverso cui sono state delineate le caratteristiche dei sistemi appartenenti a questa categoria, riuscendo ad inquadrare così un'insieme di dispositivi che date le loro caratteristiche possono essere utilizzati in differenti ambiti riconosciuti e tutt'ora ancora inesplorati.

La direzione presa poi è stata quella di ricercate all'interno dei sistemi Hands-Free, solamente quelli che fossero in grado di esibire delle caratteristiche di portabilità, essendo quindi wearable. Questa scelta è stata fatta per permettere di applicare una maggiore selezione verso i sistemi identificati. A fronte, anche in questo caso, di una prima definizione di rito per questi sistemi, si è esplorato l'insieme dei problemi con i quali occorre scontrarsi durante la progettazione di sistemi wearable con caratteristiche Hands-Free. E' stato poi possibile esplorare il modello architetturale alla base di questi sistemi identificato come post WIMP Architecture.

A fronte della volontà di creare un sistema, o almeno un prototipo che potesse esibire l'insieme delle caratteristiche citate, si è reso necessario anche

l'esplorazione verso un campo più cognitivo, che potesse fungere da collante tra i due precedentemente indicati. E' per questo che si è voluto rendere nota anche un'esplorazione verso le tematiche di Human-Computer Interaction ovvero verso quell'insieme di discipline legate più alla sfera percettiva per un utente pensato come futuro utilizzatore del sistema.

Per completare la fase esplorativa, si è resa necessaria l'aggiunta di un'ulteriore area di interesse verso cui rivolgere l'attenzione, in particolare ci si riferisce alla realtà aumentata. Con il riferimento a questi sistemi, ci si rende conto del cambio di paradigma reso necessario dalle caratteristiche innovative dei sistemi basati su questa tecnologia. Le volontà che hanno dettato l'inserimento di questa caratteristica sono da ricercare nelle successive definizioni del caso di studi scelto nel quale contestualizzare il sistema, hanno portato anche in questo caso un buon apporto di informazioni anche se ci si è resi conto che in letteratura, in particolare per quanto riguarda sistemi a realtà aumentata wearable e Hands-Free non esista ancora ad oggi una specifica tecnica alla quale riferirsi nel caso si vogliano realizzare sistemi di questo tipo.

Per non lasciare solo una visione del tutto teorica, si è voluto esplorare da un punto di vista più tecnico due soluzioni a disposizione dell'università che possedessero le caratteristiche indicate e successivamente potessero essere inserite all'interno del contesto selezionato. In particolare sono descritte le caratteristiche principali del sistema Smart Glasses Epson Moverio BT-200 e della SmartArmband Thalmic MYO. In particolare relativamente ai primi vengono considerati con un sistema di visualizzazione, e i secondi come un sistema di input.

Avendo terminato la fase esplorativa e volendo delineare un sistema prototipale, si è resa necessaria la ricerca di un contesto nel quale instaurare il sistema stesso e utilizzarlo come caso di studi per la realizzazione di un sistema wearable Hands-Free. A fronte del fatto di una precedente collaborazione si è deciso di localizzare come target di utilizzo un sistema nell'ambito healthcare in particolare in seguito a situazioni di emergenza. Come è noto dalle precedenti esperienze, sono state raccolte le specifiche dei sistemi attualmente in uso in contesti simili e ci si è accorti come l'apporto di una nuova tecnologia sotto forma di sistema che possa esibire caratteristiche simili a quanto definito, porterebbe idealmente un'apporto molto alto in termini di prestazioni e quindi vite salvate. E' stato così possibile definire l'insieme dei casi d'uso del sistema avendo come riferimento l'insieme degli scenari definiti dalla precedente collaborazione. Lo scopo per il quale si vede l'utilizzo di dispositivi con le caratteristiche citate, quindi possibilità di interagire in modalità hands free, è

quello di permette ad un soccorritore impegnato in azioni di “rescue” di non dover aver appresso un sistema difficile da gestire che in quanto ingombrante e non adatto alle possibili caratteristiche dei luoghi operativi, ma di fornire uno strumento software e hardware in grado di essere gestito in maniera semplice e che tramite l'utilizzo della realtà aumentata, possa integrare una serie di funzionalità improntate verso un'ottica di sistema distribuito che possano essere gestite senza distogliere l'attenzione dell'utente dalle sue operazioni primarie fornendogli una visuale completa di una serie di condizioni in relazione all'ambiente che lo circonda.

