



**UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE**  
**Facoltà di Ingegneria**

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA MECCANICA

Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche

***Serious game e prototipazione virtuale per la creazione  
di un ambiente yacht interattivo ed "intelligente".  
Sperimentazione con tecnologie AR/VR***

***Serious game and virtual prototyping for the creation  
of an interactive and "intelligent" yacht environment.  
Experimentation with AR / VR technologies***

Relatore:  
***Prof. Maura Mengoni***

Tesi di Laurea di:  
***Giuseppe Garofolo***

Anno Accademico 2020/2021

<b>Capitolo 1 – Introduzione</b>	<b>4</b>
1.1 L'importanza del comfort all'interno di uno yacht	5
<b>Capitolo 2 – Stato dell'arte</b>	<b>6</b>
2.1 Aml, l'intelligenza ambientale	7
2.2 L'interfaccia adattiva	8
2.3 Il riconoscimento delle emozioni e delle espressioni facciali	10
2.4 Il modello per classificare le emozioni	12
2.5 L'elicitazione delle emozioni	14
2.6 Il riconoscimento del volto	16
2.7 Le tecnologie immersive	17
<b>Capitolo 3 – Approccio metodologico</b>	<b>21</b>
3.1 Design Thinking, una metodologia User-Centered	22
3.2 Come avviene il Design Thinking	25
<b>Capitolo 4 – Caso studio</b>	<b>30</b>
4.1 Introduzione caso studio	31
4.2 Fase 1. Empathising	32
4.3 Fase 2. Defining	34
4.3.1 Emotion recognition	35
4.3.2 Face recognition	37
4.3.3 Body recognition	41
4.3.4 Posture recognition	42
4.3.5 Behaviour recognition	43
4.4 Fase 3. Ideating	45
4.5 Fase 4. Prototyping	63
4.6 Fase 6. Testing	73

**Capitolo 5 –Sviluppi futuri** **88**

**Capitolo 5 –Conclusioni** **91**

**Capitolo 5 –References** **93**

### **List of Figures:**

Figura 1: Le emozioni di Ekman

Figura 2: Rappresentazione stimoli musicali nel piano valence-arousal (Russel)

Figura 3: modello di Hevner

Figura 4: Dalle Action Unit alle Main Emotions

Figura 5: Virtuality continuum

Figura 6: serie iterativa di cinque fasi principali. Mostra come l'ordine che segue il metodo standard di design thinking semplifica il processo di progettazione

Figura 7: I cinque step del Design Thinking:1. Empathise, 2. Define, 3. Ideate, 4. Prototyping, 5. Testing

Figura 8: profilazione personas

Figura 9: ricerca superpowers

Figura 10: Ricerca esigenze per la personas

Figura 11: La distribuzione delle immagini del dataset per emozione

Figura 12: Matrice di confusione delle emozioni

Figura 13: Trasformazione delle foto in Bianco e nero

Figura 14: Analisi dei pixel

Figura 15: Direzione di inscurimento

Figura 16: La sostituzione dei pixel

Figura 17: Pooling dei gradienti

Figura 18: Esempio di rotazione del volto

Figura 19: I landmark del volto

Figura 20: Allineamento del viso

Figura 21: Le 128 misure del viso

Figura 22: Nodi dello skeleton da associare al soggetto inquadrato

Figura 23: fasi coinvolte nell'approccio di posture recognition

Figura 24: Tool AEIOU

Figura 25: dettaglio "ingredienti"

Figura 26: IDEAS

Figura 27: esempio dettaglio di un IDEAS "il bar rallegra"

Figura 28: User Story Mapping Salone

Figura 29: es. profilazione utente  
Figura 30: Flow chart DUI's cabina armatore  
Figura 31: dettaglio gestione accesso alla cabina da letto armatore con tentativo di riconoscimento utente  
Figura 32: dettaglio gestione manuale parametri dispositivi con seguente invio dati al database  
Figura 33: dettaglio attivazione scenario associato alla configurazione utente- area letto  
Figura 34: architettura del sistema  
Figura 35: spazio bidimensionale Valence-Arousal  
Figura 36: Esempio di clustering dei generi musicali per emozione  
Figura 37: Palette di colori  
Figura 38: la risultante mappa causale BBN  
Figura 39: architettura del sistema d'interfaccia  
Figura 40: informazioni registrate nel database  
Figura 41: Modello CAD salone-cabina di comando  
Figura 42: Material editor aperto in modalità Compact  
Figura 43: Material editor aperto in modalità Slate  
Figura 44: Blocco Salone dopo assegnazione materiali  
Figura 45: Blocco Salone dopo assegnazione materiali  
Figura 46: sistema di coordinate U, V, W  
Figura 47: esempio Applicazione Unwrap UVW soffitto\_salone  
Figura 48: esempio di DiffusiveMap/Soffitto\_salone  
Figura 50: Diffusive map  
Figura 51: Diffusive map + normal map  
Figura 52: Diffusive map + normal map + heightmap  
Figura 53: risultato finale rendering ambiente salone  
Figura 54: risultato finale rendering ambiente cabina di comando  
Figura 55: interfaccia modalità di gioco  
Figura 56: es. condizione-normale/salone/divano  
Figura 57: es. Condizione avanzata/salone/divano/maschio\_triste:  
    Titolo Video: Il Re Leone- La morte di Mufasa  
    Intensità Luce: 4 Lux  
    Colore Luce: blu  
Figura 58: questionario PANAS  
Figura 59: questionario BWBS  
Figura 60: Dipendenza dalla qualità degli attributi  
Figura 61: Struttura di scala del questionario UEQ  
Figura 62: questionario UEQ  
Figura 63: modello olistico dell'UX nell'ambiente virtuale  
Figura 64: Questionario UX

# Capitolo 1

## Introduzione

---

Migliorare un settore produttivo tradizionale come quello della nautica di lusso e svilupparlo verso una domotica fatta di semplicità e design con tecnologia ad elevatissima innovazione attraverso lo sviluppo di soluzioni che vadano oltre la preziosità accompagnate dalla piena attenzione ai dettagli per rispondere a una clientela sempre più esigente. È questa la sfida che spinge ogni giorno ad una ricerca di sistemi tecnologici che devono tenere alti i soliti paradigmi quali il comfort interno di alto livello e il pieno controllo a disposizione dell'utente; un'interazione Human-Machine che fa da perno per lo sviluppo di sensori sempre più complessi. Nonostante il settore garantisca sempre maggiori investimenti nelle innovazioni, ritengo che date le risorse del settore e le tecnologie attuali, investendo maggiormente in ricerca e sviluppo, si possa realizzare soluzioni maggiormente integrate, innovative, complesse e di alta efficienza; concetto che credo si sposi perfettamente con la Visione che caratterizza l'azienda committente il mio lavoro di tirocinio, Ferretti Group: *“L'innovazione è contagiosa: passa da persona a persona, dal prodotto al processo, dal design alle tecnologie”*.

Il lavoro intrapreso nella seguente tesi ha come obiettivo sviluppo di un sistema ad alta innovazione che possa esaltare l'esperienza a bordo dell'imbarcazione e all'insegna del comfort. Le tecnologie pensate, al centro di questi progetti, rappresentano l'avanguardia dell'intelligenza artificiale che sono state sviluppate tramite strumenti di machine learning. Le mie ricerche approfondiscono degli scenari per adattarsi all'umore dell'utente e approfondiscono come le varie tecnologie possono integrarsi in un'unica soluzione domotica tra loro in un sistema distribuito tramite algoritmi di deep learning che utilizzano reti neurali convoluzionali, che permettono il riconoscimento di volto, emozione e postura e comportamento. Uno studio accompagnato nel mio caso studio dalla modellazione del corrispettivo modello virtuale che permetta un'esperienza il più coerente e fedele possibile con il corrispettivo reale.

## Capitolo 2

Stato dell'arte

---

AmI: si riferisce al concetto di ambiente intelligente e sensibile agli utenti al suo interno, interconnesso, adattabile, dinamico ed integrato, capace di anticipare le loro esigenze e comportamenti [1]. Tali sistemi sono resi affidabili e robusti dalla capacità di riconoscere lo stato affettivo della persona con cui comunica, così da gestire il proprio comportamento secondo queste informazioni. Di conseguenza, i sistemi d'intelligenza ambientale dovrebbero essere dotati di un sistema sensibile al riconoscimento emozionali pensando quindi si adatti all'umore dei soggetti che esprimono i loro sentimenti all'interno dell'ambiente [2]. Il recente aumento di interesse, riguardante il riconoscimento delle emozioni nei sistemi HCI (Human-Computer Interactions) ha dato proprio vita ad una nuova sfaccettatura dell'intelligenza umana, chiamata "intelligenza emozionale" [3]. In questo contesto, nel lavoro presentato ho quindi cercato di descrivere come avviene la gestione di un sistema consapevole delle emozioni che adatti i contenuti multimediali (ad es. brani musicali e scenari luminosi), sulla base dell'emozione dell'utente, rilevata dalle espressioni facciali.



Con i sistemi autoadattative o adattabili all'utente si intende indicare quelle interfacce ultime tali che le loro modalità di utilizzo si possano adattare alla struttura all'utente. Una delle principali applicazioni delle interfacce adattive è riscontrabile nei cosiddetti Sistemi Tutoriali Intelligenti [4], cioè in grado di insegnare adattandosi alle caratteristiche di colui che deve apprendere. Nei sistemi più semplici di questo tipo il programma propone all'utente dei compiti da svolgere e, a seconda delle risposte fornite da quest'ultimo, gli invia feedback di vario tipo, che vanno da semplici informazioni sulla sua performance alla proposta di itinerari di apprendimento da seguire. I sistemi più complessi, invece, contengono un modello predittivo del comportamento dell'utente. Sulla base di queste importanti acquisizioni della Scienza Cognitiva le idee da sviluppare sono infinite.

Gli ambienti intelligenti in cui siamo immersi oggi offrono a proposito un notevole numero di strumenti tecnologici al nostro servizio che recepiscono informazioni e le elaborano per fornirci un output finalizzato a migliorare l'ambiente in cui ci troviamo.

Nel dettaglio un'architettura di un sistema di interfaccia adattiva, rispetto a una normale, si basa su unità principali, in comunicazione continua tra loro come il database, il core e l'interfaccia finale. Grazie alle informazioni estrapolabili dai video, attraverso il machine learning, è possibile avere un'enorme quantità di informazioni che possono essere utilizzate per un'enormità di applicazioni diverse. Ad esempio, le immagini video possono essere facilmente elaborate attraverso opportuni algoritmi di intelligenza artificiale al fine di rilevare automaticamente informazioni sul profilo della persona (ad esempio, sesso ed età) e comportamento (ad esempio, analizzando lo sguardo e le emozioni). In letteratura sono stati proposti diversi metodi basati sull'elaborazione di immagini e sulle reti neurali di convoluzione che consentono di determinare il sesso e l'età degli utenti, come [5] e [6]. Alcuni studi hanno testato metodi, basati sulla regressione e sulla rete neurale convoluzionale, per tracciare lo sguardo di una

persona utilizzando normali webcam o cellulari con fotocamera [7]. Analizzando le immagini dei volti del video, è possibile identificare le emozioni della persona. Molti studi hanno proposto metodi per riconoscere i modelli dalle espressioni facciali e per collegarli alle emozioni come [8]. Utilizzando più telecamere, è anche possibile identificare le persone e tenere traccia della loro posizione e delle loro azioni all'interno di un ambiente [9]. Tutte queste informazioni consentono la costruzione di un modello utente, che può essere utilizzato per gestire i sistemi adattivi. Come è noto, per gestire i modelli utente, caratterizzati da dati incerti, si possono utilizzare tecniche di ragionamento numericamente approssimativo. Oggi le Bayesian Belief Networks (BBN) rappresentano la tecnica di ragionamento più adottata per gestire i modelli utente. Questo perché rappresentano uno degli strumenti di conoscenza più completi e coerenti per l'acquisizione, la rappresentazione e l'utilizzo di dati in condizioni di incertezza e sono considerati una delle migliori tecniche disponibili per la diagnosi e la classificazione dei problemi [10]. I BBN combinano i principi della teoria dei grafi, della teoria della probabilità, dell'informatica e della statistica [11]. Sono costituiti da un modello probabilistico ispirato alla causalità e forniscono un modello grafico in cui ogni nodo rappresenta una variabile e ogni collegamento rappresenta una relazione di influenza causale. Le dipendenze condizionali vengono stimate utilizzando metodi statistici e computazionali. Sono emerse come una potente tecnica per gestire l'incertezza nel dominio della consapevolezza del contesto, per la gestione del sistema adattivo, perché possono imparare dal monitoraggio dei dati [12].

## 2.3 Il riconoscimento delle emozioni e delle espressioni facciali

---

L'abilità nel riconoscere le emozioni ha un valore evolutivo e adattivo, è una componente fondamentale per il nostro sistema di comunicazione non verbale e il nostro sistema di interazione sociale [13].

L'analisi delle emozioni mira a riconoscere le espressioni facciali e a collegarle alle emozioni, sulla base di un certo modello teorico. Al giorno d'oggi, la maggior parte dei sistemi di riconoscimento dell'espressione facciale implementa algoritmi di Deep Learning, in particolare basati su Reti Neurali Convoluzionali (CNN), un modello matematico di Deep Learning che prende in input diversi tipi di immagini e fa delle previsioni sulla base del modello addestrato. Ci sono stati diversi modelli che sono stati proposti per analizzare le emozioni delle espressioni facciali. L'emozione non è un fenomeno semplice. Non può essere descritta completamente avendo una persona che descrive la sua esperienza emotiva. Una completa definizione delle emozioni deve tenere conto di tre aspetti o componenti quali l'esperienza o il sentimento cosciente di emozioni, i processi che si verificano nel cervello e nel sistema nervoso e i modelli espressivi osservabili di emozioni, in particolare quelle sul viso. Le emozioni sono risposte che l'individuo mette in atto per affrontare uno stimolo evocativo appropriato, attivando una valutazione cognitiva (percezione), un comportamento espressivo motorio, un'esperienza soggettiva (sentimenti), un'attivazione fisiologica e un comportamento finalizzato ad uno scopo [14]. A questo punto i sentimenti accadono quando iniziamo ad integrare l'emozione, a pensarci, a "lasciarla assorbire". I sentimenti sono più "cognitivamente saturi" poiché le sostanze chimiche dell'emozione vengono elaborate nei nostri cervelli e corpi. I sentimenti sono spesso alimentati da un mix di emozioni e durano più a lungo delle emozioni. Una definizione generale del mood potrebbe essere "un insieme di sentimenti, di natura effimera, di intensità e durata variabile e che di solito coinvolgono più di un'emozione". I mood non sono legati a un incidente specifico, ma a una raccolta di input. È fortemente influenzato da diversi fattori: l'ambiente

(meteo, illuminazione, persone intorno a noi), la fisiologia (quello che abbiamo mangiato, il modo in cui ci siamo allenati, quanto siamo sani) e infine il nostro stato mentale (dove stiamo focalizzando l'attenzione e le nostre attuali emozioni). Gli stati d'animo possono durare minuti, attraverso i nostri corpi, non solo nel nostro cervello, e formano una sorta di loop di feedback tra noi stessi, durando probabilmente anche giorni. La maggior parte delle banche dati di espressioni facciali attualmente disponibili si basano sui database primari di Ekman [15] che propone un sistema di classificazione di tipo categoriale, dove le emozioni sono classificate come entità discrete, indipendenti le une dalle altre e facilmente distinguibili dalle espressioni facciali, quali rabbia, disgusto, paura felicità, tristezza e sorpresa (fig.1).

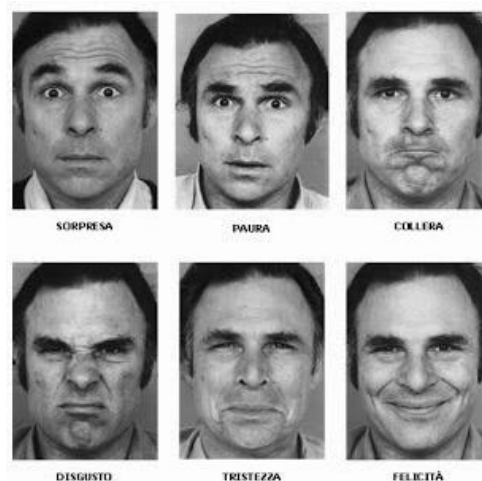


Fig.1 Le emozioni di Ekman

Le emozioni umane sono concettualizzate dai modelli dimensionali definendo dove si collocano in uno spazio che può essere bidimensionale o tridimensionale. Solo alcuni modelli sono attualmente accettati dalla maggior parte degli analisti: I maggiori a due dimensioni sono: il circumplex model, il vector, model e il PANA (Positive Activation - Negative Activation) model. La rappresentazione prevede un asse verticale che rappresenta la valenza e un'asse orizzontale che rappresenta l'intensità o eccitazione dell'emozione, la loro intersezione rappresenta una zona neutra caratterizzata da un livello medio di eccitazione e una valenza neutrale. Il modello preso a riferimento è quello di Russel (Fig.2), in cui sono classificate le emozioni sul modello bidimensionale Valence-Arousal. Ecco, quindi, che l'asse delle ascisse indica la negatività o positività di una emozione, e sull'asse dell'ordinate indica il loro grado di eccitazione. Secondo questa teoria, ogni emozione può essere intesa singolarmente come la combinazione lineare tra due dimensioni, variando la valenza (positiva/piacevolezza e negativa/sgradevolezza) e l'intensità di attivazione. Chi, ad esempio, avverte un'emozione di gioia, probabilmente proverà anche altre sensazioni positive (come sorpresa o allegria, eccitazione, euforia, soddisfazione, fierezza, etc.), che verranno percepite come appartenenti al medesimo stato di piacevolezza.

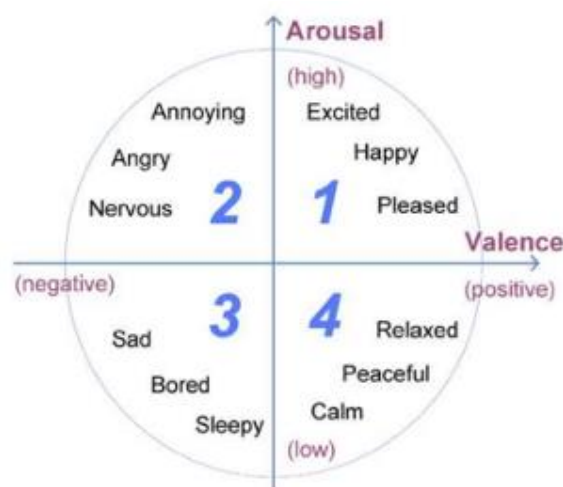


Fig.2: Rappresentazione stimoli musicali nel piano valence-arousal (Russel)

Altri modelli sono poi utili per analizzare la differenza tra emozioni e mood di una persona, modelli più complessi e dettagliati, serviti per tracciare il confine tra quella che definiamo una emozione puntuale e che dura un'istante, da quella emozione che invece è durevole nel tempo e che possiamo definire mood, che dipende dal contesto, da quello che magari ci è accaduto il giorno prima o anche dalle condizioni ambientali che perdurano durante l'arco della giornata. Un altro modello importante per classificare le emozioni è quello proposto da Hevner (Fig. 3). Motivo per cui non sorprende che la maggior parte degli algoritmi sviluppati fino ad ora permettano di riconoscere solo queste emozioni.



Fig. 3 modello di Hevner

Per citare alcuni tra gli strumenti commerciali attualmente disponibili per l'analisi emozionale attraverso un video, troviamo Affdex di Affectiva [16] e i Servizi Cognitivi di Microsoft basati sulla piattaforma Azure [17].

C'è una lunga tradizione nella ricerca psicologica di cercare di creare stati emotivi in laboratorio per scopi scientifici. Sono stati descritti diversi metodi, tra cui l'ipnosi [18] e le immagini [19], la musica [20], i movimenti dei muscoli facciali [21], la tecnica dell'autoaffermazione (ripetizione di frasi con contenuto emotivo, [22]) e persino droghe e privazione del sonno [23]. Alcuni di questi metodi comportano problemi etici (ad es. assunzione di droghe, uso di inganni) e/o problemi di standardizzazione. Un metodo ampiamente utilizzato e accettato per l'induzione di stati emotivi che non implica l'inganno e che può essere facilmente standardizzato, è l'uso delle immagini. L'International Affective Picture System [24] fornisce un tale insieme di fotografie standardizzate. Ha il vantaggio di essere un metodo conosciuto a livello internazionale, è disponibile per l'uso da parte di tutti i ricercatori e le valutazioni normative sono state raccolte e fornite dagli autori dal 1992. Le immagini IAPS sono state utilizzate in un'ampia gamma di argomenti di ricerca e sono generalmente mostrate per una durata di 6 s. Alcuni studi hanno anche variato la presentazione, dall'applicazione subliminale [25] alla durata di soli 2,5 secondi e fino a 8 secondi. Una variazione della versione solitamente implementata, che ha mostrato buoni risultati rispetto all'impatto emotivo, è la presentazione di tre immagini successive con contenuto emotivo e tematico congruente per 2 s ciascuna [26].

Oltre allo IAPS, anche i filmati sono stati ampiamente utilizzati e accettati come stimoli nel campo della ricerca sulle emozioni; i film sono stati utilizzati per molti decenni con il primo utilizzo di filmati per l'elicitazione delle emozioni descritto nel 1930, in uno studio sugli effetti della rabbia, della paura e dell'eccitazione sessuale sulla pressione sanguigna [27]. Da allora, molti studi hanno utilizzato i film come stimolatori di emozioni per studiare fenomeni come il comportamento da fumo indotto dall'umore triste, la modulazione emotiva del riflesso di sussulto acustico, la prontezza a reazioni affettive correlato con l'asimmetria cerebrale frontale e l'effetto

delle emozioni sul comportamento alimentare [28]. I film condividono la maggior parte dei vantaggi offerti dalle immagini, come la loro capacità di essere standardizzati e sono stati ritenuti ancora più vantaggiosi. A differenza delle immagini statiche, i film sono dinamici e quindi ritenuti più simili alla vita reale. Gli elementi tecnici del film (movimento della telecamera, montaggio, suono, ecc.) possono essere utilizzati per enfatizzare le azioni e il loro significato emotivo. Così, Gross e Levenson [29] affermano: "I film hanno anche un grado relativamente alto di validità ecologica, in quanto le emozioni sono spesso evocate da stimoli visivi e uditivi dinamici che sono esterni all'individuo". In effetti i filmati hanno la capacità di suscitare emozioni con successo nella maggior parte dei soggetti, superando persino il potenziale di metodi come l'ipnosi o l'offerta di regali, specialmente in relazione all'induzione di emozioni positive.



