

# POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale



**Politecnico  
di Torino**

Tesi di Laurea Magistrale

*L'individuazione delle affordance nel processo di trasformazione tecnologica:  
dal prodotto verso il servizio, dal non digitale verso il digitale*

Relatore:  
Francesca Montagna

Candidato:  
Roberta Ferranti

Correlatore:  
Teresa Monti, Samuele Colombo

Anno accademico 2023/2024





## SOMMARIO

|   |    |
|---|----|
| 1. Introduzione   | 6  |
| 1.1 Problema .....  | 6  |
| 1.2 Obiettivo del lavoro .....  | 7  |
| 1.3 Metodologia .....   | 7  |
| 1.4 Struttura del documento .....   | 9  |
| 2. Capitolo 1 - Il cambiamento degli artefatti con il processo di digitalizzazione                          | 11 |
| 2.1 Classificazione degli Artefatti.....  | 11 |
| 2.2 Gli Artefatti Digitali .....  | 14 |
| 2.3 Caratteristiche degli Artefatti Digitali .....  | 15 |
| 3. Capitolo 2 – Il concetto di Affordance e la sua evoluzione nel tempo                                     | 18 |
| 3.1 Il concetto di affordance .....   | 18 |
| 3.1.1 Affordance secondo Gibson .....   | 19 |
| 3.1.2 Affordance secondo Norman .....   | 21 |
| 3.1.3 Affordance secondo Maier e Fadel .....  | 25 |
| 3.1.4 Affordance secondo Cormier .....  | 28 |
| 3.1.5 Affordance secondo Pucillo e Cascini .....  | 32 |
| 3.1.6 Affordance secondo Evans .....  | 34 |
| 3.1.7 Affordance secondo Kim-Hong .....   | 36 |
| 3.2 Valutazione e identificazione delle Affordance .....  | 37 |
| 3.2.1 Modello di Roskos .....   | 39 |
| 4. Capitolo 3 – Applicazione del modello di Roskos al caso studio: auto/taxi vs. auto a guida autonoma/Uber | 44 |
| 4.1 Fase 1: identificazione degli attori .....  | 45 |
| 4.2 Fase 2: costruzione del diagramma di flusso .....   | 47 |
| 4.3 Fase 3: definizione dell’architettura .....   | 52 |
| 4.3.1 Risultati derivanti dall’analisi delle architetture .....   | 58 |
| 4.4 Fase 4: identificazioni degli indicatori di affordance .....  | 60 |
| 4.5 Fase 5: identificazione delle affordance .....  | 64 |
| 4.6 Fase 6: costruzione della matrice di incidenza .....  | 65 |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 4.7 Fasi conclusive del modello ..... | 66 |
| 5. Conclusioni                        | 82 |
| 5.1 Limiti dello studio .....         | 83 |
| 6. Bibliografia                       | 85 |

# 1. Introduzione

## 1.1 Problema

Nell'epoca contemporanea, la pervasiva digitalizzazione ha procurato una trasformazione di portata epocale all'attuale società, riproponendo in modo radicale le dinamiche quotidiane, le modalità lavorative e le interazioni umane. Il tema della digitalizzazione è legato al monitoraggio degli impieghi in tecnologie digitali di tipo infrastrutturale (connessione a Internet, acquisto di servizi cloud, ecc.), con l'individuazione di investimenti più specializzati che possano segnalare uno spostamento, verso il pieno utilizzo delle risorse digitali disponibili (Censimenti Permanenti Imprese, 2020). Questo fenomeno ha generato un'ampia gamma di innovazioni digitali, quali applicazioni mobili, piattaforme web, servizi basati su cloud e dispositivi intelligenti.

La digitalizzazione, all'interno del contesto dell'interazione uomo-computer, esercita anche un'impronta notevole sul concetto di *affordance*, il quale si erige come un fondamentale pilastro del design e dell'esperienza utente, rinnovandone radicalmente l'implementazione nell'ambito degli oggetti digitali. In particolare, il termine *affordance* fu coniato per la prima volta dallo psicologo J. Gibson e descrive le possibilità di azione che un ambiente o un oggetto offre agli organismi, in relazione alle loro capacità fisiche e cognitive (Gibson, 1979).

Le *affordance* dell'interfaccia utente hanno pertanto un impatto significativo sulla comprensione delle funzionalità dell'applicazione, sulla facilità di apprendimento e sull'efficienza delle interazioni. Ad esempio, icone e pulsanti ben progettati e chiaramente distinguibili offrono l'*affordance* dell'interazione, guidando l'utente attraverso azioni specifiche come l'aggiunta di un prodotto al carrello o il completamento di un pagamento.

Le *affordance* degli artefatti digitali sono influenzate anche dalle convenzioni di design consolidate e dalle aspettative degli utenti. Le persone tendono a familiarizzare con determinati modelli di interazione che si ripetono in diversi artefatti digitali, come l'icona di un cestino per indicare la possibilità di eliminare un elemento. Queste convenzioni contribuiscono a creare un senso di familiarità e consentono agli utenti di anticipare le azioni possibili all'interno di un artefatto digitale.

Un'adeguata progettazione delle *affordance* negli artefatti digitali può migliorare l'usabilità e l'esperienza dell'utente, facilitando l'apprendimento, riducendo gli errori e agevolando

l'efficacia delle interazioni. Pertanto comprendere e applicare correttamente le affordance nell'interazione uomo-computer rappresenta una sfida complessa, che richiede una profonda conoscenza delle teorie della percezione e delle pratiche di design.

In conclusione, la digitalizzazione pone sfide considerevoli nel contesto del design, delle interfacce e delle affordance. Inaugurando un'era di straordinarie possibilità nel campo dell'interazione uomo-computer e ridefinendo le affordance degli oggetti digitali.

## 1.2 Obiettivo del lavoro

Oggigiorno sono in corso due diverse transizioni: la transizione digitale (da non digitale a digitale) e la transizione del servizio (da prodotto a servizio) che si intrecciano vicendevolmente nell'evoluzione del sistema. Le transizioni generano un cambiamento nel concetto di affordance, dal momento che cambiando il prodotto (o il servizio) di conseguenza cambia anche l'interazione tra utente e prodotto (o servizio).

Per i designer pertanto, la sfida principale risiede nel creare affordance che siano immediatamente comprensibili e che indirizzino l'utente verso l'azione desiderata. Questo richiede una profonda comprensione delle aspettative e delle esperienze degli utenti, nonché un'attenzione meticolosa ai dettagli che possono influenzare la percezione delle affordance. Per questa ragione, il seguente lavoro si pone l'obiettivo di analizzare l'interazione degli utenti con le varie combinazioni di prodotto/servizio e fisico/digitale. Al fine di determinare possibili nuove classi di affordance da suggerire ai designer come elemento a sostegno della loro progettazione.

## 1.3 Metodologia

Il lavoro è iniziato con un'attenta analisi della letteratura al fine di studiare e analizzare l'evoluzione del concetto di affordance nel tempo, partendo dalla definizione data da Gibson (1977) e continuando poi con un excursus sino ad arrivare ai giorni contemporanei. E' stato osservato come le affordance si interfacciano con i vari tipi di artefatti: non digitali e digitali, evidenziando come a seguito della transizione verso il digitale cambiano le categorie di affordance.

Successivamente è stato individuato il modello da utilizzare nel processo di validazione e valutazione per identificare le affordance e i loro elementi, nel contesto delle interazioni degli utenti. Il modello è caratterizzato da alcuni passaggi predefiniti:

1. Identificazione degli attori: delineandone il profilo, gli obiettivi e le interazioni con il manufatto (prodotto/servizio);
2. Modellazione del diagramma di flusso: (ad esempio tramite BPMN) dell'avanzamento dell'azione di utilizzo;
3. Definizione dell'architettura del sistema digitale: per mostrare i moduli e i loro elementi, per analizzare il flusso di informazioni, come funziona il sistema e come interagiscono funzionalmente i vari moduli. La rappresentazione dell'architettura, tramite diagramma a blocchi, evidenzia anche l'ordine tra moduli ed elementi, come indicatori della gerarchia tra le affordance;
4. Identificazione degli indicatori di affordance e raggruppamento in categorie (Funzionalità, Comunicazione, Contenuto, Amministrazione dell'Accessibilità, Strumenti; Roskos, et al., 2017);
5. Individuazione delle affordance, a partire dalla struttura funzionale del sistema, espressa secondo le loro relazioni (Maier, 2009, Evans, 2017), coerentemente con metodologia e criteri presentati in letteratura (rispettivamente Chen, 2015; Evans, 2017);
6. Costruzione della matrice di incidenza, compilata seguendo le interazioni tra gli indicatori (sulle colonne) e le affordances (sulle file). La matrice consente di associare ciascun indicatore di affordance all'affordance di riferimento;
7. Valutazione dell'affordance: attraverso l'uso della scala Guttman (Guttman, 1944);
8. Valutazione finale dell'affordance utilizzando la matrice di incidenza e la valutazione degli indicatori di affordance. Si identificano le affordance percepite negativamente e si comprendono quali aspetti del sistema avrebbero un impatto. Tali affordance dovrebbero poi essere smistate sull'artefatto e sul servizio, consentendo di comprendere se è prevalsa la percezione sensoriale o quella esperienziale e quindi su quale componente del sistema digitale i progettisti dovrebbero intervenire.

Una volta individuato il modello è stato scelto il caso studio da analizzare. Pertanto in riferimento al grafico a quattro quadranti, che descrive l'interconnessione tra servizi e transizioni digitali, delineando le combinazioni di prodotti/servizi e non-digitale/digitale, sono stati scelti 4 artefatti, uno per ogni quadrante, aventi la stessa funzione, ovvero quella

di muoversi in autonomia durante la guida. Il caso studio che si è scelto di analizzare pertanto vede contrapporsi “Auto vs. Auto a guida autonoma/ Taxi vs. Uber”.

Il lavoro si è maggiormente concentrato nelle prime fasi del modello, in particolare negli step 2-3-4-5, che prevedono l’iniziale costruzione dei diagrammi di flusso, tramite BPMN, così da studiare i processi che avvengono durante le fasi di erogazione del servizio (sia non digitale che digitale) che del prodotto. A seguire sono state create le architetture per le varie combinazioni di prodotto e servizio/ non digitale e digitale così da analizzare nel dettaglio sia le relazioni che intercorrono e delineare possibili risultati finali che determinare gli indicatori di affordance da fornire ai designer come modello di progettazione.

#### 1.4 Struttura del documento

Il seguente documento è suddiviso in 5 parti:

La *prima sezione* è puramente introduttiva, fornisce informazioni riguardo il problema iniziale, lo scopo del lavoro e la metodologia utilizzata per realizzarlo.

La *seconda sezione* è incentrata sul ruolo degli artefatti e del processo di digitalizzazione. Qui vengono analizzate le categorie e le caratteristiche dei vari artefatti sia non digitali che digitali, prendendo come fonte sia i lavori di tesi precedenti che andando a fondo nella letteratura.

La *terza sezione* è incentrata sull’evoluzione del concetto di affordance nel tempo e sui vari modelli di progettazione basati sulle affordance che sono stati studiati e forniti ai designer come guida per la loro progettazione. In questo capitolo in particolare è stata eseguita una profonda e dettagliata analisi della letteratura.

Nella *quarta sezione* è stato applicato il modello di Roskos (2017) rivisitato da Perpignano (2020) al caso studio in esame. A valle dell’applicazione sono stati sottolineati i risultati emersi.

Nella *quinta sezione* sono presenti le conclusioni, i limiti e i suggerimenti che pone il seguente lavoro.



## 2. Capitolo 1 - Il cambiamento degli artefatti con il processo di digitalizzazione

Oggigiorno gli artefatti digitali rivestono un ruolo centrale e in continua crescita nel contesto della digitalizzazione. Questi infatti non sono semplicemente oggetti digitali, ma piuttosto manifestazioni tangibili della trasformazione di un mondo guidato dalla tecnologia e dalla connettività. Ogni artefatto digitale pertanto rappresenta sia la testimonianza della convergenza tra tecnologia e umanità, che come i prodotti e i processi possano essere trasformati in entità digitali che influenzano il mondo fisico.

### 2.1 Classificazione degli Artefatti

Per comprendere appieno la diversità e la complessità degli artefatti è cruciale adottare un approccio sistematico per la loro classificazione; questa infatti consentirà di categorizzare e organizzare in modo strutturato la varietà di oggetti, agevolandone la loro comprensione.

Di seguito verrà pertanto analizzata la classificazione degli artefatti, approfondendo le diverse dimensioni attraverso cui possono essere suddivisi: dalla loro struttura e funzionalità alla loro finalità e al contesto di utilizzo.

Un contributo importante in merito a ciò si deve al lavoro di tesi di (Tiotto, 2022), il quale si è concentrato sulla classificazione degli artefatti, partendo da una revisione dei concetti di prodotto e servizio.

