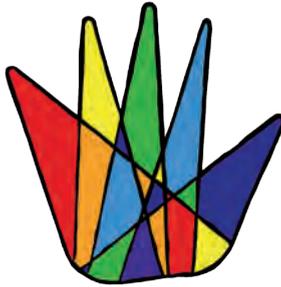


Collana

HEALTH CARE DESIGN

Il progetto dell'umanizzazione

07



*Ci sono esperienze nella vita in cui l'individuo è messo alla prova.
Sono sempre difficili, spesso in solitudine.
L'evoluzione di rapporti quali ad esempio
ospedale-medico-paziente, o scuola-insegnante-allievo,
ci insegna come tanto il luogo deputato, quanto l'empatia del personale –
sanitario nei confronti del malato, insegnante in quelli dell'allievo –
incidono sugli esiti e sui tempi di raggiungimento dei risultati auspicati.
Il logo è mutuato dall'idea di Le Corbusier
che, nel 1948, elabora per il progetto della città di Chandigarh
una grande scultura a forma di mano aperta a simboleggiare la fiducia
nell'uomo e nelle sue possibilità razionali.
Nel nostro caso, le linee del palmo della mano sono stilizzate
e il loro incrocio genera delle aree campite con i colori dell'arcobaleno
a simboleggiare la connessione tra cielo e terra.
Così, una mano aperta, segno di salute, di accoglienza, di scambio,
è il logo che simboleggia una ricerca
architettonica, urbanistica, tecnologica, sociale, psicologica e sanitaria
volte ad un approccio "umanizzato" al progetto per i diversi momenti della vita
e delle architetture che la ospitano.*

Indice

CAPITOLO 1		
INTRODUZIONE	9	
1.1 Robot human-centered <i>Niccolò Casiddu</i>	11	
1.2 Robot umanoidi? (alcune) definizioni <i>Francesco Burlando</i>	13	
1.3 Domande di ricerca e obiettivi scientifici <i>Niccolò Casiddu</i>	21	
CAPITOLO 2		
STATO DELL'ARTE	27	
2.1 I robot della storia e del presente <i>Francesco Burlando</i>	29	
2.1.1 I robot umanoidi nel mondo reale	29	
2.1.2 Analisi dei robot	33	
2.2 I personaggi robotici nel cinema di fantascienza <i>Francesco Burlando</i>	105	
2.2.1 I robot umanoidi nel mondo del cinema	105	
2.2.2 Analisi dei robot	109	
2.3 Robot reali vs. robot del cinema. Alcune considerazioni <i>Francesco Burlando</i>	175	
2.3.1 Distribuzione temporale e geografica	175	
2.3.2 Distribuzione di genere	181	
2.3.3 Distribuzione di ruoli e ambiti	183	
2.3.4 Distribuzione delle caratteristiche antropomorfe	193	
2.3.5 Distribuzione di materiali e colorazioni	195	
CAPITOLO 3		
MORE-THAN-HUMAN(OID)	203	
3.1 Robotica e città iperconnessa <i>Francesco Burlando</i>	205	
3.1.1 Introduzione	205	
3.1.2 Il ruolo dei robot umanoidi nelle città iperconnesse	207	
3.1.3 Applicazioni dei robot umanoidi nelle smart city	209	
3.1.3.1 Servizi di assistenza e supporto	209	
3.1.3.2 Operazioni urbane e manutenzione	211	
3.1.3.3 Sicurezza e sorveglianza	213	
3.1.3.4 Interazione e informazione pubblica	215	
3.1.4 Sfide e considerazioni sulla presenza di robot umanoidi nelle smart city	217	
3.1.4.1 Accettazione sociale e impatto sull'occupazione	217	
3.1.4.2 Privacy e sicurezza dei dati	219	
3.1.4.3 Etica e roboetica	221	
3.1.5 Vantaggi e prospettive future	225	
3.1.6 Conclusioni	227	
3.2 Robot e Società <i>Niccolò Casiddu</i>	229	
3.2.1 Introduzione	229	
3.2.2 Robotica umanoide e industria	231	
3.2.3 Robotica umanoide e assistenza	235	
3.2.4 Robotica umanoide e ricerca	239	

CAPITOLO 4

PROGETTARE ROBOT UMANOIDI

245

4.1 Buone pratiche di progetto

Niccolò Casiddu

247

4.1.1 Beyond the (concept of) Uncanny Valley

247

4.1.2 Human-Robot-Human Interaction

255

4.1.3 Interfaccia

263

4.1.3.1 Il volto dei robot

267

4.1.4 Colori e forme

271

4.1.5 W⁴

275

4.1.5.1 WHY

275

4.1.5.2 Strumenti di progetto. 5Whys

281

4.1.5.3 WHO

283

4.1.5.4 Strumenti di progetto. Proto-Personas, User-Personas e
Personas-based walkthrough

287

4.1.5.5 Strumenti di progetto. Robotics Personas e Non-Human Personas

289

4.1.5.6 WHEN & WHERE

291

4.1.5.7 Strumenti di progetto: Scenarios e Storyboarding

293

4.1.6 Testare il progetto

295

4.1.6.1 Linee guida per test di usabilità

301

4.1.6.2 Strumenti di progetto. Lo shadowing

303

4.1.6.3 Linee guida per il moderatore

305

4.1.6.4 Strumenti di progetto. A/B testing

307

4.2 Analisi dei casi studio

Francesco Burlando

309

4.2.1 Progetto Ro.Sa.

309

4.2.1.1 Nascita del progetto

309

4.2.1.2 Il progetto della sperimentazione

311

4.2.1.3 Sperimentazione

318

4.2.1.4 Covid-19 e nuova vita

325

4.2.2 Progetto SiRobotics

327

4.2.2.1 Razionale

327

4.2.2.2 Obiettivi della ricerca

331

4.2.2.3 Briefing progettuale

333

4.2.2.4 Progetto dell'interfaccia

335

4.2.2.5 Progettare con gli utenti (*Claudia Porfirione*)

339

4.2.2.6 Progetto del robot

361

4.2.3 Progetto Pos3D

365

4.2.3.1 Razionale

365

4.2.3.2 Progettazione della sperimentazione

369

4.2.3.3 La sperimentazione

373

4.2.3.4 Analisi dei dati

375

4.2.3.5 Considerazioni finali

379

4.2.4 Pos3D by AI (*Annapaola Vacanti*)

381

4.2.4.1 Applicazioni di AI generativa: introduzione e opportunità

381

4.2.4.2 Metodologia e processo

383

4.2.4.3 Risultati

385

4.2.4.4 Conclusioni

389

CAPITOLO 5

CONCLUSIONI

393

a Risultati raggiunti e sviluppi futuri

Francesco Burlando

395

b Considerazioni finali

Niccolò Casiddu

399

BIBLIOGRAFIA

403

GLI AUTORI

425

1.1 Robot human-centered

Niccolò Casiddu

Nel vasto panorama della robotica, in cui questo libro si inserisce, la progettazione dei robot umanoidi costituisce una delle sfide più affascinanti e complesse che gli esseri umani abbiano mai affrontato. Ciò è dimostrato dal fatto che, oltre alle caratteristiche performative che devono contraddistinguere ogni prodotto tecnologico e meccatronico, i robot umanoidi necessitano di ulteriori qualità fortemente transdisciplinari per poter performare nei compiti a loro adibiti che comprendono l'interazione con utenti specifici in ambiti specifici. Questi dispositivi, concepiti appunto per somigliare e interagire con gli esseri umani, richiedono un approccio di progettazione altamente specializzato e orientato in modo rigoroso proprio verso il soddisfacimento delle esigenze degli utenti finali. L'approccio che viene sottolineato e adottato in questa dissertazione rientra nella categoria human-centered, la dottrina progettuale che posiziona al centro dell'attenzione la prospettiva umana, dove ogni aspetto, dal design estetico all'interfaccia utente, è pensato e creato con l'utente finale al centro del percorso progettuale (Ideo, 2015). La progettazione dei robot umanoidi non può quindi prescindere da una profonda comprensione delle dinamiche umane, delle interazioni sociali e delle sfide tecniche che questi dispositivi comportano. Troppo spesso, i tentativi di creare robot umanoidi si sono concentra-

ti esclusivamente sulla loro somiglianza esteriore con gli esseri umani, trascurando l'importanza dell'interazione con gli utenti e dei contesti applicativi reali. Questo approccio ha spesso portato a risultati non soddisfacenti in termini di accettazione e utilizzo reale da parte degli utenti in contesti specifici. L'approccio human-centered richiede un dialogo costante tra progettisti e figure terze quali ingegneri, psicologi e, soprattutto, gli utenti stessi. L'obiettivo è definire con chiarezza le finalità e i requisiti del progetto, tenendo sempre presente il benessere e la soddisfazione degli utenti. Uno degli elementi chiave in tal senso è il riconoscimento dell'importanza di adattare il design dei robot ai contesti specifici in cui saranno utilizzati. Ogni applicazione richiede un approccio personalizzato che consideri le esigenze degli utenti, l'ambiente circostante e gli obiettivi specifici dell'interazione robotica. Che si tratti di robot assistenti per anziani, insegnanti virtuali o compagni di conversazione, la progettazione deve essere flessibile ed estremamente orientata al contesto. Nel corso di questo testo, si esploreranno in dettaglio le pratiche e le metodologie che consentono di implementare con successo l'approccio human-centered all'ambito della robotica umanoide. Si affronteranno metodi e strumenti per considerare le caratteristiche estetiche, funzionali e comportamentali dei robot umanoidi, nonché per affrontare le sfide legate all'interazione con gli utenti e alla complessità tecnica di questi dispositivi. In definitiva, l'obiettivo è stabilire il fondamento concettuale e metodologico per una progettazione di robot che non siano solo affascinanti da vedere, ma che si integrino in modo significativo nella vita delle persone, offrendo un valore reale e una risposta alle esigenze umane. Con questo approccio, si mira a contribuire alla creazione di un futuro in cui i robot umanoidi diventino compagni di fiducia, assistenti affidabili e strumenti di arricchimento nella vita quotidiana.

1.2 Robot umanoidi? (Alcune) definizioni

Francesco Burlando

Il concetto di robot affonda le sue radici a partire dall'antichità, quando l'umanità ha iniziato a sviluppare un interesse radicato nel creare duplicati di sé stessa. Tale desiderio affonda le basi nei miti e nelle credenze religiose, come nel caso della Cabala ebraica che menziona il Golem: una creatura di argilla creata da Dio per compiere lavori pesanti, priva di pensiero ed emozioni ma dotata di una forza straordinaria e obbediente al suo creatore. Questa figura ha influenzato la cultura occidentale, con esempi come il "Frankenstein" di Mary Shelley (Pugliara, 2002). Nella mitologia greca si trova traccia della storia di Efesto che creò un gigantesco automa di bronzo chiamato Tálòs come guardiano di Creta, una figura dai tratti antropomorfi che sembrava quasi indistinguibile da un essere umano.