I successivi capitoli sono serviti per delineare il lavoro necessario per la creazione di un primo prototipo del sistema, infatti, per poter arrivare alla versione definitiva, si è resa necessaria una prototipazione iniziale utilizzando dispositivi che possedessero una serie di caratteristiche del tutto comparabili con i Move-rio. E' stata quindi creata e presentata una soluzione software innovativa in un campo dove non è stato possibile trovare altre alternative valide con le quali effettuare test comparativi. Si è delineato uno standard che al livello operativo si traduce nella gestione dei componenti secondo un template prestabilito. Grazie all'utilizzo di questo standard per ogni operazione resa disponibile dal sistema si è volute enfatizzare come queste caratteristiche siano ad un livello abbastanza generale in grado di essere adattate ad ogni esigenza.

Successivamente alla definizione iniziale del prototipo nel documento si descrive il lavoro svolto per la creazione del sistema completo più da un punto di vista ingegneristico descrivendo ad un livello di dettaglio maggiore le linee guida adottate in relazione alla tecnologia a disposizione precedentemente scelta. Per poter avere a sostegno una base per gli sviluppi futuri più solida, si è prevista una fase di validazione del sistema in cui una serie di utenti selezionati hanno potuto testare il sistema e raccogliendo le impressioni a caldo è stato possibile subito capire che la direzione intrapresa è quella giusta, che il sistema, se pur ancora scarno di operazioni, risponde bene alle aspettative di un eventuale utilizzatore e si presta ad essere utilizzato in numerose situazioni adottando uno standard di utilizzo buono anche per chi non possiede un background culturale informatico ne operativo.

Grazie alla prototipazione e successiva realizzazione del sistema è stato possibile identificare una soluzione innovativa che se pur strettamente legata al contesto di utilizzo, apre una serie spiragli futuri nell'ottica dell'interazione uomo computer con particolare interesse verso quella Hands-Free. La soluzione presentata, vuole gettare le basi per future realizzazioni standard di

sistemi di questo tipo eventualmente spingendosi verso la creazione di un framework di lavoro che possa integrare in maniera automatica le caratteristiche qui identificate, ed in maniera autonoma provvedere all'estensione di queste caratteristiche con altre più consone in altri contesti di utilizzo differenti da quelli scelti. Seguendo questa strada si riuscirebbe ad ottenere non più sistemi technology-dependent, come in questo caso in cui la tecnologia Android è stata utilizzata in quanto presente sui dispositivi in dotazione, ma grazie alla definizione di concetti di alto livello, prevedere la realizzazione di altre innovative soluzioni più generali.

Il lavoro svolto ha messo in luce una serie di caratteristiche sulle quali puntare in relazione alla soluzione identificata in particolare una maggiore integrazione con altri supporti a realtà aumentata non solo visivi, e prevedere una fase di esplorazione direttamente alla fonte su delle gesture eventualmente significative nell'ambito scelto in modo da poterle creare e mappare all'interno del MYO. Inoltre relativamente al contesto scelto se la soluzione dovesse rivelarsi utili prevedere la sostituzione dell'hardware utilizzato con altro costruito ad-hoc magari in grado di possedere standard di robustezza non volutamente esplorati in questa prima fase. Inoltre visto il delicato contesto di utilizzo occorrerebbero una serie di valutazioni per quanto riguarda anche la sfera della riservatezza delle informazioni sensibili che le varie entità sono in grado di scambiarsi. Occorre inoltre tenere presente i risultati ottenuti dalla fase di validazione da parte degli utenti che è stata in grado di mettere in luce degli aspetti interessanti con i quali occorrerà confrontarsi con le evoluzioni future del sistema qui presentato.

Allo stadio attuale, sono rimaste aperte una serie di possibilità, che dato il poco tempo a disposizione, non è stato possibile esplorare in maniera adeguata, come ad esempio l'utilizzo combinato di più dispositivi di input Hands-Free all'interno dello stesso sistema. Infatti grazie alle caratteristiche di modularità possedute dal sistema complessivo, è possibile pensare di voler utilizzare più di un Myo per interagire con lo stesso, identificando per ognuno uno specifico compito dettato ad esempio dal braccio in cui viene inserito. Questa possibile soluzione fa intuire a quante possibilità il sistema, così ideato, possa essere adattato e per le quali occorra una fase di esplorazione verso le quali spingersi. Si considera in futuro di estendere le valutazioni fatte in relazione al sistema anche con esperti del dominio quali medici e soccorritori. Grazie a questo progetto, infatti, è stata instaurata una prima collaborazione con il team di Silvia Mirri e Paola Salomoni in relazione alle nuove tematiche qui indicate. E' stato possibile inoltre ottenere una prima soluzione di sistema che poggiasse su solide



basi dal punto di vista ingegneristico e che considerasse aspetti fondamentali quali l'usabilità per l'utente.