Un sistema completo di riconoscimento del volto prevede due modelli di rilevamento e identificazione del viso: la somiglianza strutturale e le differenze localizzate e individuali dei volti umani. È pertanto necessario estrarne le caratteristiche. L'evoluzione di questa tecnologia di riconoscimento del volto, è implementata dalle sue sfide tecniche e dall'enorme potenziale di applicazioni nella videosorveglianza, quindi sicurezza, nelle autorizzazioni d'identità, di applicazioni multimediali, per le forze dell'ordine e le diverse attività di Human-Machine interactions. La tecnologia di riconoscimento facciale FRT è stata sviluppata per la prima volta nel 1960 ed è una dei maggiori e innovativi strumenti tecnologici controversi. I vantaggi che porta con sé il riconoscimento facciale è che può sostituire l'utilizzo e di memorizzare le password, i dati delle impronte digitali e anche le chiavi. Tuttavia, potrebbe anche porre fine alla privacy. Le ultime tecnologie implemento applicazioni soprattutto nel settore nella telefonia mobile. Gli algoritmi di riconoscimento facciale sono in generale classificati in due classi, quai i sistemi basati su modelli e i sistemi basati sulle feature geometriche, ma in entrambi si risale ad un valore di correlazione tra la faccia e il modello corrispondente all'identità facciale. Il sistema di riconoscimento dei primi anni di sviluppo si è evoluto fino ad oggi per essere il livello successivo del sistema di riconoscimento facciale nelle scienze forensi e per le forze dell'ordine per risolvere questioni giudiziarie.

Ai sistemi vengono aggiunte poi sempre nuove funzionalità in grado di gestire le eventuali cambiamenti nei tratti somatici dovuti allo scatto, all'angolazione e posa del viso o all'assenza di illuminazione, per rendere il sistema sempre più robusto e affidabile. Attualmente, i modelli sviluppati per il riconoscimento del viso vengono sviluppati con metodi di Deep Learning (DL) sono basati su CNN (Reti Neurali Convolutionali). L'utilizzo di queste metodologie è strettamente dipendente da un processo di formazione di enormi data set, il più delle volte costruiti via internet. Nell'articolo [30], gli autori hanno proposto un Face/Emotion Recognition (Fig. 4)

dell'espressione attraverso il concetto di Deep Learning in cui gli strati adiacenti della rete sono totalmente collegati l'un l'altro.



Fig. 4: Dalle Action Unit alle Main Emotions

## 2.7

## Le tecnologie immersive

Nel corso degli ultimi anni, le tecnologie informatiche hanno incrementato le capacità dell'essere umano, rendendo accessibili in pochi click una quantità di informazioni inimmaginabili. Siamo di fronte a una costante e rapida diffusione delle applicazioni di realtà virtuale e realtà aumentata due tecnologie che, sostituendosi ai sensi dell'uomo e creando scorciatoie, facilitano l'interazione tra la persona e il contesto che lo circonda. Stiamo parlando di Tecnologie immersive, termine che indica l'insieme di tecnologie funzionali a emulare un ambiente o un mondo fisico, sfruttando dei mezzi digitali e delle interfacce interattive. Queste grazie alla stimolazione sensoriale, consentono di elicitarne determinate sensazioni e di creare delle esperienze più o meno coinvolgenti. Parliamo di tecnologie che consentono di "estendere" la realtà circostante oppure di creare un ambiente totalmente diverso da quello fisico, utilizzando degli strumenti digitali per offrire agli utenti delle esperienze percettive specifiche, che possono indurre la percezione di essere in un altro posto o comunque in uno spazio completamente diverso.

Come già introdotto, alcuni tipi di tecnologie immersive consentono di estendere la realtà circostante, aggiungendo dei contenuti digitali all'ambiente in cui l'utente si trova: è il caso della realtà aumentata. Altri invece puntano a "trasportare" gli utenti in un altro ambiente, attraverso la creazione di un'esperienza talmente immersiva da farlo astrarre totalmente dallo spazio fisico nel quale si trova e da trasmettere una sensazione di "presenza fisica" in un altro luogo, "nascondendo" il mondo fisico e andando a "sostituire la relativa esperienza" con un'esperienza virtuale.

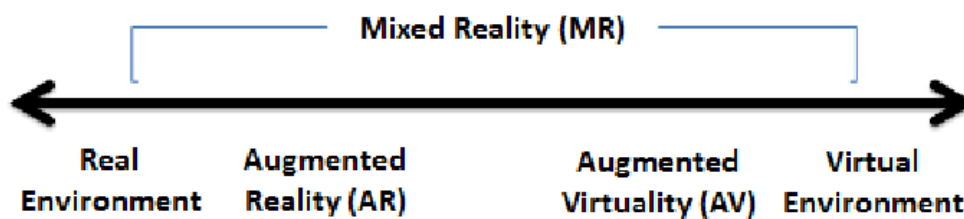


Fig. 5: Virtuality continuum

Un contributo interessante in questo ambito è stato fornito dallo studio di Paul Milgram [31] che ha proposto il concetto di "virtuality continuum" ("continuum di virtualità") Fig: 5. Secondo tale teoria sarebbe possibile posizionare le differenti tipologie di tecnologie immersive lungo un continuum che va dall'ambiente fisico o "reale" a quello virtuale, in base a quanto ognuna di esse influisca sulla percezione della realtà: si va allora dalle tecnologie che inducono una sottile alterazione di quest'ultima a quelle che invece la modificano totalmente, rendendo difficile la distinzione da parte dell'utente tra mondo fisico e mondo virtuale. Lo sviluppo di ambienti immersivi presuppone l'abbinamento di dispositivi hardware e software specifici. A seconda del tipo di tecnologia utilizzata, può cambiare il tipo di esperienza e il livello di intensità di immersione, che dipende anche dal grado di fusione tra la realtà fisica e quella virtuale. Nello specifico, il concetto di Realtà Virtuale (VR – Virtual

Reality) presuppone l'uso di tecnologie informatiche che permettono all'utente di navigare in un mondo alternativo che simula l'ambiente che ci circonda nel quotidiano. Una realtà interattiva completamente digitale che genera un'esperienza immersiva incorporando feedback visivi e auditivi. Lo spettatore è completamente immerso nell'azione che si svolge sullo schermo e impegnato nell'interazione in tempo reale con tutto ciò che viene riprodotto all'interno di tale mondo immaginario, parallelo e verosimile. Termine realtà virtuale può quindi a sua volta essere applicato a due tipi diversi di simulazione, che si suddividono in immersiva e non immersiva:

- Nel primo caso l'utente viene isolato dall'ambiente esterno, trasportato nella realtà parallela riprodotta e in essa assorbito completamente grazie ad un insieme complesso di accessori come l'utilizzo di particolari occhiali visori 3D che permettono di avere una visione a 360° con un grado di realismo molto alto. Il risultato è un contenuto che capovolge la tradizionale prospettiva di fruizione dell'utente, che da frontale si fa centrale;
- Nel secondo caso invece l'ambiente ricreato digitalmente ha un minore impatto emotivo sul soggetto poiché non si fa uso di caschi, occhiali o guanti, bensì l'utente si trova dinanzi ad un monitor che funge da finestra sul mondo tridimensionale con cui può interagire attraverso joystick appositi; l'effetto naturalmente è diverso.

Mentre la realtà virtuale è ambiente esclusivamente digitale creato da uno o più computer o applicazioni che simulano la realtà effettiva, la realtà aumentata (AR – Augmented Reality) rappresenta esattamente il mondo reale arricchito però con oggetti o dettagli virtuali che portano a migliorare o aumentare l'esperienza. Infatti, si basa sull'ampliamento o sull'integrazione della realtà circostante con immagini in grafica 3D generate al computer, che modificano l'ambiente originario senza influire sulle possibilità di interazione. In buona sostanza, dunque, la realtà aumentata trasforma enormi masse di dati e di analitiche in immagini o animazioni, un livello digitale che viene sovrapposto al mondo fisico integrandosi con esso.

Con il termine di realtà mixata, invece, si cerca di fondere il mondo fisico e quello digitale, permettendo all'utente di interagire con entrambi.

Come detto, nella creazione di un contesto immersivo la stimolazione sensoriale risulta fondamentale e l'attivazione dei differenti sensi può contribuire a rendere l'esperienza più realistica. In questo senso, l'esperienza può cambiare molto a seconda del software e dell'hardware utilizzati. La creazione di esperienze immersive è possibile grazie all'uso di una serie di strumenti come headset, occhiali di VR o console. Quelli meno sofisticati, più accessibili, (come Google Cardboard) permettono la visione di video a 360 gradi, attraverso l'inserimento di uno smartphone all'interno del visore: essi consentono un livello di immersione relativamente limitato poiché l'utente non può interagire in maniera attiva con i contenuti e con l'ambiente che ha davanti agli occhi (potendo soltanto esplorarlo, a 360 gradi). Ancora, all'interno di questa categoria di strumenti ci sono anche tecnologie più sofisticate che consentono agli utenti di vedere degli ologrammi perfettamente integrati nell'ambiente fisico e con i quali essi riescono a interagire in molti modi (osservandoli da diverse angolature, muovendo e toccando gli ologrammi stessi) e con finalità diverse: è il caso, per esempio, dei visori HoloLens di Microsoft. Altri visori come gli Oculus Rift (sempre abbinati a software compatibili), per esempio, sono particolarmente funzionali ad attività di gaming e consentono ai giocatori di essere totalmente immersi nell'ambiente del gioco, interagendo in maniera molto realistica, dinamica e complessa con elementi, personaggi e scenari che si presentano di fronte.

## Capitolo 3

### Approccio metodologico

---

In un contesto industriale competitivo e dinamico, come quello descritto, emergono continuamente nuove problematiche che spingono all'innovazione continua di prodotti, servizi e processi. Negli ultimi anni si sta delineando in ambito industriale la filosofia dello User-Centered Design, un approccio che si propone di porre l'essere umano al centro delle fasi di progettazione e realizzazione, focalizzando l'attenzione sulle sue necessità e le sue preferenze. Si è capito dunque che il prodotto non esiste come entità isolata, ma è sempre relazionato all'essere umano che lo usa, ed è quindi necessario che si tenga in considerazione le necessità dell'utenza. La metodologia User Centered per eccellenza è sicuramente quella del Design Thinking che integra fattori umani, aziendali e tecnologici nella formazione, nella risoluzione dei problemi (problem-solving) e nella progettazione.

Unisce l'attenzione all'utente finale con la collaborazione multidisciplinare e il miglioramento iterativo per produrre prodotti, sistemi e servizi innovativi.

Il design thinking crea un ambiente interattivo vivace che promuove l'apprendimento attraverso una rapida prototipazione concettuale. Il Design Thinking riguarda la creazione e l'uso adattivo di un corpo/corporazione di comportamenti e valori (body-of-behaviours and values). Questo obiettivo è in netto contrasto con, sebbene complementare, al modello disciplinare predominante basato sulla creazione e la convalida di un corpo/corporazione di conoscenza (body-of-knowledge) (fig.6).

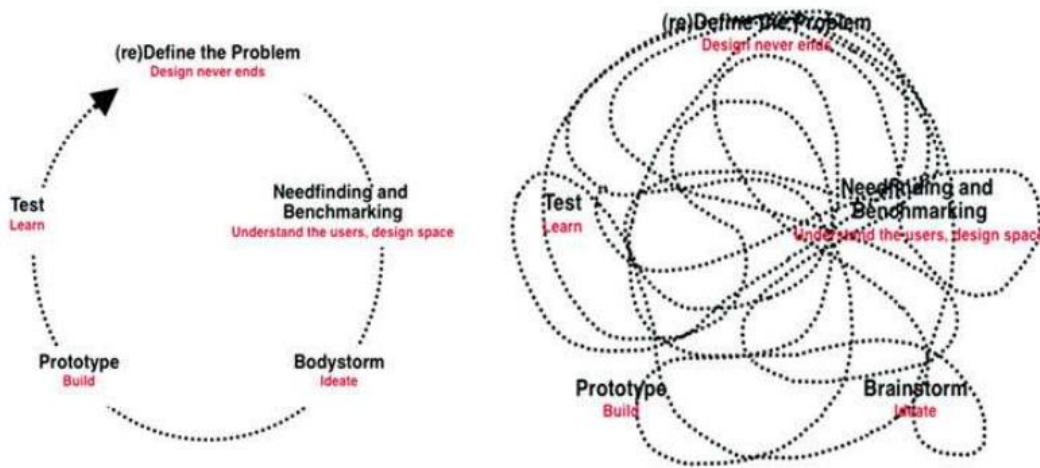


Fig. 6: body-of-behaviours and values vs body-of-knowledge

Man mano che i nostri bisogni di base vengono soddisfatti, ci aspettiamo sempre più esperienze sofisticate che siano emotivamente soddisfacenti e significative. Queste esperienze non saranno semplici prodotti. Saranno combinazioni complesse di prodotti, servizi, spazi e informazioni. Saranno i modi in cui siamo intrattenuti, i modi in cui rimaniamo in salute, i modi in cui condividiamo e comunichiamo. Il design thinking è uno strumento per immaginare queste esperienze oltre a dare loro una forma desiderabile. Come scrive Daniel Pink nel suo libro *A Whole New Mind* [32], "L'abbondanza ha soddisfatto, e persino eccessivamente soddisfatto, i bisogni materiali di milioni di persone, aumentando il significato della bellezza e delle emozioni e accelerando la ricerca di significato da parte degli individui". Tutti i problemi che hanno a cuore le persone richiedono un approccio incentrato sull'uomo, creativo, iterativo e pratico per trovare le migliori idee e soluzioni definitive. Ecco riassunte le caratteristiche richieste a chi si avvicina a questa tipologia di progettazione:

- **Empatia.** Possiamo immaginare il mondo da molteplici prospettive: quelle di colleghi, clienti, utenti finali e clienti (attuali e potenziali). Adottando un approccio "prima le persone", i pensatori del design possono immaginare soluzioni che sono intrinsecamente desiderabili e soddisfano esigenze esplicite o latenti. I grandi pensatori del design osservano il mondo nei minimi dettagli.



Notano cose che altri non notano e usano le loro intuizioni per ispirare l'innovazione.

- Integrative thinking. Non solo si basa su processi analitici (quelli che producono o/o scelte) ma mostra anche la capacità di vedere tutti gli aspetti salienti - e talvolta contraddittori - di un problema confondente e creare nuove soluzioni che vanno oltre e migliorano notevolmente le alternative esistenti.
- Ottimismo. Presume che non importa quanto siano difficili i vincoli di un dato problema, almeno una possibile soluzione sia migliore delle alternative esistenti
- Sperimentalismo. Le innovazioni significative non derivano da modifiche incrementali. I Design thinkers pongono domande ed esplorano i vincoli in modi creativi che procedono in direzioni completamente nuove.
- Collaborazione. La crescente complessità di prodotti, servizi ed esperienze ha sostituito il mito del genio creativo solitario con la realtà dell'entusiasta collaboratore interdisciplinare. I migliori pensatori del design non lavorano semplicemente a fianco di altre discipline; molti di loro hanno una significativa esperienza in più di uno.

Il mito del genio creativo è resiliente: crediamo che le grandi idee nascano completamente formate da menti brillanti, in prodezze di immaginazione ben oltre le capacità dei comuni mortali. Il processo di progettazione è meglio descritto metaforicamente come un sistema di spazi piuttosto che come una serie predefinita di passaggi ordinati. Gli spazi delimitano diversi tipi di attività correlate che insieme formano il continuum dell'innovazione. Il design thinking può sembrare caotico per coloro che lo sperimentano per la prima volta. Ma nel corso della vita di un progetto i partecipanti capiscono che il processo ha un senso e ottiene risultati, anche se la sua architettura differisce dai processi lineari e basati su pietre miliari tipici di altri tipi di attività aziendali. I progetti di design devono passare attraverso cinque step (fig. 7) per raggiungere il risultato desiderato:

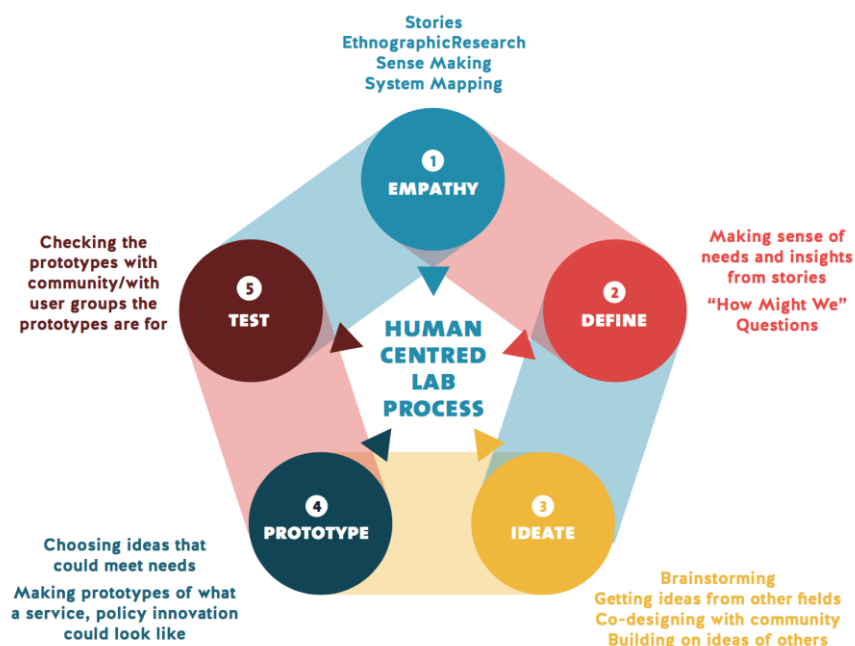


Fig.7: I cinque step del Design Thinking: 1. Empathise, 2. Define, 3. Ideate, 4. Prototyping, 5. Testing

## 1. Empathise.

Fase che consiste nel comprendere empaticamente il problema che si sta cercando di risolvere. L'empatia è infatti il punto di partenza fondamentale per soluzioni di design thinking di successo, con il quale si va a comprendere al meglio per chi si sta risolvendo un problema; conoscere a fondo il consumatore è l'input più importante per garantire il successo aziendale. Ciò significa osservare e interagire con le persone per interiorizzare veramente la loro esperienza a livello emotivo e persino psicologico. Questa fase fa affidamento al metodo di definizione in cui si vanno ad individuare le Personas, veri e propri identikit di clienti ideali, una sorta di profilo fittizio dell'utente, che rappresentano i bisogni, i comportamenti, gli interessi e le aspirazioni degli utenti reali; diventano quindi importanti per un business customer centric in quanto rappresentazione dei tratti caratterizzanti di ciascun utente e di quelli che li accomunano. Le Personas si possono definire sulla base delle informazioni che si raccolgono da varie fonti: la navigazione degli utenti e la loro esperienza col brand, gli analytics del proprio sito web, questionari, interviste. Più le informazioni che si ottengono sono specifiche, più è possibile delineare le Personas nel dettaglio. Nella loro definizione si tiene conto di qualsiasi informazione che possa tornare utile alla ricostruzione del proprio cliente ideale, es: Informazioni demografiche: età, sesso, posizione geografica, reddito. Informazioni psicografiche: comportamenti, interessi, ragioni d'acquisto, necessità. I vantaggi di tale profilazione sono la possibilità di offrire un prodotto/servizio che veramente possa rispondere alle necessità dei propri clienti e l'opportunità di assicurare ai clienti una serie di servizi customizzati rendendo così la customer journey migliore, più efficace e memorabile.

## 2. Define.

Nella seconda fase del processo di Design Thinking, si definisce il problema dell'utente che si desidera risolvere; riguarda quindi la chiarezza, la messa a fuoco e la definizione. Mettendo tutte le informazioni raccolte - stati e barriere dei bisogni dei consumatori, realtà dello stile di vita e influenze culturali - così da iniziare a dare un senso al panorama delle soluzioni che sti stanno esplorando. Le domande tipiche poste in questo step possono essere: quali temi o modelli stanno ribollendo in superficie? Quali barriere inaspettate potrebbero spostare la nostra attenzione? Stiamo ponendo le domande giuste e dobbiamo rivalutare le nostre ipotesi sul compito da svolgere?

## 3. Ideate.

La terza fase i progettisti sono pronti ad iniziare con l'ideazione o la generazione di idee. Data ormai una chiara dichiarazione del problema, è il momento di trovare possibili soluzioni. A questo punto, si conoscono gli utenti target e cosa vogliono dal prodotto. La fase di ideazione è una zona priva di giudizi in cui il gruppo è incoraggiato ad allontanarsi dalla norma, a esplorare nuove angolazioni e a pensare fuori dagli schemi. Si tengono quindi sessioni di ideazione per generare quante più idee possibili, indipendentemente dal fatto che siano fattibili o meno. Durante questo step del processo di Design Thinking, si fa continuamente riferimento alla dichiarazione del problema. Nel prepararsi per passare alla fase successiva, si restringerà il campo ad alcune idee che poi trasformerai in prototipi da testare su utenti reali. A supporto di questa fase troviamo l'approccio AEIOU, una metodologia di progettazione orientata all'operazionalismo per trovare i problemi di orientamento del mondo reale e quindi analizzare, rappresentare, testare e infine progettare un prodotto o servizio. L'approccio AEIOU è un processo di progettazione basato sull'evidenza, articolato in A (attività), E (ambiente), I (individuo), O (oggetti) e U (comprensione).

- **Individual:** Gli obiettivi che le persone cercano di raggiungere, l'attività o persone della comunità coinvolte e che si sentono espresse. L'individuo è l'essere umano al centro della cornice situazionale. Rafforza il concetto di design incentrato sull'uomo. La persona deve essere calata nel contesto di altri individui (lavorativi, sociali o di gruppo), delle attività che svolgono in relazione con gli altri, gli oggetti e il loro ambiente circostante.
- **Activity:** singola, serie di azioni che le persone fanno e portano avanti l'evento nel tempo
- **Object:** cose fisiche e artefatti presenti nell'ambiente con cui l'individuo interagisce e manipola. Le proprietà di un oggetto sono gli attributi che possono essere sperimentati dai nostri sensi (ad esempio, il suo colore, dimensione, peso, odore, gusto e posizione). Gli oggetti si manifestano come gruppi delle loro proprietà che occupano lo spazio [33]. Un oggetto possiede una forma materiale che può essere distinta dalle altre forme e percepita come dotata di significato.
- **Environment:** il luogo o i luoghi fisici. L'impostazione del comportamento spiega la relazione tra l'individuo e l'ambiente occupato. Consiste nella combinazione di attività e luogo, in uno specifico arco di tempo. Baker [34] descrive l'attività come *“un modello di comportamento permanente che coinvolge l'interazione interpersonale o la manipolazione di oggetti e l'ambiente fisico come luogo”*.
- **Understanding:** Comprendere le relazioni tra individuo e ambiente, osservando la situazione e rendendosi conto di quali contenuti nell'ambiente incontreranno gli utenti reali.