Le prime testimonianze di prodotti automatizzati sono legate agli automi: macchine antropomorfe o zoomorfe dotate di meccanismi nascosti che creavano l'illusione della vita e che furono storicamente utilizzate principalmente per spettacoli e nell'orologeria (Losano, 1990; Artioli & Bartoli, 1991). La prima testimonianza giunge dall'antica Alessandria, dove Ctesibio e Filone scrissero trattati su come costruire automi, concetti poi sviluppati da Erone di Alessandria nel I secolo a.C. (Vegetti et al., 1985; Lloyd, 1993; Cambiano, 2006; Russo, 2021). Questo portò alla creazio-

- 0 Replicante, Un robot identico ad una persona, posizionato nella zona in alto a destra del grafico dell'uncanny valley. Al momento, questo livello di antropomorfismo è puramente ipotetico e rappresenta l'asintoto per i designer robotici.
- 1 Actroide. Un robot con forte antropomorfismo visivo. Basandosi unicamente sulla sua apparenza, quasi sicuramente un actroide sarebbe scambiato per un essere umano. Alcuni actroidi consistono nella copia fedele di una persona specifica e vengono chiamati geminoidi dal latino *geminus*, che significa gemello. I designer di actroidi utilizzano materiale a base di silicone per realizzare una pelle simil-umana oltre a parrucce, smalto ecc. Nei film di fantascienza, questi robot vengono interpretati da attori umani senza trucco, o con un leggero trucco o altri accorgimenti per rendere evidente che non si tratta di esseri umani.
- n-6 Semi-Actroide. Ha la morfologia di un actroide in alcune parti del corpo – generalmente la parte superiore – ma il resto del corpo manca o appartiene alla categoria degli androidi. In circostanza particolari, può essere confuso per un essere umano, ma è un inganno destinato a fallire.
- n-5 Androide. Un robot con la morfologia di un umano. Ha braccia, gambe e una testa con bocca e occhi. Questi ultimi due elementi possono essere motorizzati o statici. Tuttavia, non vi è alcuna possibilità di scambiare uno di questi robot per un essere umano dal momento che non ha pelle, ma una cover realizzata generalmente in plastica o metallo.
- n-4 Umanoide. Ha la morfologia generale di un umano, ma il design dei connotati antropomorfi è semplificato. Anche se non assomiglia ad un umano, quasi tutte le caratteristiche antropomorfe sono presenti. Maggiore è il numero di elementi mancanti, maggiore è la possibilità che il robot si avvicini alla categoria n-
- n-3 Umanoide inferiore. Un n-4 con alcune parti mancanti. Potrebbe avere un monitor al posto del volto o una base con ruote al posto delle gambe. È complicato definire un confine preciso tra le categorie n-4 e n-4, dal momento che alcuni robot possono presentare caratteristiche antropomorfe molto accurate in alcune parti del corpo pur mancando completamente di altre parti.
- n-2 Umanoidi cartoon. Se un robot umanoide n-4 è ispirato ad un essere umano, un umanoide cartoon n-2 sembra piuttosto ispirato al personaggio di un fumetto o di un cartone animato. Come nel caso della categoria n-4, ha all'incirca la morfologia di un umano, ma il suo aspetto esteriore richiama piuttosto un supereroe o il personaggio di un manga.
- n-1 Ispirato all'uomo. Ha la morfologia generale di un corpo umano solo in alcune parti (di solito le braccia). Perciò, non ricorda assolutamente un essere umano. Questi sono tipicamente robot industriali e si trovano nella parte in basso a sinistra del grafico dell'uncanny valley.
- n Progettato su base antropomorfa. Anche se non assomiglia per niente ad un uomo, è stato progettato per interagire con esso e per operare in ambienti umani. Perciò, probabilmente il suo design è basato su misure antropometriche.

1.3 Domande di ricerca e obiettivi scientifici

Niccolò Casiddu

A partire dalla rivoluzione agricola fino alle più recenti rivoluzioni industriali e digitali, l'uomo ha costantemente cercato soluzioni che permettessero ad un suo sostituto – fosse esso animale o macchina – di svolgere un compito al suo posto. Sebbene gli ambiti in cui si è adottato questo meccanismo siano costantemente in crescita, le tipologie di impiego sono riferibili ai seguenti impieghi:

- Lavori faticosi per l'uomo
- Lavori pericolosi per l'uomo
- Lavori noiosi per l'uomo
- Lavori in cui animali e/o macchine sono più performanti dell'uomo

Questa tendenza, che ha accompagnato l'uomo negli ultimi 10.000 anni subendo un incremento esponenziale negli ultimi secoli, non potrà che aumentare ulteriormente in futuro, in modo più o meno prevedibile. La problematica centrale in questo senso è rappresentata dall'invecchiamento della popolazione che costituisce uno dei fattori più critici dei prossimi decenni, sia a livello europeo che mondiale (Eurostat, 2022; WHO, 2018). Le proiezioni indicano che entro il 2050 il numero di persone di età pari o superiore a 65 anni nel mondo supererà il numero di giovani fra i 15 e i 24 anni (United Nations, 2019). L'aumento della popolazione

2.1 | I robot della storia e del presente

Francesco Burlando

2.1.1 I robot umanoidi nel mondo reale

I moderni robot che siamo abituati a vedere – in circostanze ancora molto rare – intorno a noi o su internet nascono principalmente in Giappone, un paese che gioca un ruolo chiave nella crescita di questo settore e, data la distanza culturale rispetto all'Occidente, lo fa tramite l'affermazione di una corrente a sé stante che implica differenze estetiche e interazionali. Alla radice di ciò vi sarebbe la visione animista che caratterizza lo shintoismo, il sistema originario di credenze dell'arcipelago nipponico. Spiriti della natura e degli antenati sarebbero ospitati nel mondo fenomenico, in piante, alberi e – perché no? – potrebbero esserlo anche in un robot. La distinzione tra uomo e natura non è vista sotto forma di opposizione, come nel mondo occidentale, ma di dinamica fusione: dopo la morte l'uomo torna alla natura ed è dalla natura che deriva l'uomo. L'animismo shintoista, inserito nella ricerca scientifica contemporanea giapponese, diventa un elemento mirante a inserire un contributo moderno sia nel sistema sociale tradizionale, sia nella visione tradizionale del mondo. Da ciò ne deriva un approccio alla robotica umanoide che la vuole inserita nella società tramite le figure di assistenti, badanti per anziani, compagni di lavoro per mansioni pericolose. Ciò è dovuto anche

LEONARDO DA VINCI

CAVALIERE AUTOMA

1495 ITA

IL CAVALIERE AUTOMA DI LEONARDO È CONSIDERATO DA MOLTI COME IL PRIMO ESEMPIO ANTE LITTERAM DI ROBOT UMANOIDE. IN EFFETTI, IL PROGETTO DI UN AUTOMA DALLE FATTEZZE ANTROPOMORFE CHE POTESSE COMPIERE ALCUNI MOVIMENTI PROGRAMMATI BEN SI ALLINEA CON IL CONCETTO DEI PRIMI UMANOIDI.



9_{Dof} \$\$\$

1000 MM

♂ 180cm

METALLO

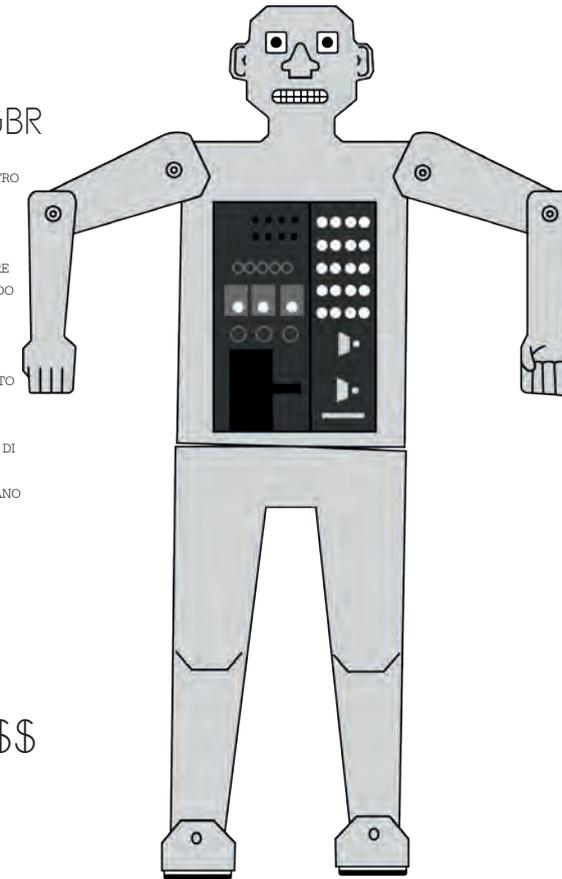


WESTINGHOUSE

HERBERT

1927 GBR

SEBBENE HERBERT NON FOSSE ALTRO CHE UN CENTRALINO TELEFONICO INCASTONATO DENTRO AD UN CARTONATO A FORMA DI UOMO, IL ROBOT ERA IN GRADO DI RISPONDERE FISICAMENTE AL TELEFONO ALZANDO LA CORNETTA. QUESTO ASPETTO DIMOSTRA QUANTO NON SOLO L'ASPETTO ANTROPOMORFO, MA ANCHE IL COMPORTAMENTO ISPIRATO A QUELLO UMANO SIANO ELEMENTI FORTEMENTE LEGATI AL MONDO DELLA ROBOTICA FIN DAGLI ALBORI DI TALE AMBITO IN CUI LE POSSIBILITÀ MECCANICHE E TECNOLOGICHE ERANO LIMITATE.

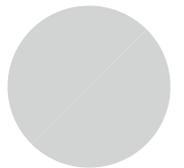


4_{Dof} \$\$

1000 MM

♂ 190cm

CARTONE

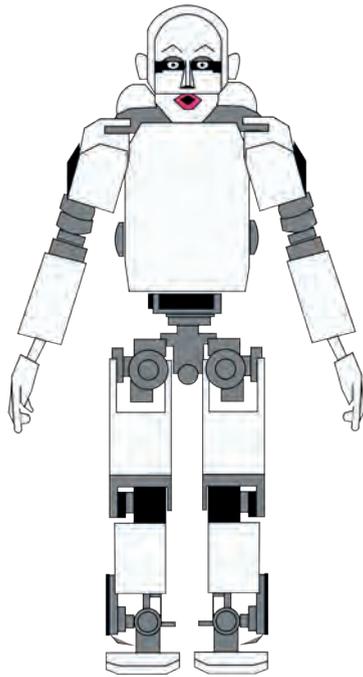


WASEDA UNIVERSITY

KOBIAN

2007 JPN

PER QUANTO IL RISULTATO SIA CERTAMENTE MENO INQUIETANTE, COME NEL CASO DI CB2, IL TENTATIVO DI OTTENERE UN'ESPRESSIVITÀ SIMILE A QUELLA UMANA FALLISCE ANCHE CON KOBIAN. LE ESPRESSIONI DEL VOLTO UMANO, OTTENUTE ATTRAVERSO ELEMENTI MECCANICI POSIZIONATI SULLA TESTA DEL ROBOT, SONO ESASPERATE E POCO VEROSIMILI. KOBIAN FINISCE, COSÌ, AD ASSOMIGLIARE PIÙ A DELLE EMOTICON PIUTTOSTO CHE AD UNA PERSONA REALE.



65_{Dof} \$\$\$

1000 MM

♀ 140CM

PLASTICA RIGIDA



2007 JPN

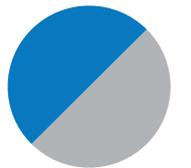
NEI PRIMI ANNI DUEMILA L'UNIVERSITÀ DI TOKYO PROVA UN NUOVO APPROCCIO PER OTTENERE MOVIMENTI SIMILI A QUELLI UMANI, PROGETTANDO UN ROBOT COMPOSTO DA TECNOFIBRE CHE DOVREBBERO SIMULARE IL FUNZIONAMENTO MUSCOLARE. PER QUANTO, PIÙ DI DIECI ANNI DOPO, LA RICERCA IN TAL SENSO CONTINUI SENZA PARTICOLARI SUCCESSI, KOJIRO RAPPRESENTA SICURAMENTE UN INTERESSANTE CASO STUDIO. DA UN PUNTO DI VISTA DELLA COLORAZIONE, IL ROBOT CONTRIBUISCE ALL'AFFERMAZIONE DELL'AZZURRO COME SECONDO COLORE MOLTO UTILIZZATO NEL PANORAMA DEGLI UMANOIDI.