# Ringraziamenti

Si conclude qui un capitolo importante della mia vita, quello universitario, se pure impegnativo ed intensivo, è necessario abbandonare la sicurezza data dall'ambiente accademico per iniziare a conoscere il mondo esterno.

In questi anni di sfide a livello personale se ne sono succedute tante, da esami importanti ai quali non ti senti mai preparato e poi te la riesci a cavare, a quelli per i quali invece ci scommetteresti tutto e alla fine non vanno come ti saresti aspettato.

Mi hanno insegnato tanto questi ultimi due anni, ho conosciuto tante persone con le quali ho avuto la possibilità di confrontarmi e trarre ispirazione. Anche se impegnative gli esami e le prove affrontate, una volta terminate, mi hanno reso una persona più ricca di esperienze e di voglia di fare.

L'ultimo anno dal punto di vista personale è stato molto impegnativo, mi ha messo davanti a delle realtà non programmate, ma grazie a tutte le persone vicine, sto cercando di affrontarle una alla volta. E' anche grazie a loro se questa mia avventura accademica si è riuscita a concludere, in particolare il primo ringraziamento va alla mia famiglia, punto di riferimento nelle scelte di tutti i giorni. Grazie per il costante supporto, e i continui incoraggiamenti dimostratomi perché anche nei miei momenti più bui riesco a percepire la direzione grazie a voi. Oriano, Teresa e Laura è anche grazie a voi se sono arrivato a questo importante traguardo.

Un ringraziamento profondo e sincero va anche alla mia ragazza Alice, perché con la sua disponibilità e pazienza è riuscita a modo suo a sopportarmi e supportarmi in ogni momento, accettando anche la mia difficoltà di comunicazione in certi momenti.

Ringrazio tutti gli amici conosciuti in questa lunga esperienza, sia quelli più "vecchi" che gli ultimi conosciuti, perché senza un'apporto personale così forte,

questa esperienza non sarebbe stata così bella ed intensa. In particolare un sentito ringraziamento come amico e collega va ad Angelo, sempre pronto e disponibile per aiutarmi, sia come amico che come co-relatore di questa tesi.

Ringrazio inoltre tutti i tester ai quali ho affidato la prova del sistema, il vostro contributo è stato molto utile per capire la direzione da prendere per migliorare il sistema nei futuri sviluppi.

Desidero ringraziare inoltre il Prof. Ricci per la disponibilità e collaborazione offerta nell'ambito del PSLab, durante le fasi che hanno portato alla stesura del documento. Tengo anche a ringraziare Micon per gli interessanti argomenti di discussione avuti durante le giornate passate in facoltà.

Infine, un cordiale ringraziamento vanno alla Dott.ssa Silvia Mirri e Catia Prandi per la disponibilità e supporto durante le fasi di validazione del sistema, perché con il loro apporto è stato possibile concludere adeguatamente il lavoro svolto.

# Appendice A

## Documento di validazione del prototipo

## Modulo di validazione tester

Questo modulo ha lo scopo di raccogliere dati relativamente al sistema che tu stai testando. Le tue opinioni, i tuoi feedback mi saranno utili per capire come migliorare il sistema.  
Grazie della disponibilità

\*Campo obbligatorio

### Fase 1 - Inserimento dati personali

**1. Sesso \***

Contrassegna solo un ovale.

- Maschio  
 Femmina

**2. Età \***

Contrassegna solo un ovale.

- < 18  
 18 - 25  
 25 - 30  
 > 30

**3. Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi \***

Contrassegna solo un ovale per riga.

	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO TRA 2 E 5	ORE DI UTILIZZO TRA 5 E 8	ORE DI UTILIZZO > 8
TABLET	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PC PORTATILE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SMARTPHONE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
FITNESS TRACKER	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SMART WATCH	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
VISORE REALTA' AUMENTATA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CONTAPASSI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
RICEVITORE GPS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**4. Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi \***

Contrassegna solo un ovale per riga.