#### 4. Prototyping.

Nella quarta fase, si vanno a trasformare le idee della fase tre in prototipi. Un prototipo è essenzialmente una versione ridotta di un prodotto o di una caratteristica, che si tratti di un semplice modello di carta o di una rappresentazione digitale più interattiva. L'obiettivo della fase di prototipazione è trasformare le idee in qualcosa di tangibile che può essere testato su utenti reali. Questo è fondamentale per mantenere un approccio incentrato sull'utente, perché consente di raccogliere feedback prima di andare avanti e sviluppare l'intero prodotto. Durante questo step, le soluzioni proposte possono essere migliorate, riprogettate o rifiutate attraverso una serie di revisioni e critiche da parte del gruppo più ampio. Questo rapido processo iterativo consente ai progettisti di essere imperfetti e di staccarsi dal proprio lavoro in modo sano, apre alla possibilità di collaborazione "portando sulle spalle" idee da diverse fonti, e spersonalizza il delicato processo creativo.

#### 5. Testing.

Questa prevede di mettere i prototipi davanti a utenti reali e vedere come se la cavano. Durante la fase di test, osserverai i tuoi utenti target, o utenti rappresentativi, mentre interagiscono con il prototipo. Si raccolgono così anche feedback su come si sono sentiti i tuoi utenti durante il processo. La fase di test evidenzia rapidamente eventuali difetti di progettazione che devono essere risolti. Sulla base di quanto imparato attraverso i test degli utenti, l'approccio prevede indietro e apporterai miglioramenti. Da rimarcare il fatto che il processo di Design Thinking è iterativo e non lineare. I risultati della fase di test spesso richiedono di rivisitare la fase di empatia o di eseguire alcune sessioni di ideazione in più prima di creare quel prototipo vincente.

## Capitolo 4

### Caso studio

---

A bordo di uno yacht o di un superyacht gli ambienti sono degli effettivi spazi ricreativi flessibili e multifunzionali. Lo stesso spazio può di volta in volta può fungere da cinema, da ambiente benessere, da bar o da sala intrattenimento per la famiglia. Gli spazi aperti devono essere gestiti in modo adeguato. In alcuni casi, il design è talmente innovativo che il concetto stesso di divisione tra spazi interni ed esterni viene modificato o scompare. Per consentire un uso multifunzionale di questi ambienti, il ruolo svolto dagli scenari domotici è quindi centrale. Un requisito fondamentale è quello di mantenere la facilità d'uso e l'immediatezza nella comprensione delle azioni a cui si fa riferimento. Infatti, oltre all'armatore e alla sua famiglia, sono spesso a bordo degli ospiti che non hanno familiarità con la barca. Ad oggi, le maggiori tecnologie a bordo di uno yacht possono essere associate a quelle presenti nelle moderne abitazioni. Su uno yacht, gli utenti vogliono controllare tutti i sistemi di bordo: dall'illuminazione al controllo del clima, passando per i dispositivi di ombreggiamento per arrivare alle apparecchiature audio-video. In questo contesto, nel lavoro presentato ho descritto l'ideazione di un sistema consapevole delle emozioni in grado di gestire i contenuti multimediali (ad es. brani musicali e scenari luminosi), sulla base dell'emozione dell'utente, rilevata dalle espressioni facciali. La modellazione concettuale, la prototipazione virtuale e la definizione dei criteri di valutazione, è stato il principale contributo nel mio lavoro di tirocinio. Come già presentato, l'approccio seguito è quello del Design Thinking, per il quale sono stati sviluppati tutti e 5 le fasi di lavoro, che andrò ora a presentare.



Identificando due/tre tipologie di personas, nonostante possa apparire come una restrizione degli utenti a cui potersi rivolgere, si è definito un pubblico di qualità che sarà più proattivo nelle conversioni e nella fidelizzazione con il marchio. Quando infatti ci si rivolge ad un pubblico eterogeneo il rischio è quello di rivolgersi a “tutti e nessuno”. Impostare una strategia che possa soddisfare tanti diversi clienti è pressoché impossibile, o comunque poco efficace, in quanto non assicura una user-experience personalizzata ai propri utenti. Definendo invece le personas, si dà alla propria attività un’identità ben chiara e si delinea il bacino di utenti di riferimento con precisione. Tutte le azioni intraprese saranno quindi modellate sulle caratteristiche di tali profili, rendendo così l’esperienza dei propri clienti unica e pensata su misura del singolo. I risultati di tale ricerca hanno portato a rispondere alla domanda “a chi è dedicata la nostra soluzione?” con l’individuazione delle seguenti personas:

- il “pater familias”: ha la necessità di perdersi in un ambiente funzionale, di comfort e di costante ordine così da disintossicarsi dallo stress e concentrarsi invece alla famiglia, con la quale desidera trascorrere del tempo di qualità.
- Il “brillante”: ha come priorità quella di riempire la sua esperienza a bordo dell’imbarcazione con gli ultimi ritrovati della tecnologia in fatto di intrattenimento e comfort, in maniera tale da lasciare a bocca aperta tutti i suoi ospiti.
- “L’armatore in pensione”: non ha occhi che per il mare ed è per questo che il suo interesse primario che dovrà essere privilegiato è la guida del mezzo, che dovrà rispondere in tutti gli aspetti alle sue esigenze.

In figura (Fig. 8) sono riportati come è stato esplorato lo spazio problematico per il quale è richiesta ancora una comprensione intuitiva (non completamente verbalizzata).

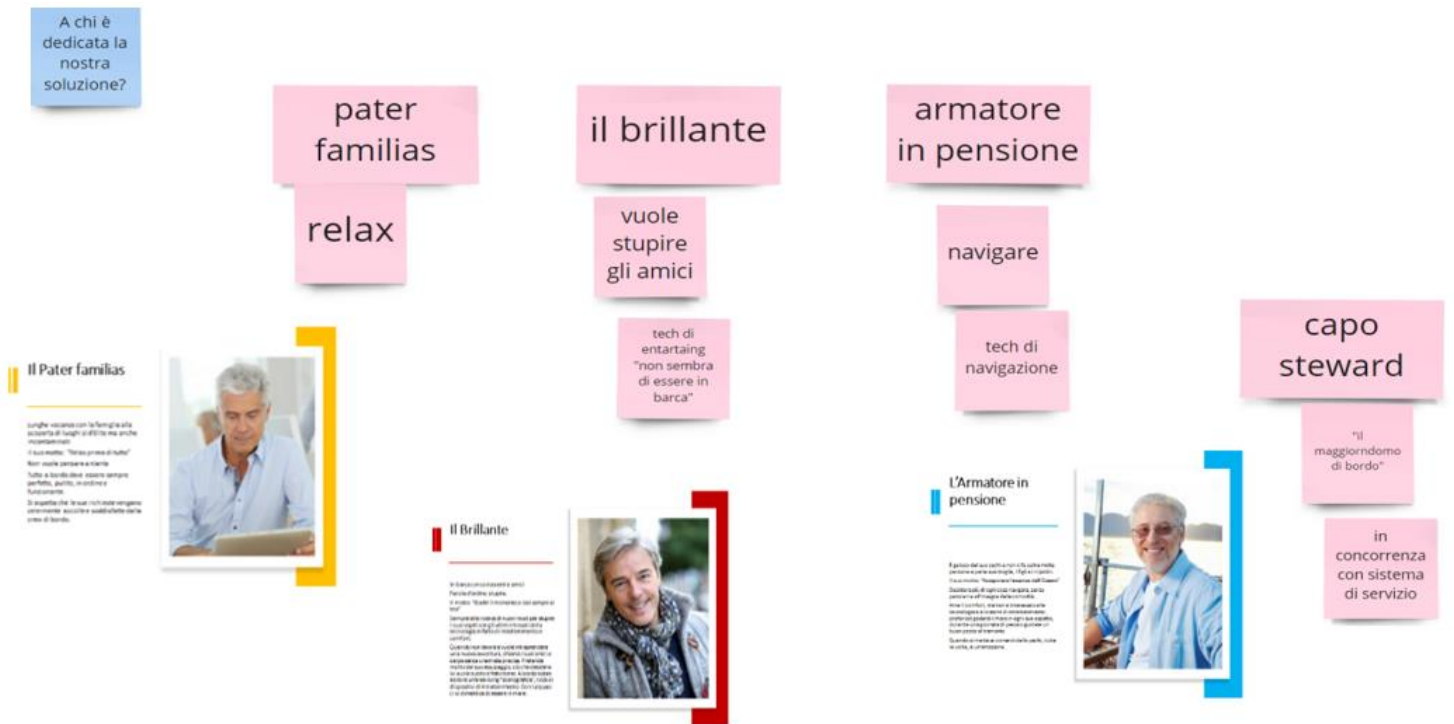


Fig. 8: profilazione personas

Come già anticipato, questa fase prevede la definizione del problema dell'utente che si desidera risolvere. Nel nostro caso l'obiettivo riconosciuto risiede nello studio di tecnologie ad alta innovazione che possono migliorare il comfort di una persona durante la sua esperienza a bordo dello yacht.

È stato quindi svolta una ricerca di quali potessero essere le tecnologie (superpowers) e di come queste possano integrarsi tra loro in un sistema domotico distribuito tramite gli algoritmi di machine learning, e lo sviluppo di reti neurali che permettono ad esempio il riconoscimento del volto, l'emozione, come anche la postura. In figura (fig. 9) è riportato il risultato di sviluppo di questa fase, in cui cominciano ad emergere i principali requisiti del prodotto.

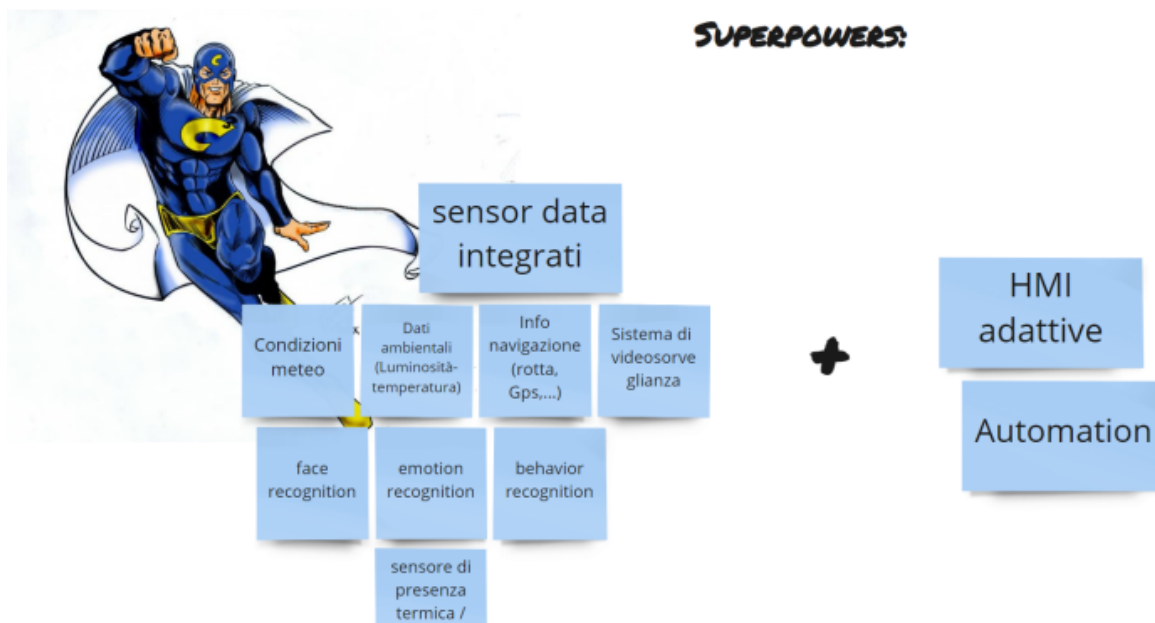


Fig. 9: ricerca superpowers

La Fig. 19 ci mostra invece un dettaglio dello sviluppo per il profilo del Pater familias (sul quale, insieme alla figura del brillante, si è concentrato il seguente lavoro, poiché considerati più interessanti in termini di studio).

## SCENARIO + SUPERPOWERS

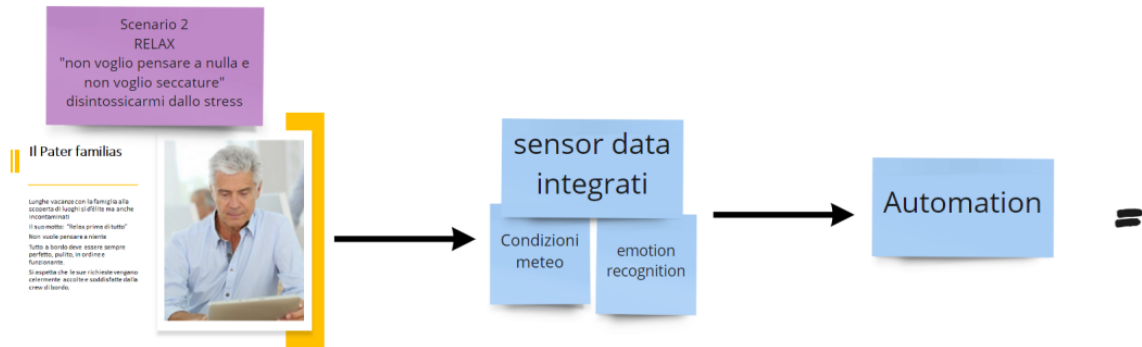


Fig. 10: Ricerca esigenze per la personas

Di seguito è quindi riportata la descrizione dei sistemi da integrare in ottica comfort sul quale farà leva la soluzione cercata.

### 4.3.1

### Emotion recognition

Per il riconoscimento delle emozioni è ipotizzabile l'utilizzo di una rete neurale sviluppata tramite un approccio ibrido che permetta di riconoscere le emozioni con una buona accuratezza e con una buona efficienza computazionale. La rete si implementa tramite il linguaggio informatico Python e si basa sui framework Keras e Tensorflow, fondendo tre diversi dataset pubblici ed è stata testata sulle note architetture per CNN, come VGGG13 e VGG16. La rete è quindi addestrata sulla versione ri-tagata del FER (il FER+), con una precisione di labeling superiore al 90% e contenente circa 35.000 immagini, oltre un milione di immagini di volti scansionati dal web e 450.000 immagini categorizzate da esperti umani. La distribuzione delle immagini nel dataset per ogni classe di riconoscimento (Fig. 11):

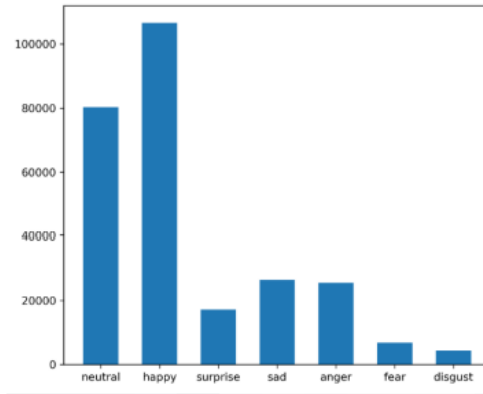


Fig. 11: La distribuzione delle immagini del dataset per emozione

Per addestrare una CNN esistono diversi tipi di architetture a cui fare riferimento, come un'architettura basata sul linguaggio di programmazione Python, mentre Keras, fornisce un layer di front-end al framework Tensorflow. Il tutto accompagnato da tecniche per migliorarne l'accuratezza, come l'allineamento facciale, tramite operazioni di rotazione e sono state testate le varie architetture VGG13, VGG16, VGG19, InceptionV2 ed InceptionV3, per valutarne le performance. La matrice di confusione finale della rete delle emozioni riporta i seguenti risultati (Fig. 12):

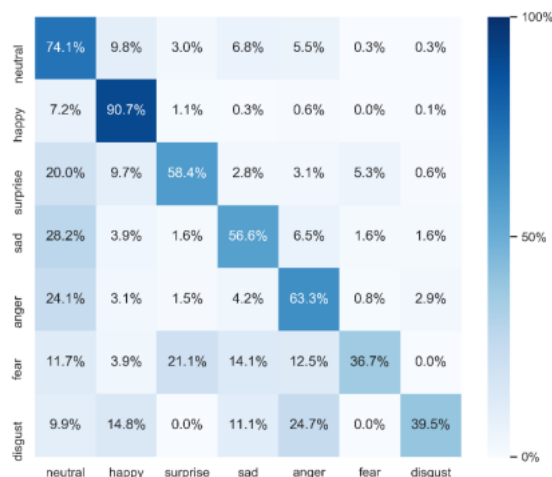


Fig. 12: Matrice di confusione delle emozioni

Si nota come il database delle emozioni Neutral e Happy sono di dimensioni notevolmente maggiori rispetto a quelli di Fear e Disgust.

Il riconoscimento del volto segue i seguenti passaggi:

1. Face Detection: individuazione di tutte le facce presenti nell'immagine. Si utilizza il metodo dell'Histogram of Oriented Gradients (HOG) (Fig. 13).



Fig.13 Trasformazione delle foto in Bianco e nero

Si trasforma l'immagine in bianco e nero e poi si analizzano ogni pixel nell'immagine, singolarmente, uno alla volta (Fig. 14).

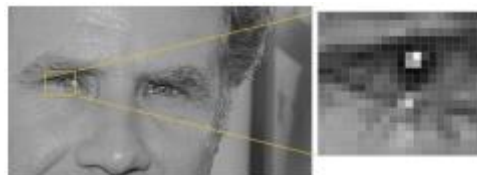


Fig. 14: Analisi dei pixel

Si va ad analizzare quanto sia scuro il pixel corrente rispetto ai pixel che lo circondano. Una volta completata l'analisi, si disegna una freccia indicante la direzione in cui la serie di pixel analizzata, si sta inscurendo (Fig. 15):

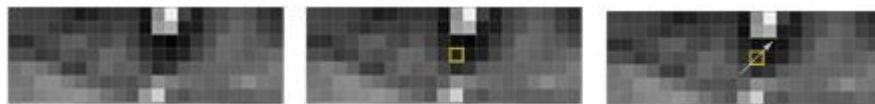


Fig. 15: Direzione di inscurimento

Ripetendo questo processo per ogni singolo pixel nell'immagine, si finisce per sostituire tutti i pixel, con delle frecce (Fig. 16).

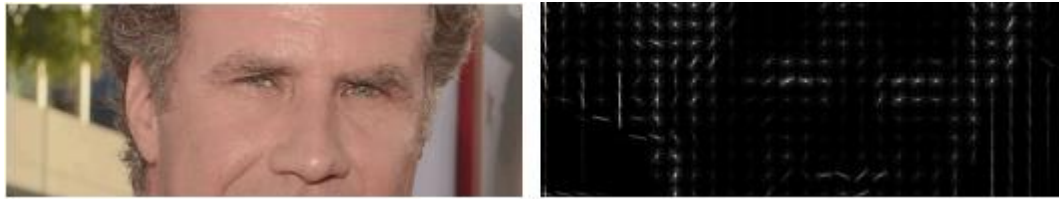
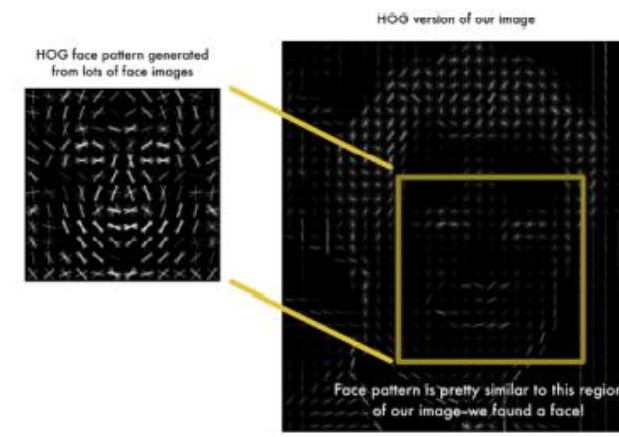


Fig. 16: La sostituzione dei pixel

A questo scopo, si scompone l'immagine in quadratini di 16x16 pixel ciascuno. Per ogni quadratino, si contano quanti gradienti puntano nella stessa direzione (quanti a destra, quanti in alto, etc...). Si sostituisce il quadratino con un altro gradiente che rappresenta la direzione nella quale la maggior parte dei gradienti stavano puntando (Fig. 17).



1) Fig. 17: Pooling dei gradienti

Infine, si trova la parte dell'immagine che assomiglia di più a un modello HOG codificato in precedenza per rappresentare schematicamente la struttura media di qualsiasi volto umano.

## 2. Posizione e proiezione dei volti: Face Landmark Estimation (Fig. 18).

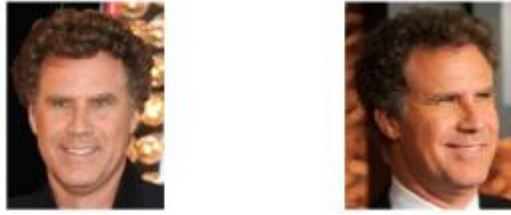


Fig. 18: Esempio di rotazione del volto

L'idea di base è che su ogni volto sono presenti 68 punti specifici (chiamati punti di interesse o Landmark) (Fig. 19).



Fig.19: I landmark del volto

Si va a ruotare, scalare e traslare l'immagine in modo che gli occhi e la bocca siano sempre orientati nel miglior modo possibile.

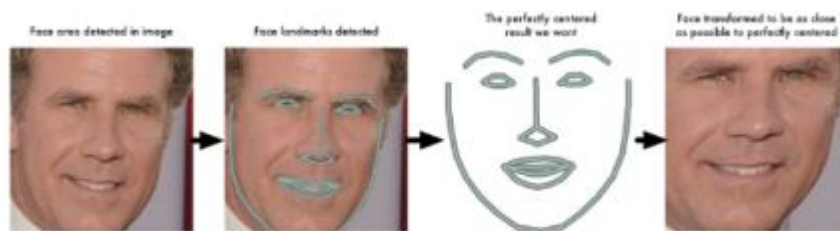


Fig.20: Allineamento del viso

3. Codifica delle facce: metodologia per estrarre alcune misure di base da ogni faccia. La soluzione è quella di costruire un Deep Convolutional Neural Network per generare 128 misurazioni per ogni faccia (Embeddings). Il processo di apprendimento della Neural Network lavora analizzando tre immagini contemporaneamente, per le quali una che contenga il volto di una persona da riconoscere; un'altra immagine della stessa persona e una terza



foto di una persona completamente diversa. A questo punto l'algoritmo esamina la distanza dei landmarks che sta generando per ciascuna di queste tre immagini. Successivamente, aggiusta i pesi della Rete Neurale in modo da assicurarsi che le misure generate per le facce n°1 e n°2 siano leggermente più vicine, mentre le misure per le facce n°2 e n°3 siano leggermente più distanti.

4. Trovare il nome della persona dalla codifica: attraverso algoritmi SVM, (Support-Vector Machines), questi modelli di apprendimento supervisionato sono associati ad algoritmi di apprendimento per la regressione e la classificazione. Dato un insieme di esempi per l'addestramento (training set), ognuno dei quali etichettato con la classe di appartenenza fra le due possibili classi, un algoritmo di addestramento per SVM costruisce un modello che assegna i nuovi esempi ad una delle due classi, ottenendo quindi un classificatore lineare binario non probabilistico (Fig. 21). È sufficiente addestrare un classificatore a raccogliere le misure da un'immagine e assegnarle a una persona a cui corrisponde la sequenza di 128 numeri più simile.