TOKYO UNIVERSITY

KOJIRO

♀ 133CM

PLASTICA RIGIDA & TECNOFIBRE



56_{Dof} \$\$\$

1000 MM

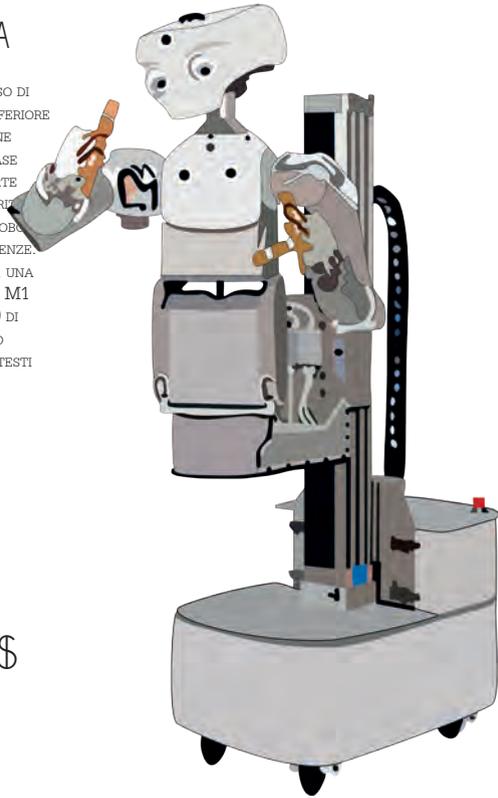


MEKA ROBOTICS

M1

2011 USA

M1 COSTITUISCE UN INTERESSANTE CASO DI SOLUZIONE ADOTTATA PER LA PARTE INFERIORE DEL CORPO. INFATTI, IL BUSTO NON VIENE POSIZIONATO DIRETTAMENTE SU UNA BASE ROBOTICA, MA AGGANCIATO DALLA PARTE RETROSTANTE AD UNA COLONNA MOTORIA CHE CONSENTE, IN QUESTO MODO, AL ROBOT DI VARIARE ALTEZZA IN BASE ALLE ESIGENZE. QUESTA SCELTA COMPORTA, TUTTAVIA, UNA RINUNCIA SUL PIANO DELLE DIMENSIONI: M1 È, INFATTI, LUNGO QUASI 70 CM PER 50 DI LARGHEZZA. TALI DIMENSIONI RENDONO DIFFICILE L'UTILIZZO DEL ROBOT IN CONTESTI COMUNI.



33_{DOF} \$\$\$

1000 MM

♀ 160cm

PLASTICA RIGIDA

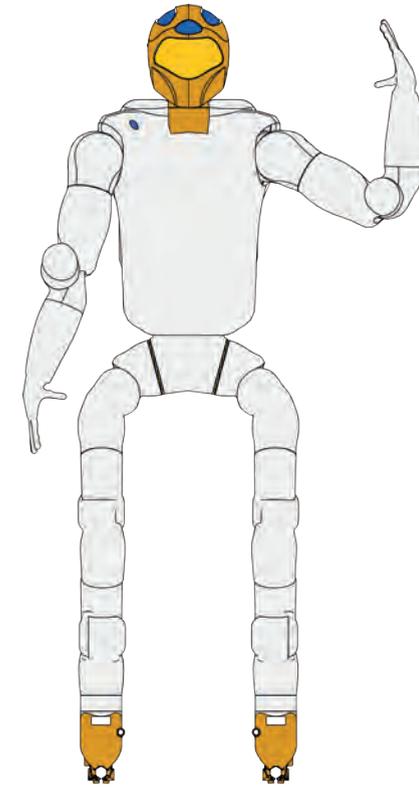


NASA

ROBONAUT 2

2011 USA

ROBONAUT È UNO DEI VARI ESPERIMENTI MESSI IN ATTO DALLA NASA PER PORTARE NELLO SPAZIO UN SUPPORTO ROBOTICO CHE POSSA LAVORARE AL FIACCO, O AL POSTO DI, UN ASTRONAUTA. IL CORPO DEL ROBOT È COMPOSTO DA UN BUSTO A CUI SONO ABBINATI DUE BRACCI E UNA TESTA A FORMA DI CASCO DORATO. DOVENDO LAVORARE IN ASSENZA DI GRAVITÀ SULLA STAZIONE SPAZIALE INTERNAZIONALE, O NELLO SPAZIO APERTO, LE GAMBE NON SONO NECESSARIE, MA POSSONO ESSERE AGGIUNTE PER CREARE UN AGGANCIO CHE EVITI AL ROBOT DI FLUTTUARE PROPRIO A CAUSA DELL'ASSENZA DI GRAVITÀ.



42_{DOF} \$\$\$

1000 MM

♀ 180cm

PLASTICA RIGIDA & TESSUTO SINTETICO



ENGINEERED ARTS

AMECA

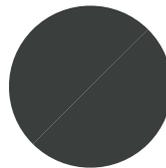
2022 GBR

AL CES DI LAS VEGAS È STATO PRESENTATO AMECA, UN ROBOT UMANOIDE PROGETTATO DA ENGINEERED ARTS CHE PRESENTA UN'ESPRESSIVITÀ MOLTO VICINA A QUELLA UMANA E CHE È DIVENTATO PRESTO VIRALE SUL WEB PER ALCUNI VIDEO IN CUI LE ESPRESSIONI DEL VOLTO E I MOVIMENTI DEL ROBOT RISULTANO SBALORDITIVI. PER ORA, QUELLA AL CES - CHE, VA DETTO, È UN CONTESTO CONTROLLATO - È L'UNICA APPARIZIONE DI AMECA. SI ATTENDE, QUINDI, DI VEDERE IN QUALI CONTESTI SARÀ SPERIMENTATO IL ROBOT IN FUTURO.



140CM

PLASTICA RIGIDA

50+_{DOF} \$\$\$

1000 MM

2.2 I personaggi robotici nei film di fantascienza

Francesco Burlando

2.2.1 I robot umanoidi nel mondo del cinema

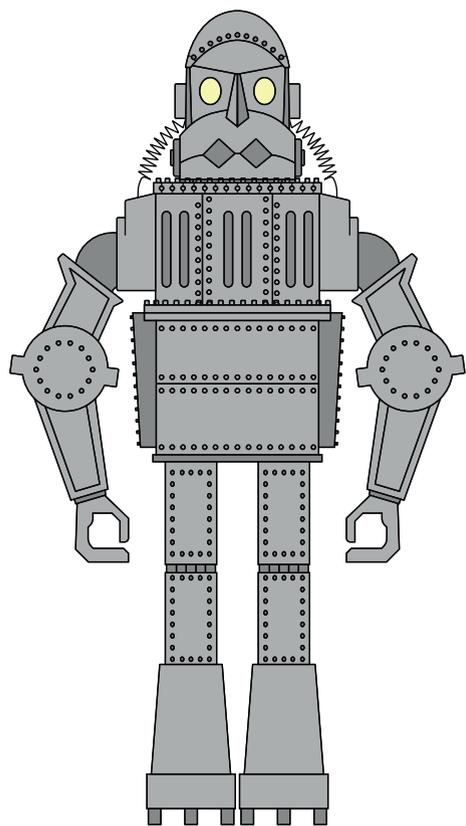
Come illustrato nel capitolo introduttivo, la presenza di strumenti meccanici dalle sembianze umane in grado di svolgere semplici movimenti programmati è riscontrabile già da diversi secoli nella realtà e da millenni nella mitologia e nei racconti fantastici. Tuttavia, per vedere un primo robot umanoide in grado di svolgere più di qualche gesto elementare si deve aspettare l'alba del terzo millennio, con la presentazione di Asimo da parte di Honda. Nella rappresentazione fantascientifica, al contrario, abbiamo prova di personaggi robotici da circa un secolo prima. Alla rappresentazione teatrale R.U.R. del 1920 segue appena un anno dopo L'uomo meccanico, film di produzione Italiana, mentre nel 1927 fa la sua comparsa nelle sale Metropolis di Fritz Lang, che riscuote un successo molto ampio destinato a influenzare la gran parte delle produzioni di genere che seguiranno nei decenni successivi. Sebbene i primi personaggi robotici apparsi nei film fantascientifici fossero, anch'essi, molto rudimentali, come sempre accade la corsa tra rappresentazione fittizia e progresso scientifico è impari e vede sempre la prima prevalere per tempistiche. Infatti, mentre la ricerca scientifica e l'industria, come detto, riusciranno a giungere a un prodotto degno di nota solo negli anni 2000, già

L'UOMO MECCANICO
ANDRÉ DEED

UOMO MECCANICO

♀ 230_{CM}

METALLO



1500 MM

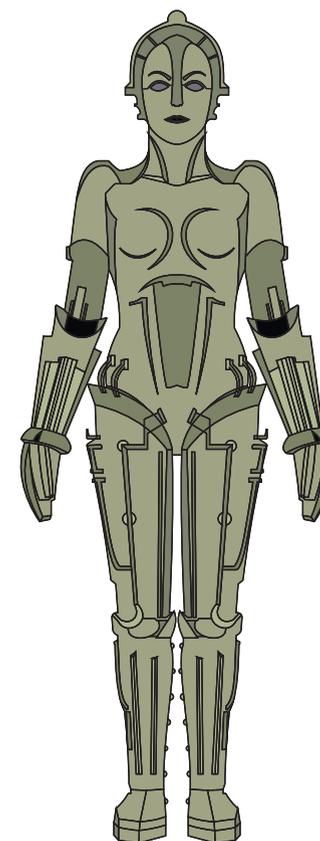
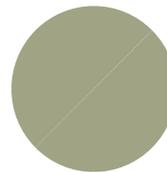
1921 ITA

CON L'UOMO MECCANICO ANDRÉ DEED, IN ARTE CRETINETTI, RIPRENDE DUE ANNI DOPO DA HARRY GROSSMAN CON Q THE AUTOMATON, PORTANDO SU PELLICOLA L'IDEALE DI UOMO DI LATTA MALVAGIO. QUESTA VOLTA, TUTTAVIA, L'UOMO MECCANICO PRESENTA UN RIVALE, ANCH'ESSO ROBOTICO, CHE LOTTA DALLA PARTE DEL PROTAGONISTA.

5.9_{IMDB}

♀ 170_{CM}

METALLO



1000 MM

METROPOLIS
FRITZ LANG

MARIA

1927 DEU

NEL CINEMA, COME IN ALTRI AMBITI, I GENI SI RICONOSCONO PER ESSERE PROIETTATI DIVERSI DECENNI AVANTI RISPETTO ALLA MEDIA DELLE PERSONE. FRITZ LANG, CON IL SUO CAPOLAVORO METROPOLIS, CONFERMA LA TENDENZA REALIZZANDO, CON MARIA, UN PERSONAGGIO ROBOTICO CHE TUTT'ORA SI ATTESTA TRA I MIGLIORI MAI COMPARI SU SCHERMO. MARIA INFLUENZERÀ TUTTA LA PRODUZIONE SUCCESSIVA, COMPRESO C-3PO, ED È AD OGGI UNO DEI RARI CASI DI ROBOT FEMMINILE.

8.3_{IMDB}

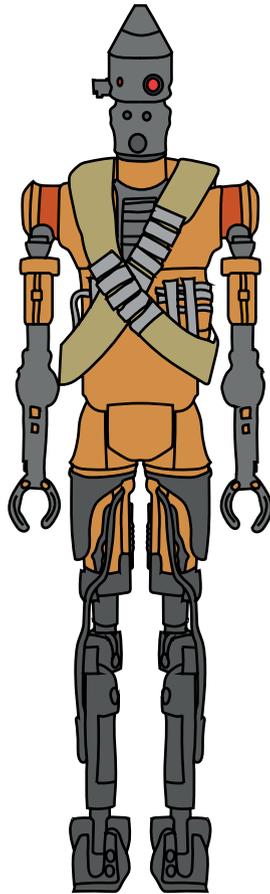
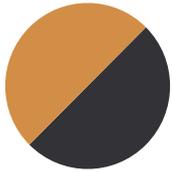
STAR WARS: THE EMPIRE STRIKES BACK (EPISODE V)

IRVIN KERSHNER

IG-11

♀ 190cm

METALLO



1000 MM

MILITARY

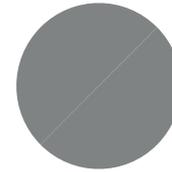
1980 USA

IG-11 DIMOSTRA LA NETTA SUPERIORITÀ DELLA SAGA DI STAR WARS DAL PUNTO DI VISTA CINEMATOGRAFICO IN TUTTI I SUOI ASPETTI. IL ROBOT PRESENTA UNA CURA MANIACALE IN TUTTI I PARTICOLARI CHE CONCORRONO A TRASMETTERE LA FIGURA DI UN POTENTE E SPIETATO GUERRIERO. ANCHE IN QUESTO CASO SI PUÒ NOTARE COME LA LUCE ROSSA POSIZIONATA NELL'ELEMENTO CHE DOVREBBE RICHIAMARE L'OCCHIO CONCORRA A TRASMETTERE UN SENSO DI MALVAGITÀ ALL'OSSERVATORE.

