

DISEGNARE ROBOT

Verso una cultura etica del progetto estetico

DESIGNING ROBOTS

Towards an ethical culture of the aesthetic product

Claudio Germak, Lorenza Abbate

ABSTRACT

Negli ultimi anni i robot di servizio con applicazione in contesti sociali hanno sviluppato linguaggi comunicativi naturali e capacità di interazione sempre più sofisticate e intuitive. Disegnati a somiglianza umana o come disegno di sintesi, questa tipologia di robot è oggetto di un'attività multidisciplinare in cui il Design è coinvolto nel processo progettuale insieme alle ingegneria, con il supporto dell'antropologia e della psicologia. Il progetto di ricerca HERE intende fornire metodi di analisi quanti/qualitative e linee guida per una progettazione etica di servizi e di prodotti robotici con alto grado di accessibilità e accettazione da parte degli utilizzatori. Il laboratorio di ricerca riguarda gli spazi universitari, dove il robot di telepresenza è configurato come appendice virtuale di uno studente impossibilitato ad essere presente in loco.

Over the last years, service robots with applications in social contexts have developed increasingly sophisticated and intuitive natural communication languages and social skills. Designed in human likeness or with synthetic designs, this kind of robot is the subject of a multidisciplinary activity, in which Design is involved in the design project together with engineering, and the support of anthropology and psychology. The HERE research project wants to give quantitative and qualitative analysis methods and guidelines for an ethical planning of robotic services and products with a high level of accessibility and acceptance by users. The research laboratory concerns university spaces, where telepresence robots are set up as virtual appendixes for students that could not be present.

KEYWORDS

design dell'interazione, design digitale, design dell'esperienza utente, design centrato sull'uomo, progettazione robo-etica

interaction design, digital design, user experience design, human-centred design, robot ethics design

Claudio Germak is a Full Professor of Design at the Politecnico di Torino (Italy) and President of SID (Italian Design Society). A design-oriented production systems researcher focused on the relations between industry and craft. Today he leads the UXD-PoliTO team, consisting of active researchers in the development of design and evaluation HCD, UXD, HMI and ID techniques in different fields. Mob. +39 334/888.30.68 | E-mail: claudio.germak@polito.it

Lorenza Abbate is a PhD Candidate at the Department of Management, Production and Design, Politecnico di Torino (Italy). A Researcher focused on the field of human-robot interaction by applying user-centred approach methodologies and in particular on service robotics applied to school contexts. Mob. +39 339/211.70.53 | E-mail: lorenza.abbate@polito.it

Lo sviluppo e la diffusione delle tecnologie robotiche a cui abbiamo assistito negli ultimi anni, in diversi contesti di applicazione, hanno portato alla luce riflessioni sulle tipologie di interazione tra macchina e uomo e la coerenza dei linguaggi comunicativi utilizzati (Fig. 1). 'What changes how we interact with', afferma Carlo Ratti in occasione dell'opening della mostra Hello Robot in Weil am Rhein nel 2016. L'interazione e la comunicazione diventano infatti obiettivi principali dell'attività progettuale di servizio e di prodotto, nel tentativo di creare un'esperienza utente positiva. La finalità sociale dei robot di servizio, oggetto di questo contributo, assume un ruolo di rilievo nella ricerca Human Robot Interaction, in relazione alla loro crescente diffusione in ambito pubblico e privato. Una ricerca che sempre più mette in risalto l'importanza della morfologia, ossia il lessico dei componenti attraverso i quali il robot stabilisce legami emotivi e sociali, data la tendenza dell'uomo a rispondere socialmente agli oggetti non umani e al loro bisogno di appartenenza (Casiddu, 2017).

Si delinea un futuro in cui la morfologia e il comportamento del robot possa assumere aspetti più naturali, che si allontanano dalla sua originaria natura meccanica e che incaricano il progettista di una nuova responsabilità: l'interpretazione e la declinazione del termine 'naturale' nella disegnazione e progetto dell'interazione tra uomo e robot, sia in termini semantici sia cognitivi (Dautenhahn, 2013). La ricerca sull'interazione è in continua evoluzione, anche perché strettamente connessa ai progressi della tecnologia robotica. Ma l'aspetto tecnologico non è più il solo cardine del progetto: deve andare di pari passo con le esigenze degli utenti e del contesto nel quale il robot sarà inserito (Eggink and Snippert, 2017).

Il progetto contemporaneo di robot di servizio non è ancora supportato a sufficienza da metodologie con approccio centrato sull'uomo in favore dell'accessibilità e accettazione di tali macchine. Pertanto, il progetto di ricerca HERE illustrato nel paper si propone di applicare metodi di analisi quanti/qualitative e condurre sperimentazioni metaprogettuali sia a livello di design di servizio sia di prodotto, per fornire linee guida alla progettazione/disegnazione di robot sociali. Il robot di telepresenza, capace di connettere persone a distanza, e particolarmente attuale in epoca Covid, costituirà la tipologia oggetto di studio, mentre il contesto universitario, aule e spazi comuni, il laboratorio per la sperimentazione.

Progettare la complessità della macchina | La complessità della macchina suggerisce oggi un approccio integrato alla progettazione che possa essere partecipato da diverse competenze oltre a quelle tradizionali dell'informatica e mecatronica (Bonifati, 2010). Ed è indispensabile che il processo, a partire dalla co-progettazione con l'utenza, coinvolga le discipline umanistiche come la psicologia cognitiva e l'antropologia, oltre al design (Tripodi, 2020). La disciplina del design, infatti, sta acquisendo maggiore rilevanza all'interno del progetto di robotica, trovandosi ad affrontare non più soltanto le questioni di forma e funzione già insite nel proprio DNA, ma anche lo studio delle relazioni che, in-

sieme agli strumenti di interazione, costituiscono l'esperienza (Luria et alii, 2021). Si tratta infatti di macchine digitali complesse, che rimandano a una nota definizione dell'interazione «[...] prodotti con un microprocessore che sono capaci di percepire e rispondere agli esseri umani» (Saffer, 2007, p. 4).