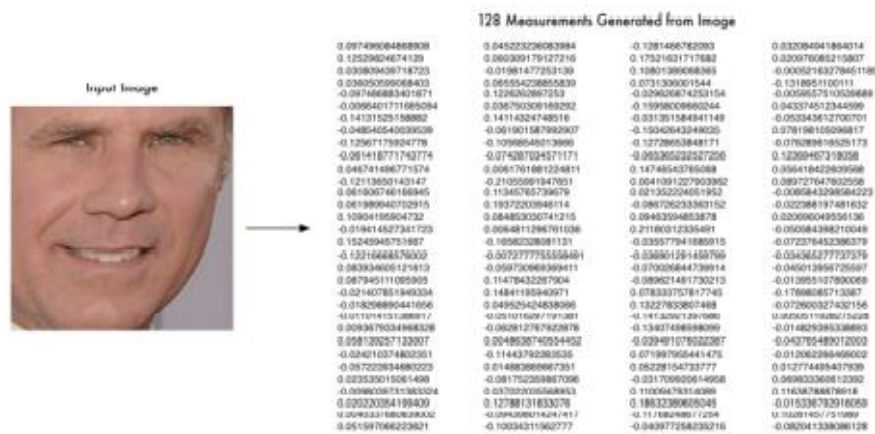


Fig. 21: Le 128 misure del viso

Il risultato finale è il nome della persona.

Per il face recognition si utilizza un software open source che si basa su questa metodologia. Il software è realizzato in Python e ha una accuratezza del

99,38% sul benchmark Labeled Faces in the Wild e utilizza librerie di Computer Vision esterne come dlib e OpenCv.

### 4.3.2

### Body Recognition

Un altro sistema da integrare è quello di reti neurali in grado di riconoscere lo skeleton (Fig.22), cioè gli arti della persona. Questi sistemi sono in grado di tracciare i punti dello skeleton su un piano bidimensionale di coordinate  $x,y$  tramite una fotocamera fissa all'interno della stanza.

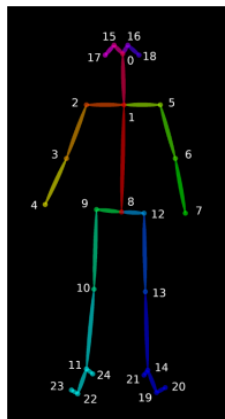


Fig. 22: Nodi dello skeleton da associare al soggetto inquadrato

Il requisito fondamentale è la calibrazione della fotocamera con il ritaglio digitale delle aree che attivano i dispositivi domotici quando determinati punti dello skeleton si trovano all'interno dell'area di attivazione. I dispositivi vengono attivati quando i punti dello skeleton rilevate [35] nella porzione di frame che avvia l'accensione del dispositivo. Mappando i punti dello skeleton di una persona all'interno di una stanza di uno yacht attraverso una fotocamera si può pensare anche di eliminare tutti gli interruttori dei dispositivi domotici e il relativo sistema elettrico.

Data una stanza, si selezionano delle aree al suo interno ritagliandole nel frame di acquisizione tramite riquadri di coordinate x,y in pixel. Ad esempio, la presenza dei punti 8-9-12 dello skeleton nell'area azzurra (divano) può far accendere il Tv e/o la lampada:

### 4.3.3

### Posture Recognition

---

Rimanendo sull'idea degli skeleton data, dall'avvento del sensore Microsoft Kinect nel 2010, sempre più ricercatori hanno iniziato a sviluppare metodi di riconoscimento della postura basati su dati scheletrici e immagini di profondità. Per il quale ad esempio che definisce due tipi di caratteristiche, vale a dire, la distanza media tra 10 punti articolari dell'arto superiore e le caratteristiche angolari di 9 articolazioni adiacenti rispetto alla postura da riconoscere.[36]. Un altro sistema valido proposto in [37] per il riconoscimento della postura umana, basato ancora sulle informazioni sullo scheletro estratte da un sensore Kinect (per il quale è stato dimostrato che l'algoritmo è in grado di riconoscere efficacemente molti tipi di posture umane e i risultati ottenuti dal metodo di apprendimento basato su regole sono di maggiore interpretabilità rispetto a quelli dei metodi di apprendimento automatico tradizionali e delle CNN), è illustrato nella figura (Fig. 23) che riporta le fasi coinvolte in questo approccio. In primo luogo, sono state definite più funzioni, comprese le caratteristiche dell'angolo e le caratteristiche della distanza tra i giunti. Quindi sono stati utilizzati metodi di bagging e random subspace per creare insiemi di regole basati sull'algoritmo di apprendimento RIPPER, che ha consentito di addestrare 100 set di regole che insieme costituiscono la classificazione finale mediante processo di majority voting.

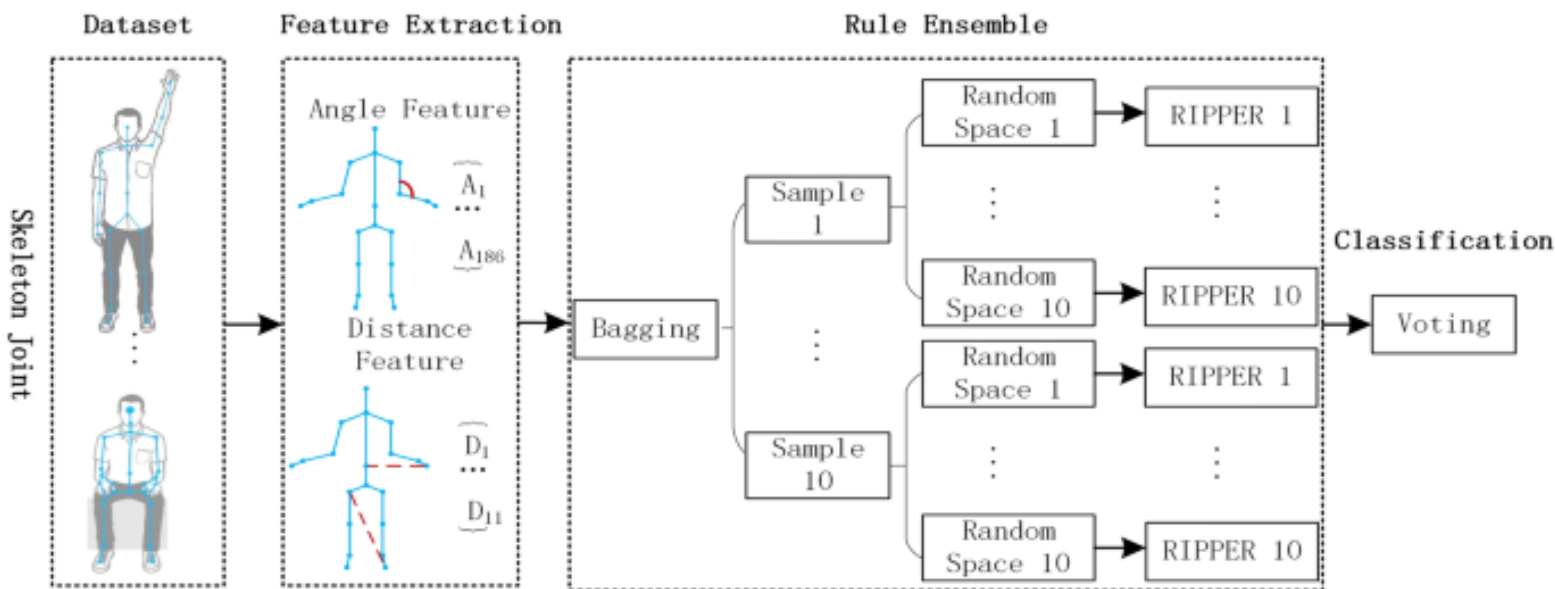


Fig. 23: fasi coinvolte nell'approccio di posture recognition

#### 4.3.4

#### Behaviour recognition

Un'altra possibile integrazione al sistema, che sto sviluppando, è quella di un sistema predittivo di riconoscimento del comportamento in ambiente domotico attraverso il riconoscimento di pattern comportamentali che si basano sul principio che l'essere umano segue sempre una determinata routine giornaliera. Esempio di pattern: Alzarsi la mattina -> accendere lo stereo -> leggere un libro .... L'input del sistema è costituito da:

- Variabili interne: dispositivi domotici con cui l'essere umano interagisce (Tv, Lampada, Stereo, etc..).
- Variabili esterne: sensori che forniscono informazioni rilevanti per l'interazione dell'essere umano con i dispositivi domotici (Rilevatore di luce interna, Termometro, Orologio, etc..).
- Reti neurali esterne: Face Recognition, Body Recognition, Emotion Recognition, etc.
- Inserimento anche di altre variabili che incidono sul comportamento dell'essere umano e della sua interazione con gli oggetti domotici: Meteo, Emozione, etc.

A questo punto il sistema sarà in grado di imparare a svolgere determinati compiti migliorando, tramite l'esperienza, le proprie capacità, le proprie risposte e funzioni. Alla base dell'apprendimento automatico, degli algoritmi, sapranno prendere una specifica decisione piuttosto che un'altra o effettuare azioni apprese nel tempo.

Si continua ad esplorare lo spazio del problema proseguendo con la comprensione condivisa e completa del problema affrontato prima dell'inizio del processo di sviluppo effettivo, in particolare imparando a conoscere l'utente e il suo contesto comportamentale. Il tool a supporto di questa fase, come già introdotto nel terzo capitolo, è l'approccio AEIOU Fig. 24:

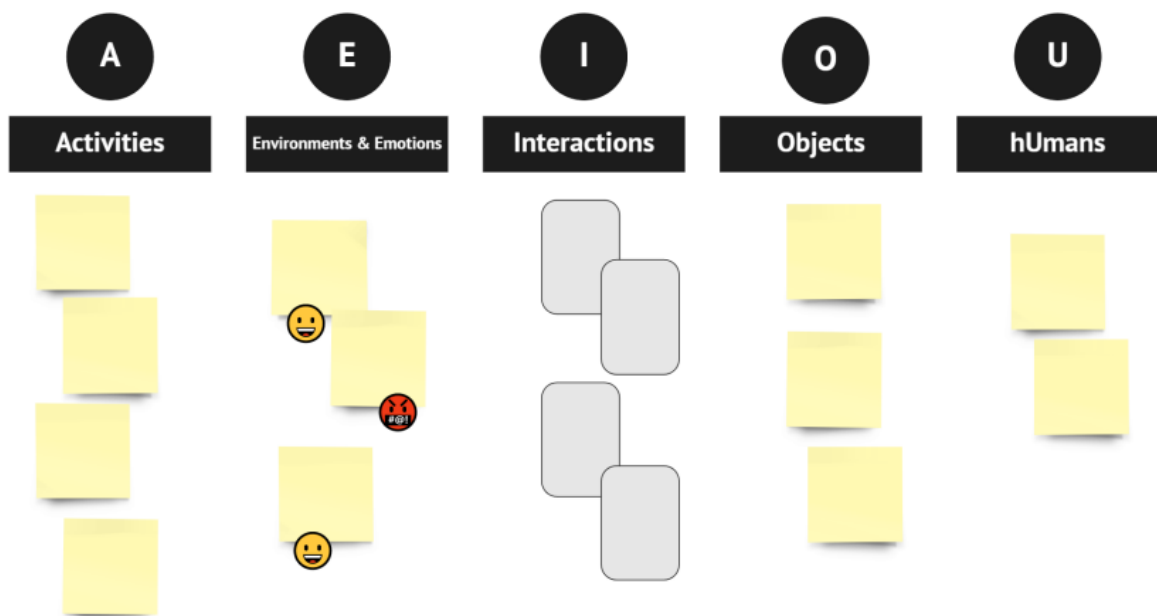


Fig. 24: Tool AEIOU

Le azioni che le persone svolgono nel tempo (A), gli ambienti da loro occupati (E), quali sono le interazioni, le risposte agli impulse che l'utente riceve (quindi dove andranno ad agire I superpowers) (I), gli oggetti e sistemi con cui interagiscono (O) e le relazioni tra utenti che si stabiliscono (U), emersi dalla sviluppo dall'attività di brainstorming dedicata, sono le seguenti mostrate.



Fig.25: dettaglio “ingredienti”

Il passo successivo è quello di integrare in storie promettenti, gli “ingredienti” trovati, che convergono in idee (IDEAS) che adattate allo scenario corrente, valorizzano e ottimizzano quella particolare situazione (Fig. 26-27).

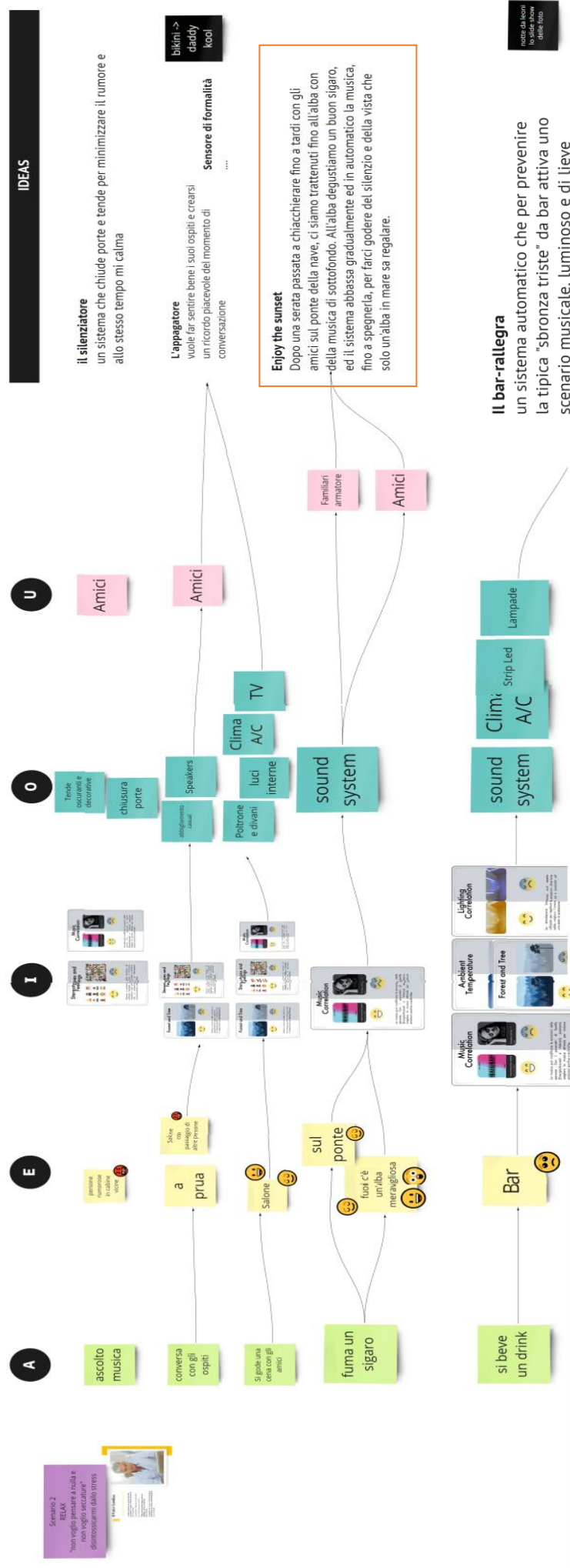


Fig. 26: IDEAS



Questa visualizzazione ci aiuterà da qui in avanti ad esplorare più idee più rapidamente di quanto si potrebbe altrimenti con approcci differenti.

**Enjoy the sunset**  
Dopo una serata passata a chiacchierare fino a tardi con gli amici sul ponte della nave, ci siamo trattenuti fino all'alba con della musica di sottofondo. All'alba degustiamo un buon sigaro, ed il sistema abbassa gradualmente ed in automatico la musica, fino a spegnerla, per farci godere del silenzio e della vista che solo un'alba in mare sa regalare.

Fig. 27: esempio dettaglio di un IDEAS "Enjoy the sunset"

La strada verso una soluzione sempre meno astratta prosegue andando a descrivere nel dettaglio le funzionalità in termini di interazione e feedback dell'utente all'interno di un'interfaccia distribuita (DUI's, per cui diversi insiemi di dispositivi di input e output possono formare un ambiente diverso), attraverso una User Story Mapping.

Prendendo in esame l'ambiente salone, questa è così presentata (Fig. 28-29-30):

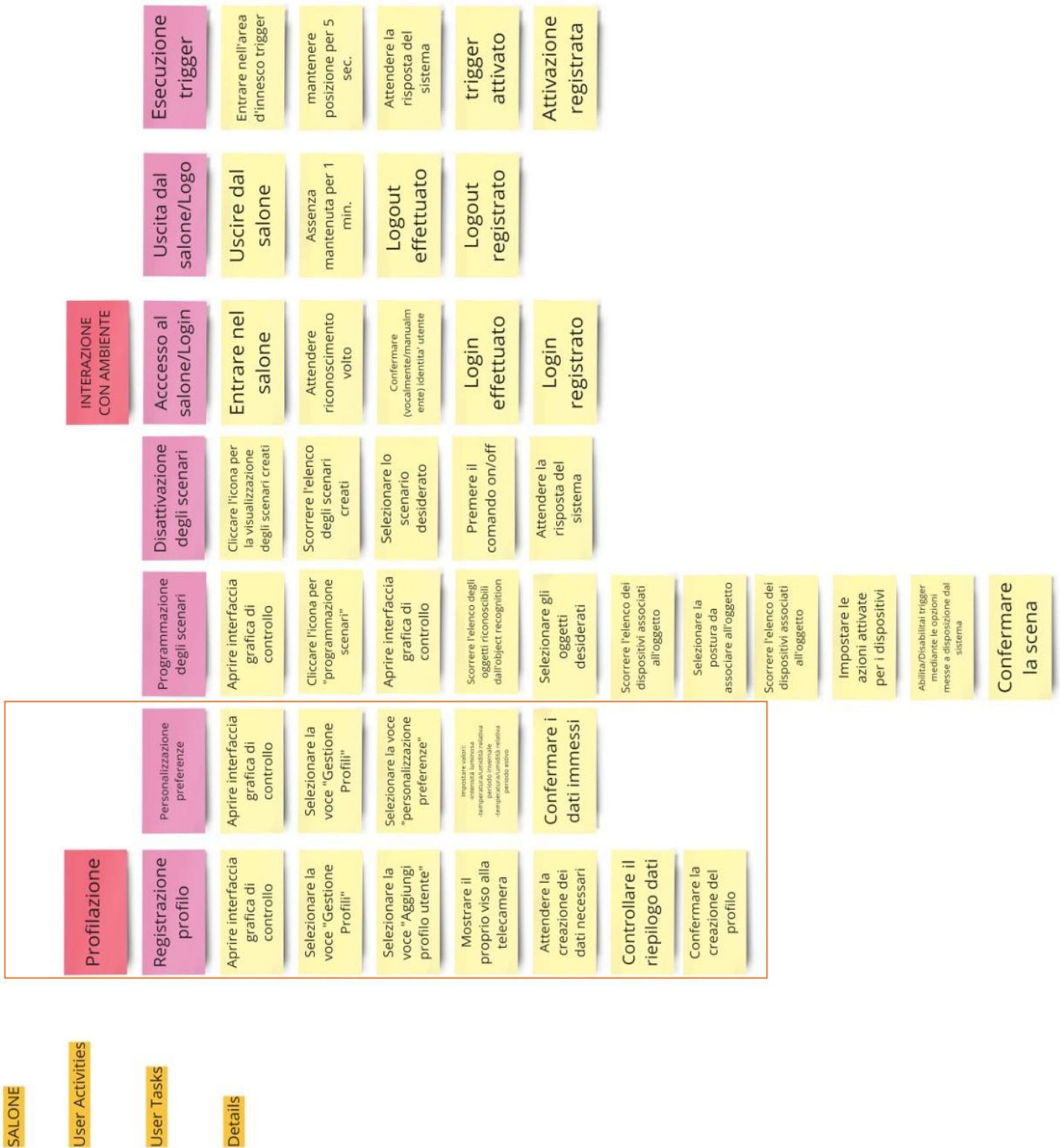


Fig. 28: User Story Mapping Salone #1



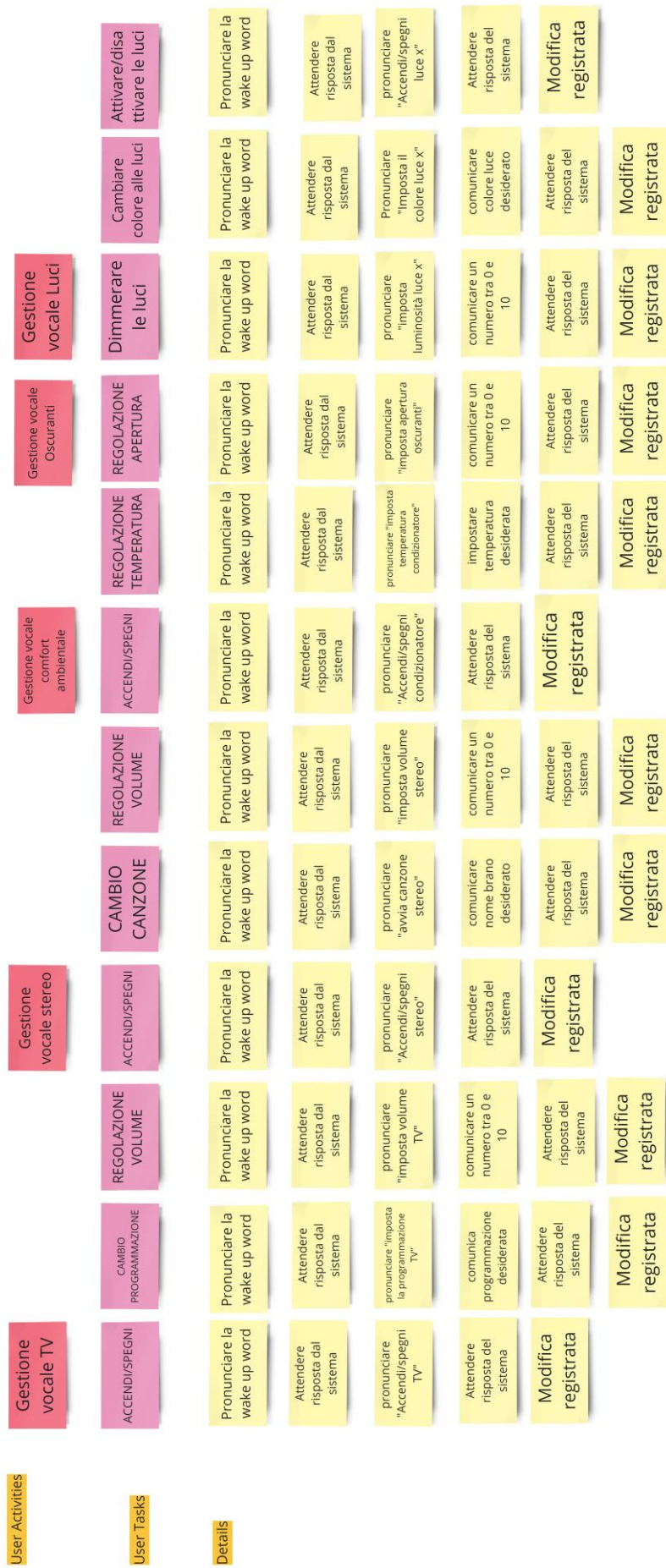
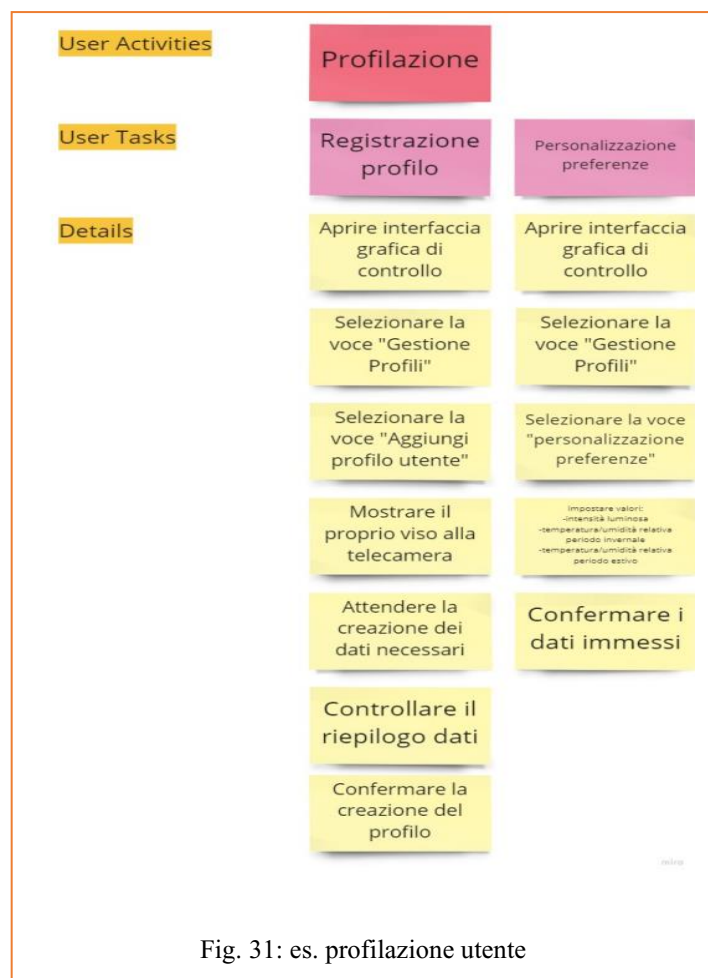


Fig. 30: User Story Mapping Salone #3

Lo sviluppo orizzontale definisce il flusso per il quale si sviluppa la “backbone” (User Activities), come primo livello e gli “steps” (User Tasks), nella seconda riga. Lungo lo sviluppo verticale sotto ciascuno step ho riportato il dettaglio delle attività, quindi le “stories” (Details) per ogni particolare area, come viene riportato per esempio nel particolare in Fig. 31 dove viene descritta la procedura di profilazione di un utente che ha la possibilità di registrarsi e di inserendo le proprie credenziali e le preferenze che serviranno da base per l’attivazione degli scenari pre-configurati.