Sulla base del lavoro da lui condotto gli artefatti possono essere classificati in sei categorie, definite come segue:

- I. Prodotto non digitale: " Oggetto puramente materiale con la funzione di soddisfare o anticipare i bisogni dei customer. Deriva da un processo produttivo standardizzato che avviene precedentemente al consumo del prodotto stesso e che gli conferisce la caratteristica di omogeneità. Inoltre, può essere stoccato e venduto/commercializzato".
- II. Servizio non digitale: " Prestazione intangibile con la funzione di soddisfare o anticipare i bisogni dei customer. La sua realizzazione avviene mediante processi customizzati e unici che conferiscono al servizio la caratteristica di eterogeneità; inoltre, prevede un'interazione con l'utilizzatore e la simultaneità nel consumo dello stesso. Non utilizza alcun dispositivo fisico o digitale per essere erogato, venduto o consegnato e non può essere stoccato".

- III. Prodotto digitale: " Oggetto tangibile dotato di una componente intangibile (bitstring) con la quale è possibile immagazzinare, trasmettere o trasferire informazioni. Ha quindi una duplice funzionalità: soddisfare o anticipare i bisogni degli utilizzatori e permettere lo scambio di informazioni. Deriva da un processo produttivo standardizzato che, solamente per la componente fisica, avviene precedentemente al consumo del prodotto stesso; mentre la componente immateriale/digitale può essere copiata, ricombinata o modificata anche successivamente. È un «experience good» in grado di interagire con altri oggetti, con esseri umani e con l'ambiente circostante. Infine, può essere stoccato e venduto/commercializzato".
- IV. Servizio digitale: " Prestazione intangibile sotto forma di bitstring che non viene erogata mediante un dispositivo fisico e che ha la duplice funzionalità di soddisfare o anticipare i bisogni degli utilizzatori e permettere lo scambio di informazioni. Deriva da un processo customizzato, unico e simultaneo al consumo; può essere venduta/commercializzata ma non può essere stoccata. È un «experience good» in grado di interagire con l'utilizzatore, l'ambiente esterno e altri dispositivi digitali e permette l'immagazzinamento, la trasmissione e il trasferimento di informazioni".
- V. Product Service System digitale (PPS): "Prodotto digitale che prevede l'erogazione di una prestazione intangibile (mediante il dispositivo fisico). Mentre la componente fisica deriva da un processo produttivo standardizzato ed è stoccabile, la prestazione deriva da un processo customizzato, unico e simultaneo al consumo. Inoltre, la prestazione può essere venduta/commercializzata ma non può essere stoccata".
- VI. PPS non digitale: "Un PSS non digitale è un prodotto non digitale tramite il quale è possibile l'erogazione di un servizio. Mentre l'oggetto materiale costituente il prodotto deriva da un processo produttivo standardizzato ed è stoccabile, la prestazione deriva da un processo customizzato, unico e simultaneo al consumo. Inoltre, la prestazione può essere venduta/commercializzata ma non può essere stoccata".

Per verificare che le definizioni proposte avessero anche un riscontro nel mondo reale, sono stati raccolti degli esempi di artefatti e sono stati suddivisi per ciascuna categoria, realizzando un piano cartesiano (Tiotto, 2022), raffigurato nel grafico sottostante (Figura 1), con l'obiettivo appunto di inserire nel riquadro corretto ogni tipologia di artefatto, in relazione alla loro classificazione.

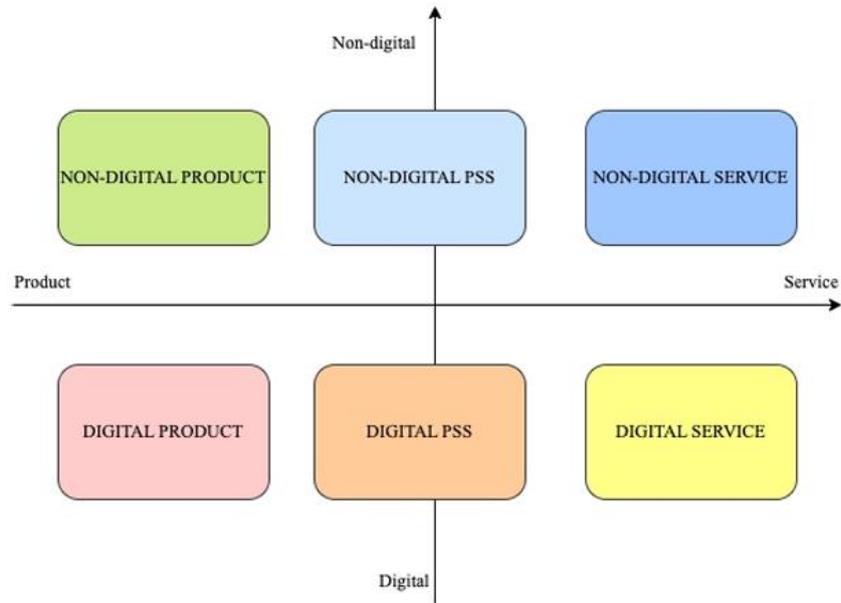


Figura 1: classificazione degli Artefatti (Calzoni, 2022)

A seguito della seguente categorizzazione viene fornita una nuova definizione di artefatto digitale (Tiotto, 2022):

“Un artefatto digitale è l’insieme di una componente immateriale (bitstring) e di una materiale («means» o «bearer»), la quale può essere stoccata e permette l’immagazzinamento, la trasmissione e il trasferimento dell’informazione contenuta nella componente immateriale; ha, inoltre, la funzione di soddisfare o anticipare i bisogni dei customer.

La «doppia natura» di questa tipologia di artefatto gli conferisce le seguenti caratteristiche: la non-rivalità nel consumo, la non escludibilità, la durabilità nel tempo, il poter essere copiato senza costi o sforzi eccessivi, la multifunzionalità e la ri-combinabilità. 30 Si tratta, inoltre, di un «experience good» con valore commerciale (può essere venduto/commercializzato) ed è in grado di interagire con altri oggetti, con gli esseri umani e con l’ambiente circostante”.

È bene sottolineare l’importanza che riveste la classificazione degli artefatti (Figura 1) nel loro processo di progettazione. A questo bisogna esaltare parallelamente, l’importanza che ricoprono le affordance, dal momento che queste possono cambiare quando si considerano artefatti diversi.

## 2.2 Gli Artefatti Digitali

In letteratura la definizione di artefatti digitali non è ancora chiara e univoca. In generale questi sono classificati come oggetti incompleti e in continuo divenire (Garud et al. 2008; Zittrain 2008) dove l'incompletezza rappresenta sia una forma di opportunità che un problema. È un'opportunità, nella misura in cui non preclude la gamma di compiti e collegamenti operativi che un artefatto può o potrebbe ospitare; ma è anche un problema, nella misura in cui riduce il controllo sull'artefatto e sul suo utilizzo.

Una prima classificazione di artefatti digitali li definisce come oggetti privi di un'identità chiara. Questa condizione è associata al costante cambiamento a cui sono sottoposti, questi infatti mancano della stabilità e dell'adeguatezza, caratteristiche proprie degli oggetti tradizionali (Ekbja, 2009). Idee simili sono state avanzate da Kallinikos et al. (2010), Kallinikos e Mariategui (2011) e Manovich (2001) che hanno definito gli artefatti digitali come file, immagini, film o video, elementi modificabili spesso incorporati in ambienti digitali complessi, distribuiti e mutevoli. Faulkner e Runde (2009, 2011) invece, hanno cercato di definire l'identità degli oggetti tecnologici, prestando particolare attenzione allo status immateriale degli artefatti digitali, alla loro riproducibilità, alla combinabilità, alla non rivalità e al modo in cui questi attributi sono implicati nell'innovazione di prodotti e servizi. Alcune di queste idee ricorrono a seguire in Yoo et al. (2010), i quali descrivono gli artefatti digitali come entità riprogrammabili e autoreferenziali, la cui distinta composizione funzionale è strettamente legata a ciò che chiamano omogeneizzazione dei dati. L'omogeneizzazione (o digitalizzazione) dei dati risulta pertanto fondamentale per consentire agli artefatti digitali di sviluppare proprietà innovative come la scomponibilità, l'adattabilità, la tracciabilità e infine l'interoperabilità. Man mano che gli artefatti digitali si diffondono, queste proprietà affermano Yoo et al., risultano coinvolte nella realizzazione di infrastrutture digitali modulari e multistrato che determinano l'indipendenza dei servizi dai dispositivi e dei contenuti dalle reti sottostanti. Tale condizione apre un ampio potenziale di innovazione, consentendo la miscelazione di input/output oltre i confini industriali tradizionali e solitamente fissi associati ai prodotti fisici standard e all'integrazione verticale. Altri studiosi, come Zittrain (2008) hanno ulteriormente approfondito la catalogazione degli artefatti digitali, in particolare egli delinea una serie di proprietà chiamate tecnologie generative, tra queste: la leva finanziaria, l'adattabilità, la facilità di padronanza, l'accessibilità e la trasferibilità che, prese insieme, definiscono l'identità funzionale e l'innovatività degli artefatti. Zittrain (2008) dunque descrive gli artefatti digitali come

tecnologie intenzionalmente incomplete da riscattare con l'uso, una condizione che ricorda l'affermazione di Ekbia (2009) sull'ontologia mutevole e ambivalente degli artefatti digitali.

### 2.3 Caratteristiche degli Artefatti Digitali

Concepiti come oggetti, gli artefatti digitali differiscono dalle entità fisiche e da altri oggetti di costituzione non digitale lungo una serie di dimensioni. Innanzitutto gli artefatti digitali in quanto oggetti sono **modificabili**. La modificabilità assume varie forme: può essere ottenuta semplicemente riorganizzando gli elementi di cui è composto un oggetto attraverso, ad esempio, l'eliminazione di unità esistenti o l'aggiunta di nuove, o ancora la modifica di alcune funzionalità. In altri casi, la modificabilità è incorporata nell'oggetto sotto forma di aggiornamento regolare o continuo di contenuti, elementi o campi dati, come nel caso dei repository digitali di vario tipo la cui utilità è strettamente associata all'aggiornamento costante (ad esempio, blog o pagine wiki, sistemi di transizione o prenotazione, sistemi di cambio valuta).

In secondo luogo, gli artefatti digitali in quanto oggetti sono **interattivi** e offrono percorsi alternativi lungo i quali gli agenti umani possono attivare funzioni incorporate nell'oggetto o esplorare la disposizione degli elementi informativi sottostanti. L'interattività è concepita come distinta dalla modificabilità in quanto non comporta alcun cambiamento o modifica immediata dell'oggetto digitale. Tuttavia, l'interattività è strettamente legata all'architettura modulare e alla libertà di accoppiamento degli oggetti digitali stessi. Questi sono quindi aperti e riprogrammabili nel senso di essere, in linea di principio, accessibili e modificabili da un programma (un oggetto digitale) diverso da quello che ne governa il comportamento (Kallinikos e Mariategui 2011; Manovich 2001; Zittrain 2008).

In terzo luogo, come risultato dell'interoperabilità e dell'apertura, gli artefatti digitali sono inoltre insiemi transitori di funzioni, elementi informativi o componenti presenti nell'infrastruttura Internet.

La **modularità** (Simon, 1969) invece è stata associata con l'organizzazione degli elementi e delle operazioni che compongono a blocchi distinti e relativamente autosufficienti il sistema, così da consentirne l'indipendenza all'interno di un contesto più ampio. Come principio progettuale, la modularità rappresenta la realizzazione tecnica di un'idea semplice ma potente che è difficile controllare e manipolare. In quanto tale, si applica tanto agli oggetti fisici quanto a quelli digitali (Langlois 2003; Simon 2002; Ulrich 1995).

Inoltre le proprietà attribuite agli oggetti digitali sono ulteriormente associati alla loro caratteristica **granulare** (Benkler 2006), la quale si riferisce alla dimensione minima e alla resilienza delle unità elementari o degli elementi che costituiscono un oggetto digitale. Mentre la modularità riguarda le relazioni tra i blocchi, la granularità implica il materiale di cui questi sono fatti.

Nonostante gli studi condotti, gli artefatti digitali sono in costante cambiamento e quindi difficili da preservare nel tempo (Coyle 2008). Questi in quanto oggetti non hanno limiti intrinseci e la loro durabilità non è garantita dalle basi fisiche e dai media tradizionali.

La tabella sottostante (tabella 1) descrive in maniera dettagliata quali sono le caratteristiche e le definizioni che i vari studiosi hanno attribuito agli artefatti digitali.