Per facilitare la comunicazione tra persone e macchine, la tecnica attribuisce al robot caratteristiche che spaziano da un'esatta riproduzione della morfologia umana all'astrazione da questi caratteri, con diversi livelli di somiglianza. Si presenta come una ricerca olistica che si sviluppa intorno ai diversi componenti della morfologia robotica, come le espressioni facciali, il movimento, l'illuminazione e il suono, a cui il design prova a dare integrazione, attraverso un approccio problematico e complesso così come ci ricorda il paradigma bauhausiano: «[...] design is a complex and demanding task. It entails the integration of technological, social, and economic requirements, biological demands, and the psychophysical effects of materials, shape, colour, volume, and space: it is about thinking in relationships» (Moholy Nagy, 1947, p. 42). Alcuni di questi livelli di complessità li ritroviamo nella progettazione di una macchina con capacità interattive che dipendono da: a) fattori utilitaristici e psico-sociali come l'età, il sesso e il contesto culturale, con questo intendendo gli atteggiamenti e le convinzioni personali (Nielsen et alii, 2021); b) un alto livello di adattabilità e aggiornabilità della macchina stessa, talora facendo esercizio di anticipazione del futuro (Tromp, Hekkert and Verbeek, 2011); c) un'espressività che sia coerente con le sue prestazioni cognitive e interattive (Lieberman-Pincus, Grondelle and Oron-Gilad, 2021).

Progettare robot con un approccio centrato sull'uomo presuppone pertanto l'inserimento fin da subito del designer nel processo di sviluppo, avvalendosi di tecniche basate sull'etnografia, la progettazione partecipata e l'anticipazione di prototipi intermedi. Un designer preparato alla definizione delle esigenze nella fase metaprogettuale e alla valutazione della user experience (test di usabilità e cognitivi) attuabili su modelli intermedi e prototipi finali, sia in termini di design del servizio sia di prodotto (Prati et alii, 2021).

Robot sociali: tra espressività e funzione | Sviluppo tecnologico e progresso culturale hanno portato gli artefatti robotici ad assomigliare sempre di più all'uomo, non solo nell'aspetto, ma anche nelle espressioni affettive, psicologiche e cognitive (Cawthon and Moore, 2006). Pertanto, oggi tre sono i fattori dai quali dipende il concept di un robot di servizio ad alta accettazione: l'aspetto morfologico, la capacità di assolvere funzioni e la comunicazione interattiva. Primo fra tutti, il tratto somatico, cioè la sua forma intesa come identità: da quella di macchina a quella umanoide, passando per tutte le forme intermedie (Salvini, Laschi and Dario, 2010). Il primo contatto tra uomo e robot si gioca infatti sull'aspetto fisico e sulla fiducia che questo trasmette.

Al proposito, Masahiro Mori introduce una riflessione che riguarda il limite della somiglianza del robot con l'umano. Se infatti il robot è troppo somigliante, si potrebbe incorrere in una delusione rispetto alla forte aspettativa di relazioni coincidenti con l'umano. Delusione che è stata de-

scritta nel grafico Uncanny Valley (Fig. 2) come 'valle depressa', indice anche di uno stato di paura (Mori, Maccormac and Kageki, 2012).

È di questi giorni l'anticipazione mediatica di Elon Musk riferita al progetto del robot TeslaBot come prossimo traguardo tecnologico disruptive dell'azienda Tesla. Questa figura possiede tratti umani a interpretazione dei canoni ideali della bellezza umana: le dimensioni reali (173 cm), il profilo elegante e il colore bianco tipico del digitale, il movimento fluido e aggraziato: quasi un ideale di nuovo umanesimo (Fig. 3). Una parte dei progettisti di robotica ritiene invece auspicabile che i robot, pur sempre macchine, debbano far emergere la loro natura 'artificiale' attraverso un'espressività interprete dell'umanoide, tale però da non illudere l'uomo. E non è solo l'espressività il centro del progetto, perché sappiamo che l'aspetto del robot non è disgiunto dalle funzioni per esso previste e dal contesto in cui sarà inserito (Giger et alii, 2019). La funzionalità, infatti, rappresenta il secondo elemento di studio ai fini dell'accettazione: facilità d'uso e utilità percepibile sono i fattori attraverso i quali misurarla. Terzo, ma non ultimo per importanza, è il fattore interazione, da cui dipende anche il grado di fiducia e di accettazione da parte dell'uomo. Interazione che può avvenire attraverso una comunicazione mediata da dispositivi (mouse, tastiera, touchscreen), oppure utilizzando modalità interattive sensoriali (parlato, gesti, espressioni facciali, tracciamento dello sguardo, aptica).

Entriamo dunque nel campo più complesso della progettazione, ma anche il più lento nell'evoluzione. La sfida alla complessità, che oggi si esprime in conquiste incremental, cioè piccole e continue modificazioni, in attesa di innovazioni radicali che solo le invenzioni tecnologiche potranno rendere operabili. Nel caso di Tesla, appaiono invece solo annunciate. Nell'attesa, si può comunque avanzare lavorando sugli aspetti complementari. Stringere la mano a un robot ricavandone una sensazione umana dipende non solo dal contatto con dita mobili, ma anche dalla temperatura e dall'umidità dell'arto: traguardo che sembra avvicinarsi. Così nel parlato, dove i progettisti non riescono ancora a velocizzare le risposte del robot raggiungendo un grado di comunicazione affabile e articolato, ma lavorano sul tono della voce, affidando la creazione di timbri più empatici a speaker professionisti. Conquiste incremental che aumentano la fiducia dell'uomo verso il robot.

Questi fattori concorrono al progetto del robot di servizio, le cui tradizionali distinzioni tipologiche (compagnia, assistenza, intrattenimento e telepresenza) hanno oggi confini più sfumati, avvalendosi di macchine che integrano funzioni, strumenti e linguaggi comunicativi diversi. E tra i componenti più presenti nei robot di servizio, complice l'alfabetizzazione digitale, schermi e telecamere compaiono quasi sempre come dotazioni standard, diventando gli strumenti connotanti la funzione della 'telepresenza'.