Attraverso i flow chart (Fig 32) ho poi stabilito le regole di adattamento, che in questa fase di progetto sono statiche, dell’environment in base alle informazioni che il sistema rileva per ogni contesto di interazione ambiente-utente; parliamo di un ambiente adattivo che sarà sensibile alle emozioni della persona.



Nel caso di un salone all'interno dello yacht, il sistema deve essere in grado di gestire sia i comportamenti di utenti registrati che abitualmente utilizzano la stanza, come deve essere in grado anche di gestire utenti che non registrati che non vivono abitualmente questo spazio, come potrebbe essere il caso degli ospiti.

Il sistema, per entrambe le tipologie è stato configurato tramite l'associazione emozioni-colore e l'associazione emozioni-musica per il genere musicale e i brani. In aggiunta però, per le persone per le quali avviene il match di riconoscimento con un utente all'interno del database, il sistema va ad utilizzare le preferenze registrate dall'utente nel momento che interagisce con l'environment, per quanto riguarda la gestione degli oscuranti, delle condizioni igrometriche, intensità luminosa e volume di dispositivi e rumori esterni all'ambiente. Differente è il caso della configurazione all'interno della cabina dell'armatore. Infatti, all'interno della stanza da letto ho considerato solo il caso della configurazione del sistema sulle preferenze dell'utente, andando ad escludere che una persona sconosciuta potesse utilizzare il sistema.

Di seguito è invece riportato nel complesso lo schema dell'architettura del sistema proposto (Fig.33).

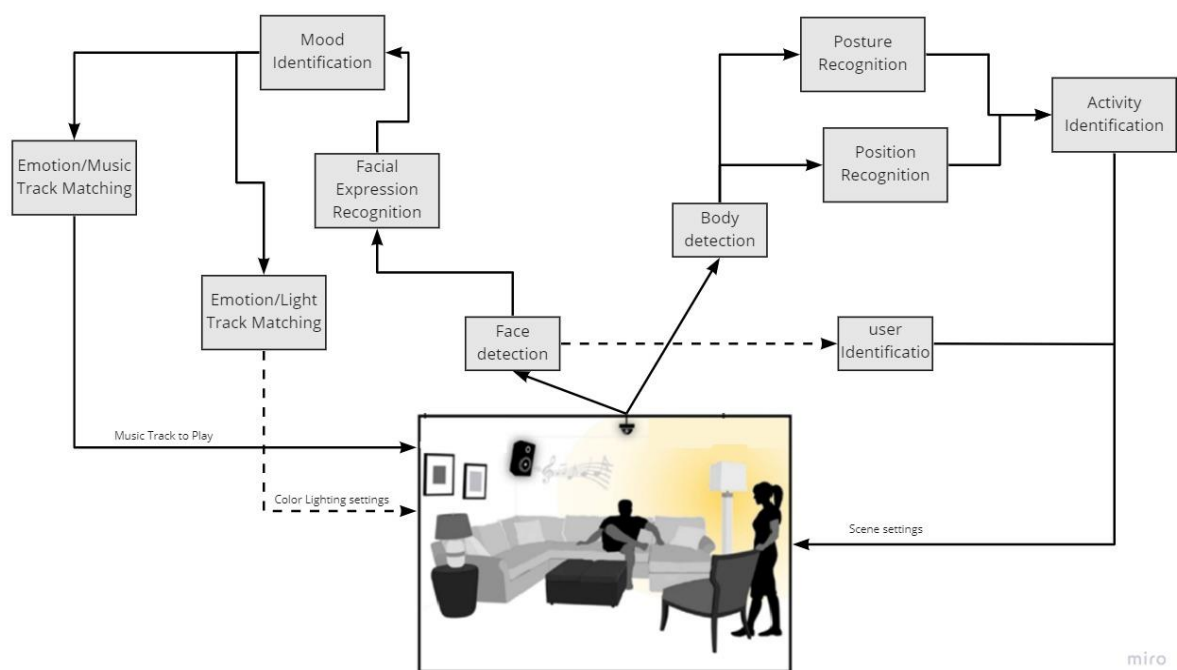


Fig. 33: architettura del sistema

I nodi di elaborazione che caratterizzano il sistema saranno quindi quattro:

- Il riconoscimento del volto.
- L'identificazione dell'umore (emozione/mood) in base all'espressione facciale.
- Identificazione comportamentale in base alla postura e occupazione di aree appositamente ritagliate (area bar, area studio, area veduta, area divano) dell'ambiente.
- Identificazione scenario più opportuno in base alla conoscenza acquisita dal sistema (motore d'adattamento), per esempio andando a variare l'illuminazione, la musica di sottofondo, condizioni igrometriche dell'ambiente etc.

In particolare, per quanto riguarda la gestione del suono, per associare un brano musicale alle emozioni di base di Ekman in modo oggettivo, ho considerato lo spazio bidimensionale Valence-Arousal sempre introdotto in [38] (Fig.34).

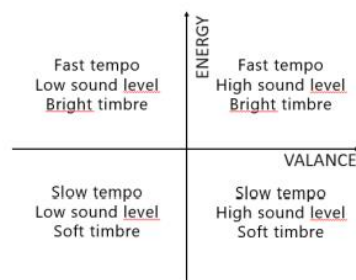


Fig. 35: spazio bidimensionale Valence-Arousal

Utilizzando la valenza o indice di positività o negatività di una emozione e il grado di energia (cioè di eccitazione) è possibile mappare il brano musicale all'interno di uno spazio bidimensionale [39].

Infatti, sulla base dei risultati discussi in [40], musica caratterizzata da "high-valence/high-arousal" sembra essere più correlato con sensazioni eccitanti, mentre una musica con "low-valence/low-arousal" risulta più triste, malinconica e noiosa e musica invece con "low-valence/high-arousal" è generalmente associata alla tensione. Di conseguenza le aree identificate nello spazio valence-arousal sono 5, le



quali possono essere rispettivamente associate con le cinque emozioni di base di Ekman: sorpresa, felicità, paura, rabbia e tristezza (Fig. 35).

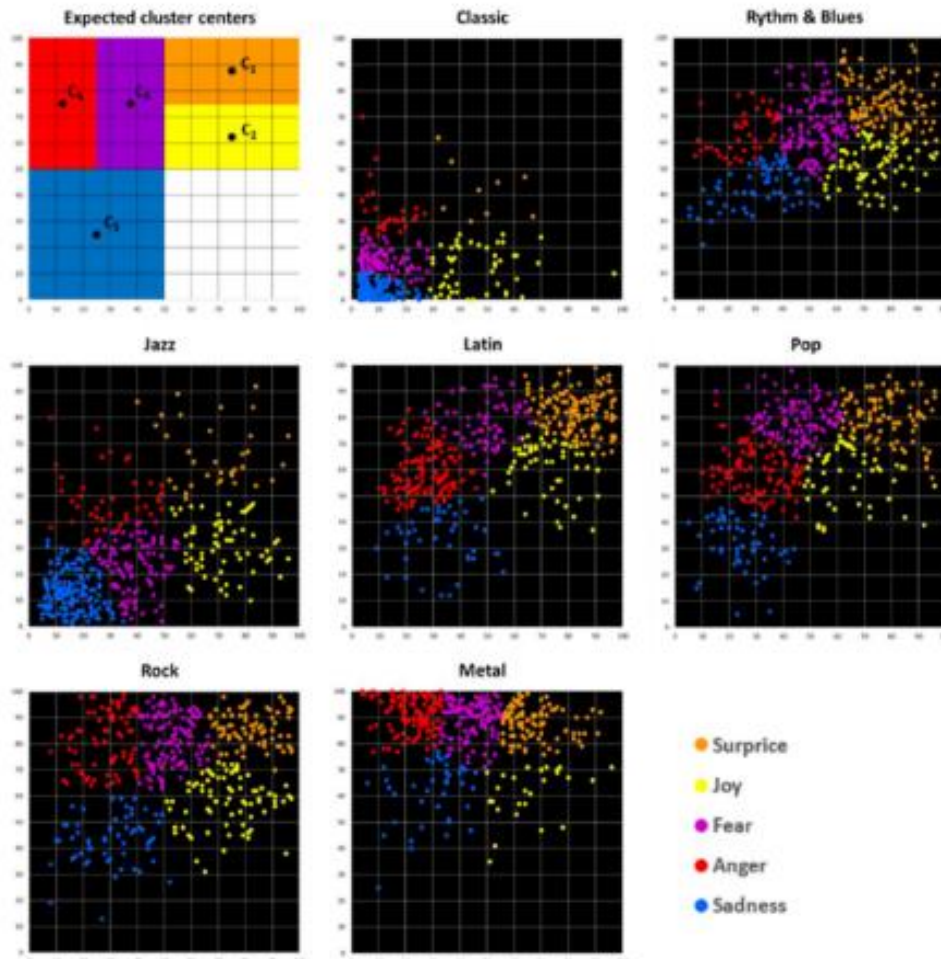


Fig. 35: Esempio di clustering dei generi musicale per emozione

I baricentri di queste aree sono stati considerati come i centroidi di partenza in un processo di clustering “k-means”, applicato per suddividere una playlist musicale relativa a un genere in un totale di 5 sottogruppi, rispettivamente in relazione, ognuno, con le cinque emozioni considerate.

Per quanto riguarda la gestione delle luci e dei colori è possibile invece associare un colore ad ogni emozione e riprodurli attraverso un sistema di illuminazione RGB lighting system (Tab.1). Per arrivare a ciò, è stato realizzato un sondaggio in cui sono state coinvolte circa 300 persone (58,4% donne e 41,6% uomini), per determinare le

associazioni colore-emozione. Il questionario è stato gestito attraverso tramite Google Survey e amministrato in forma anonima. L'utente, in un primo momento, doveva indicare le sue generalità (ad esempio, sesso ed età). Successivamente gli veniva chiesto di associare un colore a ciascuna delle emozioni di base (Gioia, Sorpresa, Paura, Paura, Rabbia, Tristezza). Per ogni emozione, all'utente gli veniva chiesto di rispondere alla domanda: "Secondo la seguente tavolozza di colori, quale colore assoceresti all'emozione X?" L'utente doveva scegliere un colore tra una tavolozza di 8 colori (Fig. 36).



Fig. 36: Palette di colori

<i>Emozione</i>	<i>Colore</i>	<i>Risultato (%)</i>
<b>gioia</b>	C3 (giallo)	46,6
<b>sorpresa</b>	C2 (arancione)	41,1
<b>paura</b>	C7 (viola)	42,7
<b>rabbia</b>	C1 (rosso)	71,5
<b>tristezza</b>	C6 (blu)	62,2

Tab. 1 : associazione emozione-colore predominante

Tornando all'architettura complessiva del sistema, questa sarà quindi caratterizzata da tre moduli principali, di seguito descritti in dettaglio: il data acquisition system, il BBN Prediction system, e il System Manager.

1. Il data acquisition system prende in input i video forniti dalle telecamere nell'ambiente ed esegue il tracciamento delle persone, il riconoscimento facciale, il riconoscimento delle espressioni facciali e della postura, attraverso

appositi strumenti SW basati su algoritmi di Deep Learning. In questo modo è possibile contrassegnare le persone con ID e registrare i loro comportamenti, determinandone facilmente le abitudini tipiche nelle varie aree dello yacht. I dati raccolti vengono archiviati in un Database per consentire elaborazioni statistiche e supportare il corretto addestramento del BBN Prediction System. In particolare, l'informazione è strutturata in quattro aree semantiche:

- la User Features Profile che include lo User Personal Information e fornisce la descrizione del modello del profilo dell'utente, in base alla sua struttura cognitiva e fisica, allo stato e alle preferenze.
  - lo User Use Profile che include lo User Model Context Information: la cronologia delle interazioni precedenti, le preferenze dell'utente e le esigenze informative.
  - Il Log Adaptation Actions rappresenta la raccolta di tutte le azioni di adattamento eseguite dall'interfaccia. Riceve le informazioni ogni volta che il sistema esegue un'azione di adattamento: queste informazioni sono necessarie per controllare il grado di adattamento del sistema e contemporaneamente il miglioramento delle competenze dell'utente nel processo.
  - Il Context Data, su cui vengono raccolti tutti i dati rilevanti per la definizione del contesto utente del sistema. Registra le informazioni derivate dai sensori ambientali (contesto spaziale) associati alle coordinate temporali. Registrerà le informazioni dai sensori e dagli oggetti intelligenti nell'ambiente. Il core Module rappresenta il perno generale del sistema adattivo: è composto da due meccanismi adattivi e da un sistema di monitoraggio dei cambiamenti.
2. Il BBN Prediction system: per essere implementato i sistemi di lavoro sfruttano il meccanismo di adattamento della rete bayesiana, utilizzando un software chiamato Netica. Le reti bayesiane [40] sono uno degli strumenti di

conoscenza più completi e coerenti per l'acquisizione, la rappresentazione e l'uso in condizioni di incertezza e il software di simulazione Netica, prodotto da Norsys Software Corporation [41], è uno strumento completo per lavorare con le reti di credenze e diagrammi di influenza. La BBN casual map (Fig. 37), relativa al mio caso studio è definita sulla base delle ricerche precedenti.

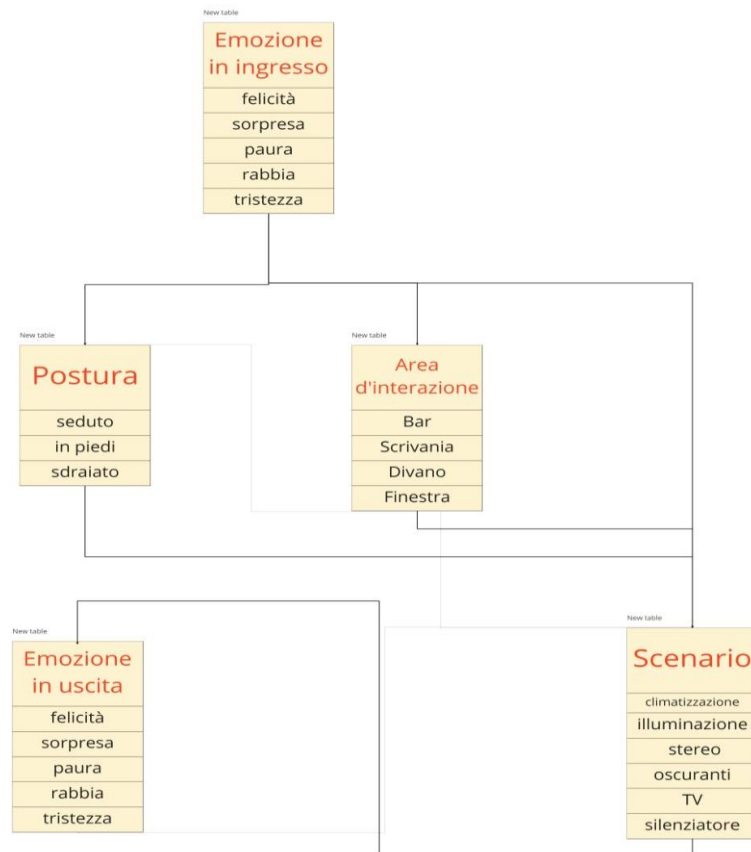


Fig. 37: la risultante mappa causale BBN

3. System Manager: I risultati da questo generati vengono utilizzati per fornire suggerimenti su possibili azioni per migliorare il la customer esperience, secondo obiettivi e vincoli predefiniti. Il System Manager fornisce anche informazioni in tempo reale e storiche relative alle emozioni degli utenti raccolte all'interno dell'ambiente. Tali informazioni possono essere utili per misurare l'efficacia dell'esperienza dell'utente definita e consentire di correggerlo in modo retroattivo.

Sarà quindi l'Adaptable Engine, all'interno dell'architettura rende il sistema più adatto al profilo utente. L'adattabilità si basa su caratteristiche e preferenze note alla prima interazione e si presume che rimangano statiche durante una singola sessione di interazione. Questo "motore" prende come input le informazioni raccolte nelle Caratteristiche del profilo utente per adattare le caratteristiche dell'interfaccia distribuita, come volume stereo, apertura oscuranti e climatizzazione. L'architettura del sistema di interfaccia è mostrata nella Fig. 38 di seguito.

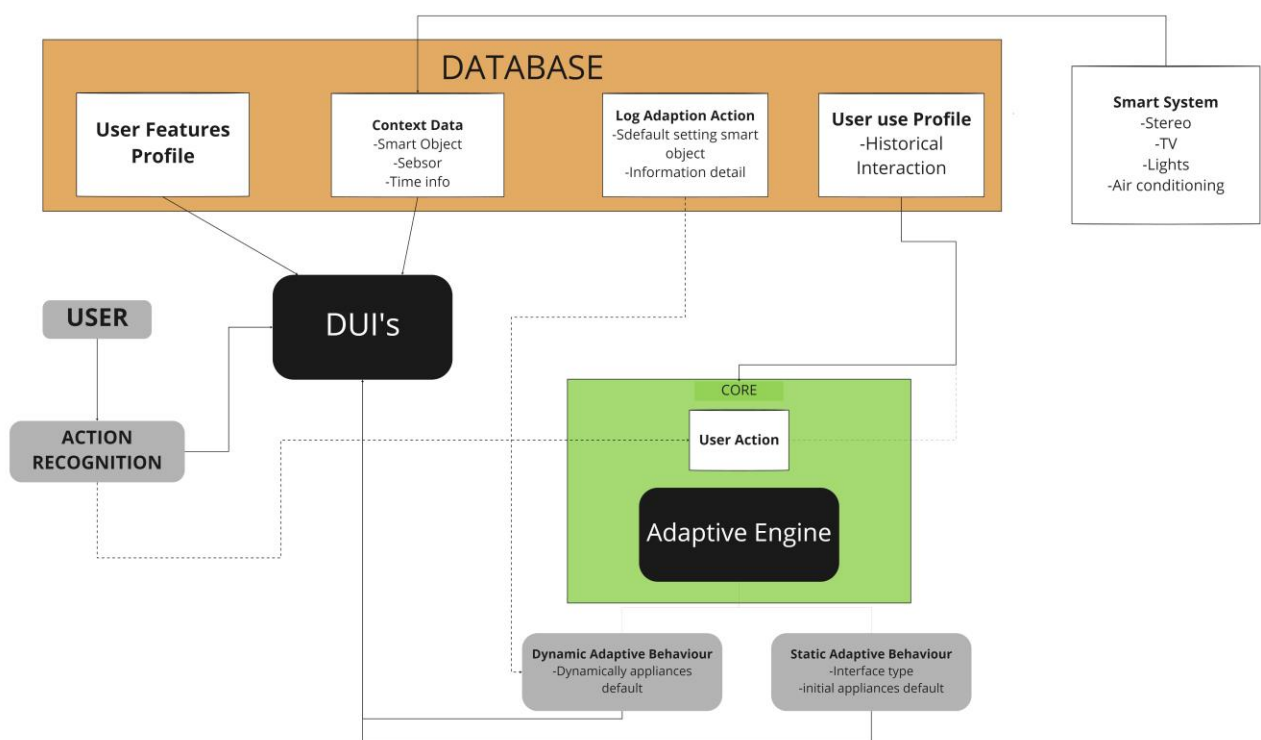


Fig. 38: architettura del sistema d'interfaccia

L'Adaptive Engine renderà il sistema adattivo in base al profilo di utilizzo; adattabilità che si basa quindi su meccanismi di cambiamento che includono tutte le caratteristiche dinamiche. Il motore adattivo dipende quindi dalle informazioni fornite dal database delle funzionalità utente, dall'utilizzo dell'utente e dai dati di contesto e applica le modifiche a livello di interfaccia. Di seguito riportato un esempio di attività utenti che il sistema prende come input (Fig. 39).