8.7IMDB

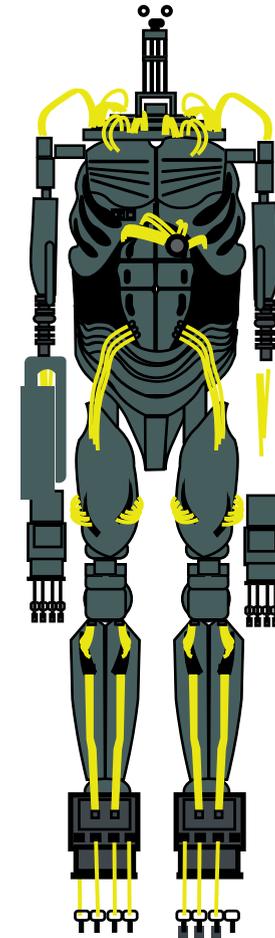
♀ 210cm

METALLO



SATURN 3
JOHN BARRY & STANLEY DONEN

HECTOR



1500 MM

SERVICE

1980 GBR

HECTOR È UNO DEI ROBOT PIÙ PARTICOLARI DELLA RASSEGNA. INFATTI, ALLA SCOCCA IN METALLO CHE RICHIAMA UN'ARMATURA MEDIEVALE VENGONO AGGIUNTI NUMEROSI CAVI CHE UNISCONO LE VARIE PARTI DEL CORPO E TRASMETTONO UN FORTE CARATTERE TECNOLOGICO ED ELETTRONICO DEL PERSONAGGIO. QUESTO ELEMENTO, INSIEME ALL'ARMATURA OPPORTUNAMENTE SAGOMATA PER RICHIAMARE LA PRESENZA DI MUSCOLI, FORNISCONO A HECTOR UN'IMMAGINE DI PERSONAGGIO FORTE E PERICOLOSO.

5.1IMDB

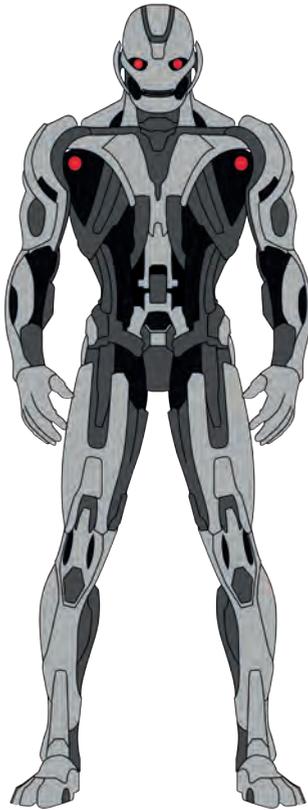
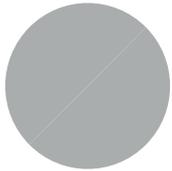
AVENGERS: AGE OF ULTRON

JOSS WHEDON

ULTRON

♂ 250_{CM}

METALLO



1500 MM

MILITARY

2015 USA

VENGONO QUI PRESENTATI DUE ROBOT DAL FILM AVENGERS: AGE OF ULTRON. PER QUANTO RIGUARDA ULTRON, VALE QUANTO DETTO IN PRECEDENZA PER I VARI FILM MARVEL. INFATTI, L'ISPIRAZIONE DAL MONDO DEI FUMETTI PORTA ALLA REALIZZAZIONE DI UN PERSONAGGIO BASATO SU FORME UMANOIDI, DALLE QUALI PERÒ SI DISCOSTA SOPRATTUTTO PER QUANTO RIGUARDA IL VOLTO. TALE CARATTERISTICA È OSSERVABILE NEL TAGLIO DEGLI OCCHI E NELLA BOCCA A BECCO, ENTRAMBI ELEMENTI CHE SI TRAGGONO ISPIRAZIONE DALLA CLASSE DEI RETTILI PIUTTOSTO CHE DAL VOLTO UMANO.

7.3IMDB

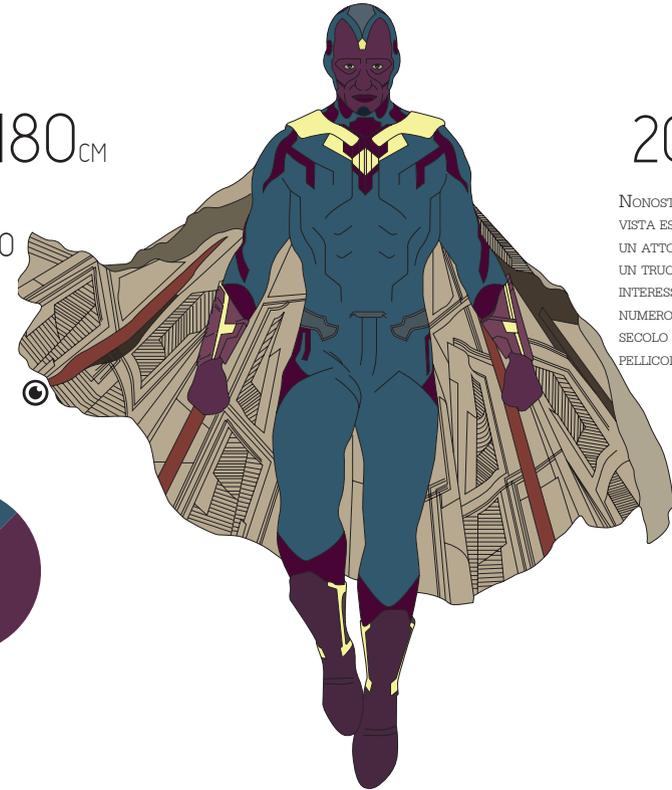
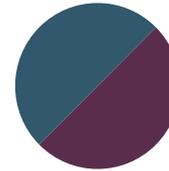
AVENGERS: AGE OF ULTRON

JOSS WHEDON

VISION

♂ 180_{CM}

METALLO



1000 MM

MILITARY

2015 USA

NONOSTANTE SIA UN ROBOT, DA UN PUNTO DI VISTA ESTETICO VISION ALTRO NON È SE NON UN ATTORE UMANO A CUI VIENE APPLICATO UN TRUCCO PARTICOLARE. RISULTA MOLTO INTERESSANTE NOTARE, QUINDI, COME, DOPO NUMEROSE SPERIMENTAZIONI, SI TORNI QUASI UN SECOLO DOPO AGLI STRATAGEMMI DELLE PRIME PELLICOLE STORICHE.

7.3IMDB

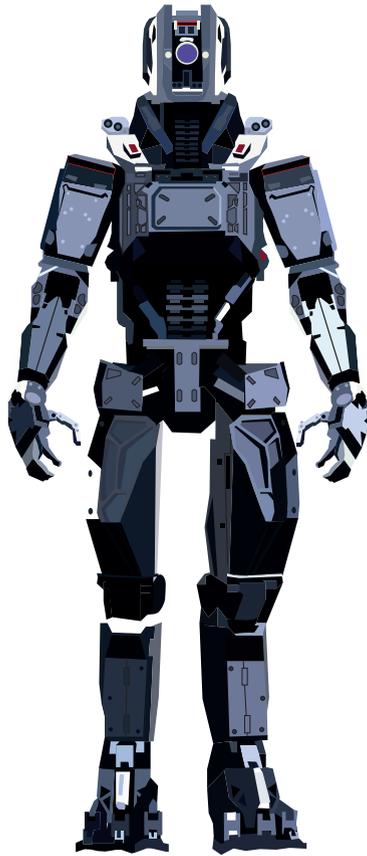
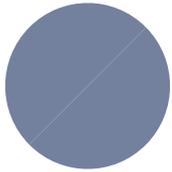
MOTHER/ANDROID

MATTSON TOMLIN

ANDROID

180_{CM}

METALLO



1000 MM

MILITARY

2021 USA

CON MOTHER/ANDROID SI PUÒ OSSERVARE, DOPO CHAPPIE, UN ALTRO CASO DI SIMILITUDINE ESTREMA CON I ROBOT PRESENTI IN ELYSIUM, COME DETTO PER MAX E ABE E COME NEL CASO APPENA CITATO DI CHAPPIE, ANCHE IN QUESTO CASO A CONTRIBUIRE ALLA NATURA SPAVENTOSA DEL ROBOT NON SONO SOLO GLI ELEMENTI FORMALI QUANTO IL CONTESTO ALL'INTERNO DEL QUALE IL PERSONAGGIO È INSERITO.

4.8 IMDB

2.3 Robot reali vs robot del cinema.

Alcune considerazioni

Francesco Burlando

2.3.1 Distribuzione temporale e geografica

Il grafico della distribuzione geografica conferma l'aspettativa iniziale rispetto ai filoni principali che costituiscono il mondo della robotica umanoide. In riferimento alla produzione cinematografica, è evidente come gli Stati Uniti rappresentino, da soli, la quasi totalità dei casi studio presi in esame. Infatti, per 47 film di produzione americana, ve ne sono solo 20 distribuiti tra Europa ed Asia. Ciò è dovuto alla supremazia della produzione hollywoodiana rispetto al resto del mondo e, come ci si sarebbe aspettati, anche nei film di fantascienza che prevedono personaggi robotici, il trend è confermato. È interessante notare come, tra i vari contributi europei, l'Italia sia tra i paesi più rappresentativi. Anche in questo caso si tratta di una conferma del movimento cinematografico di buon livello che nella prima metà del secolo scorso era presente nel nostro paese. In Asia, le produzioni si distribuiscono tra Singapore e il Giappone. È interessante osservare come, nonostante l'enorme produzione di robot che verrà analizzata in seguito, non vi sia un seguito per quanto riguarda i personaggi delle produzioni fantascientifiche televisive o cinematografiche. Il tutto alla luce di paesi come Giappone e Korea del Sud, dove vi sono numerosi registi di spessore impegnati in produzioni dal carattere – anche – speri-

3.1 Robotica e città iperconnessa

Francesco Burlando

3.1.1 Introduzione

Nell'ambito dell'evoluzione delle città moderne, l'interconnessione tra le persone, gli oggetti e l'infrastruttura attraverso le tecnologie digitali sta portando sempre più alla creazione di città iperconnesse. Tali smart city si basano sull'utilizzo di sensori, dispositivi IoT e reti di comunicazione avanzate per raccogliere e analizzare dati in tempo reale al fine di ottimizzare le risorse, migliorare l'efficienza e fornire servizi personalizzati ai cittadini. In questo scenario fortemente tecnologico, la robotica umanoide si propone come uno strumento utile per implementare ulteriormente le smart city, trasformandole in ambienti urbani ancora più avanzati, efficienti e a misura d'uomo. Tuttavia, la presenza di robot umanoidi all'interno delle città iperconnesse apre nuove prospettive per l'ambito della Human Robot Interaction (HRI) e, più in generale, per lo studio dell'interazione tra persone e tecnologia. Questi robot, che per definizione sono modellati per somigliare all'aspetto e alle capacità umane, possono svolgere una vasta gamma di compiti e interagire in modo naturale con gli abitanti delle smart city. Potendo essere dotati di intelligenza artificiale, capacità di apprendimento automatico e sensori avanzati, sono in grado di comprendere l'ambiente circostante e di adattarsi alle

che la robotica umanoide continuerà a evolversi, consentendo l'emergere di nuove soluzioni e applicazioni. Saranno necessarie ulteriori ricerche e innovazioni per affrontare le sfide rimanenti e sfruttare appieno il potenziale dei robot umanoidi nelle città iperconnesse. È fondamentale una collaborazione stretta tra accademici, industria, governi e società civile per guidare lo sviluppo e l'implementazione di soluzioni robotiche responsabili e di successo. In conclusione, i robot umanoidi offrono opportunità straordinarie per migliorare la vita nelle città iperconnesse. Tuttavia, è essenziale affrontare le sfide e lavorare verso una visione condivisa di un futuro in cui gli esseri umani e i robot umanoidi possano coesistere in armonia, promuovendo una società più inclusiva, sostenibile e tecnologicamente avanzata. Con l'attenzione adeguata all'accettazione sociale, all'etica, alla sicurezza e alla collaborazione uomo-robot, possiamo plasmare un futuro in cui i robot umanoidi svolgono un ruolo significativo nella costruzione di città intelligenti e all'avanguardia.