La telepresenza: un'occasione di progetto etico per la robotica di servizio | Negli ultimi anni si è assistito a un incremento delle attività e degli strumenti di telepresenza, capaci di connettere luoghi e persone distanti geograficamente e abilitando processi di comunicazione, collabora-

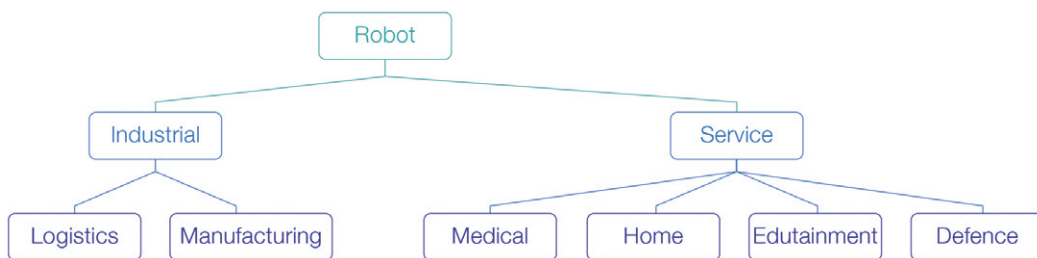
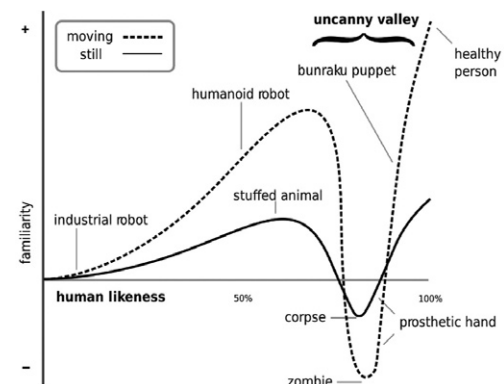


Fig. 1 | Robots categories based on the classification of Ben-Ari and Mondada (source: link.springer.com, 2017).

Fig. 2 | Mashiro Mori's Uncanny Valley defines the amplifications in the emotional response of humans in relation to the degree of anthropomorphism of a robot (source: spectrum.ieee.org, 2012).



zione e condivisione. Su questo piano, la pandemia da Covid-19 ha rappresentato un acceleratore di sperimentazione di tali tecnologie, dall'ambito ospedaliero/assistenziale, quale medium tra degenti e familiari, a tutte quelle situazioni aziendali che richiedono la presenza di tecnici specializzati in loco. Impieghi che hanno fatto evolvere le funzioni originarie della telepresenza (meeting aziendali, accoglienza in strutture, sorveglianza) in un nuovo strumento di accessibilità sostenibile tra persone a distanza. Si noti che il robot di telepresenza, rispetto ad altri strumenti di connessione, è capace di muoversi nello spazio fisico: in altre parole si tratta di un tablet mobile che diventa protesi viva della persona in remoto. Ma la telepresenza ha anche introdotto un sistema di relazioni molto più diretto, del tipo uomo-macchina-uomo, con l'opportunità di interagire con le facoltà umane (espressività del volto e del parlato) e con lo spazio circostante.

Quindi, il tema progettuale legato all'aspetto della macchina, al suo design, ha perso la sua importanza? Tutt'altro, semmai ha posto in gioco nuove dimensioni del tema: la combinazione di digitale e reale, attraverso la visione, la voce, il corpo e il movimento (Fig. 4). La morfologia dei robot di telepresenza varia da un design minimale o high tech, come nel modello Double dove la testa è costituita dallo schermo, il corpo da un'asta e i piedi dalle ruote, alle configurazioni antropomorfe e zoomorfe di Pepper e del più recente Sanbot Elf, che integrano diverse funzioni: intrattenimento, educazione e assistenza (Fig. 5). Questi diversi modelli mettono in evidenza la necessità di dare forma al robot in coerenza con la funzione e il contesto, dimensione nota al progetto di design ma non così altrettanto significativa per le ingegnerie meccatroniche e informatiche, che sono i pilastri necessari allo sviluppo di un'architettura robotica funzionante.

Tali considerazioni hanno scaturito una serie di interrogativi che sono da alcuni anni i postulati della ricerca Who Robot, avviata con TIM JOL Crab nel 2015 e proseguita attraverso esperienze in diversi contesti, dai Beni Culturali alla scuola. In questo ultimo contesto la telepresenza ha maturato esperienze di formazione a distanza in particolare rivolte all'apprendimento (Fig. 6), mentre poche sono invece le sperimentazioni che aggiungono a questa funzione un'opportunità di socializzazione, dove il robot costituisce il medium tra lo studente a distanza e il gruppo in presenza (Figg. 7, 8).

HERE: un progetto di telepresenza in ambito

universitario | Le ricerche sulla didattica a distanza hanno subito una forte accelerazione negli ultimi anni, sperimentando diversi strumenti in grado di connettere gli studenti impossibilitati alla presenza fisica in aula: dalle tradizionali piattaforme di videoconferenza, all'impiego di realtà aumentata/virtuale, alla robotica di telepresenza. Oggi si tratta di applicare queste soluzioni, nate per migliorare e facilitare il processo di insegnamento-apprendimento, all'obiettivo 5.0 di umanizzazione della tecnologia, in termini di accessibilità, inclusione e collaborazione. Ma anche di ottimizzare e incrementare le prestazioni della robotica di telepresenza attraverso una collaborazione multidisciplinare tra formatori, psicologi, informatici e designer. Si utilizzano in genere attrezzature reperibili facilmente sul mercato, robot con immagine e movimento meccanico.

In una prima fase la ricerca HERE intende esplorare, comparando le potenzialità dei diversi modelli, l'opportunità che il robot possa interagire con l'insegnante ma anche con i compagni di classe, seguendone gli spostamenti e condividendo con loro l'esperienza di gruppo. In una seconda fase ci si occuperà della caratterizzazione fisica del robot cosa che già oggi avviene con soluzioni spontanee e allo stesso tempo divertenti, vestendolo a propria immagine e somiglianza con indumenti e accessori (magliette, collane, ecc.), quasi fosse una sorta di Avatar. Una sorta di umanizzazione spontanea che attraverso forme, materiali e colori familiari, velocizza il processo di accettazione della macchina (Löffler, Schmidt and Tscharn, 2018). La ricerca HERE si è pertanto posta l'obiettivo di riformulare l'approccio progettuale e relativo contributo del design nella sequenza servizio-prodotto-servizio. L'oggetto della ricerca diventa pertanto un servizio di robotica sociale in ambito formazione, che attraverso prodotti scalabili sia contestualizzabile in scuole di grado diverso (a partire dal contesto universitario) con studenti di età, e quindi di esigenze, diversificate.

Metodologia e fasi | La ricerca HERE, data l'attuale esiguità di sperimentazioni, procede per fasi utilizzando un approccio induttivo (Fig. 9). La prima fase, detta di benchmarking multicriteria è rivolta alla valutazione dell'offerta di mercato, analizzando quei modelli che in forma unica o integrata con altre funzioni svolgono un'attività di telepresenza (Fig. 10). Per indici multicriteria ci si riferisce alla metodologia di comparazione

già impiegata dalla disciplina del design per la valutazione di prodotti e servizi. Tale approccio costituisce oggi un modello di valutazione della qualità del prodotto/servizio, articolato nelle diverse utenze: di uso del robot, di comunicazione tra robot e uomo, e di gestione del servizio (connessioni in rete, proprietà del robot, manutenzione della macchina e dell'infrastruttura di rete; Savela, Turja and Oksanen, 2017). La seconda fase prevede la valutazione dei comportamenti dell'utenza durante l'uso del robot, attraverso osservazione diretta (shadowing) e creazione di user journey maps. La terza fase, interdisciplinare con l'ingegneria di programmazione, consisterà l'implementazione nel progetto delle prestazioni e interfacce ottimizzate per il contesto di attività nella scuola.