	MOTIVO: LAVORO	MOTIVO: INTERNET	MOTIVO: SVILUPPO	MOTIVO: CURIOSITA'	MOTIVO: STUDIO	MOTIVO: LETTURA	MOTIVO: SPORT AGOSTICO	MOTIVO: SPORT CASUALE	MOTIVO: VIAGGIO	NESSUNO DI QUELLI INDICATI
TABLET	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PC PORTATILE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SMARTPHONE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
FITNESS TRACKER	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
SMART WATCH	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
VISORE REALTA' AUMENTATA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CONTAPASSI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
RICEVITORE GPS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### Esecuzione dei test del sistema

Esegui ogni test come riportato nella descrizione non appena hai terminato completa le domande relative

#### TEST - 01

CREAZIONE DI UN PROFILO PERSONALIZZATO DEL MYO

**a) Collega il dispositivo di accoppiamento bluetooth al computer**

---

**b) Esegui i passi necessari alla calibrazione del dispositivo**

---

**c) Termina la fase di calibrazione**

---

5. Hai portato a termine il test? \*

Contrassegna solo un ovale.

- SI
- NO
- PARZIALMENTE

6. Se hai risposto NO o IN PARTE specifica il punto dove hai trovato difficoltà e le motivazioni

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

7. Indica il tempo impiegato per portare a termine il test in secondi \*

Contrassegna solo un ovale.

- <= 10
- 20
- 30
- 40
- 50
- 60
- 70
- 80
- 90
- > 100

**Esecuzione dei test del sistema**

Esegui ogni test come riportato nella descrizione non appena hai terminato completa le domande relative

**TEST 02**

---

**Si consideri la seguente situazione: Aggirandoti per una zona colpita ti accorgi che in quell'area sono presenti vittime. Decidi quindi di inviare un messaggio alla centrale operativa richiedendo rinforzi e subito dopo invii un secondo messaggio di aiuto al caposquadra.**

---

8. Hai portato a termine il test? \*

Contrassegna solo un ovale.

- SI
- NO
- PARZIALMENTE

9. Se hai risposto NO o IN PARTE specifica il punto dove hai trovato difficoltà e le motivazioni

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

10. Indica il tempo impiegato per portare a termine il test in secondi \*

Contrassegna solo un ovale.

- <= 10
- 20
- 30
- 40
- 50
- 60
- 70
- 80
- 90
- > 100

### Esecuzione dei test del sistema

Esegui ogni test come riportato nella descrizione non appena hai terminato completa le domande relative

### TEST 03

---

**Si consideri la seguente situazione: Ti trovi davanti ad un paziente con le seguenti caratteristiche: paziente steso per terra quindi non in grado di camminare, ma in grado di respirare con una frequenza al di sotto delle 30 pulsazioni. Il polso radiale è presente e se pur mal concio il paziente risponde alle domande di routine. Reputando il paziente comunque in condizioni critiche, nel caso che la centrale operativa dovesse contattarti, conferma la ricezione del messaggio ma non rispondere.**

---

11. Hai portato a termine il test?

Contrassegna solo un ovale.

- SI
- NO
- PARZIALMENTE

12. Se lo hai portato a termine indica il risultato del triage \*

Contrassegna solo un ovale.

- VERDE
- GIALLO
- ROSSO
- NERO

13. Se hai risposto NO o IN PARTE specifica il punto dove hai trovato difficoltà e le motivazioni

.....  
.....  
.....  
.....  
.....



14. Indica il tempo impiegato per portare a termine il test in secondi \*

Contrassegna solo un ovale.

- <= 10
- 20
- 30
- 40
- 50
- 60
- 70
- 80
- 90
- > 100

### Esecuzione dei test del sistema

Esegui ogni test come riportato nella descrizione non appena hai terminato completa le domande relative

### TEST 04

---

**Si considera la seguente situazione: Ti trovi davanti ad un paziente ferito ad una gamba, in grado ancora di respirare. Valutando la frequenza respiratoria vedi che è al di sotto dei 30 battiti. Non percependo polso radiale valuti subito il refill che risulta essere maggiore di 2 secondi. Se durante le operazioni ti dovesse arrivare una notifica, invia un messaggio al componente numero 3 della squadra richiedendo la sua presenza.**

---

15. Hai portato a termine il test? \*

Contrassegna solo un ovale.

- SI
- NO
- PARZIALMENTE

16. Se lo hai portato a termine indica il risultato del triage

Contrassegna solo un ovale.

- VERDE
- GIALLO
- ROSSO
- NERO

17. Se hai risposto NO o IN PARTE specifica il punto dove hai trovato difficoltà e le motivazioni

.....