Id	POSTURA	ZONA	GIORNO	ORA	METEO	TEMPERATURA INTERNA	TV ON	STEREO ON	LUX	PUNTO LUCE ON	OSCURANTI ALZATI	SILENZIATORE ON	COLORE LUCE	XBOX/ON
MOGLIE	IN PIEDI	BAR	LUNEDI	10:00	SOLEGGIATO 30°C	26°C	1	0	120	0	1	0	ARANCIONE	0
MOGLIE	SEDUTA	DIVANO	LUNEDI	10:15	SOLEGGIATO 30°C	26°C	1	0	122	0	1	1	NEUTRA	0
PATER	IN PIEDI	BAR	LUNEDI	10:30	SOLEGGIATO 29°C	25°C	0	1	100	0	1	0	ARANCIONE	0
PATER	SEDUTO	SCRIVANIA	LUNEDI	10:45	SOLEGGIATO 29°C	25°C	0	1	150	1	1	1	BIANCA	0
PATER	SEDUTO	SCRIVANIA	LUNEDI	11:00	PARZIALMENTE NUVOLOSO 27°C	24°C	0	1	150	1	1	1	BIANCA	0
-	-	-		11:15	PARZIALMENTE NUVOLOSO 27°C	25°C	0	0	50	0	0	0	-	-
FILGIO	DISTESO	DIVANO	LUNEDI	11:30	SOLEGGIATO 30°C	26°C	1	1	75	0	0	1	BLU	1
...														miro

Fig. 39: informazioni registrate nel database

A questo punto i tipi di output che fornisce sono due: l'output statico che imposta il tipo di interfaccia (utente registrato, utente non registrato) e il default degli apparecchi iniziali che è gestito dal calcolo delle probabilità associato al rilevamento del profilo di utilizzo dell'utente; l'output dinamico invece si riferisce all'azione dell'utente in fase di esecuzione. Gestisce dinamicamente le impostazioni predefinite delle apparecchiature e aggiorna l'interfaccia in fase di esecuzione, generando configurazioni sempre più in sintonia con le abitudini da loro prediligiate. Ad esempio, considerando la l'ambiente "salone", se l'utente decide di entrare nell'area studio, il sistema proporrà una musica di sottofondo, combinata con l'apertura degli oscuranti e di un punto luce sulla scrivania. Ricapitolando, si possono prevedere tre fasi:

- I. Nella prima fase è possibile eseguire una configurazione pre-impostata dei vari dispositivi che si accendono secondo determinate routine in attesa di registrare i feedback dell'utente. Questo permetterà di studiare i parametri che influenzano il comportamento. I dispositivi si attivano quando l'utente è in determinate aree della stanza / utilizza i sistemi di domotica attuali.
- II. Nella seconda fase invece si monitorano le azioni per un periodo di tempo e si raccolgono dati.

III. Nella terza fase, in base ai dati raccolti ed elaborati, si applicano gli algoritmi di Machine Learning con predizione del comportamento e accensione automatica dei dispositivi. Inoltre, si registrano i falsi positivi con sistema di feedback vocale o spegnimento del dispositivo (quando l'utente non vuole l'attivazione del dispositivo).

La quarta fase ha visto nascere il prototipo virtuale, quindi una versione ridotta del prodotto, sottoforma di modello virtuale. Il lavoro parte con l'apertura dell'ambiente CAD del blocco cabina di pilotaggio-salone tramite software applicativo commerciale per la modellazione 3D di superfici sculturale Rhinoceros Fig.41.

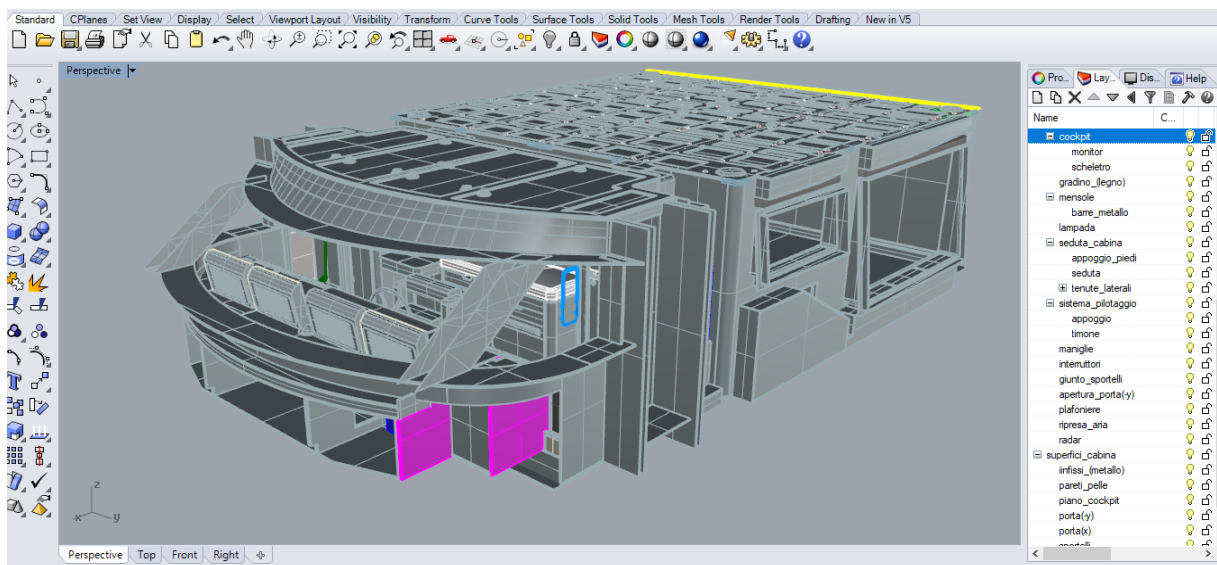


Fig.41: Modello CAD salone-cabina di comando

All'interno del programma ho svolto un lavoro di semplificazione del modello, pulendo i due blocchi principali dal mobilio e dalle superfici non visibili.

Quanto rimane dell'ambiente è stato poi esportato nel software di grafica vettoriale tridimensionale e animazione 3d STUDIO MAX. All'interno del quale mi sono apprestato a creare e assegnare i materiali che permetteranno di rendere la scena più realistica. Un "material" definisce infatti come l'oggetto riflette o trasmette la luce. Le proprietà dei materiali lavorano "mano nella mano" con le proprietà delle luci: in questo modo ombreggiatura e rendering combinate insieme simulano come l'oggetto apparirebbe nel mondo reale. È possibile applicare materiali a singoli oggetti o ad una selezione di oggetti. Una singola scena, dunque, può contenere un grande



numero di materiali. L'insieme dei comandi utilizzabili per creare, modificare e applicare i materiali nella scena si trovano nel Material Editor (in modalità Compact Fig. 42 o Slate Fig.43)

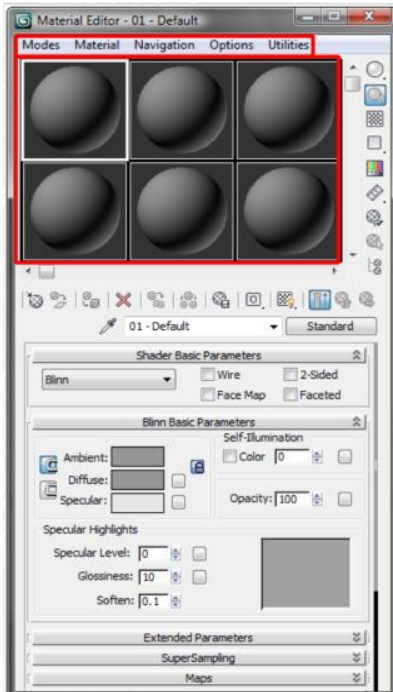


Fig. 42: Material editor aperto in modalità Compact

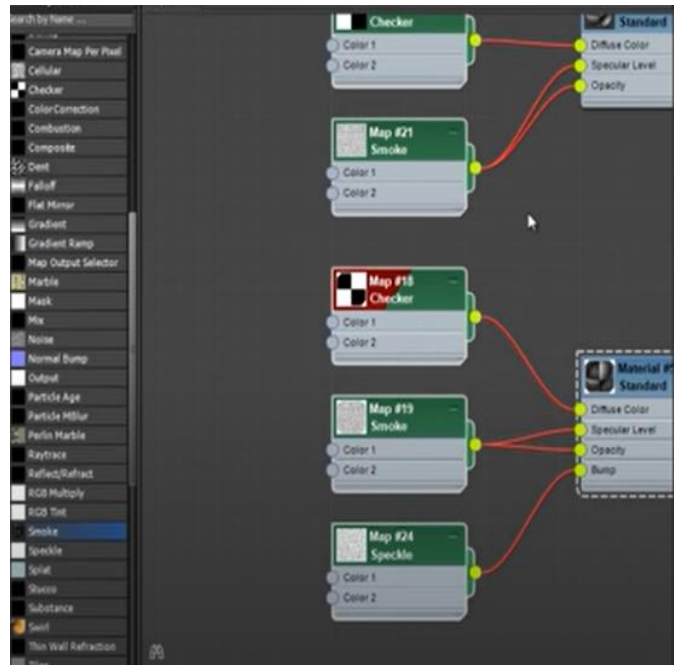


Fig.43: Material editor aperto in modalità Slate

Per l'assegnazione del materiale per oggetti che prevedevano texture specifiche, come la trama dei tessuti delle sedute o il satinato dei montanti, è risultato utile l'utilizzo del plug-in Substance in 3ds Max, con il quale ho importato i materiali Substance direttamente nell'editor Slate. Il risultato è riportato nella pagina seguente (Fig.44-45).

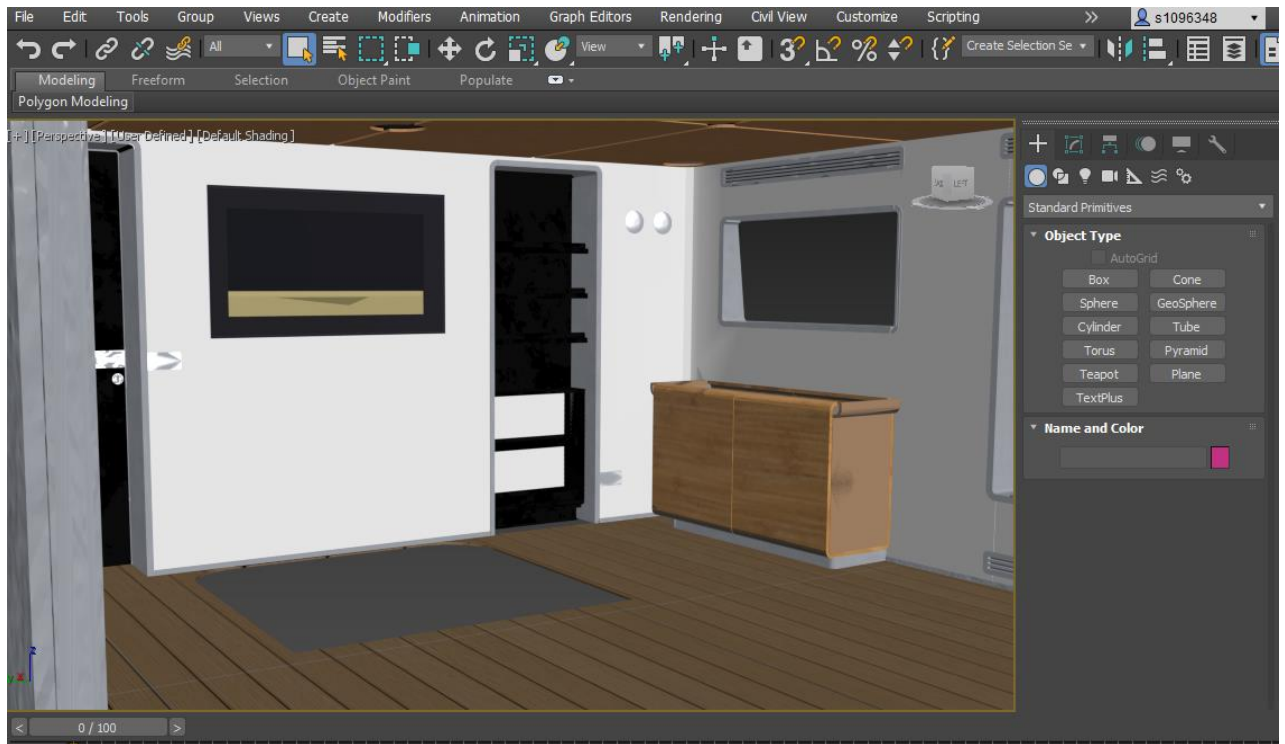


Fig.44: Blocco Salone dopo assegnazione materiali



Fig.45: Blocco Salone dopo assegnazione materiali

A questo punto è stato possibile procedere con l'unwrapping delle texture assegnate; infatti, la maggior parte delle mappe dei materiali sono piani 2D assegnati a superfici 3D. Di conseguenza, il sistema di coordinate utilizzato per descrivere il posizionamento e la trasformazione delle mappe è diverso dalle coordinate dell'asse X, Y e Z utilizzate nello spazio 3D. Nello specifico, le coordinate di mappatura usano le lettere U, V e W; le tre lettere che precedono X, Y e Z nell'alfabeto. Le coordinate U, V e W sono parallele alle direzioni relative delle coordinate X, Y e Z. Se si guarda l'immagine di una mappa 2D, U è l'equivalente di X e rappresenta la direzione orizzontale della mappa. V è l'equivalente di Y e rappresenta la direzione verticale della mappa. W è l'equivalente di Z e rappresenta una direzione perpendicolare al piano UV della mappa. La coordinata W della profondità è utile per gestire l'orientamento della mappa (Fig. 46).

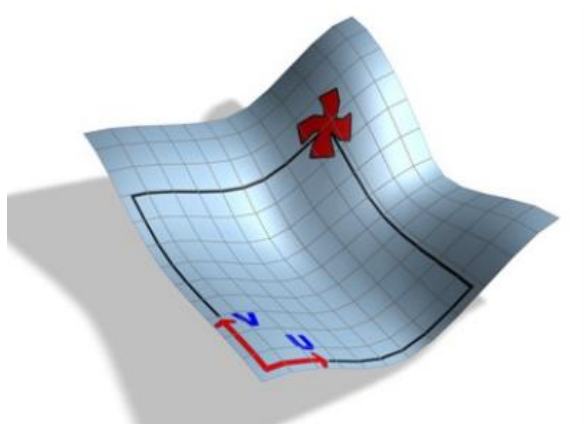


Fig.46: sistema di coordinate U, V, W

Applicando le coordinate di mappatura a un oggetto, il modificatore UVW Map controlla il modo in cui i materiali appaiono sulla superficie di un oggetto. Le coordinate di mappatura specificano come vengono proiettate le bitmap su un oggetto. Il sistema di coordinate UVW è simile al sistema di coordinate XYZ. Gli assi U e V di una bitmap corrispondono agli assi X e Y. Il sistema di coordinate di una bitmap può essere commutato in Material Editor su VW o WU, nel qual caso la bitmap viene ruotata e proiettata in modo che sia perpendicolare alla superficie. Il

modificatore Unwrap UVW consente di assegnare coordinate di mappatura (texture) a oggetti e selezioni di sotto oggetti e di modificare tali coordinate a mano, nonché con una varietà di strumenti. Quando si utilizza Unwrap UVW, di solito si suddivide la trama dell'oggetto in piccoli gruppi noti come cluster. È possibile posizionare i cluster esattamente su diverse aree della mappa di texture sottostante per una precisione di mappatura ottimale (Fig. 47).

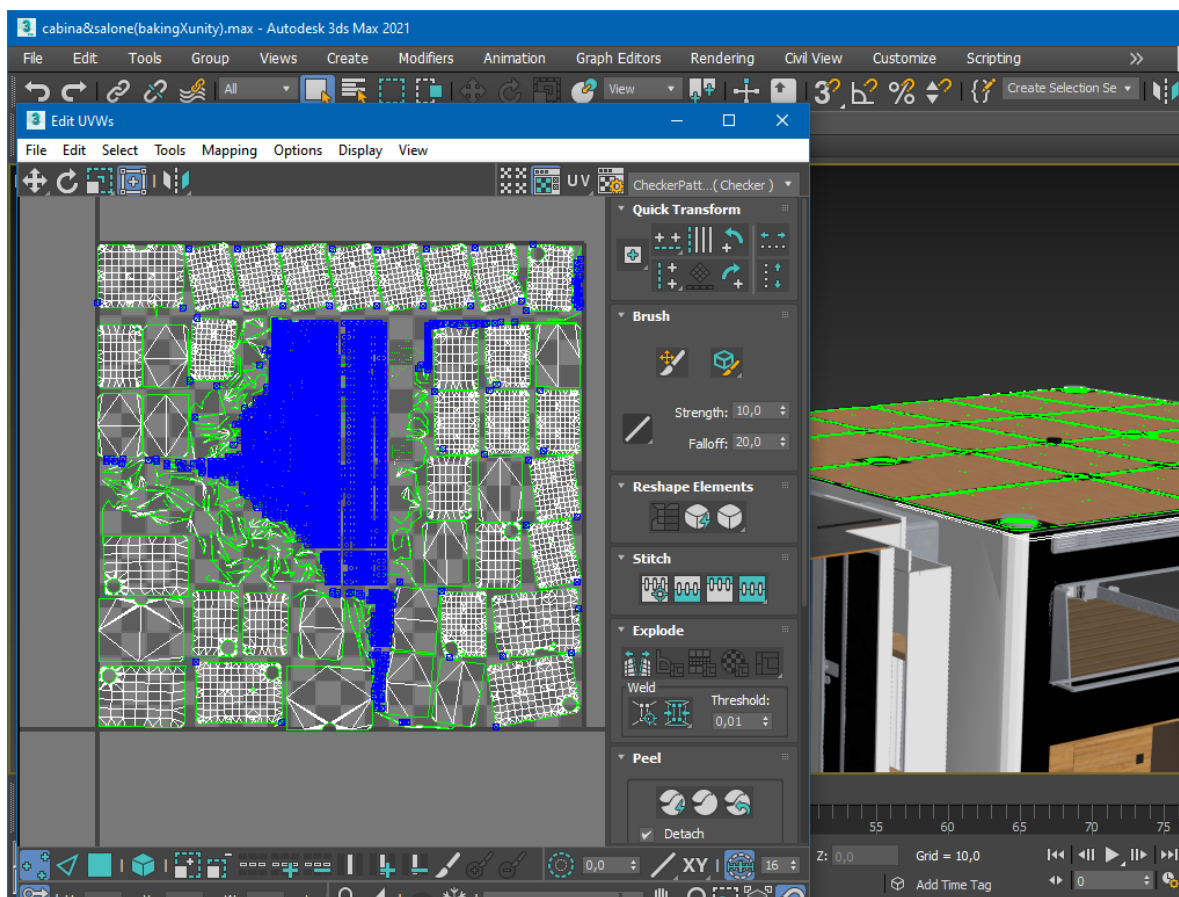


Fig.47: esempio Applicazione Unwrap UVW soffitto\_sallone

Mappare le texture dei materiali delle superfici ci permette di eseguire il baking delle texture così da ottenere le immagini relative alla diffusiva map (es. Fig. 48), high map, normal map dove necessario. questo perché normalmente, la mesh di un oggetto fornisce solo una rappresentazione approssimata della sua forma, mentre la maggior parte dei dettagli precisi è resa dalle Textures. Una texture è solo un'immagine bitmap standard che viene applicata sulla superficie della mesh. Si

può pensare ad una texture come ad un'immagine stampata su un foglio di gomma che viene stirato e fissato alla mesh nelle posizioni appropriate. Il posizionamento della trama viene eseguito con il software di modellazione 3D utilizzato per creare la mesh. verranno visualizzate nel Progetto. Una volta importata la texture , è necessario assegnarla a un materiale. Il materiale può quindi essere applicato a una mesh.

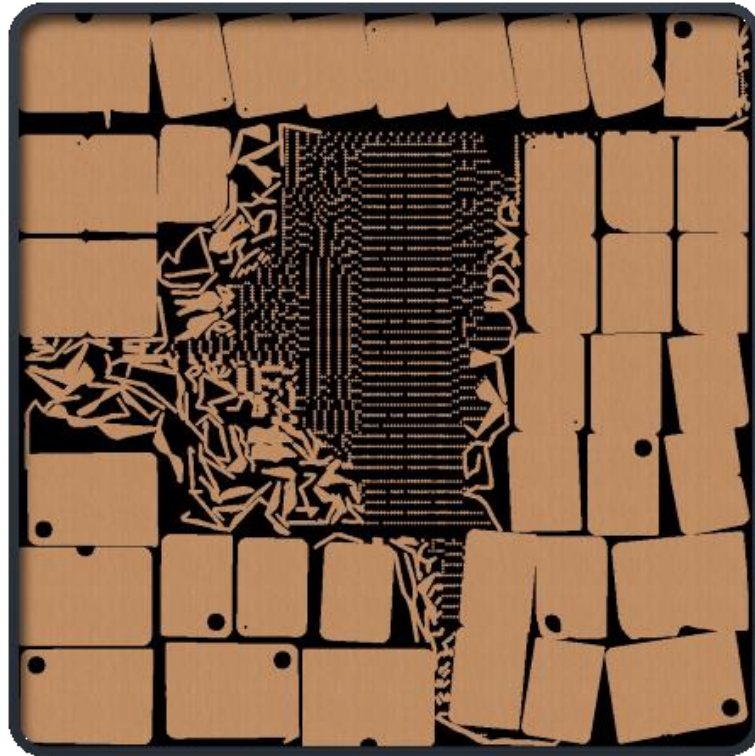


Fig. 48: esempio di diffusiveMap/Soffitto\_salone

- Diffusivemap (esempio soffitto salone in Fig. 49): controlla il colore e l'intensità della luce emessa dalla superficie. I materiali emissivi vengono solitamente utilizzati su oggetti in cui alcune parti dovrebbero apparire illuminate dall'interno, come lo schermo di un monitor, oggetti incandescenti, ecc. I materiali semplici emissivi possono essere definiti utilizzando un singolo colore e livello di emissione (>0).
- Normal map (Bump mapping) (Fig. 50): Le normal map un tipo speciale di texture che consentono di aggiungere dettagli superficiali come dossi, solchi e

graffi a un modello che cattura la luce come se fosse rappresentata dalla geometria reale. In altre parole, consentono di rappresentare piccoli dettagli che se modellati andrebbero ad appesantire la mesh.

- Le heightmap (nota anche come mappatura della parallasse) (Fig. 51) sono generalmente utilizzate in congiunzione con mappe normali e spesso vengono utilizzate per fornire una definizione aggiuntiva alle superfici in cui le texture sono responsabili del rendering di protuberanze e protusioni di grandi dimensioni. Mentre la mappatura normale modifica l'illuminazione attraverso la superficie della trama, la mappatura dell'altezza della parallasse fa un ulteriore passo avanti e sposta effettivamente le aree della trama della superficie visibile intorno, per ottenere un tipo di effetto occlusione.