Il primo campo di indagine riguarda la morfologia del robot, misurata negli aspetti dell'espressività generata dai componenti e dal movimento. Al fine, tre robot (Pepper, Sanbot Elf e Double) rappresentano macrocategorie di macchine oggetto di valutazione. In dettaglio i parametri che concorrono all'espressività del robot sono: la morfologia somatica, la natura, quantità e qualità dei movimenti, l'altezza e sua regolazione, l'inclinazione e rotazione della testa o dello schermo. Nonostante la natura molto diversa di questi robot, da human-like di Pepper a machine-like di Double, si possono trovare alcuni elementi basilari che rappresentano il minimo comune denominatore della telepresenza. Il display è lo strumento principale per comunicare, attraverso il quale l'utente distante può mostrare la propria immagine e guidare il robot attraverso la camera, quasi sempre integrata allo schermo. Nei robot dal design minimale (Double e simili), nati per la sola funzione di telepresenza, il tablet costituisce la testa, mentre negli umanoidi, dove la funzione di telepresenza è un'integrazione, lo si trova all'altezza del torace.

Una distinzione morfologica è invece data dalla presenza di arti: sono presenti e mobili negli umanoidi, mentre i robot dal design minimale generalmente ne sono privi. In questi tutt'al più, il corpo (asta, doppia asta) unisce la 'testa tablet' al basamento mobile. Sono robot che cercano la riduzione formale, da non confondersi con la banalizzazione di una macchina costruita senza progetto di design. Double, ad esempio, nelle intenzioni dei suoi progettisti si allontana dalla citazione umanoide per affrontare un campo molto ben più di ricerca, quello dell'allusione all'umano. Tuttavia, la ricerca della sintesi non sempre è premiata dall'utenza, es-

sendo spesso letta come carenza di espressività. Dei robot umanoidi gli utenti in genere apprezzano le gesture create da parti mobili come gli arti, sovente collegati a feedback luminosi. Gesture che si aggiungono alla comunicazione verbale possibile tramite schermo, e che con la loro presenza comunicano una somiglianza con quelle umane.

Importante è anche il movimento, sia quello di traiettoria sia quello legato agli arti e all'intermittenza delle luci. Sappiamo che la facoltà di muoversi nello spazio è l'elemento caratteristico primo del robot e che il modo in cui si muove può comunicare diversi gradi di vitalità. Ciò dipende dalla fluidità e dall'articolazione dei movimenti, anche inaspettati come nel modello Double, che durante la fase di stallo oscilla nella continua ricerca di equilibrio simulando quei piccoli aggiustamenti che l'umano compie anche quando è fermo. Per contro, i modelli umanoidi adottano diverse soluzioni di comunicazione: oltre agli arti mobili e al gioco di luci, sono le espressioni facciali che catturano l'attenzione dell'utente, talora la principale gestualità percepita. Il completamento delle prime due fasi renderà esplicita l'adesione dell'utenza verso una delle categorie in valutazione: umanoide vs minimale.

Questioni aperte e sviluppi futuri | La valutazione dell'offerta dei modelli di robot di telepresenza rappresenta il primo step per la sperimentazione delle intuizioni da applicare al prodotto per renderlo adattabile al concept del servizio e al contesto in cui verrà inserito. L'adattabilità è un elemento che influenza positivamente la fiducia e il coinvolgimento degli utenti con i robot, che percepiscono un loro maggiore controllo se capaci di influenzare il comportamento della macchina (Andriella, Torras and Alenyà, 2019). In questo scenario, l'adattabilità delle caratteristiche funzionali ed espressive del prodotto robot è necessaria per renderlo coerente alle prestazioni attese di servizio. Il concetto di adattabilità risulta questione importante da affrontare, perché potrebbe consentire all'utente distante di controllare al meglio gli spostamenti negli ambienti remoti, anche con la possibilità di aprire le porte o chiamare l'ascensore. Ma si potrebbe estendere al controllo di guida del robot da entrambe i luoghi (da remoto-in locale), per una sicurezza maggiore del servizio e un'interazione più naturale.

Ulteriori questioni aperte da questa ricerca riguardano le caratteristiche semantiche, anche caratterizzabili, della macchina. Questo perché una delle esigenze più sentite da chi è a distanza è quella di sentirsi rappresentati nel miglior modo possibile dalla macchina. Non ultima la questione dell'abilità digitale, nella guida e nell'interazione. La semplicità e intuitività del sistema pongono quesiti irrinunciabili da affrontarsi già nella progettazione della macchina, destinata soprattutto a un'utenza di non esperti. Come i non esperti dovranno loro stessi provvedere alla gestione del servizio (ricarica e connessioni). Come dire che il successo della robotica sociale e la sua accettazione nella vita quotidiana dipendono da

un approccio multidisciplinare ed etico, cioè problematico, del progetto (Giuliano et alii, 2017).

The development and dissemination of robotics technologies we have seen in recent years, in different application contexts, have brought to light thoughts on the types of interaction between machine and man and the coherence of the communication languages used (Fig. 1). 'What changes how we interact with', stated Carlo Ratti during the Hello Robot exhibition opening in Weil am Rhein in 2016. Interaction and communication become the main objectives of the design activity of service and product, with the aim of creating a positive user experience. The social aim of service robots – the subject of this paper – has an important role in the Human Robot Interaction research, due to their growing diffusion in public and private sectors. This research increasingly highlights the importance of morphology, that is the structure of components allowing the robot to create emotional and social connections, due to the tendency of man to respond socially to non-human objects and their need for belonging (Casiddu, 2017).

It delineates a future in which the robot's morphology and behaviour can take on more natural aspects, that drive away from its original mechanical nature and that appoint the designer with a new responsibility: the interpretation and explanation of the word 'natural' while designing and planning the interaction between man and robot, both semantically and cognitively (Dautenhahn, 2013). The research on interaction is continuously evolving, also because it is strictly linked to the progress of robotics. The technological aspect

is no longer the only key point of the project: it must go hand in hand with the needs of the users and the context where the robot will be placed (Eggink and Snippet, 2017).