.....

.....

.....

.....

18. Indica il tempo impiegato per portare a termine il test in secondi \*

Contrassegna solo un ovale.

- <= 10
- 20
- 30
- 40
- 50
- 60
- 70
- 80
- 90
- > 100

### Esecuzione dei test del sistema

Esegui ogni test come riportato nella descrizione non appena hai terminato completa le domande relative

### TEST 05

---

**Si consideri la seguente situazione: Stai eseguendo la valutazione di un paziente che non è in grado di camminare, ma in grado di respirare, quando stai per valutare la frequenza respiratoria ti accorgi che non è più in grado di respirare quindi decidi di praticare le manovre di apertura delle vie aeree. Una volta portate a termine il paziente di nuovo respira. N.B. In questo caso è necessario che tu cambi la tua valutazione cancellando le ultime risposte date prima che le condizioni del paziente cambiassero.**

---

19. Hai portato a termine il test? \*

Contrassegna solo un ovale.

- SI
- NO
- PARZIALMENTE

20. Se lo hai portato a termine indica il risultato del triage \*

Contrassegna solo un ovale.

- VERDE
- GIALLO
- ROSSO
- NERO

21. Se hai risposto NO o IN PARTE specifica il punto dove hai trovato difficoltà e le motivazioni

.....

.....

.....

.....

.....

22. Indica il tempo impiegato per portare a termine il test in secondi \*

Contrassegna solo un ovale.

- <= 10
- 20
- 30
- 40
- 50
- 60
- 70
- 80
- 90
- > 100

### VALUTAZIONI POST TEST

Dopo aver eseguito tutti i test rispondi alle seguenti domande indicando su una scala di valori da 1 con significato di "per nulla d'accordo" a 5 con significato "pienamente d'accordo" la tua opinione relativamente alle domande relative alla struttura del sistema

23. La creazione del profilo personalizzato è facile da portare a termine \*

Contrassegna solo un ovale.

	1	2	3	4	5	
Per nulla d'accordo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pienamente d'accordo

24. I gesti riconosciuti sono facili da eseguire \*

Contrassegna solo un ovale.

	1	2	3	4	5	
Per nulla d'accordo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pienamente d'accordo

25. L'attivazione della funzionalità dei messaggi è facile e intuitiva \*

Contrassegna solo un ovale.

	1	2	3	4	5	
Per nulla d'accordo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pienamente d'accordo

26. La disposizione delle informazioni durante la ricerca del destinatario di un messaggio e del template è consona allo scopo \*

Contrassegna solo un ovale.

	1	2	3	4	5	
Per nulla d'accordo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pienamente d'accordo

27. La navigazione per la selezione della voce necessaria è intuitiva \*

Contrassegna solo un ovale.

	1	2	3	4	5	
Per nulla d'accordo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pienamente d'accordo

28. I gesti scelti sono facili da ricordare e intuitivi per lo scopo che devono svolgere \*

Contrassegna solo un ovale.

	1	2	3	4	5	
Per nulla d'accordo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pienamente d'accordo

## Modulo di validazione tester

29. **La posizione della notifica sullo schermo è ottimale in quanto centrale \***

*Contrassegna solo un ovale.*

	1	2	3	4	5	
Per nulla d'accordo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pienamente d'accordo

30. **La posizione delle domande per le quali si sta rispondendo è in posizione ottimale \***

*Contrassegna solo un ovale.*

	1	2	3	4	5	
Per nulla d'accordo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pienamente d'accordo

31. **L' utilizzo del sotto menu durante il triage di un paziente mi è utile per capire il punto della diagnosi \***

*Contrassegna solo un ovale.*

	1	2	3	4	5	
Per nulla d'accordo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pienamente d'accordo

32. **I gesti di cancellazione durante l' algoritmo del triage non sono intuitivi in quanto vanno in contrasto con una precedente definizione \***

*Contrassegna solo un ovale.*

	1	2	3	4	5	
Per nulla d'accordo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pienamente d'accordo

33. **Il risultato del triage di un paziente è ben visibile e posizionato nella finestra \***

*Contrassegna solo un ovale.*

	1	2	3	4	5	
Per nulla d'accordo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pienamente d'accordo

34. **Tutte le informazioni sono presentate in modo chiaro e facilmente comprensibili \***

*Contrassegna solo un ovale.*

	1	2	3	4	5	
Per nulla d'accordo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pienamente d'accordo