Tabella 1: caratteristiche degli artefatti digitali (J. Kallinikos et al., 2013)

| Table 1. Literature Overview of Properties of Digital Artifacts |  |  |   |  |   |  |
|---|--|--|---|--|---|--|
|   | Yoo (2010);<br>Yoo et al. (2010)   | Kallinikos et al. (2010); Kallinikos and Mariategui (2011)   | Faulkner and Runde (2009, 2011)   | Ekbia (2009)   | Zittrain (2008); Benkler (2006); Lessig (2006)  | Manovich (2001)  |
| Research Field  | Information Systems  | Information Systems, Communication and Media Studies   | Economics, Organization Studies   | Information Science, Information Systems   | Economics, Law  | Communication and Media Studies  |
| Research Focus  | Digitalized artifacts, digital infrastructures   | Digital and new media objects, metadata  | Non-material technological objects  | Digital artifacts  | Generativity and innovation   | New media objects  |
| Conceptual Affiliation  | Design Science, Behavioral Science   | Sociology of Information   | Transformational Model of Social Activity   | Actor-Network Theory   | Economics of Social Production, Intellectual Property Rights  | Semiotics  |
| Paradigmatic Examples   | iPad, the Internet   | Digital video  | Computer file   | Software bug   | PC, the Internet, Wikipedia   | Database cinema  |
| Attributes  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programmability</li> <li>• Addressability</li> <li>• Sensibility</li> <li>• Communicability</li> <li>• Memorizability</li> <li>• Traceability</li> <li>• Associability</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Editability</li> <li>• Openness</li> <li>• Transfigurability</li> <li>• Distributedness</li> <li>• Interactivity</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Non-rivalry in use</li> <li>• Infinite expansibility</li> <li>• Recombinability</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Largely unstable</li> <li>• Unbounded</li> <li>• Resisting reification</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leverage</li> <li>• Adaptability</li> <li>• Ease-of-mastery</li> <li>• Accessibility</li> <li>• Transferability</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerical representation</li> <li>• Modularity</li> <li>• Automation</li> <li>• Variability</li> <li>• Transcoding</li> </ul> |
| Conclusions   | Digital artifacts are embedded into layered, modular architectures that help separate content from devices and information infrastructures.  | Digital files and new media objects are bound up with the ways metadata signifies within the media ecosystem and the conditions that ensure online accessibility, findability and interaction. | Non-material bitstrings separate objects from their material bearers such as CD-ROMs, hard drives etc.                              | Digital artifacts are quasi-objects defined as processual and relational entities.   | Modularity and granularity of tasks and projects as well as the end-to-end architecture of the Internet puts productive activity under the control of the individual and contributes to innovation. | The new logic of individual customization contrasts with the industrial logic of mass standardization.   |

In conclusione di ciò, a seguito delle caratteristiche precedentemente citate, viene fornita una nuova definizione di artefatto digitale sulla base del lavoro di tesi di (Perpignano, 2020): "Un artefatto digitale è un qualsiasi oggetto materiale o immateriale, basato su una

tecnologia digitale che consente la raccolta, l'elaborazione e/o la trasmissione di dati strutturati. L'artefatto ha qualità quali modificabilità, interattività, ri-programmabilità, distribuibilità". Questa definizione pertanto non prende in considerazione solo gli oggetti non materiali, ma include anche gli artefatti fisici, consentendo l'interazione con la natura non materiale dell'artefatto digitale.

### 3. Capitolo 2 – Il concetto di Affordance e la sua evoluzione nel tempo

#### 3.1 Il concetto di affordance

Le affordance, introdotte da James J. Gibson negli anni '70, rappresentano le potenziali azioni che gli oggetti offrono agli individui in base alle loro caratteristiche fisiche e funzionali. Questo concetto è particolarmente significativo nel design degli artefatti, in quanto influisce direttamente sull'esperienza degli utenti. Tuttavia, è importante notare che le affordance possono essere influenzate non solo dalle caratteristiche fisiche degli oggetti, ma anche da fattori culturali e sociali, modellando così la percezione e l'utilizzo degli artefatti in contesti specifici. Questa interconnessione tra affordance e artefatti sottolinea l'importanza della progettazione attenta degli oggetti per migliorare l'interazione umana con l'ambiente circostante.

Prima di immergersi nell'analisi dei dati e delle conclusioni del seguente lavoro di tesi, si ritiene opportuno dedicare un breve excursus alla comprensione del concetto di affordance e alla sua importanza nel contesto del seguente studio. Questo permetterà ai lettori di stabilire una solida base concettuale su cui basare la loro comprensione del lavoro, evidenziando il ruolo cruciale che le affordance giocano nel modellare le interazioni dell'uomo con l'ambiente circostante.

Durante questa sezione di analisi della letteratura, si esaminerà in modo chiaro e conciso la definizione di affordance, illustrando come questa prospettiva teorica possa contribuire alla comprensione delle dinamiche comportamentali umane. Inoltre, si evidenzierà come l'analisi delle affordance possa offrire insight significativi per la progettazione degli ambienti fisici e digitali, influenzando direttamente la qualità delle esperienze umane.

Durante la prima analisi pertanto è stato effettuato un excursus riguardo l'evoluzione del concetto di affordance, dall'origine dell'etimologia del termine, fino ai giorni odierni. La Figura 2 elenca i principali individui che hanno studiato e approfondito questo concetto.

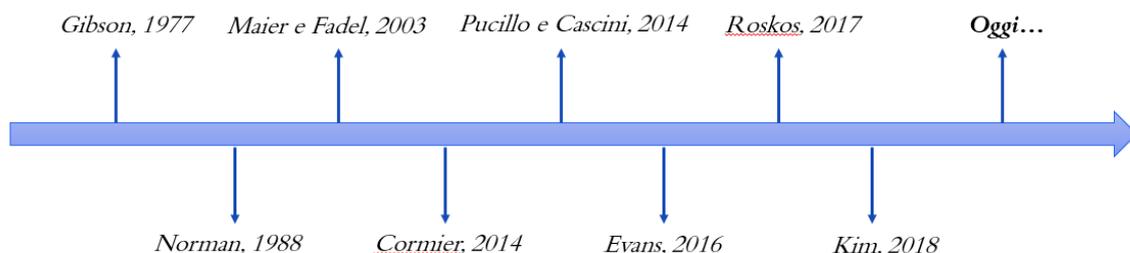


Figura 2: excursus sull'evoluzione del concetto di affordance

### 3.1.1 Affordance secondo Gibson

La nozione di affordance, elaborata per la prima volta dal celebre psicologo ecologico James J. Gibson, si riferisce alle proprietà intrinseche di oggetti o ambienti che suggeriscono all'individuo possibili azioni o modalità di interazione. Egli sviluppa questo concetto nel libro intitolato "The Ecological Approach to Visual Perception" (1979), fondamentale per comprendere la teoria delle affordance e la percezione ecologica proposta dallo stesso psicologo.

In questo Gibson scrive: *“The verb to afford is found in the dictionary, but the noun affordance is not. I have made it up. I mean by it something that refers to both the environment and the animal in a way that no existing term does”* (Gibson, 1979).

Dalla suddetta citazione si deduce come sia stato lo stesso Gibson ad introdurre per la prima volta il termine "affordanza", il quale rappresenta una creazione lessicale che condensa in sé una vasta gamma di significati e implicazioni filosofiche. L'invenzione del termine "affordanza" da parte di Gibson rappresenta un esempio supremo di virtuosismo linguistico, che conferisce un'elevata pregnanza e rilevanza a un concetto fondamentale nella teoria della percezione. Attraverso l'utilizzo di questa parola, Gibson ha saputo conferire al suo pensiero una dimensione poetica e allo stesso tempo scientificamente rigorosa.

La teoria di Gibson pone infatti l'accento sull'interazione complessa tra l'organismo e il suo ambiente, evidenziando il ruolo fondamentale delle informazioni ambientali nel guidare e supportare le azioni umane. Secondo questa prospettiva, l'ambiente è intrinsecamente ricco di stimoli informativi che si presentano come opportunità per l'individuo nell'agire e nell'interagire con il mondo.

In modo particolare il suo profondo pensiero riguardo il concetto di affordance spicca in alcuni passaggi appartenenti al testo precedentemente citato. Per questa ragione, per argomentare meglio e rendere più chiaro il suo pensiero al lettore, si è deciso di riportarne alcuni a seguire.

Egli scrive: *“The theory of affordances is a radical departure from existing theories of value and meaning. It begins with a new definition of what value and meaning are. The perceiving of an affordance is not a process of perceiving a value-free physical object to which meaning is somehow added in a way that no one has been able to agree upon; it is a process of perceiving a value-rich ecological object. Any substance, any surface, any layout has some affordance for benefit or injury to someone. Physics may be value-free, but ecology is not. The central question for the theory of affordances is not whether they exist and are real but*

*whether information is available in ambient light for perceiving them” e ancora “An affordance, as I said, points two ways, to the environment and to the observer. So does the information to specify an affordance. But this does not in the least imply separate realms of consciousness and matter, a psycho physical dualism. It says only that the information to specify the utilities of the environment is accompanied by information to specify the observer himself, his body, legs, hands, and mouth” (Gibson, 1979).*

È possibile dedurre come l'approccio di Gibson sottolinea l'importanza della percezione diretta e della scoperta attiva dell'ambiente da parte degli organismi. Invece di focalizzarsi esclusivamente sulle caratteristiche oggettive degli oggetti, la teoria delle affordance considera anche il ruolo dell'organismo stesso, con le sue capacità sensoriali, motorie e cognitive, nel determinare e rilevare le possibilità di azione presenti nell'ambiente.

L'affordance e l'ecologia pertanto si ergono come pilastri fondamentali all'interno del pensiero concettuale forgiato da Gibson. Esaminando attentamente tali concetti, emerge una connessione profonda e intima che avvicina l'organismo e il suo ambiente, rivelando una profonda connessione tra percezione e azione.

L'affordance, emblema concettuale intrinsecamente ricco di significato, delinea le potenzialità di interazione che l'ambiente e gli oggetti che lo compongono offrono all'organismo. Esse si svelano come un bagliore di possibilità, che il soggetto percipiente può scrutare con occhi attenti e anima curiosa. Queste affascinanti opportunità, radicate nelle proprietà strutturali e funzionali dell'ambiente, fungono da sollecitazioni per l'azione, svelando l'intima relazione tra l'organismo e il suo contesto circostante.

Nel frangente dell'ecologia, fiorisce una prospettiva paradigmatica che abbraccia il sistema interconnesso dell'organismo e dell'ambiente, riconoscendo il loro costante scambio di influenze reciproche. È in questo contesto che l'organismo manifesta la sua natura attiva e consapevole, immergendosi nell'acquisizione di informazioni dall'ambiente e attingendo a una ricca varietà di stimoli per orientare la propria azione nel mondo.

L'affordance si classifica come il movente concettuale che permette all'organismo di cogliere le sfumature dell'ambiente circostante, afferrando le possibili sfere di azione e plasmando così la propria esperienza. Questo concetto rivela una verità intrinseca: la percezione e l'azione sono connesse da un complesso intreccio di interazioni che definiscono l'esperienza umana nel mondo.

In conclusione, la visione di Gibson sulle affordance rappresenta una prospettiva affascinante e sofisticata che riconosce l'importanza delle informazioni ambientali nella guida del comportamento umano. Attraverso l'analisi accurata delle affordance si è in grado

dunque di apprezzare la ricchezza e la complessità dell'interazione tra l'organismo e il suo ambiente, gettando una nuova luce sulla comprensione della percezione, dell'azione e dell'esperienza umana nel suo insieme.

Secondo la teoria di Gibson dunque l'affordance di un oggetto o di un ambiente rappresenta ciò che l'individuo può fare con esso, in base alle sue capacità e alle caratteristiche fisiche di quel determinato oggetto o dell'ambiente circostante. Le affordance quindi non sono statiche, ma variano dinamicamente in risposta alle variazioni nell'ambiente e alle capacità dell'individuo. A conclusione di ciò diventa quindi parecchio importante il tema legato alla sfera delle **affordance sensoriali**.

### 3.1.2 Affordance secondo Norman

Negli anni a seguire, il concetto di affordance è stato ampliato e sviluppato da altri studiosi. Uno dei principali contributi è legato al pensiero dello psicologo Donald Norman, il quale sosteneva che le affordance non fossero solo proprietà oggettive relative agli oggetti, ma anche percezioni soggettive e possibilità di azione che le persone attribuissero a tali oggetti in base alle loro esperienze e alle conoscenze precedenti.

Nel quadro di Norman pertanto, il concetto di affordance assume una connotazione più intricata, rispecchiando la complessità dell'interazione tra l'individuo e l'ambiente tecnologico. Si configura dunque come una qualità percettiva, un'istanza cognitiva che scaturisce dall'incontro tra le caratteristiche intrinseche di un oggetto o di un'interfaccia e le prospettive interpretative dell'utente, abbracciando dunque un'ulteriore dimensione: quella delle **affordance percepite**.

Queste riflettono dunque le interpretazioni soggettive dell'utente sulle potenzialità di azione offerte dal prodotto o dall'interfaccia ed emergono dalla fusione delle caratteristiche del design, delle indicazioni visive e delle convenzioni culturali, che informano la comprensione dell'utente.

Tra le sue opere più importanti, che possono offrire un'approfondita comprensione dei suoi contributi al campo, si hanno "The Design of Everyday Things" (originariamente pubblicato come "The Psychology of Everyday Things", 1988) ed "Emotional Design" (2003).

La prima è un'opera di grande rilevanza nel campo del design e dell'usabilità; si configura come un'indagine approfondita delle dinamiche che caratterizzano l'interazione umano-oggetto nel contesto quotidiano.

Nell'opera Norman delinea un quadro analitico che svela la reciproca interazione tra gli esseri umani e gli oggetti che li circondano, addentrandosi nei meandri della percezione umana e svelando come l'interazione con gli oggetti in realtà sia frutto dell'interpretazione che gli esseri umani danno alle funzioni e alla possibilità d'uso degli oggetti in questione.

L'opera si snoda attraverso una ricca gamma di tematiche, in particolare egli sottolinea l'importanza di un design intuitivo e accessibile, che permetta agli utenti di comprendere immediatamente le azioni possibili e di utilizzare gli oggetti con facilità ed efficienza; come conseguenza del fatto che il design degli oggetti influenza la percezione umana e spinge l'essere umano a formulare aspettative specifiche sulle loro funzionalità, ricorrendo molte volte ad errori.