The current service robots project is not yet enough supported by man-centred approaches, favouring the accessibility and acceptance of these machines. Therefore, the research project HERE presented in the paper, aims to apply quantitative and qualitative analysis methods and to carry out meta-project experiments both at service design and product level, to offer guidelines for the planning/design of social robots. Telepresence robots, capable of connecting people remotely, are particularly topical in the Covid era, and will be the object of study, while Universities, classrooms and common spaces, will be the laboratory for experimentation.

To design the complexity of the machine | The complexity of the machine suggests an integrated approach to design that can be endorsed by different skills in addition to the traditional ones of computer science and mechatronics (Bonifati, 2010). It is essential for the process to involve the humanities such as cognitive psychology and anthropology, in addition to design, starting from the co-design with users (Tripodi, 2020). The design branch is increasingly gaining greater importance within the robotics project, having to deal with more than just the shape and function problems already in its DNA, but also the study of relations which, together with the interaction tools, make up the experience (Luria et alii, 2021). They are complex digital machines and refer to a well-known definition of interaction: products with a microprocessor that are capable of perceiving and responding to human beings (Saffer, 2007, p. 4).

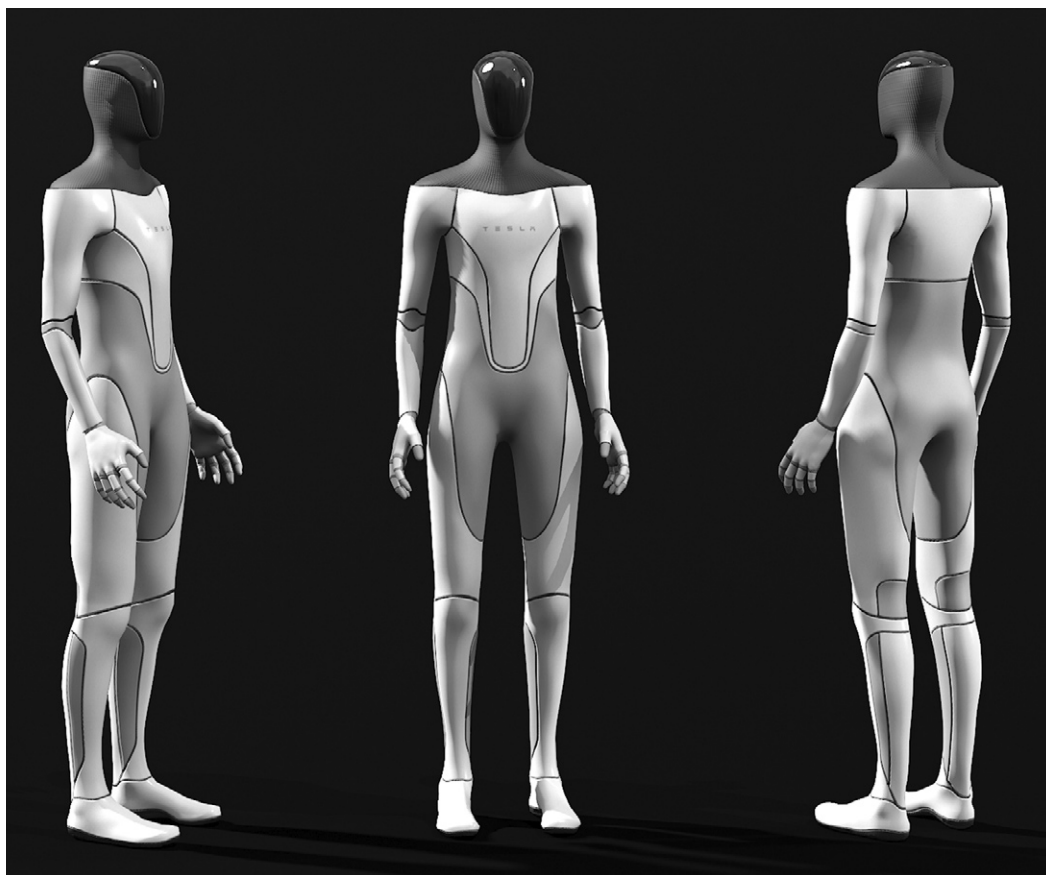


Fig. 3 | TeslaBot the concept of the new humanoid presented by Elon Musk (source: flippednormals.com, 2021).



Fig. 4 | Human-machine-human interaction in telepresence robotics (credit: L. Abbate, 2021).

Fig. 5 | Variation in the morphology of telepresence robots, from anthropomorphism to minimalist design: Pepper, Sanbot, Beam Pro, Double, Ohmni Supercam (credit: L. Abbate, 2021).

To ease the communication between people and machines, technology gives to the robot characteristics that range from a perfect replica of the human morphology to the abstraction from these characteristics, with different levels of similarity. It is presented as a holistic research, developed around the different components of robotics morphology, such as facial expressions, movement, lighting and sound, that design tries to integrate, through a problematic and complex approach, as reminded by the Bauhaus paradigm: «[...] design is a complex and demanding task. It entails the integration of technological, social, and economic requirements, biological demands, and the psychophysical effects of materials, shape, colour, volume, and space: it is about thinking in relationships» (Moholy Nagy, 1947, p. 42). Some of these complexity levels can be found in the design of a machine with interactive abilities, depending from: a) utilitarian and psychosocial factors such as age, sex and cultural context, meaning personal attitudes and beliefs (Nielsen et alii, 2021); b) another level of adaptability and updatability of the machine, sometimes trying to foresee the future (Tromp, Hekkert and Verbeek, 2011); c) an expressiveness that is consistent

with its cognitive and interactive performance (Lieberman-Pincu, Grondelle and Oron-Gilad, 2021).

Therefore, designing robots with a man-centred approach, requires adding from the start the designer into the development process, by using techniques based on ethnography, participatory planning and the anticipation of intermediate prototypes. A designer ready to determine the demands in the metaproject phase and to evaluate the user experience (usability and cognitive tests) that can be implemented on intermediate models and final prototypes, both for service and product design (Prati et alii, 2021).

Social robots: expressivity and function | Technological development and cultural progress have brought the robot artifacts to be increasingly similar to man, not only in their appearance, but also in their affective, psychological and cognitive expressions (Cawthon and Moere, 2006). Therefore, today the concept of a highly accepted service robot depends on three factors: its morphology, the ability to perform functions, and interactive communication. First, the physical feature, that is its shape intended as identity: from machine to humanoid, passing through each in-

termediate form (Salvini, Laschi and Dario, 2010). The first contact between human and robot plays on the appearance and the trust it conveys. In this regard, Masahiro Mori reflected on the degree of resemblance of a robot to a human being. If the robot is too similar, we might be disappointed since humans have high expectations on relationships. This disappointment was described by the Uncanny Valley graph (Fig.2) as 'depression valley', indicator of fear (Mori, Macdorman and Kageki, 2012).