35. **I feedback luminosi di selezione di un contenuto durante il triage sono troppo brevi \***

*Contrassegna solo un ovale.*

	1	2	3	4	5	
Per nulla d'accordo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pienamente d'accordo

36. **Nel seguente spazio indica liberamente le cose che dovrebbero essere cambiate o con le quali non ti sei trovato se precedentemente non indicate**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## Appendice B

### Tabella riassuntiva dei risultati di validazione

Sesso	Età	Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi [TABLET]	Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi [PC PORTATILE]	Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi [SMARTPHONE]	Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi [FITNESS TRACKER]	Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi [SMART WATCH]	Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi [MISORE REALTA' AUMENTATA]	Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi [CONTAPASSI]	Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi [RICEVITORE GPS]	Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi [TABLET]
Maschio	18 - 25	ORE DI UTILIZZO < 2 2 E 5	ORE DI UTILIZZO > 8	ORE DI UTILIZZO TRA 2 E 5	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	NESSUNO DI QUELLI INDICATI
Maschio	18 - 25	ORE DI UTILIZZO TRA 2 E 5	ORE DI UTILIZZO > 8	ORE DI UTILIZZO > 8	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO TRA 2 E 5	MOTIVO: STUDIO
Maschio	18 - 25	ORE DI UTILIZZO TRA 2 E 5	ORE DI UTILIZZO TRA 5 E 8	ORE DI UTILIZZO TRA 5 E 8	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO TRA 2 E 5	ORE DI UTILIZZO TRA 5 E 8	MOTIVO: CURIOSITA'
Femmina	18 - 25	ORE DI UTILIZZO TRA 2 E 5	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO TRA 5 E 8	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	MOTIVO: LETTURA
Femmina	25 - 30	ORE DI UTILIZZO < 2 5 E 8	ORE DI UTILIZZO TRA 5 E 8	ORE DI UTILIZZO TRA 5 E 8	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	ORE DI UTILIZZO < 2	MOTIVO: CURIOSITA'

Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi [PC PORTATILE]	Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi [SMARTPHONE]	Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi [FITNESS TRACKER]	Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi [SMART WATCH]	Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi [VISORE REALTA' AUMENTATA]	Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi [CONTAPASSI]	Indica i dispositivi portatili in tuo possesso o che usi più spesso nell'arco della giornata specificando gli scopi [RICEVITORE GPS]	Se hai risposto NO o IN PARTE specifica il punto dove hai trovato difficoltà e le motivazioni	Indica il tempo impiegato per portare a termine il test in secondi	Se hai risposto NO o IN PARTE specifica il punto dove hai trovato difficoltà e le motivazioni	Indica il tempo impiegato per portare a termine il test in secondi
MOTIVO: STUDIO	MOTIVO: LETTURA	MOTIVO: SPORT CASUALE	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	MOTIVO: SPORT CASUALE	MOTIVO: VIAGGIO	SI	20	SI	30
MOTIVO: SVILUPPO	MOTIVO: CURIOSITA'	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	MOTIVO: VIAGGIO	SI	30	SI	30
MOTIVO: CURIOSITA'	MOTIVO: LAVORO	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	MOTIVO: SPORT CASUALE	MOTIVO: VIAGGIO	SI	30	SI	40
NESSUNO DI QUELLI INDICATI	MOTIVO: CURIOSITA'	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	SI	30	SI	20
MOTIVO: LAVORO	MOTIVO: INTERNET	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	NESSUNO DI QUELLI INDICATI	SI	30	SI	20