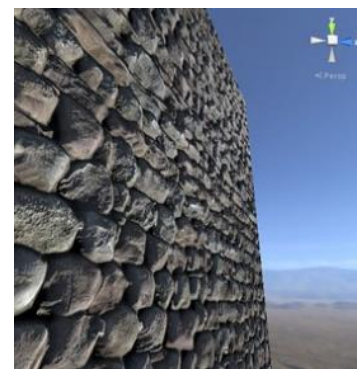


Fig.49: Diffusive map

Fig.50: Diffusive map + normal map Fig.51: Diffusive map + normal map + heightmap

Accertatosi che tutte le superfici siano mappate, le unwrap Texture necessarie generate e assegnate come texture di materiali standard si esporta il modello nel formato .FBX. È possibile ora la creazione della Scena in Unity in cui andiamo quindi ad importare i modelli che caratterizzano l'ambiente della scena (arricchiti da prefabs recuperati in rete come mobilio) per i quali si andrà ad ottimizzare in materiali e a definire la luce ambientale (Fig.52-53). Il software sviluppato da Unity Technologies è composto da un motore grafico, un motore fisico molto potente e un

live game preview. Quest'ultimo permette di visualizzare in real-time le modifiche apportate al gioco durante le operazioni di programmazione. Il linguaggio di programmazione è chiamato UnityScript che a sua volta è sviluppato usando due linguaggi: Javascript e C#. È stato utilizzato questo software per la sua facilità d'utilizzo, per il supporto offerto dall'azienda e per la vasta community.



Fig. 52: risultato finale rendering ambiente salone



Fig. 53: risultato finale rendering ambiente cabina di comando

L'ambiente è stato quindi reso interattivo e testabile dopo avere integrato al modello una simulazione di gioco. (Fig. 54)

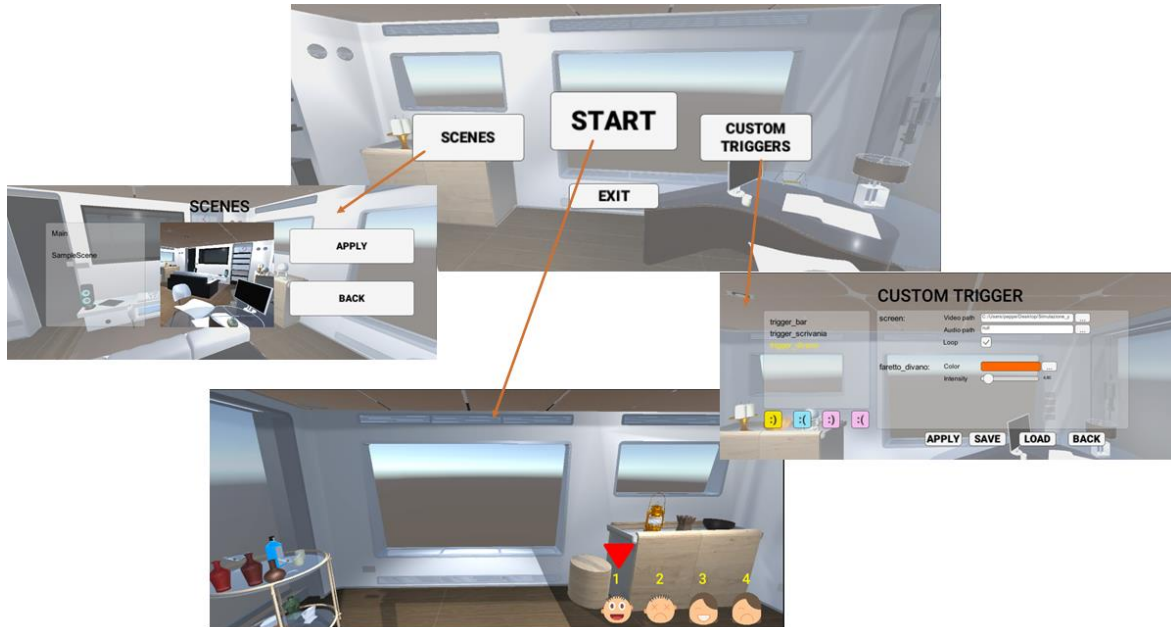


Fig. 55: interfaccia modalità di gioco

Troviamo il bottone Menù, cioè l'UI iniziale del software, tramite la quale è possibile accedere alla sezione di gestione dei trigger, per cambiare scenario e per iniziare la simulazione. Il Menù ha come figli un oggetto EventSystem per permettere l'interazione con esso e un insieme di pannelli per gestire i diversi componenti: ScenesPanel: pannello utilizzato per selezionare e avviare la scena desiderata. CustTriggPanel: pannello fondamentale con il quale vengono modificati i parametri dei dispositivi associati ad un certo Trigger. Permette di caricare, applicare e salvare settaggi personalizzati per i differenti umori selezionabili. Con trigger è inteso l'elemento principale, intorno al quale gira tutto il software perchè funge da interruttore dei nostri dispositivi.



Gli ambienti virtuali immersivi offrono un nuovo paradigma di interazione uomo-macchina nel quale gli utenti non sono più semplici osservatori esterni di immagini su uno schermo di computer, ma sono partecipanti attivi di un mondo virtuale 3D generato al computer [42]. Affinché un nuovo sistema software sia considerato usabile, al fine di scoprire le esigenze degli utenti e i problemi, è necessario effettuare una valutazione del sistema creato, quindi, anche per un sistema di realtà virtuale, sarà necessario effettuare una valutazione su esso. Ecco quindi che nella quinta fase del processo sono andati a definire quali fosse il protocollo sperimentale, specificando gli obiettivi della valutazione, cioè testare se il sistema che modifica l'ambiente interattivo attraverso interazione non prettamente comportamentale, ma anche emotiva, genera un'esperienza migliore rispetto un ambiente normale che non reagisce in base a emozioni dell'utente. Occorre utilizzare dei metodi statistici oggettivi che permettano di valutare la customer satisfaction, cioè capire se un cliente è soddisfatto, da cosa e cosa invece lo infastidisce e lo frustra, nonostante che molte di queste considerazioni sono qualitative e dunque difficilmente rappresentabili in modo oggettivo.

Per avere un'idea più chiara di cosa si tratti, secondo la definizione più condivisa, customer satisfaction è *“la percezione del cliente che il sistema di offerta di un'azienda ha raggiunto o superato le proprie aspettative relativamente all'insieme di benefici e costi per lui rilevanti ai fini dell'acquisto e della fruizione di quel sistema di offerta”* [43].

Per valutare la soddisfazione del cliente, infatti, occorre scegliere un metodo dal momento che non c'è una sola metodologia, anche perché dal punto di vista statistico non esistono criteri univoci e universalmente condivisi per misurare la customer satisfaction.

Lo strumento principe della rilevazione della qualità percepita è il questionario che viene sottoposto in modo da ottenere la valutazione delle prestazioni fornite. Deve essere pensato per raccogliere esattamente le informazioni di cui si ha bisogno, nel

modo più chiaro e più preciso possibile. Anche perché le eventuali attività di miglioramento si baseranno proprio su tutte le informazioni che si sono ottenute.

Il test previsto si basa sul controllo sperimentale tra due gruppi («between groups») per il quale, ad ognuno viene assegnato un'unica condizione. Nel nostro caso consiste nel trattamento di controllo neutro, cioè alla navigazione nell'ambiente virtuale senza gli scenari per il primo gruppo. Un'esperienza legata quindi prettamente a come si presenta l'ambiente fisico agli occhi del soggetto. L'altro eseguirà l'esperienza arricchita da scenari che rendono l'ambiente più interattivo.

I risultati si baseranno poi sulla valutazione del delta che intercorre tra le percezioni dei gruppi che hanno provato le due configurazioni diverse.

➤ Gruppi sperimentali:

I partecipanti, non necessariamente alle tecnologie 3D, sono stati inseriti in 2 gruppi sperimentali, ognuno composto da 30 persone, distribuendo in ognuno un numero uguale tra maschi e femmine. Il gruppo 1 composto da ha testato la controllo-neutro. Il gruppo 2 composto da altrettanti partecipanti (diversi quindi dal gruppo precedente) ha testato la controllo-avanzato, cioè la stessa condizione della controllo-neutro, tranne per il fatto che è stata arricchita dalla possibilità di attivazione di scenari sulla base di azioni comportamentali condizioni emotive.

➤ Caratteristiche utenti:

L'età considerata che risulti più plausibile per un customer tipo rientra nella fascia tra 35-50 anni. Non avendo poi individuato nelle fasi precedenti informazioni specifiche per quanto riguarda il genere, si mantiene la divisione tra maschi e femmine all'interno dei gruppi sarà equa. (15M più 15F ognuno).

➤ Condizioni emotive:

Un'altra sottodivisione, sempre a parti eque, prevede che alcuni utenti eseguiranno il test con mood di partenza positivo, mentre altri con uno negativo. A tale scopo è prevista l'elicitazione delle emozioni sottoponendo gli utenti alla visione di spezzoni di video opportunamente scelti, che richiamino nel soggetto lo stato di partenza alla fase di test

effettiva. A tal fine facciamo riferimento a database già esistenti quali IAPS [45], GAPED [46] e NAPS [47], ovvero archivi di documenti multimediali audio-visivi con specifici contenuti semantici ed emotivi, corredati da un set di metadati relativi alle etichette semantiche e all'emozione attesa, elicitate nel soggetto esposto allo stimolo, visivo e non.

➤ Procedura:

L'esperimento prevede tre fasi, pre-test, test e fase post test che andiamo ad esplicitare di seguito:

- durante la prima, di pre-test, si portano i partecipanti nella stanza dell'esperimento (laboratorio di svolgimento ancora da definire), si chiede loro di leggere e firmare un documento di consenso che presentasse il laboratorio e le regole di riservatezza dell'esperimento. Si chiede quindi loro di completare un sondaggio di identificazione dei partecipanti. Prima della sessione, e dell'elicitazione del mood, i partecipanti avranno completato questionario Belife Wellbeing Scale (BWBS), così da proporre una ulteriore segmentazione (within group) sugli aspetti soggettivi di come la persona percepisce il benessere. Capito "cos'è" lo andiamo a valutare tramite un ulteriore questionario così da registrare appunto il loro di benessere prima dell'esecuzione del test. Il wellbeing scales qui preso in considerazione è il Panas.
- Durante la fase di test, quella dell'esperimento, in primo luogo, verrà spiegato l'intero obiettivo dell'esperimento ai partecipanti. Questo consiste nell'orientamento all'interno del prototipo virtuale dell'ambiente salone Yacht VE (virtual environment), progettato con lo strumento di sviluppo UNITY. L'obiettivo nell'esperienza di gioco VE è nel caso di condizione-normale è occupare gli ambienti di gioco uno ad uno (Fi.g. 56).



Fig. 56: es. condizione-normale/salone/divano

Nel caso della condizione-avanzata, è quello di attivare in sequenza libera le scene pre-configurate all'interno dell'ambiente sulla base del mood registrato, con il quale la zona (dotate di trigger) viene occupata (Fig. 57). In secondo luogo, è da chiedere ai partecipanti di indossare le cuffie audio per una sessione di allenamento di circa 5 minuti, prima della normale sessione di 5 minuti che partirà col selezionare manualmente il corrispettivo avatar che corrisponda al sesso del soggetto (M/F) e del mood indotto (felice/triste).



Fig. 57: es. Coondizione avanzata/salone/divano/maschio\_triste:

Titolo Video: Il Re Leone- La morte di Mufasa

Intensità Luce: 4 Lux

Colore Luce: blu

- Fase di post-test: dopo la fine della sessione, i partecipanti avranno completato questionario Panas in primis, così da avere le basi per il confronto finale, seguito dallo User Experience Questionnaire (UEQ), per ottenere

un'analisi più completa e integrata, indirizzato quindi alla valutazione della esperienza d'uso. Infine, tenuto in considerazione che stiamo parlando di ambiente virtuale, l'esperienza potrebbe essere influenzata dalle caratteristiche stesse dell'ambiente virtuale, si sottopongono i soggetti all'ultimo questionario di user experience (UX) con l'ambiente virtuale. Ogni partecipante avrà trascorso tra i 45-60 minuti nella stanza dell'esperimento.

➤ Materiali e misure:

È previsto l'utilizzo di un documento di consenso per informare il partecipante sull'attività di laboratorio e per raccogliere il suo consenso a partecipare all'esperimento nelle condizioni annunciate (ad es. esperimento registrato, riservatezza...). Questo documento richiede le informazioni personali del partecipante (es. nome, data di nascita, indirizzo, professione). Sono quindi previsti i questionari di valutazione sopracitati:

- Il PANAS [48]: (Positive and Negative Affect Schedule) è una misura di autovalutazione affidabile e valida per valutare PA (Positive Affect) e NA (Negative Affect). PA e NA sono le dimensioni più generali che descrivono l'esperienza affettiva. Sono le componenti della struttura dell'affetto più spesso descritte dai termini dell'umore in lingua inglese [49], e quasi tutti i descrittori che si riferiscono alle emozioni "di base" [50] cadono all'interno dei cluster PA e NA. PA e NA sono inoltre le componenti affettive ed emotive del benessere psicologico o soggettivo [51]. La scala dell'affetto positivo riflette il livello di coinvolgimento piacevole, la misura in cui una persona si sente entusiasta, eccitata, attiva e determinata. La scala degli affetti negativi riflette una dimensione generale di coinvolgimento spiacevole e angoscia soggettiva che assume un'ampia gamma di affetti avversi tra cui paura, nervosismo, senso di colpa e vergogna. Le scale PANAS mostrano eccellenti proprietà psicometriche (affidabilità, validità convergente e divergente). Il questionario è mostrato nella figura che segue (Fig. 58), per il quale soggetti riportano un

punteggio, in ogni oggetto, che può variare da 10 – 50 (con valori più alti che rappresentano livelli più elevati di affetto positivo). Gli oggetti 1, 3, 5, 9, 10, 12, 14, 16, 17, e 19 sono relativi al Positive Affect. Gli oggetti 2, 4, 6, 7, 8, 11, 13, 15, 18, e 20 sono invece relativi al Negative Affect.

Indicate the extent you have felt this way over the past week.		Very slightly or not at all	A little	Moderately	Quite a bit	Extremely
PANAS 1	Interested	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 2	Distressed	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 3	Excited	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 4	Upset	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 5	Strong	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 6	Guilty	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 7	Scared	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 8	Hostile	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 9	Enthusiastic	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 10	Proud	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 11	Irritable	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 12	Alert	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 13	Ashamed	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 14	Inspired	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 15	Nervous	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 16	Determined	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 17	Attentive	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 18	Jittery	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 19	Active	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
PANAS 20	Afraid	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

Fig. 58: questionario PANAS

- BWBS: Persone diverse hanno convinzioni diverse su quali fattori sono coinvolti nell'esperienza di alto benessere e "la bella vita". Indica il grado in cui ritieni che ciascuno degli elementi sia un aspetto necessario e richiesto dell'esperienza di alto benessere e di vivere bene, cerchiando il numero

appropriato. Il questionario è mostrato nella figura che segue (Fig. 59), per i punteggi dei partecipanti vengono raccolti attraverso una scala di percezione a 7 punti con 1 = fortemente in disaccordo fino a 7 = fortemente d'accordo.

<b>The experience of well-being and the good life necessarily involves:</b>						
<b>1. A great amount of pleasure</b>						
1	2	3	4	5	6	7
<i>Strongly Disagree</i>			<i>Neutral</i>	<i>Strongly Agree</i>		
<b>2. Experiencing a great deal of sensual pleasure</b>						
1	2	3	4	5	6	7
<i>Strongly Disagree</i>			<i>Neutral</i>	<i>Strongly Agree</i>		
<b>3. Living in ways that benefit others</b>						
1	2	3	4	5	6	7
<i>Strongly Disagree</i>			<i>Neutral</i>	<i>Strongly Agree</i>		
<b>4. Not experiencing hassles</b>						
1	2	3	4	5	6	7
<i>Strongly Disagree</i>			<i>Neutral</i>	<i>Strongly Agree</i>		
<b>5. Making the world a better place</b>						
1	2	3	4	5	6	7
<i>Strongly Disagree</i>			<i>Neutral</i>	<i>Strongly Agree</i>		
<b>6. Working to achieve one's true potential</b>						
1	2	3	4	5	6	7
<i>Strongly Disagree</i>			<i>Neutral</i>	<i>Strongly Agree</i>		
<b>7. Not experiencing negative emotions</b>						
1	2	3	4	5	6	7
<i>Strongly Disagree</i>			<i>Neutral</i>	<i>Strongly Agree</i>		
<b>8. The identification and cultivation of one's strengths</b>						
1	2	3	4	5	6	7
<i>Strongly Disagree</i>			<i>Neutral</i>	<i>Strongly Agree</i>		
<b>9. Experiencing euphoria and pleasure</b>						
1	2	3	4	5	6	7
<i>Strongly Disagree</i>			<i>Neutral</i>	<i>Strongly Agree</i>		
<b>10. Being a positive influence within the community</b>						
1	2	3	4	5	6	7
<i>Strongly Disagree</i>			<i>Neutral</i>	<i>Strongly Agree</i>		
<b>11. The exertion of effort to meet life's challenges</b>						
1	2	3	4	5	6	7
<i>Strongly Disagree</i>			<i>Neutral</i>	<i>Strongly Agree</i>		
<b>12. Pleasurable experiences</b>						
1	2	3	4	5	6	7
<i>Strongly Disagree</i>			<i>Neutral</i>	<i>Strongly Agree</i>		
<b>13. Contribution to society</b>						
1	2	3	4	5	6	7
<i>Strongly Disagree</i>			<i>Neutral</i>	<i>Strongly Agree</i>		
<b>14. A lack of unpleasant experiences</b>						
1	2	3	4	5	6	7
<i>Strongly Disagree</i>			<i>Neutral</i>	<i>Strongly Agree</i>		
<b>15. A high degree of self-knowledge</b>						
1	2	3	4	5	6	7
<i>Strongly Disagree</i>			<i>Neutral</i>	<i>Strongly Agree</i>		

Fig. 59: questionario BWBS

- UEQ: (User Experience Questionnaire) consente una rapida valutazione dell'esperienza dell'utente per qualsiasi prodotto interattivo. Le scale del questionario sono progettate per coprire un'impressione completa

dell'utente Esperienza. Il formato del questionario supporta l'utente risposta per esprimere immediatamente sentimenti, impressioni che sorgono all'utilizzo. Se viene lanciato un nuovo prodotto o se un prodotto esistente viene valutato la prima volta, le domande tipiche sono "Il prodotto crea un'esperienza utente positiva?" o "Come si sentono gli utenti riguardo al prodotto?". Per rispondere a tali domande è sufficiente che un campione rappresentativo di utilizzatori del nuovo prodotto compili l'UEQ. Il concetto di esperienza utente combina aspetti ben noti come l'efficienza e l'efficacia con criteri aggiuntivi come l'estetica, il piacere d'uso o l'attrattiva. Il primo gruppo di criteri è spesso chiamato aspetti di qualità pragmatica [52], mentre il secondo gruppo è chiamato aspetti di qualità edonica. Un'altra terminologia spesso utilizzata per distinguere entrambe le classi di criteri di qualità è quella degli obiettivi di usabilità rispetto agli obiettivi di esperienza dell'utente [53]. La dipendenza dalla qualità pragmatica ed edonica è presentata in Fig. 60:

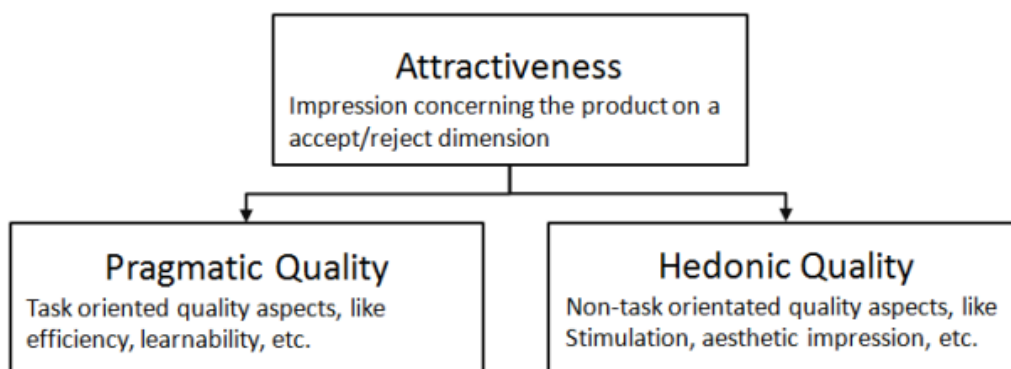


Fig. 60: Dipendenza dalla qualità degli attributi



Il questionario sull'esperienza utente contiene 6 scale con 26 item/oggetti in totale:

1. **Attractiveness:** impressione generale verso il prodotto. Agli utenti piace o non piace il prodotto? Questa scala è una dimensione di pura valenza. Item: annoying / enjoyable, good / bad, unlikable / pleasing, unpleasant / pleasant, attractive / unattractive, friendly / unfriendly
2. **Efficiency:** è possibile utilizzare il prodotto in modo rapido ed efficiente? L'interfaccia utente sembra organizzata? Item: fast / slow, inefficient / efficient, impractical / practical, organized / cluttered
3. **Perspiciuity:** è facile capire come usare il prodotto? È facile familiarizzare con il prodotto? Item: not understandable / understandable, easy to learn / difficult to learn, complicated / easy, clear / confusing
4. **Dependability:** l'utente si sente in controllo dell'interazione? L'interazione con il prodotto è sicura e prevedibile? Item: unpredictable / predictable, obstructive / supportive, secure / not secure, meets expectations / does not meet expectations
5. **Stimulation:** è interessante ed eccitante utilizzare il prodotto? L'utente si sente motivato a utilizzare ulteriormente il prodotto? Item: valuable / inferior, boring / exiting, not interesting / interesting, motivating / demotivating

**Novelty:** il design del prodotto è innovativo e creativo? Il prodotto attira l'attenzione degli utenti? Item: creative / dull, inventive / conventional, usual / leading edge, conservative / innovative

La dipendenza della scala UEQ è presentata in Fig. 51:

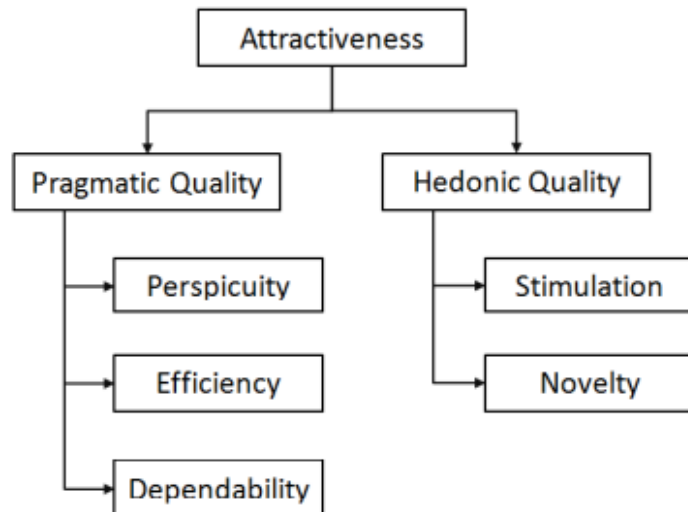


Fig. 61: Struttura di scala del questionario UEQ

Il questionario è mostrato nella figura che segue (Fig. 62), per il quale soggetti riportano per tutti e 26 gli item un tic nella scala di percezione che va da un punteggio pari a 1 inteso come connotato negativo (es. poco pratico, confuso, amatoriale...) mentre il punto 7 è stato codificato come connotato positivo (es. pratico, chiaro, professionale...).

annoying	o o o o o o o o	enjoyable	1
not understandable	o o o o o o o o	understandable	2
creative	o o o o o o o o	dull	3
easy to learn	o o o o o o o o	difficult to learn	4
valuable	o o o o o o o o	inferior	5
boring	o o o o o o o o	exciting	6
not interesting	o o o o o o o o	interesting	7
unpredictable	o o o o o o o o	predictable	8
fast	o o o o o o o o	slow	9
inventive	o o o o o o o o	conventional	10
obstructive	o o o o o o o o	supportive	11
good	o o o o o o o o	bad	12
complicated	o o o o o o o o	easy	13
unlikable	o o o o o o o o	pleasing	14
usual	o o o o o o o o	leading edge	15
unpleasant	o o o o o o o o	pleasant	16
secure	o o o o o o o o	not secure	17
motivating	o o o o o o o o	demotivating	18
meets expectations	o o o o o o o o	does not meet expectations	19
inefficient	o o o o o o o o	efficient	20
clear	o o o o o o o o	confusing	21
impractical	o o o o o o o o	practical	22
organized	o o o o o o o o	cluttered	23
attractive	o o o o o o o o	unattractive	24
friendly	o o o o o o o o	unfriendly	25
conservative	o o o o o o o o	innovative	26

Fig. 62: questionario UEQ

- UX: (User Experience) esistono diverse definizioni di User eXperience (UX), tuttavia, un gran numero di ricercatori concorda con la definizione generale di UX data dalla norma ISO 9241-210 che è: "*Le percezioni e le risposte dell'utente risultanti dall'uso di un sistema o di un servizio*". A seconda dei campi di ricerca, percezioni e risposte sono presentate come un costrutto di componenti

specifiche della UX, ciascuna componente che definisce un aspetto dell'esperienza dell'utente (es. usabilità, flusso, coinvolgimento, emozione...). Il questionario proposto a tale scopo tiene conto di tutte le 10 componenti del modello UX olistico [54] riportato di seguito (Fig. 63).