The recent press preview by Elon Musk was about the TeslaBot project, as the next technological disruptive goal of Tesla. This project has humanoid features, portraying the ideal standards of human beauty: real size (173 cm), elegant profile and white colour typical of digital elements, fluid, and graceful movements: almost an ideal of new humanism (Fig. 3). Some robotics designers think that it is desirable that robots, which are still machines, should show their 'artificial' nature through an expressiveness that interprets the humanoid, but without deceiving man. But the focus of the project is not just expressivity, because the aspect of the robot is not separated from the functions it was created for and the context where it will be placed (Giger et alii, 2019). The function is the second element of interest to the purpose of acceptance: the methods to measure it are the ease of use and perceptible utility. Finally, there is the interaction factor, on which depends the level of trust and acceptance by man. The interaction can take place via communication mediated by devices (mouse, keyboard, touch screen) or by sensory interactive modalities (speech, gestures, facial expressions, gaze tracking, haptics).

Let's examine the most complex area of design, but also the slower to be developed. There is the challenge of complexity, currently expressed in incremental achievements, that is, small and continuous modifications, waiting for radical innovations that only technological inventions will make operational. In Tesla's case, they only were announced. While waiting, we can still progress by working on some complementary aspects. Shaking hands with a robot and feeling human touch does not only depend on feeling mobile fingers, but also from the temperature and humidity of the limb: a goal that seems increasingly closer. The designers are not yet able to speed up the robot's responses in a discussion, and to reach a friendly and articulate degree of communication, but they can work on the tone of the voice, relying on professional speakers to create more empathic tones. Incremental conquests that boost the level of trust towards robots.

These factors participate in the service robots project. Today, the traditional typological distinctions (company, assistance, entertainment and telepresence) have blurred boundaries, making use of machines that integrate different communication functions, tools and languages. Screens and cameras are some of the most present components in service robots, thanks to digital literacy. They are often standard equipment, becoming the characteristic tools of 'telepresence' function.

Telepresence: an opportunity for ethical projects in service robotics | Over the last years,

we have seen a growth in telepresence activities and tools, capable of connecting places and people geographically distant and enabling communication, collaboration and sharing processes. In this sense, the Covid-19 pandemic has been an accelerator to experiment on these technologies, from the hospital/care setting – as a channel between patients and family members – to the business situations that require the presence of specialised technicians on site. These purposes have caused the evolution of the original functions of telepresence (business meetings, reception in accommodations, surveillance), it has become a new tool for sustainable accessibility for distant people. The telepresence robot, compared to other connection tools, can move in the physical space. In other words, it is a mobile tablet that becomes an alive prosthesis for someone on remote connection. The telepresence has also created a much more direct system of relations, man-machine-man type, giving the opportunity to interact with human abilities (expressiveness of the face and speech) and with the surrounding space.

Therefore, has the design linked to the appearance of the machine and to its design lost its importance? On the contrary, it has brought into play new aspects of this subject: the combination of digital and real, though vision, voice, body, and movement (Fig. 4). The telepresence robot morphology ranges from a minimal and a high-tech design – in the model Double, the head is the screen, the body a rod and the feet are wheels – to anthropomorphic and zoomorphic configurations by Pepper and the most recent Sanbot Elf, which have distinct functions: entertainment, education, and assistance (Fig. 5). These different models highlight the need to shape the robot accordingly to its function and context. In the design project this is a well-known concept, but it is not as important for mechatronic and computer engineering: the pillars necessary for the development of a functioning robotic architecture.

These remarks have originated a series of questions that for several years now have been the principles of the research Who Robot, started with TIM JOL Crab in 2015 and continued with experiences in different contextual, from Cultural Assets to schools. In this last setting, the telepresence has gained distance education experiences, aimed in particular at learning (Fig. 6). On the contrary, there are few experiments that make this function an opportunity for socialisation, where the robot is the vehicle between the student not physically present and the group in presence (Figg. 7, 8).

HERE: telepresence project in University setting | The researches on distance learning have strongly increased over the last year, experimenting different tools capable of connecting students that could not be physically present in class: from the traditional videoconference platforms, the use of augmented/virtual reality, to telepresence robotics. Today, we are using these solutions, created to improve and facilitate the teaching-learning process, to a 5.0 objective, to humanise technology, for accessibility, inclusion and collaboration. But also, to optimise and increase the performance of telepresence robotics



Fig. 6 | HERE: telepresence robotics ecosystem in the University context, with the stakeholders involved (credit: L. Abbate, 2021).

Figgs. 7, 8 | Screenshot of the case study video on the application of telepresence robotics in the Anne Arundel County School District, Maryland, USA and in Paris, Trains Future Professors to Design Effective Learning Situations (source: aacps.org, 2016; hec.edu, 2019).



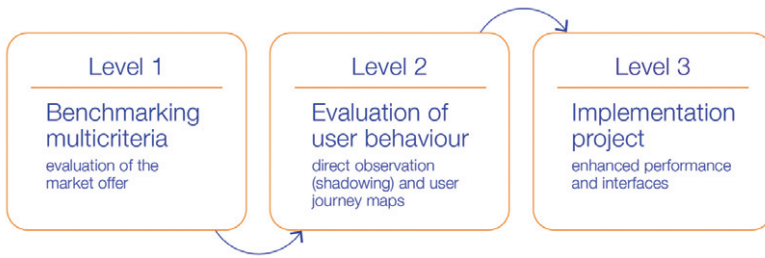


Fig. 9 | Research phases HERE (credit: L. Abbate, 2021).