Norman difatti scrive: *“Serious accidents are frequently blamed on "human error." Yet careful analysis of such situations shows that the design or installation of the equipment has contributed significantly to the problems. The design team or installers did not pay sufficient attention to the needs of those who would be using the equipment, so confusion or error was almost unavoidable”* (Norman, 1988), fornendo un'analisi approfondita degli errori e dei malintesi che possono sorgere nell'interazione con gli oggetti e sottolineando l'importanza della presenza di un'informazione chiara e tempestiva che guida gli utenti nell'utilizzo degli oggetti stessi.

L'opera propone anche una riflessione sulla complessità del design, riconoscendo la necessità di creare prodotti che siano al contempo potenti e facili da utilizzare. In essa egli invita i designer a considerare attentamente le esigenze degli utenti e a lavorare per semplificare l'interazione, riducendo la frustrazione e massimizzando la soddisfazione.

In riferimento a ciò Norman infatti afferma: *“If people keep buying poorly designed products, manufacturers and designers will think they are doing the right thing and continue as usual”* (Norman, 1988), cioè se la gente continua ad acquistare prodotti mal progettati, i produttori e i progettisti penseranno di fare la cosa giusta e continueranno come hanno sempre fatto.

O ancora un'altra frase di particolare rilevanza che è possibile estrapolare dal testo, è la seguente: *“Change the attitude toward errors. Think of an object's user as attempting to do a task, getting there by imperfect approximations. Don't think of the user as making errors; think of the actions as approximations of what is desired”* (Norman, 1988), dalla quale evince come Norman inviti a cambiare atteggiamento verso gli errori.

La seconda opera "Emotional Design" (Norman, 2003) rappresenta un'altra importante composizione di Norman, nella quale l'autore esplora il ruolo delle emozioni nella progettazione di prodotti e interfacce. Qui, egli analizza come le dinamiche emotive si intrecciano con l'interazione uomo-prodotto, evidenziando l'importanza di creare prodotti che suscitino emozioni positive ed emozionalmente significative nell'utente.

In essa Norman delinea dunque una prospettiva affascinante sulla complessità dell'interazione umano-oggetto, in particolare nel contesto delle emozioni che questa relazione suscita, offrendo una profonda riflessione sul ruolo delle affordance nel plasmare l'esperienza emotiva dell'utente.

Egli sottolinea l'idea che le affordance, le proprietà oggettive degli oggetti che suggeriscono le azioni possibili, abbiano in realtà un impatto significativo sulla dimensione emotiva dell'interazione, per questo sollecita una comprensione più ampia al riguardo e considera come queste possano essere modulate per stimolare reazioni emotive specifiche.

Dal testo evince come egli sottolinei fermamente il concetto, infatti scrive: *“Proper customization does not come by further complicating an already complex system. No, proper customization comes about through combining multiple simple pieces. Invariably, if something is so complex that it requires the addition of multiple “preferences” or customization choices, it is probably too complex to use, too complex to be saved. I don’t customize my pen; I do customize how I use it. I don’t customize my furniture; I do customize through my choice of which piece to buy in the first place, where I put it, when I use it, and how”* (Norman, 2003).

Dal passaggio citato è possibile dedurre come Norman enfatizzi l'importanza di considerare attentamente l'aspetto estetico, le caratteristiche visive e tattili degli oggetti, nonché le esperienze pregresse e le associazioni culturali che possono scaturire in una risposta emotiva, invitando l'essere umano a riflettere sulla potenza dell'interazione umano-oggetto nel contesto delle emozioni e sottolineando come un design empatico e attento possa plasmare una connessione emotiva tra l'utente e l'oggetto.

Dal testo inoltre è possibile dedurre come egli esorta i designer a sfruttare le affordance per suscitare emozioni positive e rafforzare il legame affettivo tra l'utente e il prodotto.

Tra i passi più significativi: *“Beauty comes from conscious reflection and experience. It is influenced by knowledge, learning, and culture. Objects that are unattractive on the surface can give pleasure. Discordant music, for example, can be beautiful. Ugly art can be beautiful”* (Norman, 2003), dove appunto lo psicologo sottolinea come la bellezza nasca dalla riflessione consapevole e dall'esperienza; come questa sia influenzata dalla

conoscenza, dall'apprendimento e dalla cultura. Inoltre sottolinea come gli oggetti che a primo impatto non appaiono attraenti possono dare piacere, allo stesso modo della musica dissonante che può comunque trasmettere piacere; o dell'arte brutta che può trasmettere un senso di profondità, passione e bellezza.

Infine Norman incita i lettori a considerare attentamente il potenziale dell'interazione umano-oggetto per creare esperienze emotive significative, aprendo le porte a una nuova dimensione di connessione e coinvolgimento tra l'utente e il mondo degli oggetti, legata alla sfera riflessiva. Egli infatti afferma: *"It is only at the reflective level that consciousness and the highest levels of feeling, emotions, and cognition reside. It is only here that the full impact of both thought and emotions are experienced. At the lower visceral and behavioral levels, there is only affect, but without interpretation or consciousness. Interpretation, understanding, and reasoning come from the reflective level"* (Norman, 2003). Attraverso questa espressione, dunque, sottolinea ancora una volta come la coscienza e i livelli più elevati di sentimento, emozioni e cognizione siano collocati a livello riflessivo.

Per riassumere, il concetto principale dell'opera è incentrato sull'uomo (HCD) e si caratterizza per un approccio che mette al primo posto le esigenze, le capacità e i comportamenti dell'uomo. Un buon design pertanto inizia con la comprensione della psicologia e della tecnologia, dal momento che una buona progettazione richiede una buona comunicazione, soprattutto tra macchina e persona, che indichi quali sono le azioni possibili, cosa sta accadendo e cosa sta per accadere; motivo per cui la comunicazione è particolarmente importante soprattutto quando le cose non vanno per il meglio. È proprio in questo caso che una buona progettazione è essenziale, motivo per cui i progettisti devono concentrare la loro attenzione non solo sulle situazioni in cui le cose funzionano come previsto, ma anche in quelle in cui si innescano intoppi di qualsiasi tipo. In modo particolare, è proprio in questo caso che possono nascere le maggiori soddisfazioni da parte sia del progettista che dell'utente che sta utilizzando l'oggetto, infatti, quando qualcosa va storto, ma la macchina evidenzia i problemi, allora la persona capisce il problema, intraprende le azioni appropriate e il problema viene risolto; quando questo avviene senza problemi, allora la connessione tra persona e dispositivo è ottimale.

Per queste ragioni il design incentrato sull'uomo è una filosofia di progettazione: bisogna partire da una buona comprensione delle persone e dei bisogni che il progetto è destinato a soddisfare. Questa comprensione avviene in primo luogo attraverso l'osservazione, perché le persone stesse spesso non sono consapevoli dei loro veri bisogni, e nemmeno delle

difficoltà che incontrano. Ottenere la specifica dell'oggetto da definire è una delle parti più difficili della progettazione, tanto che il principio dell'HCD è proprio quello di evitare di specificare il problema il più a lungo possibile, ma di iterare su ripetute approssimazioni.

### 3.1.3 Affordance secondo Maier e Fadel

Gradualmente, solo nell'ultimo ventennio gli studiosi si sono mossi verso la formalizzazione di un approccio in merito lo sviluppo prodotto tramite il concetto di affordance. Il primo modello è stato fornito da Maier e Fadel i quali, nell'articolo "Affordance-based design methods for innovative design, redesign and reverse engineering" - Jonathan R. A. Maier & Georges M. Fadel 2003, hanno effettuato una profonda analisi.

L'elemento di novità dell'articolo vede l'estensione della progettazione basata sulle affordance ai metodi prescrittivi. In generale, in merito la progettazione basata sull'affordance, il primo compito per i progettisti è determinare l'AUA (artefatto – utente – affordance) che l'artefatto dovrebbe avere e non avere. A causa della polarità, i progettisti dovrebbero pertanto identificare sia le affordance positive che quelle negative ma, a causa della complementarità, queste dipenderanno da utenti diversi, quindi i progettisti dovranno prima identificare i diversi utenti, poi raggrupparli come convenienti e infine intervistarli per determinare le affordance desiderate e quelle indesiderate. Il secondo compito per i progettisti è ideare la generazione di concetti per l'architettura complessiva e i componenti dell'artefatto. Qui possono essere utilizzati vari metodi di ideazione consolidati, come il brainstorming, i TRIZ (cfr. Altshuller 1984, 1996, 1997, 2000) o le ricerche di brevetti. Il terzo compito dei progettisti è quello di analizzare e perfezionare le affordance dei concetti generati nella fase precedente; ciò comporta la modifica delle loro caratteristiche al fine di modificare le loro affordance, nonché l'analisi delle affordance negative e la modifica delle loro caratteristiche per rimuovere, di conseguenza, tali affordance. Uno strumento utile per questa fase della progettazione è la matrice della struttura dell'affordance. Il quarto compito per i progettisti è la selezione dell'architettura preferita; a questo scopo è possibile utilizzare diversi procedimenti di selezione processo, incluso il metodo Gallery (Hellfritz 1978), le Matrici decisionali di Pugh (Pugh 1996, p. 167–176), il problema di supporto decisionale alla selezione (Kuppuraju et al. 1985) o la teoria dell'utilità (cfr. Hazelrigg 1996). Si noti che la teoria delle affordance non suggerisce un metodo di selezione preferito, ma informa i criteri da utilizzare nel processo decisionale. Il quinto compito è determinare l'artefatto-

artefatto (AAA) che dovrebbe esistere tra i sottosistemi nell'architettura preferita e infine il sesto compito riguarda proprio la progettazione delle singole affordance.

Nell'articolo, gli autori suggeriscono un metodo che potrebbe risultare utile per la costruzione di una struttura funzionale (Maier e Fadel, 2003). Il primo passo nella costruzione di una struttura di affordance è quello di esprimere le richieste e i desideri degli utenti come affordance. Da un punto di vista psicologico questo non dovrebbe essere difficile poiché la psicologia ecologica prevede che le persone percepiscano il loro ambiente (compresi gli artefatti) già in termini di affordance stesse (Gibson, 1979). A questo punto, le affordance dovrebbero essere raggruppate in due categorie: affordance positive (ciò che l'artefatto dovrebbe permettersi) e affordance negative (ciò che l'artefatto non dovrebbe permettersi). L'output di questo passaggio è un elenco non ordinato di affordance positive e un elenco non ordinato di affordance negative. Le annotazioni dovrebbero documentare da quali utenti è stata suggerita ciascuna affordance e a quale utente appartiene ciascuna di queste. Il secondo passo è confrontare l'elenco delle affordance con il modello generico della loro struttura, raffigurato nello schema sottostante (figura 3).

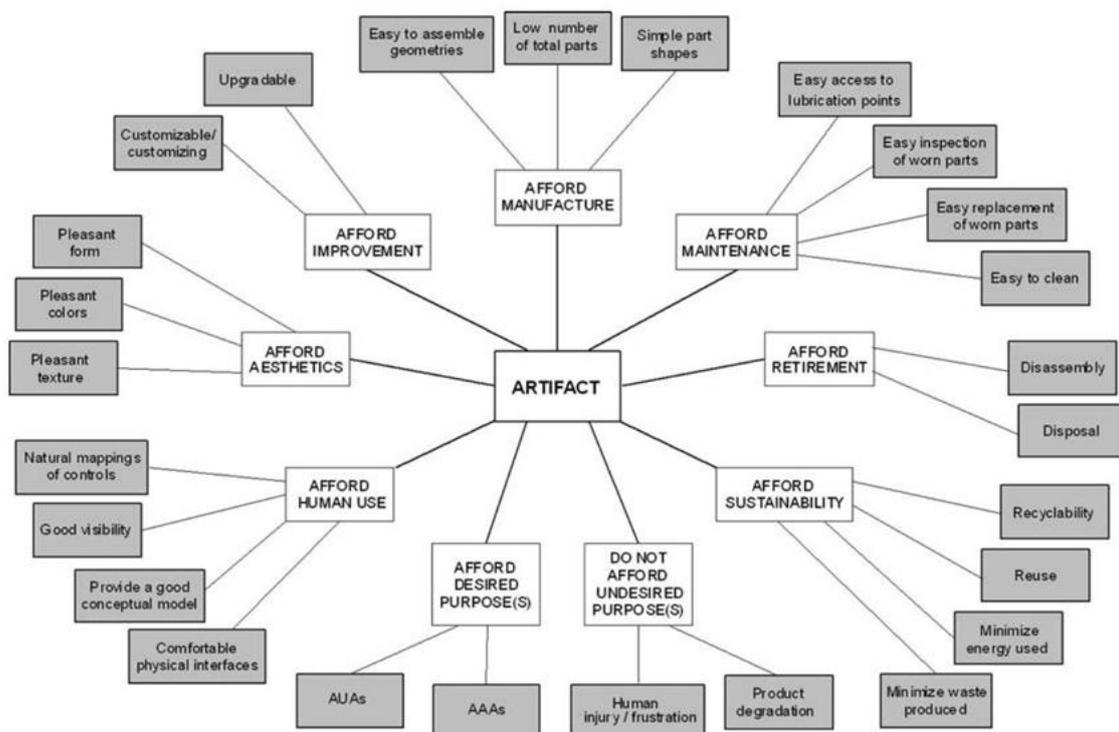


Figura 3: modello di struttura generica dell'affordance (Maier&Fadel, 2009)