Hai portato a termine il test?	Se lo hai portato a termine indica il risultato del triage	Se hai risposto NO o IN PARTE specifica il punto dove hai trovato difficoltà e le motivazioni	Indica il tempo impiegato per portare a termine il test in secondi	Hai portato a termine il test?	Se lo hai portato a termine indica il risultato del triage	Se hai risposto NO o IN PARTE specifica il punto dove hai trovato difficoltà e le motivazioni	Indica il tempo impiegato per portare a termine il test in secondi	Hai portato a termine il test?	Se lo hai portato a termine indica il risultato del triage	Se hai risposto NO o IN PARTE specifica il punto dove hai trovato difficoltà e le motivazioni	Indica il tempo impiegato per portare a termine il test in secondi	Hai portato a termine il test?	Se lo hai portato a termine indica il risultato del triage	Se hai risposto NO o IN PARTE specifica il punto dove hai trovato difficoltà e le motivazioni	Indica il tempo impiegato per portare a termine il test in secondi	La creazione del profilo personalizza la portate a termine da eseguire	I gesti riconosciuti sono facili da eseguire	L'attivazione della funzionalità dei messaggi è facile e intuitiva	Informazioni durante la ricerca del destinatario di un messaggio e del template è consona allo scopo	La navigazione per la selezione della voce necessaria è intuitiva	
SI	GIALLO	ROSSO	30	SI	ROSSO	ROSSO	30	SI	ROSSO	ROSSO	30	SI	ROSSO	ROSSO	30	5	4	5	4	5	5
SI	GIALLO	ROSSO	40	SI	ROSSO	ROSSO	40	SI	ROSSO	ROSSO	50	SI	ROSSO	ROSSO	5	5	5	5	4	5	4
SI	GIALLO	ROSSO	30	SI	ROSSO	ROSSO	30	SI	ROSSO	ROSSO	30	SI	ROSSO	ROSSO	5	5	5	5	5	4	4
SI	GIALLO	ROSSO	30	SI	ROSSO	ROSSO	30	SI	ROSSO	ROSSO	40	SI	ROSSO	ROSSO	5	3	5	4	4	4	4



I gesti scelti da ricordare e intuitivi per lo scopo che devono svolgere	La posizione della notifica sullo schermo è ottimale in quanto centrale	La posizione delle domande per le quali si sta rispondendo è in posizione ottimale	L' utilizzo del sotto menu durante il triage di un paziente mi è utile per capire il punto della diagnosi	I gesti di cancellazione e durante l'algoritmo del triage non sono intuitivi in quanto in contrasto con una precedente definizione	Il risultato del triage di un paziente è ben visibile e posizionato nella finestra	Tutte le informazioni presentate in modo chiaro e facilmente comprensibili	I feedback luminosi di selezione di un contenuto durante il triage sono troppo brevi
4	4	4	5	4	5	4	4
5	4	5	5	2	5	3	4
4	5	4	5	3	5	4	2
5	5	2	5	1	5	3	5
3	4	5	5	4	5	5	1

**Nel seguente spazio indica liberamente le cose che dovrebbero essere cambiate o con le quali non ti sei trovato se precedentemente non indicate**

- Feedback luminosi più lunghi
- Mappare gesture per manomano
- Padding bottom question frame
- Gesture poco intuitive per annullo ultima domanda
- Menu non attivi poco visibili

- dimensione font nella domanda delle condizioni mentali oltre lo spazio
- messaggio inviato troppo breve visualizzazione spostato o laterale
- posizione alert più su o più in giù magari fare scegliere prima all'utente o magari su di un occhio o cmq da unaparte
- aggiungere un numero notifiche
- font più grande per le scelte sotto menu del triage
- nel cambio di prospettiva si fatica a mettere a fuoco in poco tempo
- oculiale non permette di cambiare contrasto con la luminosità esterna
- font con contorno o ombreggiature

- Considererei di aumentare la durata del feedback luminoso che si vede dopo la selezione di una risposta
- Cambierei colore mettendone uno più acceso

- avrei preferito una modalità diversa nella selezione durante la scrittura di un messaggio
- posizione della domanda durante il triage e la scrittura dei messaggi avrei preferito posizionata in alto
- avrei utilizzato caratteri più grandi e magari più visualizzabili in condizione di sole

- avrei utilizzato gesti differenti magari fatti con entrambe le braccia



# Bibliografia

- [1] Gerard Jounghyun Kim, *Human-Computer Interaction Fundamentals and Practice*, CRC Press, 2014.
- [2] Urs Anliker, Jan Beutel, Matthias Dyer, Rolf Enzler, Paul Lukowicz, Lothar Thiele, Gerhard Troster, *A Systematic Approach to the Design of Distributed Wearable Systems*, IEEE Transactions On Computers, Vol. 53, N. 8, August 2004.
- [3] XianYi Yang, Guo Chen, Human-Computer Interaction Design in Product Design, IEE, First International Workshop on Education Technology and Computer Science, 2009
- [4] Ingrid Ruge, Carmen Ruthenbeck, Bernd Scholz-Reiter *Changes of HCI Methods towards the Development Process of Wearable Computing Solutions*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.
- [5] Gloria L. Calhoun, Grant R. McMillan *Hands-Free Input Device for Wearable Computers*, IEEE, Proceedings Fourth Annual Symposium on Human Interaction with Complex Systems, 1998.
- [6] Atsushi Hiyama, Tomohiro Tanikawa, Michitaka Hirose *Hands-Free Input Interface Using Mimetic Muscle Movements for Wearable Computer* Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.
- [7] Mark Billinghamurst, *Wearable Appliances; The Future of Wearable Computing*, CiteSeer, January 2003.
- [8] Mark Billinghamurst, Thad Starner, *Wearable Devices New Ways to Manage Information*, IEEE, January 1999.
- [9] Thad Starner *The Challenger Of Wearable Computing: Part 1*, IEEE, 2001.
- [10] Thad Starner *The Challenger Of Wearable Computing: Part 2*, IEEE, 2001.