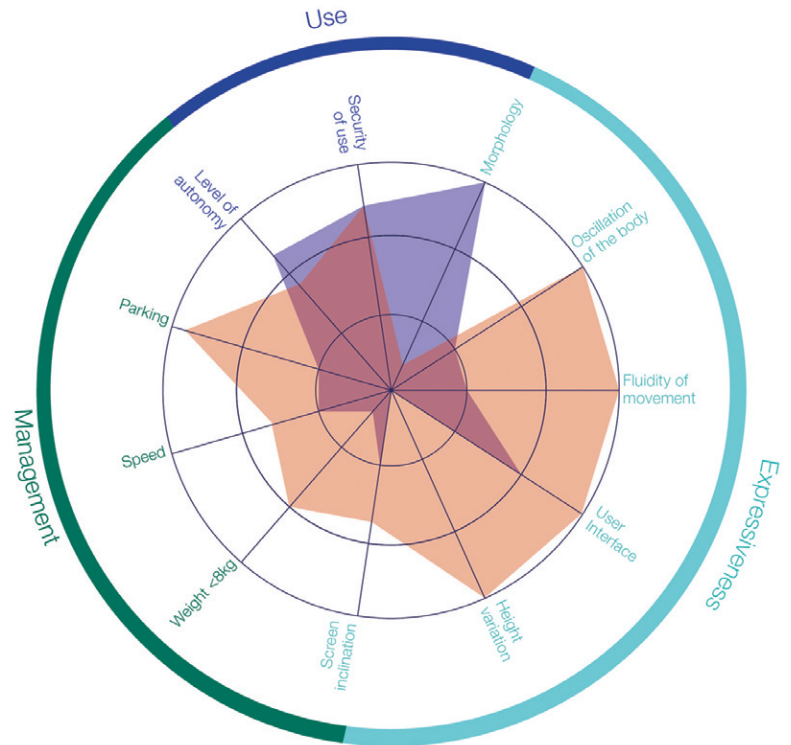


Fig. 10 | Radar graph of the multicriteria benchmarking analysis of the Double robot, in red, and Sandbot in blue (credit: L. Abbate, 2021).

through a multidisciplinary collaboration between trainers, psychologists, computer scientists and designers. In general, the used equipment is readily available on the market, robots with images and mechanical movement.

The first step of the HERE research wants to explore, by comparing the potential of different models, the possibility for the robot to interact with the teacher but also with classmates, following their movements and participating in the group experience. In a second stage, it will deal with the physical characterisation of the robot. This already happens today with spontaneous and funny solutions: dressing the robot in one's likeness with clothing and accessories (t-shirts, necklaces, etc.), as if it were a sort of Avatar. Kind of a spontaneous humanisation that through forms, materials and familiar colours, speeds up the process of acceptance of the machine (Löffler, Schmidt and Tscham, 2018). The HERE research has the objective to reformulate the design approach and corresponding contribution of design in the service-product-service sequence. Therefore, the object of the research becomes a social robotics service in the learning field that through scalable products can be contextualised in schools of different grades (starting from the university) with students of different ages and needs.

Methodology and stages | The HERE research works by stages, using an inductive approach, due to the current scarcity of experiments (Fig. 9). The first stage, called multi-criteria benchmarking, is aimed at evaluating the market offer, analysing the models that, singularly or with the integration of other functions, can perform a telepresence activity (Fig. 10). Multi-criteria indicators are the comparison methodology already used by the design discipline for the evaluation of products and services. Today, this approach is an evaluation model of the product/service qual-

ity, divided into different uses: use of robots, communication between robots and man, and service management (network connections, robot properties, machine maintenance and the network infrastructure; Savela, Turja and Oksanen, 2017). The second step envisages the evaluation of the users' behaviour during the use of the robot, via direct observation (shadowing) and creation of user journey maps. The third stage, cross-disciplinary with programming engineering, will consist of the implementation of the performance and interfaces in the project, optimised for the context of activities in school.

The first investigation field concerns the robot's morphology, measured by the expressiveness generated by the components and movement. With this aim, the three robots (Pepper, Sanbot Elf and Double) are macro categories of machines under evaluation. In detail, the parameters that contribute to the robot's expressiveness are: somatic morphology, nature, quantity and quality of movements, height and its adjustment, inclination and rotation of the head or the screen. Despite the very different nature of these robots, from Pepper's human-like robot to Double's machine-like robot, there are some basic and common elements in telepresence. The display is the main tool to communicate. The distant user can show their face and control the robot through the camera, almost always built-in. In minimal design robots (Double or similar), created only with a telepresence function, the tablet is the head, while in the humanoids, where the telepresence function is an integration, it is on the chest.

The presence of the limbs is a morphological distinction. In the humanoids, they are present and mobile, while generally absent in the minimal design robots. At the most, the body (rod, double rod) joins the 'tablet head' to the mobile base. These robots aspire to formal reduction, not to be mistaken for the trivialisation of a ma-

chine built without a design project. Double, for example, as intended by its designers is far from the humanoid form to enter in the research field of allusion to the human form. However, the strive for synthesis is not always appreciated by the user, since it is often considered a lack of expressivity. In general, users appreciate the gestures of humanoid robots, generated by mobile parts, such as limbs, often linked to light feedbacks. Gestures that are added to the verbal communication thanks to the screen, and that with their presence create a similarity with humans.

The movement is also important, both the trajectory movement and the one linked to limbs and intermittent lights. We know that the ability of moving around is the main characteristic element of the robot and that the way it moves can communicate different levels of vitality. This depends on the fluidity and the articulation of the movements, even the unexpected ones, as in the Double model. While standing, this model oscillates, continuously searching for balance, by simulating those small movements that humans make even when they are not moving. On the contrary, humanoid models use different communication solutions: besides the movable limbs and the play of lights, the facial expressions capture the user's attention, and sometimes they are the main perceived gestures. By finishing the two stages, the users' approval of one of the two evaluated categories (humanoid, minimal) will be explicit.

Pending issues and future developments | The evaluation of the range of telepresence robot models is the first step to experiment the ideas to be applied to the product to make it adaptable to the service concept and the context in which it will be used. Adaptability positively influences the trust and involvement of users with robots, they feel to be more in control if they are able to influence the behaviour of the machine (Andriella, Torras and Alenyà, 2019). In this sense,

the adaptability of the functional and expressive characteristics of the robot is necessary to make it consistent with the expected service performance. The concept of adaptability is an important issue to address, because it can allow the user to better control the movements in the environment from remote, even opening doors or pushing the button for the elevator. The robot driving control could be extended to both situations (remotely-locally), for a greater service safety and a more natural interaction.