3.2 Robot e società

Niccolò Casiddu

3.2.1 Introduzione

Nell'era contemporanea, dove la tecnologia permea ogni aspetto della nostra esistenza, i robot umanoidi rappresentano una frontiera significativa e in evoluzione. Queste macchine, come si è visto, stanno diventando sempre più sofisticate, aprendo nuove opportunità e sollevando nuove questioni in svariati campi, dalla medicina all'industria, dall'assistenza all'educazione. Tuttavia, come detto in precedenza, l'aspettativa di avere un robot domestico in ogni casa è ancora lungi dal vedersi realizzata. Perciò, mentre l'umanità si adopera per sviluppare tecnologie robotiche sempre più avanzate, emergono sfide significative riguardanti i mezzi per far funzionare l'interazione tra esseri umani e robot nonché i vincoli all'interno dei quali essa debba muoversi. L'interazione umano-robot, infatti, non è una materia semplice o lineare. Coinvolge una serie complessa di dinamiche che spaziano dalla comunicazione verbale e non verbale alla percezione sensoriale, dalla psicologia alla sociologia, dall'etica alla sicurezza. La natura multidimensionale e multidisciplinare di questa interazione esige un'analisi approfondita e un'attenzione meticolosa per garantire che il rapporto tra esseri umani e robot possa funzionare veramente, ovvero sia costruttivo, sicuro ed efficace. Inoltre, la dimensione emotiva

4.1 Buone pratiche di progetto

Niccolò Casiddu

4.1.1 Beyond the (concept of) Uncanny Valley

Nel 1970, uno degli studiosi di robotica più influenti del Giappone, Masahiro Mori, ha condiviso le sue profonde riflessioni sull'interazione uomo-robot in uno studio, considerato pionieristico, fondamentale per definire il quadro teorico delle interazioni uomo-robot (HRI) che ha mantenuto la sua rilevanza fino ai giorni nostri. La sua ricerca esamina attentamente come l'accrescere della somiglianza di un robot all'essere umano possa influenzare la percezione dell'osservatore. Mori era particolarmente interessato a capire come, con l'aumentare dell'antropomorfismo di un robot, la nostra percezione di esso potesse cambiare, passando da familiarità e piacevolezza a senso di estraneità e disagio. Per illustrare questo concetto, Mori ha creato un grafico dettagliato, mettendo in ascissa il grado di somiglianza con gli esseri umani e in ordinata le risposte emotive degli osservatori. Questo grafico mostrava due traiettorie chiave: una rappresentava oggetti inanimati e l'altra oggetti animati. È interessante notare come, secondo Mori, gli oggetti animati, come i robot, tendano ad evocare reazioni emotive più forti, sia positive che negative. Il grafico illustra come, fino a un certo punto, maggiore è la somiglianza di un robot con un essere umano, più familiare e piacevole risulta. Tuttavia, quando questa

essere: l'utente individua un determinato task? Quanto tempo impiega per capire come svolgerlo? Riesce a svolgerlo? e altri simili. Tuttavia, l'informazione da sola può non essere sufficiente per rivelare come mai un'opzione sia meglio dell'altra. Per questo motivo si consiglia di includere interviste post-esperienza e altri metodi qualitativi per ottenere maggiori dati a supporto della valutazione. In ambito robotico si consiglia di utilizzare l'A/B testing per aspetti interattivi di breve durata, in modo da riuscire a definire, all'interno di un'interazione più duratura, quale sia l'inizio e la fine del momento che viene preso in considerazione. Un esempio può essere una determinata frase che un robot deve comunicare all'utente per dare un'indicazione di qualche tipo. Si può verificare che alcune indicazioni, che per i progettisti possono sembrare chiare ed esauritive, non vengano recepite per qualche motivo da una categoria di utenti. In questo caso, si può provare a modificare il copione del robot e vedere se la nuova tipologia di interazione fornisce risultati più soddisfacenti, misurando l'incremento di successo nello svolgimento del task che deriva dall'interazione. Tuttavia, il metodo può essere utilizzato anche per definire elementi formali, sebbene sia consigliabile agire in tal senso durante le fasi di sperimentazione dei prototipi.

4.2 Analisi dei casi studio

Francesco Burlando

4.2.1 Progetto Ro.Sa.

4.2.1.1 Nascita del progetto

Durante il primo trimestre del 2018 è nata una collaborazione tra il Dipartimento Architettura e Design dell'Università di Genova, l'associazione Scuola di Robotica e l'S.C. Recupero e Riabilitazione funzionale dell'E.O. Ospedali Galliera di Genova.

Scuola di Robotica è un'associazione no profit fondata nel 2000 da un gruppo di robotici e studiosi di scienze umane. Il principale obiettivo di Scuola di Robotica è la promozione della cultura mediante attività di istruzione, formazione, educazione e divulgazione delle arti e delle scienze coinvolte nel processo di sviluppo della robotica e delle nuove tecnologie. Nel corso degli anni Scuola di Robotica è diventata un punto di riferimento nazionale e internazionale per molte attività di ricerca e applicazione della robotica nei settori più vari della società come la didattica, l'ecologia e le disabilità.

La S.C. Recupero e Riabilitazione si occupa di fornire all'utenza ricoverata o ambulatoriale esterna, affetta da patologie e/o disabilità

ortopediche, neurologiche, reumatologiche, respiratorie, di pertinenza logopedica e del pavimento pelvico in fase acuta, subacuta o cronica riacutizzata, cure specialistiche riabilitative finalizzate al recupero, anche parziale, della funzione compromessa. Obiettivi principali perseguiti sono la precocità della presa in carico riabilitativa, la continuità terapeutica, l'adesione a protocolli-procedure interne e l'attenzione rivolta al paziente anziano fragile con interventi, in ambito dipartimentale (Dipartimento Cure Geriatriche, ortogeriatrics e riabilitazione), mirati al recupero dell'autosufficienza e alla prevenzione dei danni causati dalla riduzione di movimento. Si è deciso di mettere insieme le competenze dei tre partner per progettare una nuova soluzione nella prevenzione della sarcopenia. Il termine sarcopenia è comunemente usato per descrivere la perdita di tono, massa e forza muscolare che occorre nell'invecchiamento. La prevalenza della sarcopenia, che è stimata al momento intorno al 30% negli over 60, è destinata ad aumentare con il progressivo invecchiamento della popolazione. Appare evidente come tale diminuzione delle capacità muscolari può condurre, con il tempo, all'insorgenza di altre problematiche, quali l'obesità, la depressione, il rischio di cadute e molte altre. Una prevenzione in tal senso potrebbe consistere nel contrastare l'insorgenza della sarcopenia con l'obiettivo di ritardare il processo di indebolimento muscolare. Tale pratica aiuta a posticipare l'insorgenza della condizione di frailty nell'anziano andando così a migliorare il benessere generale – fisico e psicologico – dello stesso. Tale pratica assume un'importanza ancora maggiore se si considera che, ad esempio, il costo diretto per la cura dei pazienti sarcopenici negli Stati Uniti è stimato intorno ai 18,5 milioni di dollari (2014). Tale cifra rappresenta l'1,5% della spesa sanitaria annuale dello stato. Una riduzione nella prevalenza di tale patologia porterebbe a un risparmio di 1,1 milioni di dollari all'anno.

Contestualizzata nella situazione locale, la necessità di un intervento repentino appare ancora evidente. Infatti, l'Italia e, in particolare modo, la Liguria confermano ogni anno diversi record allar-

Il termine sarcopenia è comunemente utilizzato per descrivere la perdita di tono, massa e forza muscolare che occorre nell'invecchiamento

manti in tal senso. Se, in Italia, nel 1971 l'indice di vecchiaia (ossia il rapporto tra over 65 e under 15) era di 46,1 e nel 2011 di 148,7, nel 2020 si è arrivati a cifra 182,6. Nello stesso anno la Liguria ha fatto registrare il valore massimo nazionale con un rapporto di 262,3. Se si pensa che, sempre nel 2020, il tasso di natalità della Liguria si è attestato sul 5,7‰ e il tasso di mortalità sul 14,0‰, i dati citati in precedenza non possono che essere la conseguenza di tale andamento.

Sul piano tecnologico, si è deciso di utilizzare la robotica umanoide per tutte le peculiarità espresse nei capitoli precedenti e, su tutte, l'alto livello di engagement dimostrato da queste macchine specialmente quando utilizzate con utenza debole (Manca et al., 2021; Aaltonen et al., 2017) e la propensione da parte degli utenti all'imitazione evidenziata ampiamente dalla letteratura (Pulido et al. 2016; Taheri et al., 2015). La scelta è ricaduta su Pepper, un robot umanoide prodotto e venduto da SoftBank e molto affermato sul mercato con svariati campi di impiego che vanno dall'ambiente domestico al mondo del commercio, fino alla ricerca. Il concetto di base su cui le parti hanno deciso di lavorare è quello di progettare, e testare attraverso una sperimentazione, un'attività di esercizi fisici guidata da Pepper da sottoporre a utenti fragili e pre-fragili. Secondo i risultati attesi, la reiterazione di tale attività in più sedute a settimana per un periodo medio-lungo avrebbe portato nella migliore delle ipotesi a un miglioramento in forza, tono e massa muscolare negli utenti o, quantomeno, ad un mantenimento di tali parametri ad un livello migliore rispetto al decadimento fisiologico che ci si aspetterebbe a causa della sarcopenia. È importante sottolineare che, in merito a problemi etici già trattati nei capitoli precedenti, l'impiego di un robot per tale scopo non avrebbe comportato la sostituzione di personale specializzato nel trattamento di tale condizione. Innanzitutto, come viene argomentato più nel dettaglio nel capitolo seguente, si è scelto fin da subito di non cercare di ricreare, attraverso l'utilizzo del robot, uno scenario tipico del lavoro che un paziente potrebbe fare con un fisioterapista o

medico. Infatti, non solo Pepper non riuscirebbe mai a sostituirsi alle competenze di un essere umano formato specificatamente per un compito simile, ma inoltre il tentativo alla base del progetto è stato di lavorare con pratiche che, ad oggi, mancano.

Quando i pazienti del S.C. Recupero e Riabilitazione, diretto dal Dott. Francesco Vallone, vengono dimessi o concludono il loro periodo di terapia, i caregiver che li hanno seguiti raccomandano loro di continuare a svolgere attività fisica con regolarità e di tornare dopo un tempo definito per un controllo. Se è possibile, danno consigli su come tale attività può essere svolta indicando anche, attraverso un opuscolo appositamente realizzato, quali tipologie di esercizi svolgere e con quale frequenza. A quel punto, l'adempimento al programma e il regolare svolgimento degli esercizi sono completamente demandati al paziente. Il tentativo del progetto Ro.Sa. è stato quello di creare un servizio là dove non c'era, andando ad utilizzare la tecnologia come supporto all'utente, ma anche al caregiver che avrebbe potuto in tal modo avere un migliore monitoraggio della situazione del paziente. L'ipotetica buona riuscita della sperimentazione avrebbe potuto aprire le porte a scenari simili in contesti diversi e ad un utilizzo più organico della robotica in ambito medicale, andando così a ipotizzare una risposta al problema citato in precedenza, ossia: a chi spetterà l'assistenza sanitaria e sociale della popolazione debole quando, se il trend demografico non dovesse variare, la popolazione inattiva sarà di gran lunga maggiore di quella attiva?

Fig. 28 — Logo del progetto Ro.Sa.

progetto
ro.sa.

4.2.1.2 Il progetto della sperimentazione

Si è, perciò, deciso di realizzare un trial clinico per la sperimentazione delle ipotesi di ricerca, organizzato come segue. Per il trial clinico si sarebbero dovuti arruolare 40 soggetti divisi in modo randomizzato a gruppi paralleli in gruppo sperimentale e gruppo di controllo. La diagnosi di sarcopenia è stata operata secondo i criteri EWGSOP2 (Cruz-Jentoft AJ et al., 2018) che si fondano su:

1. bassa forza muscolare, cioè valori di forza di presa manuale (Hand Grip) ≤ 27 kg per gli uomini e ≤ 16 kg per le donne
2. bassa massa muscolare, cioè valori dell'indice di massa magra appendicolare (Appendicular Skeletal Muscle Mass Index, ASMI) misurata con bio-impedenziometria ≤ 7.0 kg/m² per gli uomini e ≤ 6.0 kg/m² per le donne
3. bassa performance fisica, cioè punteggio della Short Physical Performance Battery (SPPB) inferiore o uguale a 8.