- 
- [11] Yun Zhou, Tao Xu, Bertrand David, Renè Chalon, *Innovative wearable interfaces: an exploratory analysis of paper-based interfaces with camera-glasses device unit*, Springer-Verlag London, 2013.
- [12] Joseph Wei, *How Wearables Intersect with the Cloud and the Internet of Things*, IEEE, 2014.
- [13] Adries van Dam, *Post-WIMP User Interfaces the human connection*, Communications Of The ACM February Vol. 40, No. 2, 1997.
- [14] Matheus Vieira Portela, David Rozado *Gaze Enhanced Speech Recognition for Truly Hands-Free and Efficient Text Input During HCI*, ACM, 2014.
- [15] Ronald T. Azuma, *A Survey of Augmented Reality*, Presence, MIT, 1997.
- [16] Pietro Brunetti, Angelo Croatti, Alessandro Ricci, Mirko Viroli, *Smart Augmented Fields for Emergency Operations*, The 5th International Conference on Current and Future Trends of Information and Communication Technologies in Healthcare, Elseiver, 2014.
- [17] Julie Carmigniani, Borko Furht, Marco Anisetti, Paolo Ceravolo, Ernesto Damiani, Misa Ivkovic, *Augmented reality technologies, systems and applications*, Springer Science+Business Media, LLC 2010.
- [18] Milgram P, Kishino AF, *Taxonomy of mixed reality visual displays*, IEICE Transactions on Information Systems, 1994.
- [19] Azuma R., Baillet Y., Behringer R., Feiner S., Julier S., MacIntyre B., *Recent Advances in Augmented Reality.*, IEEE, Novembre/Dicembre, 2001.
- [20] Johnson LF, Smith, *Horizon Report 2005*, The New Media Consortium, 2005.
- [21] Papagiannakis G, Singh G, Magnenat-Thalmann, *A survey of mobile and wireless technologies for augmented reality systems.*, Computer Animation and Virtual Worlds, 2008.
- [22] DiVerdi S, Hollerer T., *GroundCam: A Tracking Modality for Mobile Mixed Reality*, IEEE, Virtual Reality Conference, 2007.
- [23] Kato H., Billinghurst M., Poupyrev I., Imamoto K., Tachibana K., *Virtual object manipulation on a table-top AR environment*, ISAR, 2000.

- 
- [24] Mistry P., Kuroki T., Chuang C., *TaPuMa: Tangible Public Map for Information Acquirement through the Things We Carry*, MIT Media Lab, 2008.
- [25] Mistry P., Maes P., Chang L., *WUW – Wear Ur World – A Wearable Gestural Interface*, ACM, Boston, 2009.
- [26] Costanza E., Inverso SA., Pavlov E., Allen R., Maes P., *Eye-q: Eyeglass Peripheral Display for Subtle Intimate Notifications*, Mobile HCI, 2006.
- [27] Feldman A., Tapia EM., Sadi S., Maes P., Schmandt C., *ReachMedia: On-the-move interaction with everyday objects*, Ninth IEEE International Symposium on Wearable Computers, 2005.
- [28] Cooper N., Keatley A., Dahlquist M., Mann S., Slay H., Zucco J., Smith R., Thomas BH., *Augmented reality chinese checkers*, The Australasian Computing Education Conference, Proceedings of the 2004 ACM SIG-CHI International Conference on Advances in computer entertainment technology, Singapore, 2004.
- [29] Github, Social Coding <http://github.com/zac/iphonearkit/>, iPhone ARKit, 2009.
- [30] Jin-Shyan Lee, Yu-Wei Su, Chung-Chou Shen, *A Comparative Study of Wireless Protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi*, Industrial Electronics Society, 2007. IECON 2007. 33rd Annual Conference of the IEEE 5-8 Nov. 2007