References

- Andriella, A., Torras, C. and Alenyà, G. (2019), "Short-Term Human-Robot Interaction Adaptability in Real-World Environments", in *International Journal of Social Robotics*, vol. 12, issue 3, pp. 639-657. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s12369-019-00606-y [Accessed 25 September 2021].
- Bonifati, N. (2010), *Et voilà i robot – Etica ed estetica nell'era delle macchine*, Springer, Milano. [Online] Available at: link.springer.com/book/10.1007/978-88-470-1581-4 [Accessed 25 September 2021].
- Casiddu, N. (2017), *Interface design – Robotics and interaction for AAL*, Altralinea, Firenze.
- Cawthon, N. and Moore, A. (2006), "A Conceptual Model for Evaluating Aesthetic Effect within the User Experience of Information Visualization", in Banissi, E., Aslak Burkhard, R., Ursyn, A., Zhang, J. J., Bannatyne, M., Maple, C., Cowell, A. J., Yun Tian, G. and Hou, M. (eds), *Tenth International Conference on Information Visualisation (IV'06)*, IEEE Computer society, Los Alamitos (CA), pp. 374-382. [Online] Available at: doi.org/10.1109/IV.2006.4 [Accessed 25 September 2021].
- Dautenhahn, K. (2013), "Human-Robot Interaction", in Soegaard, M. and Dam, R. F. (eds), *The Encyclopedia of Human-Computer Interaction – 2nd Edition*, Interaction Design Foundation, Aarhus. [Online] Available at: interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/human-robot-interaction [Accessed 25 September 2021].
- Eggink, W. and Snippet, J. (2017), "Future Aesthetics of Technology – Context specific theories from design and philosophy of technology", in *The Design Journal*, vol. 20, pp. 196-208. [Online] Available at: doi.org/10.1080/14606925.2017.1352748 [Accessed 25 September 2021].
- Giger, J., Piçarra, N., Alves-Oliveira, P., Oliveira, R. and Arriaga, P. (2019), "Humanization of robots – Is it really such a good idea?", in *Human Behavior and Emerging Technologies*, vol. 1, issue 2, pp. 111-123. [Online] Available at: doi.org/10.1002/hbe2.147 [Accessed 25 September 2021].
- Giuliano, L., Lupetti, M. L., Khan, S. and Germak, C. (2017), "Ethical Reflections about Service Robotics, from Human Protection to Enhancement – Case Study on Cultural Heritage Robotics", in Dekouli, G. (ed.), *Legal, Ethical and Socioeconomic Impacts*, IntechOpen. [Online] Available at: doi.org/10.5772/intechopen.69768 [Accessed 25 September 2021].
- Liberman-Pincu, E., Grondelle, E. D. and Oron-Gilad, T. (2021), "Designing Robots with Relationships in Mind – Suggesting Two Models of Human-socially Assistive Robot (SAR) Relationship", in Bethel, C., Paiva, A., Broadbent, E., Feil-Seifer, D. and Szaifir, D. (eds), *HRI '21 – Companion of the 2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Association for Computing Machinery, New York, pp. 555-558. [Online] Available at: doi.org/10.1145/3434074.34447125 [Accessed 25 September 2021].
- Other pending issues coming from this research concern the machine's semantic characteristics, also definable. Because one of the most important needs for people from remote is to be represented in the best way possible from the machine. Last but not least, the subject of digital skills, in driving and interacting. The simplicity and intuitiveness of the system raise essential questions to be addressed already in the design stage of the machine, intended primarily for inexperienced users. They will have to deal themselves with the operation of the service (recharge and connections). As if to say that the success of social robotics and its acceptance in everyday life depend on a multidisciplinary and ethical – that is challenging – approach to the project (Giuliano et alii, 2017).
- Luria, M., Hoggenmüller, M., Lee, W., Hespanhol, L., Jung, M. and Forlizzi, J. (2021), "Research through Design Approaches in Human-Robot Interaction", in Bethel, C., Paiva, A., Broadbent, E., Feil-Seifer, D. and Szaifir, D. (eds), *HRI '21 – Companion of the 2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Association for Computing Machinery, New York, pp. 685-668. [Online] Available at: doi.org/10.1145/3434074.3444868 [Accessed 25 September 2021].
- Löffler, D., Schmidt, N. and Tscharn, R. (2018), "Multimodal Expression of Artificial Emotion in Social Robots Using Color, Motion and Sound", in Kanda, T., Šabanović, S., Hoffman, G. and Tapus, A. (eds), *HRI '18 – Proceedings of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Association for Computing Machinery, New York, pp. 334-343. [Online] Available at: doi.org/10.1145/3171221.3171261 [Accessed 25 September 2021].
- Moholy-Nagy, L. (1947), *Vision in Motion*, Paul Theobald & Co., Chicago.
- Mori, M., Maccormann, K. and Kageki, N. (2012), "The Uncanny Valley [From the Field]", in *IEEE Robotics & Automation Magazine*, vol. 19, issue 2, pp. 98-100. [Online] Available at: doi.org/10.1109/mra.2012.2192811 [Accessed 25 September 2021].
- Nielsen, S., Ordoñez, R., Hansen, K. D., Skov, M. B. and Jochum, E. (2021), "RODECA – A Canvas for Designing Robots", in Bethel, C., Paiva, A., Broadbent, E., Feil-Seifer, D. and Szaifir, D. (eds), *HRI '21 – Companion of the 2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, Association for Computing Machinery, New York, pp. 266-270. [Online] Available at: doi.org/10.1145/3434074.3447173 [Accessed 25 September 2021].
- Prati, E., Peruzzini, M., Pellicciari, M. and Raffaelli, R. (2021), "How to include User eXperience in the design of Human-Robot Interaction", in *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 68, 102072, pp. 1-13. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.rcim.2020.102072 [Accessed 25 September 2021].
- Saffèr, D. (2007), *Design dell'interazione – Creare applicazioni intelligenti e dispositivi ingegnosi con l'interaction design*, Pearson, Milano.
- Salvini, P., Laschi, C. and Dario, P. (2010), "Design for Acceptability – Improving Robots' Coexistence in Human Society", in *International Journal of Social Robotics*, vol. 2, issue 4, pp. 451-460. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s12369-010-0079-2 [Accessed 25 September 2021].
- Savela, N., Turja, T. and Oksanen, A. (2017), "Social Acceptance of Robots in Different Occupational Fields – A Systematic Literature Review", in *International Journal of Social Robotics*, vol. 10, issue 4, pp. 493-502. [Online] Available at: doi.org/10.1007/s12369-017-0452-5 [Accessed 25 September 2021].
- Tripodi, V. (2020), *Etica delle tecniche – Una filosofia per progettare il futuro*, Mondadori Università, Milano.
- Tromp, N., Hekkert, P. and Verbeek, P. (2011), "De-
- sign for Socially Responsible Behavior – A Classification of Influence Based on Intended User Experience", in *Design Issues*, vol. 27, issue 3, pp. 3-19. [Online] Available at: jstor.org/stable/41261940 [Accessed 25 September 2021].