La sarcopenia è probabile in presenza del criterio 1, confermata in presenza del criterio 2, severa in presenza del criterio 3.

In accordo con il team medico, sono stati selezionati i seguenti criteri di inclusione ed esclusione:

Criteri di inclusione:

- età ≥ 65 anni;
- sesso maschile e femminile;
- presenza riscontrata di riduzione della performance fisica attraverso la valutazione degli indici MPI, HAND GRIP, SPPB.

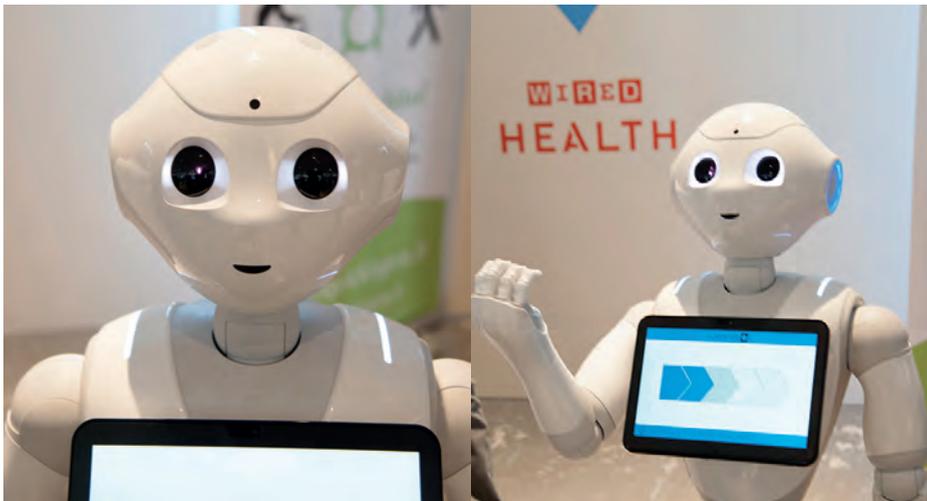
Criteri di esclusione:

- Deterioramento cognitivo severo (CDR<math>< 3</math>) e/o SPMSQ$\leq 7/10$
- Presenza di malattie e condizioni polipatologiche (insuff. Epatica,

Feedback

Come è noto l'interazione uomo-robot è complessa e presenta feedback sensoriali articolati: uditivi, visivi, motori. Per ottenere un'interazione positiva con l'utente, Pepper sorride, utilizza parole piacevoli (e.g. bravo, complimenti, molto bene) con un volume di riproduzione vocale idoneamente settato e modulato a seconda della circostanza. Anche il timing di risposta motoria e vocale è stato progettato per ottimizzare la piacevolezza della HRI (Yamamoto & Watanabe, 2006; Namera et al., 2008). Infine, grande importanza è stata data al rinforzo positivo: l'utente viene lodato ogni qualvolta esegue correttamente un task, mentre in caso contrario ha la percezione di ricevere un consiglio dal robot, piuttosto che un rimprovero.

Fig. 29 — Il robot Pepper utilizzato per la sperimentazione.



4.2.1.3 Sperimentazione

La sperimentazione è iniziata nel Gennaio 2020 presso i locali del S.C. Recupero e Riabilitazione dell'Ospedale Galliera di Genova. Per motivi organizzativi dovuti all'arruolamento degli utenti, nonché per fini pratici inerenti alle dimensioni del locale, si è deciso di procedere per gruppi di quattro persone che avrebbero seguito due sedute a settimana per sei settimane, per un totale di dodici sedute di attività fisica guidata da Pepper. Parallelamente, un gruppo di controllo avrebbe seguito lo stesso iter sotto la guida di un OSS. Si ricorda che si è scelto di evitare la presenza di un fisioterapista non tanto perché Pepper non avrebbe sicuramente saputo reggere il confronto, quanto poiché l'attività che si andava proponendo non voleva in alcun modo sostituirsi a quelle svolte con un fisioterapista, ma includere un nuovo servizio che al momento non veniva erogato. Tuttavia, la presenza di un OSS poteva garantire la giusta supervisione per utenti fragili e pre-fragili. Il 27 Gennaio il primo gruppo del campione sperimentale, composto da Maria Rosa, Rosa Maria, Aldo e Laura ha iniziato il trial sotto la guida di Pepper. Di seguito vengono riportate le principali considerazioni emerse durante le 12 sedute svolte insieme ai quattro utenti. Uno dei maggiori obiettivi dello studio è stato, da sempre, capire quale sarebbe stata la qualità dell'interazione tra utenti e robot nel lungo periodo. Infatti, la quasi totalità delle sperimentazioni in merito alla robotica che emergono in letteratura consistono, per lo più, in sedute singole di breve-media durata. I dati qualitativi sull'interazione che ne conseguono rischiano di essere influenzati da un bias cognitivo generato dall'"effetto wow" che un dispositivo altamente tecnologico come un robot umanoide può generare. Durante le fasi iniziali della sperimentazione, in effetti, l'aspettativa in merito al piacevole stupore iniziale da parte degli utenti è stata confermata. Questi ultimi si sono dimostrati da subito molto felici di poter interagire con Pepper, seguendo con piacere le indicazioni

in sicurezza e gli strumenti necessari o consigliati per l'esecuzione dell'attività. Sulla piattaforma gli esercizi vengono presentati attraverso la visione di video che sono stati registrati grazie all'aiuto di ex-fisioterapisti che si sono resi disponibili per essere filmati mentre svolgevano i movimenti in modo corretto. Una voce simile a quella di Pepper guida l'utente per tutta la durata dell'attività ripercorrendo il copione che il robot avrebbe recitato in presenza, con le dovute modifiche in base alla differente natura dell'attività. Il portale è stato predisposto e, dopo una serie di test e l'approvazione di tutte le parti, è stato pubblicato e pubblicizzato sul sito dell'Ospedale Galliera. Infine, agli utenti che per motivi di necessità passavano attraverso l'S.C. Recupero e Riabilitazione, veniva indicato il link e suggerito di svolgere l'attività.

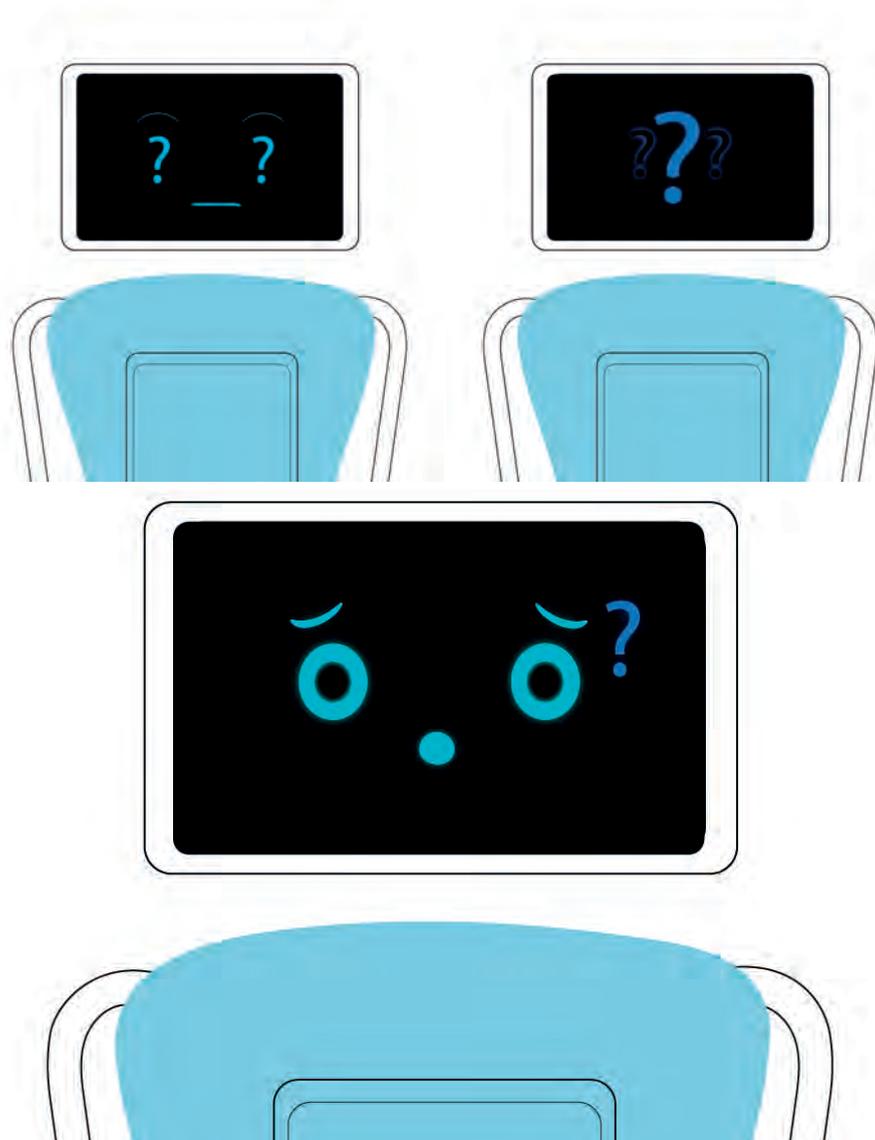
Se, purtroppo, la sperimentazione non ha potuto essere portata alla conclusione con le modalità che ci si prefiggevano all'inizio, i risultati ottenuti con il primo campione di utenti pongono le basi per interessanti considerazioni e progetti futuri. Il progetto puntava a far interagire in modo innovativo la robotica umanoide con utenti fragili e, pur se con vita breve, ha evidenziato come pratiche di questo tipo potrebbero dimostrarsi particolarmente vincenti per assolvere alle necessità della popolazione più anziana ma altresì come strumento performante accostato all'opera degli operatori (medici, fisioterapisti e infermieri). Il progetto pone le basi allo studio della robotica umanoide in contesti ad alto contenuto sociale ponendo interessanti interrogativi riguardo al ruolo che attende la disciplina del design, in una società coabitata da uomo e robot.

4.2.2 Progetto SiRobotics

4.2.2.1 SiRobotics: rationale della ricerca

Lo scopo della robotica assistiva è progettare e sviluppare soluzioni tecnologiche e robotiche per fornire supporto e assistenza nelle attività di vita quotidiana. Gran parte della ricerca in questo campo si muove per individuare soluzioni a problemi concreti dell'essere umano, per migliorarne la qualità della vita, del lavoro, della salute e dell'invecchiamento. In modo specifico, la Comunità Europea ha stanziato complessivamente 175 milioni di euro a favore del programma Active and Assisted Living (AAL), negli anni 2014-2020. Il programma ha come obiettivo principale quello di integrare robotica, internet, cloud e tecnologie mobili ed elettroniche per la creazione di nuove applicazioni valide per tutti i settori a sostegno di una vita attiva e autonoma. Le principali sfide scientifiche per attuare il programma AAL si rivolgono ad identificare soluzioni per migliorare le abilità e le capacità dei sistemi robotici in termini di interazione macchina-uomo, interazione sia fisica che cognitiva, che sfrutti ambienti intelligenti e una progettazione affidabile. Nel prossimo futuro, in una società che invecchia rapidamente e cresce numericamente, i robot a basso costo potrebbero rappresentare una tecnologia indispensabile per supportare gli esseri umani, sia come forza lavoro, ma anche per rispondere alle mutate esigenze di una popolazione più longeva che raggiunge anche la quarta età.