In modo particolare, il modello generico della struttura di affordance ha due scopi: il primo è quello di guidare i progettisti su quali affordance in generale dovrebbero aspettarsi di

fornire; il secondo è quello di cogliere e di includere le affordance che altrimenti potrebbero sfuggire. Il terzo passo verso la costruzione di una struttura di affordance è quello di associargli una determinata priorità. Questa fase del modello però rappresenta un punto critico della sua implementazione, dal momento che la priorità che verrà assegnata riflette solo le preferenze del progettista senza tenere particolarmente conto delle informazioni legate all'utente. Quello che accade dunque è che a volte le diverse affordance possono condividere lo stesso livello di priorità, altre volte invece no. Ecco che risalta dal modello una difficile identificazione degli utenti e delle affordance che essi desiderano che l'artefatto abbia. L'output di questo passaggio è un elenco (provvisoriamente) completo di affordance annotate in ordine di priorità. Il quarto passo è quello di organizzare l'elenco delle affordance in una struttura ordinata. Per effettuare questa organizzazione è possibile utilizzare diversi metodi, come: quello per livello di priorità; questo è particolarmente adatto ai progetti in cui la maggior parte delle affordance non sono quelle mostrate nella struttura generica delle affordance o a quelli per i quali esistono molti livelli di priorità. Un altro è per argomento; questa organizzazione è particolarmente adatta ai progetti in cui la maggior parte delle affordance per il progetto sono semplicemente quelle nella struttura generica delle affordance o ai progetti per i quali esistono pochi livelli di priorità significativi. In entrambi i casi, può essere mostrato il livello di priorità per ciascuna affordance. Tuttavia, uno svantaggio di questo tipo di organizzazione è che in genere non c'è spazio sufficiente per includere tutte le annotazioni. Infine, una struttura di affordance può essere organizzata anche per gruppi di utenti a cui le affordance appartengono. Questa organizzazione è particolarmente adatta a progetti in cui diversi gruppi di utenti hanno interessi distinti e/o contrastanti. Uno svantaggio di questa organizzazione è che la stessa affordance può apparire in più gruppi di utenti, portando ad una struttura ridondante se gli interessi dei gruppi di utenti sono relativamente omogenei.

In generale, disegnare una struttura di affordance organizzata in uno qualsiasi di questi modi, è un processo relativamente semplice e veloce quindi, per ogni progetto di design è buona pratica preparare più strutture di affordance per vedere quale tipo sembra più utile per quel particolare progetto. In particolare una nota importante da sottolineare è che quando le affordance positive desiderate e le affordance negative indesiderate vengono identificate all'inizio del processo di progettazione, poi durante la progettazione concettuale, ciascun concetto può essere giudicato rispetto a tutte le affordance positive e negative identificate. Successivamente, è necessario progettare affordance specifiche per mantenere le affordance positive desiderate senza creare nessuna delle affordance negative indesiderate. Una visione

dell'intero processo di progettazione basata sull'affordance evita quindi la necessità di modificare le singole caratteristiche in un secondo momento, quando potrebbe essere più difficile o costoso farlo.

Per concludere, il modello proposto dagli autori (Maier e Fadel, 2003) nonostante presenti degli elementi di debolezza come, quello legato alla difficile identificazione degli utenti e delle affordance che essi desiderano che l'artefatto abbia, si è dimostrato essere, negli anni a seguire, il punto di partenza per lo studio di altri autori.

### 3.1.4 Affordance secondo Cormier

Come detto nel paragrafo precedente, quando sviluppano un artefatto i progettisti devono innanzitutto catturare e rappresentare le esigenze degli utenti. Il modello proposto da (Maier e Fadel, 2003) presentava un elemento di debolezza riguardo questo aspetto, per questa ragione, sulla base di tale modello Cormier, nell'articolo "Toward a formalization of affordance modeling for engineering design" (Cormier, 2014), fornisce un importante ausilio risolutivo.

Il contributo di questo lavoro affonda le sue radici nella formalizzazione dell'approccio basato sull'affordance per catturare le esigenze degli utenti nelle prime fasi della progettazione. Questa formalizzazione si presenta in tre forme: la prima base di affordance per la progettazione ingegneristica (un insieme definito di affordance), una struttura formale per le dichiarazioni di affordance e una nuova struttura di modello relazionale. Questa inoltre ha lo scopo di migliorare la qualità e la coerenza del modello, gestendo al contempo le risorse per la sua creazione.

Il metodo proposto dall'autore (Cormier, 2014) mira ad aiutare i progettisti ad identificare e acquisire i ruoli utente, i vantaggi desiderati per l'utente e le interazioni artefatto-artefatto desiderate che definiscono il problema di progettazione complessivo. L'intento è che questo approccio venga utilizzato insieme agli strumenti di progettazione esistenti, sia nelle fasi iniziali che in quelle successive di un processo di progettazione.

Viene pertanto presentata una nuova struttura del modello che aumenta il suo contenuto informativo creando connessioni tra utenti, artefatti e affordance, questa è chiamata: modello di affordance desiderata (DAM).

Una volta identificata l'affordance come base per la progettazione (Maier e Fadel 2001), la ricerca ha iniziato ad affrontare l'integrazione formale all'interno di un processo di progettazione. Esistono tre aree principali di ricerca relative alle affordance nella

progettazione ingegneristica: rappresentazione dei bisogni degli utenti, progettazione per fornire un'affordance e percezione delle affordance da parte dell'utente.

In (Maier e Fadel, 2003) sono descritti i tre metodi per organizzare le affordance. Tuttavia, dei tre approcci organizzativi, solo quello topico ha una struttura relazionale formale. A causa di ciò e della sua prevalenza nei lavori precedenti (Maier e Fadel 2001, 2003, 2009), la revisione si concentra su di esso.

L'approccio complessivo introdotto da (Maier e Fadel 2003) fornisce un punto di partenza per la modellazione dell'affordance come metodo per catturare i bisogni degli utenti. Tuttavia, esistono diverse carenze che impediscono di cogliere le esigenze degli utenti con l'approccio basato sull'affordance che il lavoro (Cormier, 2014) mira ad affrontare. Innanzitutto, la struttura complessiva del modello (mostrato in figura 3) non identifica chi sono gli utenti e quali vantaggi desiderano che l'artefatto abbia. Queste informazioni possono essere catturate con un elenco (Maier e Fadel 2009), ma una struttura del modello più completa conterrebbe intrinsecamente queste informazioni. Inoltre, non è chiaro come vengano catturati l'ambiente operativo e le caratteristiche dell'utente stesso. Per superare questo problema, la struttura del modello rivisto identifica chiaramente gli utenti, gli artefatti, le affordance e le loro connessioni; vengono inoltre introdotte le caratteristiche dell'utente e un modello utente preliminare da utilizzare insieme al modello di affordance.

Per creare un DAM, i progettisti devono prima identificare i singoli elementi e le loro relazioni, per cui si parte da una chiara individuazione del manufatto da progettare. Vengono dunque esaminate le seguenti tre classi di elementi: utenti, artefatti e affordance. Il primo passaggio nel popolamento del DAM consiste nell'identificare gli utenti che interagiscono e sono temporaneamente interessati dall'artefatto principale; per questo motivo gli utenti vengono considerati durante tutto il ciclo di vita del prodotto, come raccomandato da (Maier e Fadel 2003) e classificati come tali. Questa categorizzazione serve ad aiutare i progettisti a considerare le diverse categorie di utenti che interagiscono con l'artefatto principale durante il suo ciclo di vita. Oltre a identificare i diversi utenti, i progettisti dovrebbero catturare le caratteristiche di ciascun utente poiché ciò influenza la struttura necessaria per fornire le offerte desiderate. Le caratteristiche dell'utente che possono influenzare la struttura dell'artefatto includono quelle relative all'essere umano, ovvero: fattori, conoscenze, preferenze e vincoli esistenti. Nello schema di seguito (figura 4) si ha una prima rappresentazione del metodo DAM; in questa è possibile osservare come all'interno delle strutture quadrate siano inserite alcune caratteristiche dell'utente legate a fattori umani.

Queste includono dimensioni antropometriche e capacità biomeccaniche rilevanti come la flessibilità, la forza, etc.

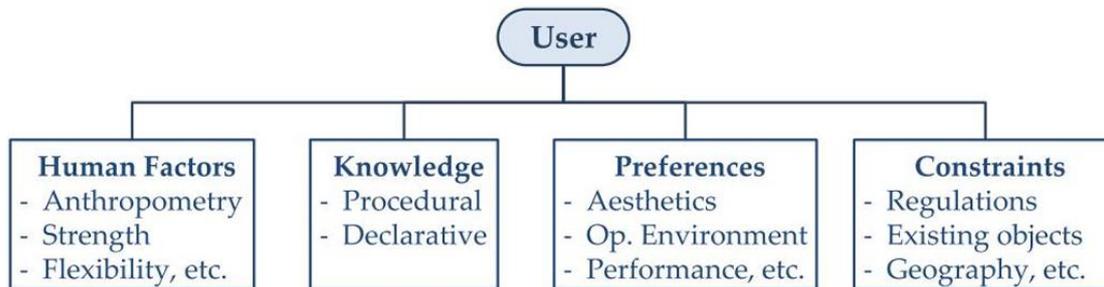


Figura 4: modello delle caratteristiche dell'utente (Cormier et al., 2014)

È importante sottolineare però che le caratteristiche di un utente possono ed è probabile che cambino nel tempo. La probabilità di questi cambiamenti dovrebbe essere considerata come parte della fase di definizione del problema e potrebbe richiedere ulteriori azioni da parte dei progettisti durante lo sviluppo dell'artefatto. La loro separazione consente ai progettisti di esaminare il livello di informazioni appropriato data la fase attuale del processo di progettazione, aiutando a mantenere gestibili le dimensioni del DAM. Bisogna sottolineare che, in realtà, le caratteristiche dell'utente non sono necessarie per catturare le esigenze dell'utente come affordance desiderate, ma sono richieste più avanti nel processo di progettazione, quando i designer devono determinare se una struttura proposta dell'artefatto principale fornisce le affordance desiderate. Una volta identificati gli utenti e acquisite le relative informazioni, i progettisti possono quindi procedere all'identificazione degli artefatti.

Il secondo passo nel popolare il modello di affordance è quello di identificare gli artefatti che interagiscono con quello principale. Questi sono rappresentati nel DAM con rettangoli ritagliati e dovrebbero contenere un titolo descrittivo dell'artefatto, il quale dovrebbe comunicare ai progettisti la natura generale dell'artefatto stesso e la reciproca interazione.

Il terzo passo è quello di identificare le affordance artefatto-utente e artefatto-artefatto che l'artefatto principale dovrebbe fornire. E' questo il punto chiave del lavoro di Cormier (Cormier, 2014) il quale propone delle alternative espandendo quanto già studiato (Maier e Fadel, 2003).

La struttura (Maier e Fadel 2003) è stato il punto di partenza per l'analisi di Cormier. La base di affordance è stata creata attraverso la revisione delle affordance identificate già in letteratura (Maier e Fadel 2003) dove sono state apportate revisioni per correggere le possibilità specifiche della soluzione. Infatti la base dell'affordance identificata da Maier e

Fadel (2003) consentiva ai progettisti solo di acquisire una parte delle informazioni sulle esigenze degli utenti, senza indicare ulteriori dettagli sul livello di qualità di un'affordance che gli utenti desiderino che l'artefatto fornisca. Gli elementi dell'affordance nel DAM sono rappresentati con rettangoli e dovrebbero contenere una descrizione dell'affordance. Queste a loro volta dovrebbero comunicare ai progettisti qual è il vantaggio desiderato, pur rimanendo il più possibile indipendenti dalla soluzione. Il potere dell'affordance pertanto sta nel catturare la relazione dell'artefatto principale (l'artefatto in esame o in fase di sviluppo) con i vari utenti e artefatti con cui si prevede che interagisca durante tutto il ciclo di vita (Cormier, 2014). La struttura complessiva del modello assume la forma di un albero delle relazioni, come mostrato nello schema sottostante (figura 5).