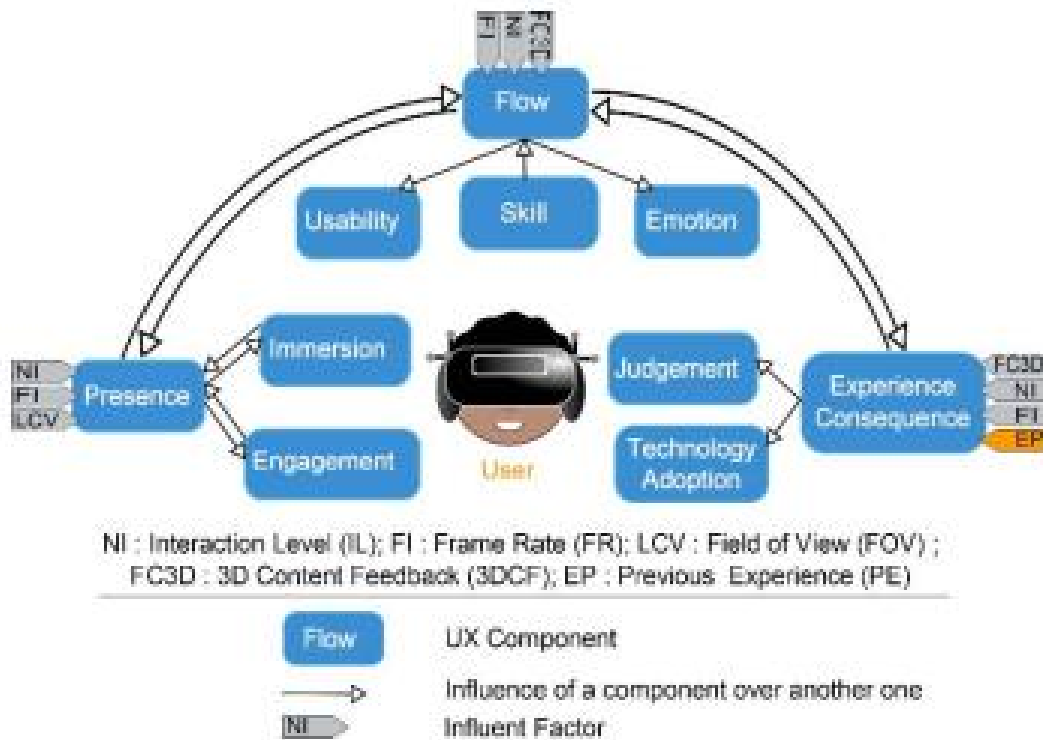


Fig. 63: modello olistico dell'UX nell'ambiente virtuale

In totale gli elementi proposti sono 38 di cui: 5 item per misurare la presence, 4 item per misurare l'engagement, 5 item per misurare l'immersion, 3 item per misurare il flow, 5 item per misurare l'usability, 4 item per misurare la skill, 5 item per misurare l'emotion, 3 item per misurare le conseguenze dell'experience, e 4 item per misurare la technology adoption. Il questionario, adattato dall'articolo [55], è mostrato nella figura che segue (Fig. 64), per il quale i punteggi dei partecipanti vengono raccolti attraverso una scala a 10 punti. Un punteggio alto significa che la componente UX misurata è altamente percepita dal partecipante (es. Presenza uguale a 9 significa che il partecipante si è sentito realmente presente, "si sentiva lì", mentre era nell'ambiente virtuale). Un punteggio basso significa che la componente UX misurata è

scarsamente percepita dal partecipante (es. Presenza uguale a 2 significa che il partecipante non si è sentito realmente presente, mentre si trovava nell'Ambiente Virtuale, c'erano pochi o nessun momento in cui dimenticherebbe facilmente l'ambiente reale).

Items	score
1. The virtual environment was responsive to actions that I initiated.	
2. My interactions with the virtual environment seemed natural.	
3. The visual aspects of the virtual environment involved me	
4. The devices (gamepad or keyboard) which controlled my movement in the virtual environment seemed natural.	
5. I was able to actively survey the virtual environment using vision.	
6. The sense of moving around inside the virtual environment was compelling	
7. I was involved in the virtual environment experience.	
8. I was able to examine objects closely.	
9. I felt stimulated by the virtual environment.	
10. I become so involved in the virtual environment that I was not aware of things happening around me.	
11. I identified to the character I played in the virtual environment.	
12. I become so involved in the virtual environment that it is if I was inside the game rather than manipulating a gamepad and watching a screen.	
13. I felt I could perfectly control my actions.	
14. I was able to examine objects closely.	
15. At each step, I knew what to do.	
16. I felt I controlled the situation	
17. When I mention the experience in the virtual environment, I feel emotions I would like to share.	
18. I thought there was too much inconsistency in the virtual environment.	
19. I thought the interaction devices (Oculus headset, gamepad and/or keyboard) was easy to use.	
20. I found the interaction devices (Oculus headset, gamepad and/or keyboard)	
21. I enjoyed being in this virtual environment.	
22. I worried whether I was able to cope with all the instructions that was given to me.	
23. I found my mind wandering while I was in the virtual environment	
24. I felt confident selecting objects in the virtual environment.	
25. I felt confident moving the cross hair around the virtual environment	
26. I felt confident using the gamepad and/or keyboard to move around virtual	
27. I feel confident understanding the terms/words relating to the interaction	
28. I was able to examine objects closely.	
29. Learning to operate the virtual environment would be easy for me	
30. I felt confident moving the cross hair around the virtual environment.	
31. I felt like distracting myself in order to reduce my anxiety.	
32. I feel confident describing the functions the interaction devices (Oculus headset, gamepad and/or keyboard, joystick, Kinect ...) of a virtual reality	
33. The sense of moving around inside the virtual environment was compelling	
34. A. Personally, I would say the virtual environment is impractical/practical	
35. The interaction devices (Oculus headset, gamepad and/or keyboard) are not compatible with other technologies I use.	
36. Learning to operate the virtual environment would be easy for me	
38. I found that this virtual environment is ugly/beautiful	

Fig. 64: Questionario UX

## Capitolo 5

### Sviluppi futuri

---

Affrontando una valutazione critica sull'implementazione dell'esperienza simulata all'interno dello yacht, è da dirsi che un primo livello di immersività è stato sicuramente raggiunto. Il rendering delle stanze principali permetterebbe ad un potenziale customer di avere un'idea realistica su come si presenterebbero gli ambienti e sulle interazioni principali ad essi connesse; un'esperienza nuova non solo al livello comportamentale ma anche sensoriale, adattato sull'emozione selezionata. Siamo di fronte ad un prototipo che comunque, è da considerare ancora a "bassa fedeltà", dato dal fatto anche che il riconoscimento dell'emozione non è attuabile durante l'esperienza virtuale, ma questa viene indotta e selezionata prima che questa inizi. A tal proposito le difficoltà non mancano sicuramente ma oggi le tecnologie che permettono il riconoscimento delle emozioni umane sono come visto molte, e differiscono tra loro per il livello di invadenza. Ovviamente, l'uso di strumenti invasivi (ad es. ECG o EEG, sensori biometrici) può influenzare il comportamento dei soggetti e, in particolare, possono adulterare la sua spontaneità e di conseguenza le emozioni provate. Molti sono però gli sforzi fatti negli ultimi anni per sviluppare un sistema di riconoscimento affidabile e non intrusivo per riconoscere un'emozione, basati in particolare sul riconoscimento delle espressioni facciali. Questi permette una simulazione in cui si capovolge la tradizionale prospettiva di fruizione dell'utente, che da frontale si fa centrale. A tale scopo concorre anche la modalità di navigazione nell'ambiente che allo stato attuale prevede che l'utente utilizzi un controller classico (tastiera e mouse) ma che potrebbe invece essere assorbito completamente da un insieme di dispositivi come occhiali visori 3D che consentono di avere una visione a 360° che garantiscono un grado di realismo molto alto.

L'obiettivo su cui basare le ricerche future può essere quindi rappresentato dall'offerta di un VR che consente agli utenti di testare e gestire in real time i sistemi integrati negli ambienti con tutte le dinamiche di una struttura navale, quale ad esempio quella della sicurezza a bordo.



Sviluppi che dovranno essere accompagnati da valutazione della bontà della soluzione progettuale, così da non correre il rischio che questa, indirizzato verso un prototipo ad “alta fedeltà”, crei aspettative troppo alte andando ad inficiare negativamente sul prodotto finale.

## Capitolo 6

### Conclusioni

---

Utilizzando un approccio human-centered quale il design thinking, nato per offrire una soluzione molto concreta ad un problema complesso, il lavoro presentato ha visto nascere concettualmente un sistema che sia in grado di gestire alcune caratteristiche di un ambiente intelligente quale quello di uno yacht di ultima generazione. Questo mira a garantire un'esperienza a bordo all'insegna del comfort e del relax accompagnata da una comunicazione con tutti i dispositivi nell'ambiente che creino il giusto scenario per l'utente attraverso colori, luci, video e brani musicali. Un sistema che sia inoltre capace riconoscere e identificare correttamente l'emozione principale percepita dagli utenti, la loro locazione e postura, e che sia integrato all'interno di un'ambiente in grado di apprendere autonomamente tramite algoritmi di machine learning e di volta in volta migliorare nella rappresentazione di uno scenario sempre maggiormente adattivo. Per questo il sistema attraverso tecnologie di intelligenza artificiale e strumenti di machine learning, deve essere direzionato verso un'unica soluzione domotica, in cui i risultati di ogni modulo fungono da input per realizzare una rete neurale in grado di predire il comportamento dell'utente e automatizzare la risposta dei dispositivi domotici. Il sistema di idee è stato quindi traslato all'interno di modello virtuale fruibile a soggetti interessati, possibili acquirenti, che hanno così la possibilità di vivere e raccontare una prima esperienza, il sempre più fedele a quella reale, all'interno dello yacht super lusso. Questa parte del lavoro ha perciò avuto come oggetto lo sviluppo di un prototipo che durante la user experience sia capace di richiamare le sensazioni e gli umori, coerentemente a quelli che un ambiente fisico può suscitare. Nonostante diverse criticità che ne limitano l'immersività può essere considerato un valido punto di partenza per l'implementazione di un modello completo ad alta fedeltà.

## Capitolo 7

### References

---

- [1] Chen, TC. T., Art Chaovalitwongse, W. & Hong, IH, 2018, "Optimization of ambient intelligence systems," *Operational Research Int J*, 18, 575.
- [2] Acampora, G., & Vitiello, A., 2013, "Interoperable neuro-fuzzy services for emotion-aware ambient intelligence," *Neurocomputing*, 122, 3-12. Ù
- [3] Frantzidis, C. A., Bratsas, C., Papadelis, C. L., Konstantinidis, E., Pappas, C., & Bamidis, P. D., 2010, "Toward emotion aware computing: an integrated approach using multichannel neurophysiological recordings and affective visual stimuli. *IEEE Transactions on Information. Technology in Biomedicine*," 14(3), 589-597.
- [4] Wikipedia (10, Oct, 2011). Intelligent tutoring system. Retrieved from [https://it.wikipedia.org/wiki/Intelligent\\_Tutoring\\_System](https://it.wikipedia.org/wiki/Intelligent_Tutoring_System)
- [5]. Generosi, A., Ceccacci, S., Mengoni, M.: A deep learning-based system to track and analyze customer behavior in retail store. In 2018 IEEE 8th International Conference on Consumer Electronics-Berlin (ICCE-Berlin). pp. 1-6 (2019, September).
- [6]. Generosi, A., Altieri, A., Ceccacci, S., Foresi, G., Talipu, A., Turri, G., Mengoni, M., Giraldi, L.: MoBeTrack: A Toolkit to Analyze User Experience of Mobile Apps in the Wild. In 2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), pp. 1-2 (2019, January).
- [7]. A. Papoutsaki, P. Sangkloy, J. Laskey, N. Daskalova, J. Huang and J. Hays, "Webgazer: Scalable webcam eye tracking using user interactions," In *Proceedings of the Twenty-Fifth International Joint Conference on Artificial Intelligence-IJCAI*, 2016, New York City, New York.
- [8]. Bernin, A., Müller, L., Ghose, S., von Luck, K., Grecos, C., Wang, Q., & Vogt, F. (2017, June). Towards more robust automatic facial expression recognition in smart environments. In *Proceedings of the 10th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*(pp. 37-44). ACM.
- [9]. Hamdoun, O., Moutarde, F., Stanciulescu, B., & Steux, B. (2008, September). Person reidentification in multi-camera system by signature based on interest point descriptors collected on short video sequences. In 2008 Second ACM/IEEE International Conference on Distributed Smart Cameras (pp. 1-6). IEEE.
- [10]. Gullà, F., Cavalieri, L., Ceccacci, S., & Germani, M. (2016). A BBN-based method to manage adaptive behavior of a smart user interface. *Procedia CIRP*, 50, 535-540.
- [11]. Jameson, A.: Numerical Uncertainty Management in User and Student Modeling: An Overview of Systems and Issues. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 5 (1996) 193- 251. 13
- [12]. Song, In-Jee, and Sung-Bae Cho. "Bayesian and behavior networks for context-adaptive user interface in a ubiquitous home environment." *Expert Systems with Applications* 40.5 (2013): 1827-1838
- [13] Ekman, P. (1992). Facial expression of emotion: New findings, new questions. *Psychological Science*, 3, 34-38.
- [14] Plutchik, R. Emotions: A general psychoevolutionary theory. In K.R. Scherer & P. Ekman (Eds.), *Approaches to emotion* (pp. 197-219). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1984.
- [15] Ekman, P., & Friesen, W.V., 1978 , "Facial Action Coding System: Investigator's Guide," Consulting Psychologists Press, Palo Alto, CA, 1978.
- [16] Affectiva, <https://www.affectiva.com/product/affdex-for-market-research/> [Retrieved Feb, 7, 2019].

- [17] Microsoft Azure. Cognitive Services, <https://azure.microsoft.com/en/services/cognitiveservices/emotion/> [Retrieved Feb, 7, 2019].
- [18] Bower, G. (1983). Affect and cognition. *Philos. Trans. R. Soc. Lond.* 302B, 387–402. doi: 10.1098/rstb.1983.0062
- [19] Lang, P. J. (1979). A bio-informational theory of emotional imagery. *Psychophysiology* 16, 495–512. doi: 10.1111/j.1469-8986.1979.tb01511.x
- [20] Sutherland, G., Newman, B., and Rachman, S. (1982). Experimental investigations of the relationship between mood and intrusive unwanted cognitions. *Br. J. Med. Psychol.* 55, 127–138. doi: 10.1111/j.2044-8341.1982.tb01491.x
- [21] Ekman, P., Levenson, R. W., and Friesen, W. V. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science* 221, 1208–1210. doi: 10.1126/science.6612338
- [22] Velten, E. (1968). A laboratory task for the induction of mood states. *Behav. Res. Ther.* 6, 473–482. doi: 10.1016/0005-7967(68)90028-4
- [23] Martin, M. (1990). On the induction of mood. *Clin. Psychol. Rev.* 10, 669–697. doi: 10.1016/0272-7358(90)90075-L
- [24] Lang, P. J., Bradley, M. M., and Cuthbert, B. N. (2005). International Affective Picture System (IAPS): Affective Ratings of Pictures and Instruction Manual. Technical Report A-6. Gainesville, FL: University of Florida.
- [25] Ruys, K. I., and Stapel, D. A. (2008). The secret life of emotions. *Psychol. Sci.* 19, 385–391. doi: 10.1111/j.1467-9280.2008.02097.x
- [26] Godinho, F., Magnin, M., Frot, M., Perchet, C., and Garcia-Larrea, L. (2006). Emotional modulation of pain: is it the sensation or what we recall? *J. Neurosci.* 26, 11454–11461. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2260-06.2006
- [27] Scott, J. C. (1930). Systolic blood-pressure fluctuations with sex, anger, and fear. *Comp. Psychol.* 10, 97–114. doi: 10.1037/h0073671
- [28] Macht, M., Roth, S., and Ellgring, H. (2002). Chocolate eating in healthy men during experimentally induced sadness and joy. *Appetite* 39, 147–158. doi: 10.1006/appe.2002.0499
- [29] Gross, J. J., and Levenson, R. W. (1995). Emotion elicitation using films. *Cogn. Emot.* 9, 87–108. doi: 10.1080/02699939508408966
- [30] Nazeer, S. A., Omar, N., & Khalid, M. (2007, February). Face recognition system using artificial neural networks approach. In 2007 International Conference on Signal Processing, Communications and Networking (pp. 420–425). IEEE.
- [31] Miligram, P., Kishino, F (1994). A Taxonomy of mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transaction Systems*
- [32] Daniel Pink (1997). *A Whole New Mind* pp. 323

- [33] Wikipedia (10, Oct, 2011).Object (philosophy). Retrieved from [http://en.wikipedia.org/wiki/Object\\_\(philosophy\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Object_(philosophy))
- [34] Barker, R. G. (1968).*Ecological Psychology: Concepts and Methods for Studying the Environment of Human Behavior*. Stanford, CA: Stanford University Press
- [35] Federico Stivani (2013) : STUDIO E VALUTAZIONE SPERIMENTALE DI TECNICHE DI RADIO FINGERPRINTING PER NAVIGAZIONE INDOOR CON DISPOSITIVI MOBILI ANDROID (pp.10-13)
- [36] Lin TY, Hsieh CH, Lee JD (2013) Un sistema basato su kinect per la riabilitazione fisica: utilizzo di esercizi di tai chi per migliorare i disturbi del movimento nei pazienti con capacità di equilibrio. In: Simposio sulla modellazione, pp 149–153
- [37] Weili Ding, Bo Hu, Han Liu, Xinming Wang Xiangsheng Huang (2020) :Human posture recognition based on multiple features and rule learning
- [38] P. Ekman, “An argument for basic emotions,” *Cognition & emotion*, vol. 6, no. 3-4, pp. 169–200, 1992.
- [39] J. A. Russell and L. F. Barrett, “Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: dissecting the elephant. ”*Journal of personality and social psychology*, vol. 76, no. 5, p. 805,1999.
- [40] *Bayesian Networks and Decision Graphs* (second edition), Finn V. Jensen and Thomas D. Nielsen, Published by Springer Verlag 2007.
- [41] Netica Application. A complete software Package to solve problem using Bayesian Belief Networks and Influence Diagrams. Norsys Software Corp.
- 
- [42] Kim. J. S., Kim. S. : Musica mood classification model based on arousal values. In *IACT*, pp292-295 (2011)
- [43] Ekman, P., & Friesen, W.V., 1978 , “Facial Action Coding System: Investigator’s Guide,” Consulting Psychologists Press, Palo Alto, CA, 1978.
- [44] [glossariomarketing.it](https://www.glossariomarketing.it/?s=customer+satisfaction) Retrieved from <https://www.glossariomarketing.it/?s=customer+satisfaction>
- [45] Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. *The international affective picture system (iaps): Technical manual and affective ratings*. Gainesville, FL: Center for Research in Psychophysiology, University of Florida, 1995.
- [46] Dan-Glauser, E. S., & Scherer, K. R. (2011). “The Geneva Affective Picture Database (GAPED): A new 730 picture database focusing on valence and normative significance,” *Behavior Research Methods*,43(2), 468–77.
- [47] Marchewka, A., Zurawski, L., Jednoróg, K., & Grabowska, A. (2013). The Nencki Affective Picture System (NAPS): Introduction to a novel, standardized, wide- range, high-quality, realistic picture database. *Behavior research methods*. doi10.3758/s13428-013-0379-1
- [48] Watson D, Wiese D, Vaidya J, Tellegen A. The two general activation systems of affect: Structural findings, evolutionary considerations, and psychobiological evidence. *Journal of Personality and Social Psychology* 1999;76:820–838
- [49] Watson D, Clark LA, Tellegen A. Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology* 1988;54:1063–1070. [PubMed: 3397865]

[50] Izard, CE. Human emotions. New York: Plenum Press; 1977

[51] Diener E, Emmons RA, Larsen RJ, Griffin S. The Satisfaction With Life Scale. *Journal of Personality Assessment* 1985;49:71–75. [PubMed: 16367493]

[52] Hassenzahl, M., “The effect of perceived hedonic quality on product appealingness”, *International Journal of Human-Computer Interaction*, 13, pp. 481-499, 2001.

[53] Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., “Interaction design: Beyond human-computer interaction”. Wiley, New York , 2002.

[54] Katy Tcha-Tokey Arts et Métiers Paris. A Questionnaire to Measure the User Experience in Immersive Virtual Environment (pp. 1-2)

[55]: Katy Tcha-Tokey, Olivier Christmann, Emilie Loup-Escande, Simon Richir (2016). Proposition and Validation of a Questionnaire to Measure the User Experience in Immersive Virtual Environments