Si prevede che la robotica assistenziale aumenterà l'autonomia delle persone anziane e fornirà sostegno agli operatori e alle operatrici del settore. Si prevede, inoltre, che i robot renderanno



4.2.2.4 Progetto dell'interfaccia

Già in precedenza sono state analizzate le correlazioni tra il grado di antropomorfismo dei volti robotici presenti sul mercato e il loro livello di espressività, evidenziando come i visi mecatronici siano tendenzialmente meno espressivi rispetto a quelli che utilizzano raffigurazioni virtuali proiettate su monitor. Anche se si può essere portati a pensare che il tentativo di sviluppare una risposta emotiva a un robot con un monitor al posto del volto possa non ottenere successo, al contrario tale soluzione comporta una serie di benefici: il costo dell'hardware diminuisce così come il peso della testa e il rapporto volume/costi rimane costante indipendentemente dalla complessità dell'animazione mostrata. Inoltre, si deve considerare che nelle ultime decadi gli ambiti di graphic design e animazione si sono evoluti notevolmente, rendendo possibile lo sviluppo di interfacce grafiche molto più realistiche e immersive rispetto alle prime emerse sul mercato della robotica.

L'aspetto principale di tale scelta progettuale è comprendere come le variazioni di pattern nel design di un viso robotico può influire sull'aspettativa e sulle reazioni degli utenti. Vi sono numerose caratteristiche da considerare: la presenza o assenza di elementi quali naso, bocca, ciglia, capelli, orecchie, pupille, iridi. Anche colori e dimensioni di tali elementi possono influire sulla percezione, così come la loro forma e disposizione. Kalengina et al. (2018) hanno realizzato un'analisi dettagliata di tali aspetti presentando risultati estremamente utili per la materia, che vengono esposti di seguito. La percezione della friendliness dei robot è determinata principalmente dalle caratteristiche che compongono il volto: i prodotti in

Fig. 34 — Alcune proposte realizzate per comunicare attraverso l'interfaccia del robot una mancanza di comprensione da parte di quest'ultimo.

cui non vi sono connotati distintivi, come nel caso di Jibo, sono considerati significativamente meno umani e amichevoli. Al contrario, un livello molto alto di percezione



4.2.2.5 Progettare con gli utenti: metodi di co-progettazione nel progetto SiRobotics

Claudia Porfirione¹

Sono di seguito descritte tre attività di ricerca con gli utenti che hanno avuto luogo in diverse fasi del progetto, per far sì che quest'ultimo si adattasse il più possibile alle aspettative delle persone che ne saranno i fruitori finali.

Attività #1

La prima attività di User Research ha avuto luogo a seguito della fase di definizione del problema progettuale. Quest'ultima ha coinvolto i 17 partner a diversi livelli, conducendo alla sintesi dei servizi che il sistema robotico dovrà essere in grado di erogare, suddivisi in tre setting (ospedale, casa, social housing) e tre gradi di assistenza:

1. WELCOMING – low level
2. TRAINING FISICO E COGNITIVO – low level
3. TELEPRESENZA – low level
4. SORVEGLIANZA – medium level
5. MONITORAGGIO CADUTE – medium level
6. MONITORAGGIO QUADRO CLINICO – high level

Fig. 35 — Alcune foto che ritraggono i partecipanti all'attività di co-design intenti a realizzare i propri robot attraverso il metodo del collage (Vacanti A., 2019).

Sulla base di questi requisiti progettuali, si è deciso di coinvolgere un campione di potenziali utenti finali, con l'obiettivo di verificare il loro interesse per i servizi definiti





4.2.2.6 Progetto del robot

Sulla base dell'attività #1 e #2 si è iniziato a ragionare sul design delle scocche del robot. Il processo progettuale nel suo complesso è durato quasi due anni e ha portato alla realizzazione di un prototipo funzionante ad alta fedeltà del robot dedicato all'assistenza di utenti fragili. Il team si è concentrato principalmente sul design formale e sull'interazione, come espresso nei capitoli precedenti. A causa dello scoppio della pandemia di Covid-19, il processo progettuale è stato condotto per lo più da remoto, con difficoltà che hanno rallentato i lavori a causa della necessità di cooperazione con gli altri 16 partner coinvolti senza, tuttavia, intaccare il risultato finale. Di seguito viene descritto il processo progettuale che ha portato alla realizzazione del prototipo citato in precedenza. Partendo dagli sketch elaborati nel corso dell'attività #2 e dal debriefing ottenuto a seguito dell'attività #1, sono stati realizzati alcuni ulteriori sketch per illustrare le caratteristiche principali necessarie nel prodotto. Le variazioni rispetto agli output dell'attività di live drawing sono state dettate da esigenze progettuali condivise coi partner e discussi nel capitolo 4.2.3: ad esempio, alcune attività avrebbero previsto un'altezza minima di un metro. Allo stesso tempo sono state prese in considerazione esigenze tecniche, come la necessità di avere una zona libera da scocche, o provvista di una cover trasparente (con una qualità di trasparenza ottica) nell'area anteriore inferiore, per permettere al servizio di navigazione di funzionare correttamente. A partire dagli sketch realizzati dal team progettuale, sono stati coinvolti, in ambito didattico, alcuni studenti del Corso di Laurea Triennale in Design del Prodotto e della Comunicazione per la realizzazione di alcuni concept 3D. Tali concept hanno affrontato volutamente il brief con approcci diametralmente opposti, nell'ottica di produrre soluzioni estremamente diverse sulle

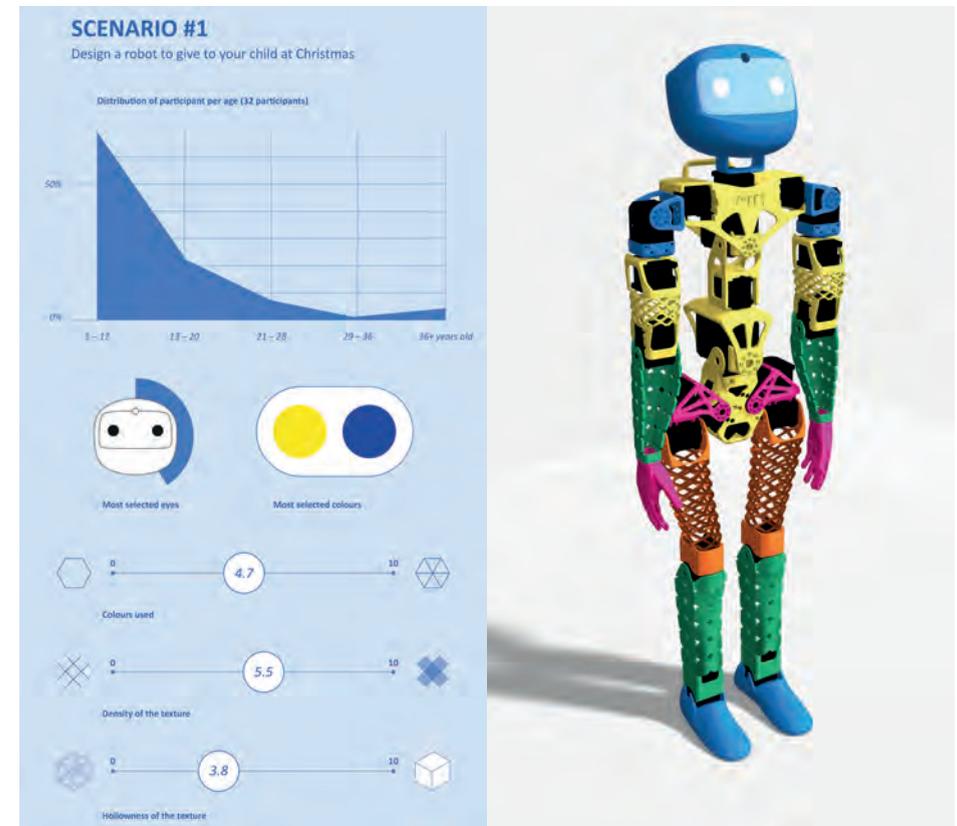
Fig. 45 — Due render che mostrano la vista frontale e posteriore del progetto definitivo per il robot.

reazione poco battuta, mirando a definire come gli aspetti morfologici di Poppy vengano percepiti dagli utenti e quali scelte progettuali farebbero questi ultimi se fossero chiamati a partecipare nelle fasi di design di un nuovo robot umanoide.

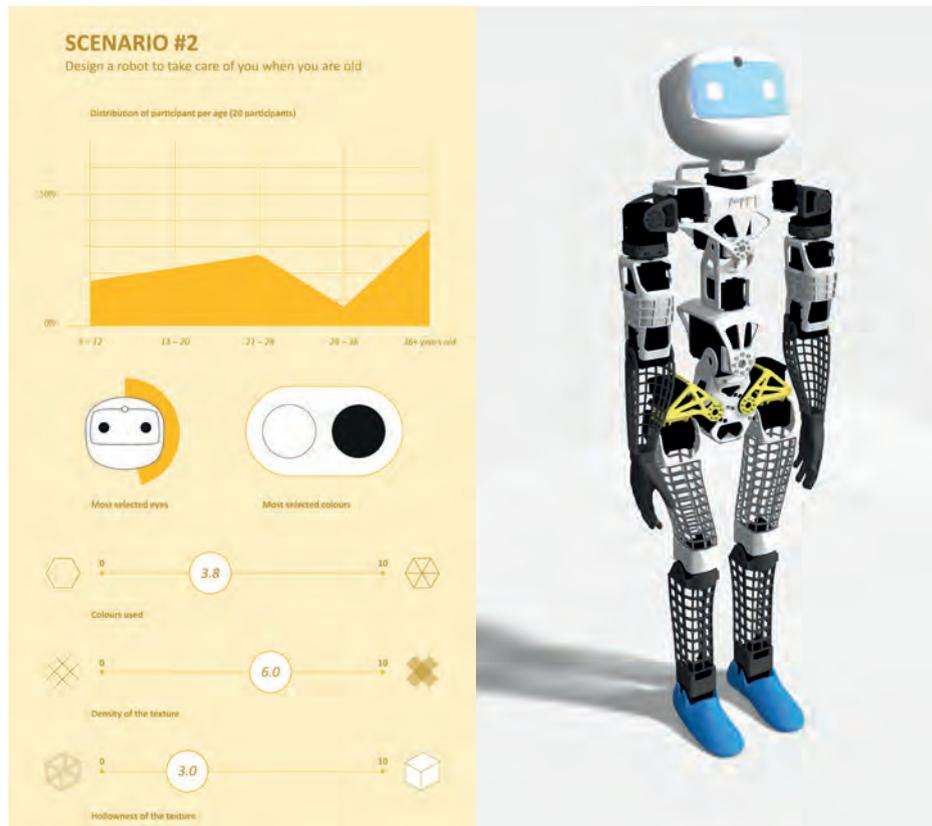
Il primo step è consistito nella ri-progettazione parametrica di Poppy attraverso Grasshopper 3D, un plug-in del software CAD Rhinoceros che permette di scrivere algoritmi generativi per la definizione di geometrie tridimensionali variabili. Il software, nato nel 2007, è diventato negli anni sempre più utilizzato fino ad affermarsi come una delle risorse più importanti nell'ambito della progettazione parametrica. Nella sua forma standard, il robot utilizza una struttura progettata attraverso algoritmi di generative design per quanto riguarda gli arti e il busto. Considerando che la sperimentazione in oggetto si prefigge unicamente di realizzare uno studio percettivo sulla robotica umanoide in generale, utilizzando Poppy unicamente come caso studio grazie alla sua natura che permette la stampa 3D e che non si prevedono utilizzi che possano necessitare determinate prestazioni strutturali, si è deciso di abbandonare la struttura presente in favore di geometrie diverse. Sono state realizzate sei tipologie di strutture definite a partire da pattern basati su forme geometriche elementari. Tali forme possono essere piene o vuote, mentre i pattern possono essere infittiti aumentando il numero di ripetizioni sull'asse verticale (ad esempio da polso a gomito) e orizzontale. Poiché Poppy presenta un monitor LED che compone la quasi totalità del viso, sono state inoltre ipotizzate tre diverse tipologie di occhi. Infine, sono stati definiti otto colori tra cui è possibile scegliere per ogni parte del corpo. Una volta terminata la fase di modellazione, il file CAD è stato caricato su ShapeDiver per permetterne una fruizione migliore da parte degli utenti. ShapeDiver è una piattaforma online viennese nata come raccogliatore di progetti parametrici. Gra-

Fig. 47 — La visualizzazione di dati mostra quale sia stata la distribuzione per età degli utenti che hanno scelto lo scenario #1 e le principali scelte di questi ultimi. A fianco viene mostrato l'archetipo del robot che rispecchia tali caratteristiche.

zie ad un'opportuna interfaccia grafica, le variabili degli algoritmi che generano le geometrie possono essere modificate grazie a dei semplici menù a tendina o sliders, avendo un feedback in tempo reale di come il progetto varia al variare di tali fattori.