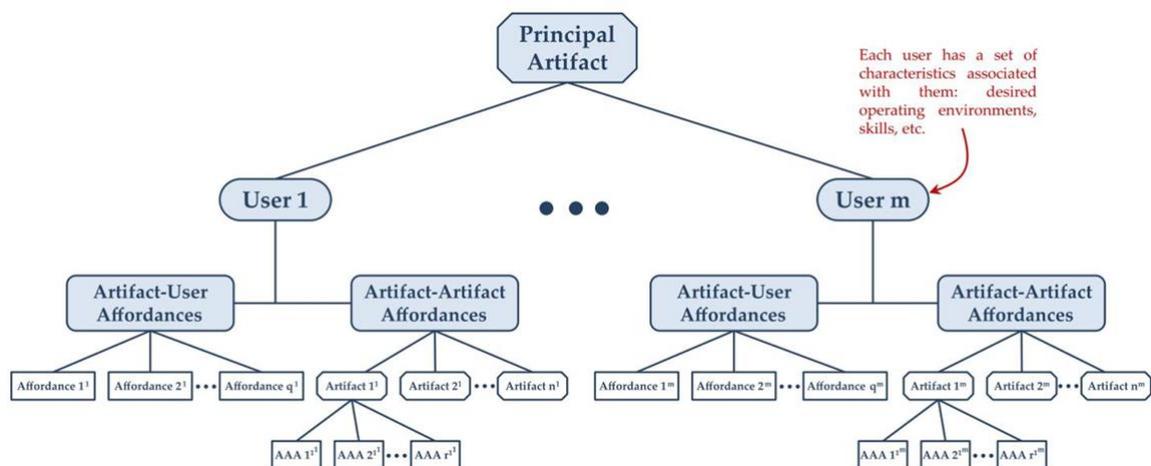


Figura 5: struttura del modello di affordance modificata (DAM) – (Cormier et al., 2014)

Nello schema il nodo superiore nel DAM è l'artefatto principale, il livello successivo di nodi è composto dai diversi utenti che interagiscono con l'artefatto principale stesso e ad ogni utente sono associate una serie di caratteristiche. Per ciascuno di esso, il progettista deve identificare le affordance artefatto-utente e gli artefatti che interagiscono con quello principale. Mentre l'artefatto principale si trova nella parte superiore del DAM, viene posta maggiore enfasi sugli utenti, a differenza della struttura generica dell'affordance dove questi non sono inclusi (Maier e Fadel, 2003). Nella fase di identificazione delle esigenze dell'utente, l'attenzione dovrebbe essere posta sugli utenti e sui vantaggi desiderati. L'obiettivo del DAM pertanto è quello catturare e organizzare le esigenze degli utenti, che sono adesso parte integrante del modello. Sebbene ciò possa comportare affordance ridondanti quando la stessa affordance appare per utenti diversi, i progettisti possono vedere

rapidamente le esigenze associate a un singolo utente. Inoltre, anche se l'affordance potrebbe essere la stessa, è probabile che la struttura richiesta per fornirla e la sua importanza varino. Al fine di facilitare la creazione di un DAM vengono evidenziate inoltre le tecniche per identificare i diversi elementi del modello (Cormier, 2014). Queste non intendono essere esaustive, ma sono presentate come un mezzo per aumentare l'efficienza del processo di creazione del modello e migliorare le possibilità di generare un modello completo. Una volta identificato l'artefatto principale, i progettisti devono procedere con l'identificazione degli elementi delineati del modello.

Per concludere dunque, una possibile soluzione ai problemi precedentemente riscontrati (Maier e Fadel, 2003) è il modello proposto da Cormier (2014), nel quale viene affermato che le affordance fornite da un artefatto dipendono dall'utente e dalla soluzione, mentre quelle desiderate sono indipendenti dalla soluzione. Inoltre le affordance desiderate non sono intrinseche all'artefatto, ma sono benefici relazionali che gli utenti sperano di ottenere da un artefatto e possono essere viste come un'astrazione dei bisogni dell'utente. Nonostante il prezioso contributo, anche questo modello presenta degli elementi di difficoltà, il più importante riscontrato nell'identificazione delle affordance.

### 3.1.5 Affordance secondo Pucillo & Cascini

Dall'analisi della letteratura precedentemente effettuata risulta chiaro come per i designer la parte più gravosa del modello sia quella relativa alla definizione delle affordance, per questo diversi autori hanno identificato vari metodi per facilitarne la realizzazione. Grazie alla loro versatilità le affordance sono state infatti studiate sotto diverse prospettive, ad esempio: Galvao e Sato (2005) ha utilizzato le affordance come strumento per comprendere le relazioni tra funzioni tecniche e compiti dell'utente. O ancora Maier e Fadel (2003) hanno dimostrato che il concetto di affordance è più fondamentale di altri concetti, come quello di funzione, per questo hanno sviluppato un approccio al design basato sull'affordance. Tuttavia, come sottolineato da Overbeeke, Djajadiningrat, Hummels e Wensveen (2002), un'affordance si riferisce all'inestricabilità della percezione e dell'azione, della persona e del suo ambiente. Essi hanno inoltre sostenuto che molti ricercatori si sono concentrati sugli aspetti strutturali delle affordance trascurando pertanto gli aspetti affettivi. Un contributo di particolare rilevanza evince nell'articolo "*A framework for user experience, needs and affordances*" – Pucillo & Cascini, 2014. Il presupposto che motiva la seguente analisi è legato alla presenza di spazio utile per lo sviluppo del concetto di affordance come base per

un modello di User Experience (UX), infatti gli autori sostengono che se sono presenti diversi tipi di affordance per diversi tipi di azioni, è possibile immaginare le affordance come affordance esperienziali. Mediante una formulazione in questi termini sarebbe pertanto possibile sia sviluppare aspetti prescrittivi utili per i progettisti che indurli a concentrarsi nel proporre, e non nell'imporre, esperienze. In modo particolare, nella prospettiva di porre le basi per un approccio prescrittivo, il contributo di Pucillo e Cascini (2014) assume una posizione più allineata a quella di Hassenzahl (2008).

Hassenzahl (2008) definisce UX come una sensazione momentanea, principalmente valutativa (buono-cattivo), durante l'interazione con un prodotto o servizio. I prodotti dunque innescano reazioni emotive e comportamentali attraverso gli attributi percepiti dall'utilizzatore, come: piacevole/sgradevole, brutto/attraente, etc. Questa formulazione è quindi fortemente dipendente dalla percezione degli utenti e solo indirettamente dal prodotto stesso. In questo modo, l'UX sposta l'attenzione dal prodotto agli esseri umani e ai sentimenti, ovvero al lato soggettivo dell'uso del prodotto stesso: la UX diventa pertanto un fenomeno temporale, orientato al presente e mutevole nel tempo, dove l'oggetto principale del giudizio rimane dunque il flusso di sentimenti momentanei e transitori.

La seconda parte della definizione di User Experience secondo Hassenzahl (2008) afferma invece che una buona UX è la conseguenza del soddisfacimento dei bisogni umani di autonomia, competenza, stimolazione (auto-orientato), relazione e popolarità (orientato agli altri) attraverso l'interazione con il prodotto o servizio (cioè una qualità edonica). Si osserva pertanto che mentre la qualità pragmatica facilitava il potenziale raggiungimento degli obiettivi, quella edonica contribuisce direttamente al nucleo dell'esperienza positiva. Pertanto progettare un prodotto richiede una comprensione dettagliata delle persone e del contesto per cui questo è stato pensato (Hassenzahl, 2008).

Un artefatto quindi offre un'esperienza a un utente quando presenta determinate funzionalità che contribuiscono al soddisfacimento di un bisogno psicologico fondamentale per lo stesso, il quale, per percepirlo, dovrebbe trovarsi nella modalità d'uso corretta. La maggior parte dei modelli discussi in precedenza non introducono nuove possibilità di utilizzo rispetto ai prodotti tradizionali; l'artefatto infatti dovrebbe adattarsi al contesto e alla disposizione dell'utente lasciando comunque spazio sufficiente per altre interpretazioni.

Nonostante l'impossibilità di tenere conto di tutti i possibili usi alternativi attraverso le affordance, il progettista deve almeno riconoscere l'esistenza di altre possibilità (Cascini,

Del Frate Fantoni, & Montagna, 2011): un prodotto allora può soddisfare un bisogno psicologico di un utente, ma questa formulazione deve lasciargli via d'uscita.

Questo è il motivo principale per cui, secondo gli autori (Pucillo e Cascini, 2014) le affordance sono una formulazione adatta per discutere di UX: le affordance sono costrutti relazionali che esprimono possibilità di azioni che in alcuni casi sono inviti espliciti, ma che tuttavia possono essere modellati come affordance. Secondo gli autori, le affordance sono uno strumento idoneo attraverso il quale è possibile esprimere le proposte dei designer: le affordance suonano come inviti, domande, alle quali gli utenti possono evitare di rispondere, rinviare o addirittura rifiutare. Viene inoltre suggerito che le affordance utilizzate come affordance esperienziali da parte dei progettisti potrebbero aiutare a superare la mancanza di strumenti prescrittivi per la progettazione UX. Infatti, date le proprietà relazionali delle affordance, potrebbe essere possibile passare ad un livello prescrittivo sfruttando la conoscenza sui loro costituenti: ad esempio, tra i costituenti delle Affordance esperienziali è possibile riconoscere i bisogni psicologici degli utenti, i caratteristiche degli oggetti e le modalità di utilizzo.

Riassumendo, nell'articolo precedentemente citato si afferma come il ricorso alle affordance, pur essendo solo un passo preliminare, rappresenta uno step prezioso per raggiungere una via d'uscita dalle problematiche esposte. Un suo limite invece è legato al fatto che lo studio mira a descrivere la UX in interazione, per cui attualmente non è adatto ad analizzare la sua evoluzione nel tempo. Per concludere, l'applicazione del concetto di affordance nella progettazione potrebbe permettere alle aziende di scoprire nuove sinergie tra le stesse affordance e dimostrarsi un valido strumento nella comprensione delle interazioni tra l'utente e il prodotto (Pucillo e Cascini, 2014). Per questo risulta conveniente raggruppare le affordance in relazione al fine dell'attore e alle possibili interazioni future (affordance esperienziale).

### 3.1.6 Affordance secondo Evans

Il concetto tradizionale di affordance non è sufficiente per supportare la progettazione degli artefatti digitali, per questo è necessario determinare una definizione di affordance digitale. La metodologia da utilizzare per la costruzione del concetto di affordance digitale si basa sul lavoro di Evans e Leonardi (2017). Secondo la loro visione, le affordance digitali vanno oltre la semplice percezione delle caratteristiche visive o funzionali delle interfacce digitali. Essi

sostengono che le affordance digitali siano profondamente influenzate dalle pratiche sociali e culturali all'interno delle quali si inseriscono gli utenti.

In altre parole, le affordance digitali non sono solo determinate dalle caratteristiche di design dell'interfaccia utente, ma sono anche modellate da norme, valori e aspettative culturali condivise dagli utenti e incorporati nei modi in cui interagiscono con la tecnologia. Questa prospettiva considera le interfacce digitali come parte di un sistema socio-tecnico più ampio, in cui le affordance emergono dalle interazioni complesse tra individui, tecnologie e contesti sociali.

Gli autori suggeriscono pertanto ai progettisti dei criteri sui quali fare affidamento (indicatori di affordance); questi rappresentano una soglia minima per chiarire le affordance e forniscono ai ricercatori una base chiara da cui partire per portare a termine la ricerca (Evans e Leonardi, 2017). I criteri sono raggruppati in tre gruppi:

**Criterio #1: Confermare che l'affordance proposta non è né l'oggetto né una caratteristica dell'oggetto.**

L'affordance non deve essere associata a caratteristiche specifiche della tecnologia dell'oggetto, ma alla relazione tra l'oggetto e il risultato, in coordinamento con gli obiettivi umani. L'associazione con le caratteristiche tecnologiche dell'oggetto è spesso implicita nel linguaggio che parla di affordance di specifiche tecnologie (Gaver, 1991), posizionando l'affordance come inerente ad alcuni aspetti materiali della tecnologia stessa. Tuttavia, l'affordance non appartiene né all'ambiente né all'individuo, ma alla relazione tra l'individuo e la sua percezione dell'ambiente (Parchoma, 2014).

Treem e Leonardi (2012) distinguono ulteriormente gli attributi dalle affordance osservando che: mentre le caratteristiche sono statiche, le affordance sono dinamiche; ciò emerge dalla relazione tra l'utente, l'oggetto e le sue caratteristiche. In questo modo, gli individui concordano sulle caratteristiche comuni di un oggetto ma possono essere in disaccordo sulle sue affordance.

**Criterio #2: Confermare che l'aspetto proposto non è un risultato.**

Le affordance spingono ad avere determinati comportamenti (Withagen, de Poel, Araújo, & Pepping, 2012) ma non inducono tutti gli individui allo stesso risultato. Questo infatti non deve necessariamente essere un'azione (Michaels, 2003), ma deve essere collegato agli obiettivi dell'attore (Gibson, 1979). Pertanto, gli individui possono essere associati a una stessa affordance, pur avendo obiettivi e risultati diversi.

### **Criterion #3: Confermare la variabilità dell'affiliazione proposta**

Nel terzo criterio il concetto di variabilità viene utilizzato per descrivere la portata di un'affordance. La variabilità infatti appare in diversi lavori empirici che hanno l'obiettivo di dimostrare come comportamenti contraddittori di individui, utilizzano le stesse funzionalità per ottenere risultati diversi. In relazione a ciò, comprendere che le affordance hanno una variabilità è necessario per mantenere il principio di fondo secondo cui le affordance sono un costrutto relazionale che si colloca tra gli oggetti e i risultati, ma non li determina.

#### **3.1.7 Affordance secondo Kim-Hong**

Kim e Hong (2012) propongono un modello di interazione con i prodotti e i servizi basato sulle affordance e sulle caratteristiche delle affordance, sottolineando l'importanza dell'interazione nella progettazione. In particolare l'affordance è definita come il messaggio che i prodotti/servizi forniscono agli utenti; la caratteristica di affordance invece è un elemento strutturale dei prodotti/servizi. Le affordance di un artefatto pertanto sono considerate come le proprietà dell'artefatto che inducono le attività umane a operare con l'artefatto stesso.

Un'attività umana che interagisce con prodotti o servizi è caratterizzata dalle fasi di percezione, giudizio e azione, dal momento che in un primo momento gli utenti percepiscono informazioni provenienti dal mondo esterno e solo dopo ne interpretano i significati.

Sulla base di questa considerazione, il modello proposto dagli autori spiega l'attività di interazione con il prodotto/servizio, articolandosi in queste tre fasi: percezione, giudizio e azione (Kim e Hong, 2012).

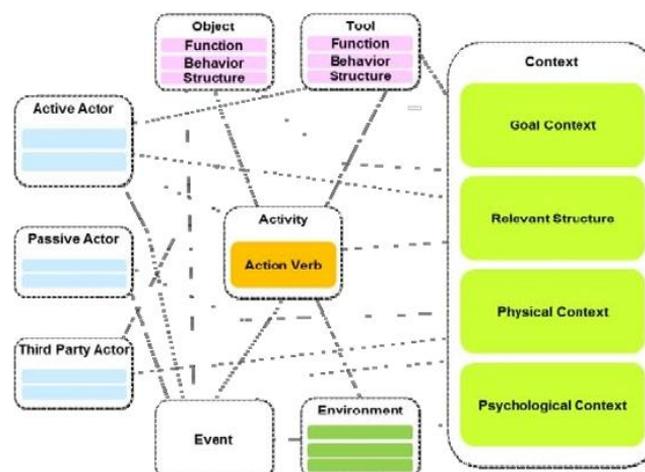


Figura 6: Modellazione dell'attività basata sul contesto (Kim-Hong, 2012)

Dallo schema (figura 6) è possibile osservare come ogni attività venga descritta nel dettaglio, riflettendo i vari contesti. La parte centrale della descrizione dell'attività è il verbo dell'azione; l'oggetto dell'azione invece è rappresentato da prodotti, servizi o loro combinazioni. L'attività viene eseguita dall'utente, che è il soggetto dell'azione; in alcuni casi però, può avere anche un attore passivo o un attore terzo. Il modello proposto (Kim e Hong, 2012) può spiegare non solo le azioni osservabili, ma anche le attività di percezione e di giudizio degli utenti che si verificano durante l'utilizzo di prodotti/servizi.

Come mostrato nel modello di interazione tra l'uomo e il prodotto (Figura 7), pertanto anche le caratteristiche degli utenti (come i dati demografici, gli attributi personali) e gli elementi contestuali (come l'ambiente sociale, culturale e fisico) influenzano l'interazione. Nel caso dei servizi invece, il modello mostra l'interazione tra il fornitore e il destinatario del servizio, spiegando il processo di interazione tra la coppia di utenti.

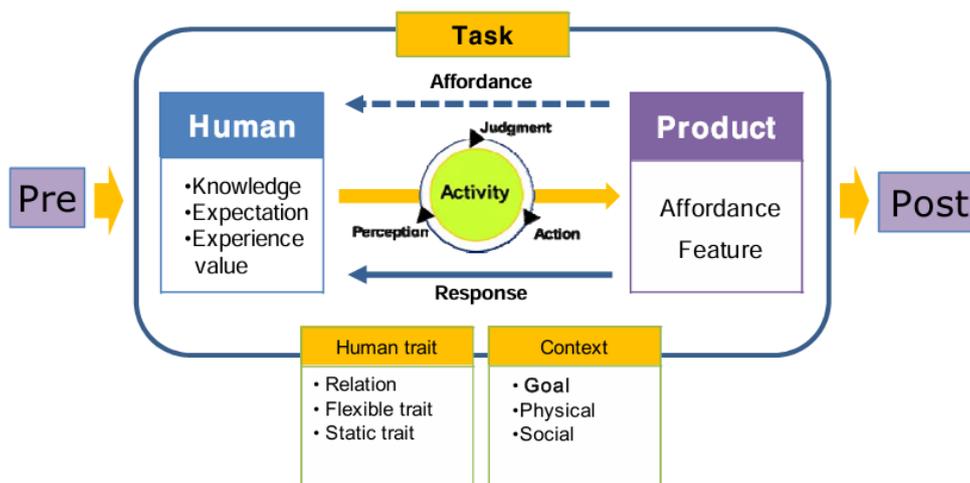


Figura 7: Modello di interazione con il prodotto (Kim-Hong, 2012)

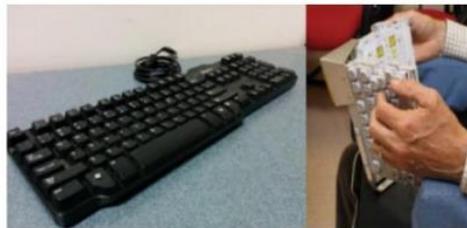
### 3.2 Valutazione e identificazione delle Affordance

Dall'analisi della letteratura emerge come le affordance siano progettate per adattarsi alle aspettative e alle abitudini degli utenti, rendendo l'interazione con un oggetto o un'interfaccia più intuitiva e familiare. La classificazione delle affordance risulta pertanto una guida essenziale per il progettista poiché semplifica la progettazione, migliora l'usabilità, riduce gli errori, accelera l'apprendimento degli utenti, aumenta la loro soddisfazione e garantisce un prodotto accessibile ed efficiente.

Per un designer progettare bene è estremamente importante, per cui risulta altrettanto importante comprendere bene l'evoluzione degli artefatti digitali e l'interazione che questi

hanno con l'utente. In modo particolare l'esperienza personale gioca un ruolo fondamentale nella percezione degli artefatti, infatti *la percezione non è un processo oggettivo, ma piuttosto un'interpretazione soggettiva che si basa su una vasta gamma di esperienze individuali e influenze culturali.*

Conoscere le intenzioni dell'artista o del designer può avere un impatto significativo sulla percezione dell'artefatto, tanto è vero che la progettazione mira sia a soddisfare le esigenze dell'utente che a rendergli semplice l'utilizzo. E' possibile affermare dunque come sia davvero importante il ruolo dell'esperienza dell'individuo nella percezione dell'artefatto: se il designer durante la progettazione non tiene conto di questo aspetto, non sempre il prodotto/servizio realizzato sarà usufruibile da tutti, esattamente come il caso della riprogettazione della tastiera a lato (Masoudi et al., 2019).



*Figura 8: tastiera verticale (Masoudi et al., 2019)*

Nel seguente caso (figura 8) infatti il designer non tenendo conto delle regole di usabilità, dal momento che l'esperimento è stato sottoposto a soggetti che conoscevano a priori la posizione di ciascun tasto sulla tastiera convenzionale, realizza un artefatto che non è utilizzabile da tutti gli utenti.

Pertanto, ricordando il lavoro di Pucillo e Cascini (2014), si osserva come il concetto di usabilità come misura per valutare l'affordance di un sistema, sia estremamente importante durante la fase di progettazione di un artefatto. Tuttavia, studiare l'usabilità legata a un'affordance può essere estremamente complesso, poiché il concetto di affordance è in qualche modo astratto.

Infatti, quando si utilizza un prodotto, i fattori che entrano in gioco e che contribuiscono a conferire una sensazione di piacere all'utente, sono svariati e non comprendono solo l'usabilità.

La User-Experience, infatti è stata definita come:

- dinamica;
- dipendente dal contesto;
- soggettiva.

Per cui, parlando d'interazione uomo/prodotto, questa non è necessariamente limitata a un'azione fisica strumentale e non strumentale, ma può anche consistere nella percezione passiva (spesso visiva), o anche nel ricordo o nel pensiero di un prodotto (Desmet et al. 2007).

A seguito di ciò è possibile affermare come esperienza e interazione sono completamente intrecciate, per questo i designer sono interessati a esplorare nuove funzionalità e possibilità di interazione, una tra queste il tempo, misurato nell'istantaneità. Infatti per l'user la comprensione dello spazio e del tempo è di vitale importanza per creare interazioni con il prodotto/servizio intuitive ed efficienti.

A seguito di ciò è possibile affermare come la progettazione deve considerare la disposizione e la sequenza delle informazioni o delle azioni in modo logico e coerente nel tempo. Gli utenti infatti apprezzano flussi di lavoro intuitivi, tempi di risposta rapidi e un'organizzazione delle informazioni che semplifichi la ricerca: il feedback visivo e temporale è essenziale per confermare le azioni dell'utente. La considerazione attenta della dimensione spazio/tempo dunque migliora l'esperienza utente, l'efficienza e l'efficacia delle interazioni, influenzando le decisioni di utilizzo.

### 3.2.1 Modello di Roskos

Prima di affrontare nel dettaglio l'argomento legato alla valutazione e all'identificazione delle affordance, è bene ricordare il modello di Roskos (2017), nel quale sono presenti le 5 categorie (tabella 2) sviluppate per la valutazione delle affordance di una piattaforma di e-learning.

Tabella 2: Definizione delle categorie di affordance (Roskos, 2017)

| Definizione delle categorie    |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Funzionalità base</b>       | Indicatori utili a raggiungere l'obiettivo e a consentire il funzionamento integrativo; ciò che riguarda la progettazione grafica, il layout e la gerarchia visiva.   |
| <b>Funzionalità aggiuntive</b> | Indicatori relativi al miglioramento dell'esperienza dell'utente e che rendono le prestazioni più efficienti e stabili.   |
| <b>Accessibilità</b>           | Indicatori utili per capire quanto sia facile per l'utente interfacciarsi con l'artefatto (ad esempio: multilingua, gratuità, modalità d'uso, facilità e velocità di aggiornamento e configurazione, coerenza nel funzionamento, ecc...). |
| <b>Contenuto</b>               | Indicatori relativi ai dati e alla loro manutenzione e organizzazione.  |
| <b>Comunicazione</b>           | Indicatori utili per la comunicazione tra diversi attori, tra utente e artefatto e tra utente-artefatto e ambiente.   |

Il modello di Roskos (2017) ha subito un'evoluzione grazie al lavoro svolto da Perpignano (2020). La sua analisi è servita a proporre un modello per l'identificazione delle affordance nei sistemi digitali e a fornirne una loro valutazione. Egli ha voluto evidenziare come, all'interno del sistema digitale, la componente esperienziale ricopra un ruolo molto più rilevante rispetto alla sua controparte fisica. Per cui la definizione vuole offrire un moderno punto di vista su come gli oggetti digitali si presentano, enfatizzando il ruolo sia delle percezioni sensoriali, sia delle percezioni legate all'esperienza.

Il modello è costituito da 9 steps (Perpignano, 2020):

1. Identificazione degli attori;
2. Costruzione di un diagramma di flusso;
3. Definizione dell'architettura;
4. Identificazione degli indicatori di affordance;
5. Identificazione delle affordance;
6. Costruzione della matrice di incidenza;
7. Valutazione degli indicatori di affordance;
8. Valutazione delle affordance;
9. Valutazione e considerazioni sul solo artefatto digitale.

Successivamente questo (Perpignano, 2020) è stato messo in pratica nel lavoro di tesi di Calzoni (2022), dal quale sono emerse alcune criticità.

Innanzitutto l'obiettivo principale del lavoro mirava ad associare gli indicatori di affordance alla componente sensoriale e a quella esperienziale. Per cui una volta rielaborato e analizzato il modello di progettazione delle affordance negli artefatti digitali (modello a 9 steps), l'attenzione è stata posta sull'identificazione degli indicatori di affordance e sulla loro categorizzazione nelle categorie aggiornate (Roskos, 2017), quali: Funzionalità di base, Funzionalità aggiuntive, Accessibilità, Comunicazione, Contenuto e nelle dimensioni (Shao, 2020) di: Interattività, Navigazione e Informazione, utilizzate per descrivere un sistema digitale. Queste ultime tre vengono così definite:

- Interattività: riguarda la percezione della comunicazione da parte degli utenti e l'interazione con gli altri;
- Navigazione: riguarda la facilità di utilizzo e l'intuitività nell'uso dell'artefatto digitale;

- **Informazione:** riguarda la creazione, l'archiviazione, la trasformazione e lo sfruttamento delle informazioni nell'uso di artefatti digitali.

Un primo risultato emerso afferma come: mentre per un prodotto digitale l'associazione delle categorie/dimensioni è quasi a metà strada tra la componente sensoriale ed esperienziale, per il servizio digitale l'associazione è molto più spostata verso la componente esperienziale.

Questo primo risultato viene successivamente confermato anche nell'analisi delle affordance dove si evidenzia che, quando si spostano dal prodotto digitale al servizio digitale, la quantità di affordance sensoriali diminuisce mentre quella di affordance esperienziali aumenta, quasi sostituendo quella sensoriale (Calzoni, 2022).

Dal lavoro di tesi precedente (Calzoni, 2022) si riscontrano alcuni elementi di criticità. Questi sono principalmente legati a tre aspetti:

- i. La mancanza di un'adeguata funzione del modello nel momento in cui si parla di servizio o di prodotto, ancor meno se questo viene esteso a tutte e quattro le categorie. È vero infatti che se si parla di prodotti non digitali, questi vedono esclusivamente il coinvolgimento dell'utente e dell'artefatto, non appare la figura dell'intermediario, sia in termini di Service Agent che di Automated Agent.
- ii. La mancanza di un sistema rigoroso nell'identificazione dell'affordance o degli indicatori di affordance. Questo aspetto, in relazione al modello, è qualcosa di debole poiché solitamente le affordance vengono definite sulla base della propria valutazione personale.
- iii. Il numero limitato di intervistati (pari a 30).