Ecco che anche utenti non esperti possono modellare attivamente le geometrie di edifici e vari oggetti. Infine, è stato realizzato un questionario online per la raccolta dei dati anagrafici degli utenti che volessero partecipare alla sperimentazione.



4.2.3.3 La sperimentazione

Il progetto è stato presentato durante la settima edizione della Maker Faire Roma, tenutasi presso la fiera della capitale nell'ottobre 2019. La maker Faire è una fiera in cui artigiani digitali, Fab Lab, Università, centri di ricerca, istituti superiori e altre figure si ritrovano per presentare le nuove proposte e idee in merito a tematiche tecnologiche open source.

Nata nel 2006 a San Mateo, California, la fiera conta ora numerose edizioni diffuse geograficamente, tra cui la più famosa è certamente quella di New York. L'edizione di Roma è la più grande al di fuori degli Stati Uniti e conta ogni anno circa 100.000 visitatori. Nel 2019 sono stati trattati principalmente i temi di economia circolare, robotica, intelligenza artificiale, IoT, manifattura digitale, foodtech, agritech, mobilità smart, edilizia sostenibile, VR e AR. All'interno del numero di visitatori citato in precedenza, 28.000 ingressi sono stati registrati da studenti di vario livello scolastico. All'interno dell'area dedicata all'ateneo dell'Università degli Studi di Genova è stato allestito uno stand in cui è stata condotta la sperimentazione con le modalità che seguono. Ai visitatori veniva chiesto di compilare un breve questionario utile alla raccolta di dati anagrafici e, in seguito, di progettare un robot umanoide secondo uno dei tre brief progettuali proposti. Questi ultimi erano presentati attraverso i seguenti scenari:

- La casa domotica è realtà. Tutte le abitazioni sono iper-connesse e funzionano autonomamente grazie all'impegno di AI. Anche i bambini crescono in un ambiente sempre più pervaso dalla tecnologia: i videogiochi sono tutti in realtà virtuale e al

Fig. 48 — La visualizzazione di dati mostra quale sia stata la distribuzione per età degli utenti che hanno scelto lo scenario #2 e le principali scelte di questi ultimi. A fianco viene mostrato l'archetipo del robot che rispecchia tali caratteristiche.

a Risultati raggiunti e sviluppi futuri

Francesco Burlando

Il presente volume si è posto l'obiettivo ambizioso di esplorare e dissezionare i temi complessi e multiformi associati alla robotica umanoide. Il focus principale è stato indirizzato verso l'identificazione di elementi chiave che potrebbero, in un orizzonte temporale futuro, catalizzare un'integrazione efficace e vantaggiosa dei robot umanoidi all'interno del tessuto sociale umano, un processo che, fino ad oggi, ha mostrato una progressione incerta e lenta. È stata posta una particolare enfasi sulla dicotomia tra il rapido progresso della tecnologia software e la relativa stagnazione nel settore hardware, un divario che ha creato una serie di ostacoli significativi che rallentano l'avanzamento incontrollato degli umanoidi. Un'altra criticità rilevante è rappresentata dalla tendenza a enfatizzare eccessivamente gli aspetti antropomorfi nella progettazione dei robot, una scelta che, sebbene possa sembrare attraente, comporta delle implicazioni e delle sfide proprie. Soprattutto, il saggio si immerge nelle intricate difficoltà che il campo della robotica ha incontrato nel tentativo di produrre unità funzionali, capaci di assistere l'essere umano nelle attività quotidiane. Un punto focale è la tendenza corrente nella progettazione di robot che spesso non prevede una destinazione d'uso chiara e definita sin dall'inizio, o che, anche quando un fine specifico è identificato, si confronta con la dura realtà di previsioni e

aspettative non realizzate. Il risultato è una popolazione di robot che, nella maggior parte dei casi, trovano applicazione limitata al di fuori dei settori dell'intrattenimento o dell'accoglienza. Si sottolinea come questi prodotti tecnologicamente avanzati siano spesso confinati nel mondo accademico e della ricerca, un settore indubbiamente cruciale per l'innovazione e l'evoluzione, ma allo stesso tempo distante dalle realtà pratiche e immediate della vita quotidiana. Ciò si traduce in un panorama di umanoidi che, nonostante possiedano un ventaglio di caratteristiche diverse e talvolta impressionanti, sono tipicamente relegati a operare in ambienti standardizzati e controllati. Una delle sfide più pressanti è l'assenza di una progettazione che consideri accuratamente il gruppo di utenti target e lo scenario operativo specifico. Questo vuoto nella fase di concepimento porta spesso a interazioni con gli utenti che possono essere percepite come superficiali, la cui piacevolezza è limitata principalmente all'effimera sensazione di stupore iniziale che la novità della tecnologia provoca e che, come dimostrato, è presente da secoli senza che si siano fatti passi in avanti verso un'interazione piacevole a lungo termine. Si evidenzia l'importanza cruciale di rivitalizzare e reinventare la ricerca nel campo morfologico e interazionale, nonché di adottare un approccio più centrato sull'essere umano, concetti che fino ad ora sono stati marginalizzati o trattati come meri dettagli estetici in favore di una concentrazione quasi esclusiva sulle competenze ingegneristiche e informatiche. Nei capitoli che precedono questa conclusione, si è tentato di tracciare un percorso chiaro attraverso le fasi essenziali e le considerazioni cruciali da tenere a mente durante la progettazione, insieme ai metodi per validare e verificare l'efficacia dei prodotti finiti. Sono stati inoltre esplorati vari casi studio che esemplificano queste migliori pratiche e linee guida, adottando approcci di progettazione che tengono in debita considerazione sia il contesto di applicazione che le esigenze dell'utente finale. È importante sottolineare che, pur avendo cercato di fornire una panoramica comprensiva, il libro non

pretende di aver esaurito l'argomento, riconoscendo la vastità dell'ambito di ricerca in questione. Piuttosto, l'intento è quello di gettare le fondamenta per future indagini e sperimentazioni che possano espandere e approfondire le linee guida e le buone pratiche identificate. Guardando al futuro, un'ulteriore progressione dei concetti esposti in questo saggio potrebbe essere perseguita attraverso un'analisi teorica più profonda dei principi fondamentali dell'argomento in esame. Questo include una riflessione più approfondita sulla natura e sull'importanza della connotazione umanoide e sulla necessità intrinseca dei robot di incarnare tali caratteristiche, basata su un'esplorazione più ampia e speculativa delle potenziali direzioni della società futura. Queste direzioni tengono conto dell'evoluzione vertiginosa che ha caratterizzato il campo delle intelligenze artificiali negli ultimi anni. Il capitolo conclusivo si basa su queste premesse, invitando il lettore a una riflessione più profonda in merito.

b Considerazioni finali

Niccolò Casiddu

L'evoluzione del campo dell'intelligenza artificiale (IA) è stata straordinaria negli ultimi decenni. Ciò che una volta era relegato al regno della fantascienza ora pervade la nostra vita quotidiana sotto forma di assistenti virtuali, algoritmi di raccomandazione e, naturalmente, robot. Ma mentre la progressione del software di intelligenza artificiale sembra evolversi a un ritmo vertiginoso, lo sviluppo delle componenti hardware nella robotica umanoide non sembra mantenere lo stesso passo. Questa discrepanza, come dimostrato, ha implicazioni profonde per l'integrazione dei robot umanoidi nella società. Grazie alle tecniche di apprendimento profondo e all'aumento della potenza di calcolo, le capacità di IA hanno raggiunto livelli precedentemente inimmaginabili. I sistemi di riconoscimento vocale e visivo, la comprensione del linguaggio naturale, e la previsione basata sui dati sono diventati notevolmente sofisticati. Ma mentre il software ha fatto passi da gigante, l'hardware robotico presenta diverse sfide che limitano la sua evoluzione. Ad esempio, negli anni si è visto come l'estrema ricercatezza verso creazione di materiali che emulino la flessibilità, resistenza e sensibilità della pelle umana sia una sfida la cui complessità non produce un ritorno così alto in termini di prestazioni e apprezzamento dell'interazione. Allo stesso tempo, tuttavia, è innegabile che la robotica umanoide debba spingersi

verso materiali essere più leggeri e durevoli, mentre attualmente molti robot sono realizzati in metallo o plastica rigida. La ricerca nell'ambito dei materiali è strettamente legata con la necessità di emulare il movimento umano in maniera fluida e naturale, sfida incredibilmente complessa con la quale questo ambito si scontra fin da prima che la parola stessa robot facesse il suo avvento. Tuttavia, è evidente come i movimenti goffi o limitati a causa delle restrizioni meccaniche siano uno dei principali scogli da superare prima di vedere gli umanoidi fare il loro ingresso nella vita quotidiana delle persone. Infine, tali macchine si scontrano con un'ulteriore problematica che è questa volta comune all'intero ambito tecnologico degli hardware: la durata della batteria e l'efficienza energetica. Un robot umanoide richiede una grande quantità di energia per muoversi e interagire con l'ambiente e l'attuale tecnologia delle batterie fatica a sostenere queste esigenze per lunghi periodi senza richiedere ricariche frequenti. Tale disparità di avanzamento tra le componenti software e quelle hardware ci prospetta scenari in cui i robot possano avere le capacità cognitive per integrarsi in contesti sociali benché le loro limitazioni fisiche finiscano per ostacolare la loro accettazione e utilità. Inoltre, le grandi conquiste nell'ambito dell'intelligenza artificiale potrebbero sfociare in una maggiore enfasi verso l'investimento della ricerca nell'ambito software, rispetto a quello hardware, contribuendo al generarsi di un circolo vizioso che porterà unicamente ad un incremento della disparità già presente. Tuttavia, nonostante i progressi significativi nell'IA, è importante riconoscere che l'evoluzione del campo non è lineare né garantita. L'attuale traiettoria ascendente potrebbe incontrare ostacoli insormontabili o raggiungere un arresto a causa di varie sfide, come la complessità computazionale, problemi etici, o semplicemente i limiti delle attuali teorie e tecnologie. Questa incertezza sottolinea ulteriormente l'importanza di un approccio bilanciato tra lo sviluppo del software e dell'hardware nella robotica umanoide, come evidenziato dall'industria automobilistica.

Volendo prendere in prestito un esempio dal campo automobilistico, Tesla, il noto produttore di veicoli elettrici, ha puntato fortemente sul software per il suo sistema di guida autonoma (Nagra, 2021). La società ha promesso un'autonomia completa già diversi anni fa, affidandosi principalmente agli aggiornamenti software dell'intelligenza artificiale per migliorare le capacità di guida dei suoi veicoli. Tuttavia, l'azienda è notevolmente in ritardo sulle sue promesse iniziali (Longo, 2021). Al contrario, altri produttori di automobili hanno adottato un approccio più equilibrato, investendo sia in hardware avanzato, come sensori e radar di nuova generazione, sia in software. Queste case automobilistiche hanno raggiunto livelli di autonomia comparabili o superiori in tempi più brevi, sottolineando che un'evoluzione parallela di hardware e software può essere cruciale per il successo tecnologico (Badue et al., 2021). Questa situazione nell'industria automobilistica fornisce una lezione critica per il campo della robotica umanoide. Affidarsi eccessivamente sugli avanzamenti software, mentre si trascura lo sviluppo hardware, potrebbe portare a ritardi significativi nel raggiungimento degli obiettivi, limitazioni funzionali, o addirittura fallimenti nel soddisfare le aspettative. Inoltre, se il progresso dell'IA dovesse rallentare o arrestarsi, una strategia eccessivamente dipendente dal software potrebbe lasciare i robot umanoidi ben al di sotto dei livelli previsti di funzionalità e integrazione sociale.

I temi appena trattati dimostrano come vi sia una grande esigenza di implementare la ricerca nell'ambito della robotica umanoide svolgendo un percorso all'interno del quale i ragionamenti presentati fin ora intendono inserirsi come base per ulteriori e future ricerche.