Per far fronte a questi elementi di criticità e al fine di proporre ai progettisti un modello solido ed efficiente, si cercherà di effettuare un'evoluzione, per far sì che queste affordance siano sorrette da una struttura robusta e seguano un procedimento che si possa descrivere.

In linea con ciò è stato analizzato il lavoro di tesi di Alexandra Fiodorova (2023) che indaga sull'utilizzo dell'Alternate Uses Task (AUT) come individuazione delle affordance.

L'Alternate Uses Task (AUT) è stato ideato da J.P. Guilford nel 1967. In particolare AUT significa: *utilizzo di un materiale per uno scopo diverso da quello per cui è stato concepito*, il che è vantaggioso perché promuove l'efficienza delle risorse ([www.lawinsider.com](http://www.lawinsider.com)).

Questo concetto è una forma riveduta e migliorata del test Unusual Uses, originariamente ideato (Wilson, Guilford, Christensen & Lewis, 1954) per rappresentare un fattore atteso di "flessibilità di pensiero" in un'indagine sul pensiero creativo. Qui ogni item rappresenta il nome di un oggetto noto, come ad esempio un giornale, con l'indicazione del suo uso

ordinario. Nel test dunque, il partecipante deve elencare fino a sei altri usi non comuni dell'oggetto, nel tempo a disposizione ([www.mindgarden.com](http://www.mindgarden.com)), al fine di trovare possibili alternative di utilizzo.

Si è deciso di inserire il lavoro di tesi di Alexandra Fiodorova (2023) nel seguente elaborato, poiché utilizza proprio il concetto di «uso alternativo» legandolo a quello delle affordance. Alexandra Fiodorova (2023) osserva la connessione tra affordance e usi alternativi, derivante dal mutuo rapporto con la creatività, per analizzare una loro possibile relazione.

Nell'analisi, che vede l'esecuzione di tre esperimenti, si avvale del test Unusual Uses (Wilson, Guilford, Christensen & Lewis, 1954). Durante le varie somministrazioni utilizza un ampio numero di partecipanti: 114 per il primo, 80 per il secondo e 63 per il terzo; un campione di partecipanti elevato a tal punto da permettere al seguente lavoro di tesi di poter superare un punto di criticità derivante dalle analisi precedenti effettuate (vedi Calzoni, 2022).

Tra i risultati trovati, nel complesso gli esperimenti supportano l'uso di affordance per aiutare a sviluppare molte idee. Inoltre quando il riconoscimento delle affordance è stato reso cognitivamente più paragonabile all'identificazione dell'uso alternativo, non sono state osservate differenze tra i compiti. Pertanto, il riconoscimento delle affordance e l'identificazione dell'uso alternativo utilizzano gli stessi sottoprocessi cognitivi, ma fanno affidamento su alcune funzioni esecutive in misura diversa. Inoltre, poiché le affordance possono essere insegnate in tempi relativamente brevi e condividono molti degli stessi processi cognitivi dell'identificazione dell'uso alternativo, il riconoscimento delle affordance può fungere da controllo per l'AUT (Alexandra Fiodorova, 2023).

A seguito sia dei risultati ottenuti da Alexandra Fiodorova (2023) che della metodologia utilizzata per l'esecuzione dei suoi esperimenti, applicare il lavoro di tesi citato al caso studio Taxi-Uber-Auto-Auto a guida autonoma, potrebbe generare interessanti risultati.

Infatti, essendo l'Alternative Uses un task che si pone l'obiettivo di identificare possibili usi alternativi per un oggetto, basandosi sulla seguente definizione e sulla base della metodologia utilizzata (Alexandra Fiodorova, 2023), si potrebbero sottoporre test ad un ampio numero di partecipanti, al fine di trovare possibili alternative di utilizzo dei prodotti in esame (ad esempio, si potrebbe chiedere ai soggetti intervistati, possibili usi alternativi per Uber).

Una volta raccolti gli usi alternativi, questi potrebbero poi essere utilizzati per determinare un nesso logico con le rispettive affordance, così da dare origine da una parte ad un sistema

più rigido nell'individuazione delle affordance e, dall'altra, ad un modello robusto da fornire ai designer per supportare il loro lavoro di progettazione.

#### 4. Capitolo 3 – Applicazione del modello di Roskos al caso studio: auto/taxi vs. auto a guida autonoma/Uber

In questo lavoro di tesi il modello per l'identificazione e la valutazione delle affordance di un artefatto digitale è stato applicato a un caso di studio (figura 9) che mira a confrontare da un lato la transizione da non digitale verso digitale (auto vs. auto a guida autonoma) e dall'altro la transizione da prodotto verso servizio (taxi vs. Uber).

Lo scopo del seguente lavoro è quello di analizzare a fondo l'interazione degli utenti con le varie combinazioni di prodotto/servizio e fisico/digitale, al fine di scoprire possibili nuove classi di affordance e di creare un modello solido da poter fornire ai progettisti a sostegno della loro individuazione.

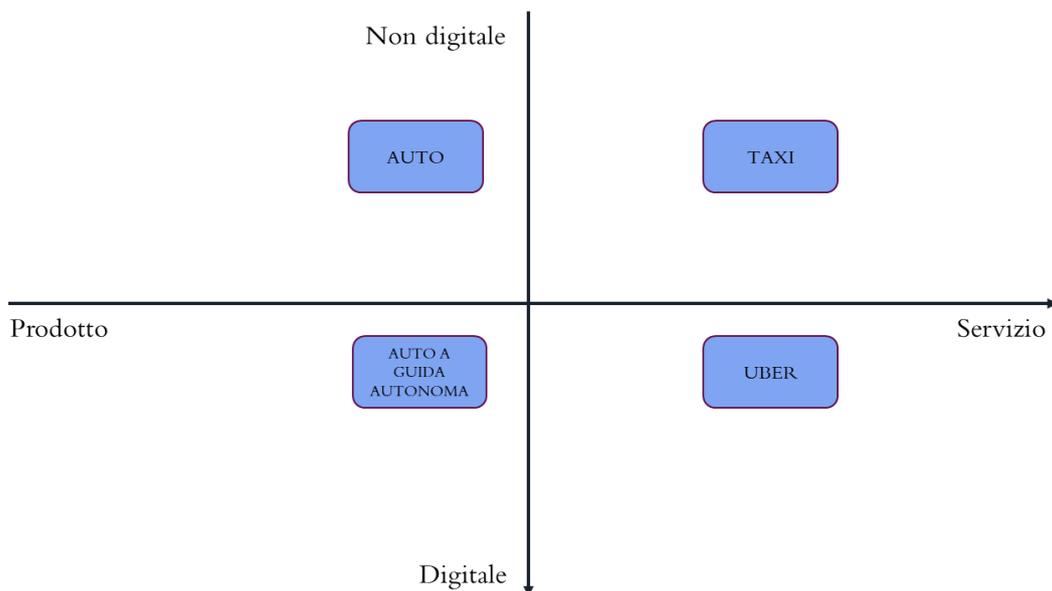


Figura 9: raffigurazione del caso studio in esame

Prima di procedere con l'applicazione del modello (Perpignano, 2020) al seguente caso studio, verrà di seguito riportata una breve descrizione dei quattro attori in esame. In particolare, in accordo a Vocabolario Treccani, i quattro artefatti sono qui definiti come:

- L'**auto** è definita come un autoveicolo, cioè un veicolo azionato da un motore proprio che porta a bordo la sorgente dell'energia che gli serve; è dotato di quattro ruote e di un motore generalmente a scoppio, ed è utilizzato per il trasporto su strada di un numero limitato di persone.
- L'**auto a guida autonoma** è un'automobile progettata per compiere tragitti senza l'intervento di un guidatore umano; è un veicolo in grado di rilevare autonomamente le caratteristiche della strada e di svolgere la guida senza intervento umano.

- Il **taxi** (nel linguaggio burocratico: autopubblica) è un veicolo a noleggio con conducente che effettua un servizio pubblico di trasporto passeggeri su piazza a pagamento, ovvero su stazionamento in apposite aree pubbliche, specificatamente in città.
- **Uber** è un'azienda con sede a San Francisco che fornisce un servizio di trasporto automobilistico privato attraverso un'applicazione mobile che mette in collegamento diretto passeggeri e autisti.

#### 4.1 Fase 1: identificazione degli attori

Nella Fase 1 del modello sono stati identificati i principali attori coinvolti.

- **Auto:**

- Proprietari e conducenti di veicoli

Questi rappresentano i veri utilizzatori dei veicoli. Sono responsabili della gestione quotidiana dei propri mezzi ed hanno il compito di mantenerli efficienti, sicuri e in regola con le normative vigenti.

- Produttori di automobili

Questi sono gli innovatori chiave nel campo dell'ingegneria automobilistica, responsabili della progettazione e della produzione di veicoli. Creano modelli che soddisfano le esigenze dei consumatori e influenzano il panorama automobilistico globale.

- Fornitori di componenti

Queste aziende forniscono il tessuto connettivo essenziale per l'industria, producendo parti e tecnologie specializzate utilizzate dai produttori di automobili. Sono fondamentali per garantire la qualità e le prestazioni dei veicoli.

- Concessionarie e rivenditori

Questi sono i punti di contatto tra i produttori e i consumatori finali, offrono una vasta gamma di servizi, dalla vendita di veicoli alla manutenzione e assistenza. Creano un'esperienza personalizzata per gli acquirenti e consolidano i legami tra marchi e clienti finali.

- **Auto a guida autonoma:**

- Utenti finali e clienti commerciali

Gli utenti finali includono sia i consumatori privati che le aziende o le organizzazioni che utilizzano i veicoli autonomi per scopi personali,

commerciali o istituzionali. La loro accettazione e adozione della tecnologia influenzerà il successo e la diffusione dei veicoli autonomi sul mercato.

- Produttori di veicoli autonomi

Queste sono le aziende automobilistiche e le startup specializzate nella progettazione e nella produzione di veicoli dotati di tecnologia di guida autonoma. Questi produttori stanno investendo pesantemente nella ricerca e nello sviluppo per portare sul mercato veicoli autonomi sicuri ed efficienti.

- Aziende tecnologiche

Molte grandi aziende tecnologiche, come Waymo (di Alphabet/Google), Tesla, NVIDIA, Intel e altre, stanno sviluppando tecnologie chiave per abilitare la guida autonoma, come sensori avanzati, sistemi di intelligenza artificiale e software di controllo dei veicoli.

- Fornitori di componenti e software

Queste aziende forniscono componenti e software critici per i veicoli autonomi, come sensori Lidar, telecamere, radar, unità di elaborazione e sistemi di navigazione. Esse sono essenziali per l'integrazione di tecnologie avanzate nei veicoli.

• **Taxi:**

- Conducenti di taxi

Questi sono gli individui che guidano i taxi e forniscono il servizio di trasporto ai passeggeri. Possono essere dipendenti di compagnie di taxi o lavorare come autisti autonomi.

- Passeggeri

Gli utenti finali dei servizi di taxi sono i passeggeri, che utilizzano i taxi per spostarsi da un luogo all'altro. I loro bisogni e le loro preferenze influenzano la domanda e l'offerta di servizi di taxi.

- Compagnie di taxi

Le compagnie di taxi gestiscono flotte di veicoli e coordinano i servizi di taxi. Forniscono supporto operativo ai conducenti, gestiscono le prenotazioni dei clienti e assicurano la manutenzione dei veicoli.

• **Uber:**

- Conducenti di Uber

Sono gli individui che utilizzano la piattaforma Uber per fornire servizi di trasporto ai passeggeri utilizzando i propri veicoli. Possono essere autisti autonomi o dipendenti a tempo parziale o completo di Uber.

- Passeggeri

Sono gli utenti finali che utilizzano l'applicazione mobile Uber per richiedere e pagare i viaggi. Possono essere privati, aziende o turisti che utilizzano i servizi di Uber per spostarsi da un luogo all'altro.

- Uber Technologies Inc.

Uber è l'azienda madre che gestisce la piattaforma tecnologica globale per i servizi di ridesharing. Essa sviluppa e gestisce le app mobili per passeggeri e conducenti, fornisce servizi di assistenza clienti e gestisce le operazioni globali.

- Fornitori di servizi finanziari e assicurativi

Questi fornitori offrono servizi finanziari come pagamenti digitali e servizi di finanziamento per i conducenti di Uber. Forniscono anche soluzioni assicurative specifiche per i veicoli commerciali e i conducenti di ridesharing.

## 4.2 Fase 2: costruzione di un diagramma di flusso

Nella seconda fase sono stati realizzati i diagrammi di flusso, utilizzando il BPMN.

### Auto a guida autonoma

Per l'auto a guida autonoma, il diagramma di flusso (figura 10) descrive l'interazione tra auto a guida autonoma e user; si osserva come la maggior parte delle azioni e di conseguenza delle responsabilità siano legate all'auto stessa. L'utente infatti, attraverso un'apposita app mobile, si limita semplicemente a sbloccare l'auto, così da instaurare la connessione e, solo successivamente, impostare tutte le azioni preferite e che desidera vengano eseguite. Nell'artefatto digitale si osserva pertanto come sia tutto automatizzato; la seguente transizione inoltre non esalterebbe dall'analisi se non si avesse come stream quello dell'auto come responsabile di qualcosa.

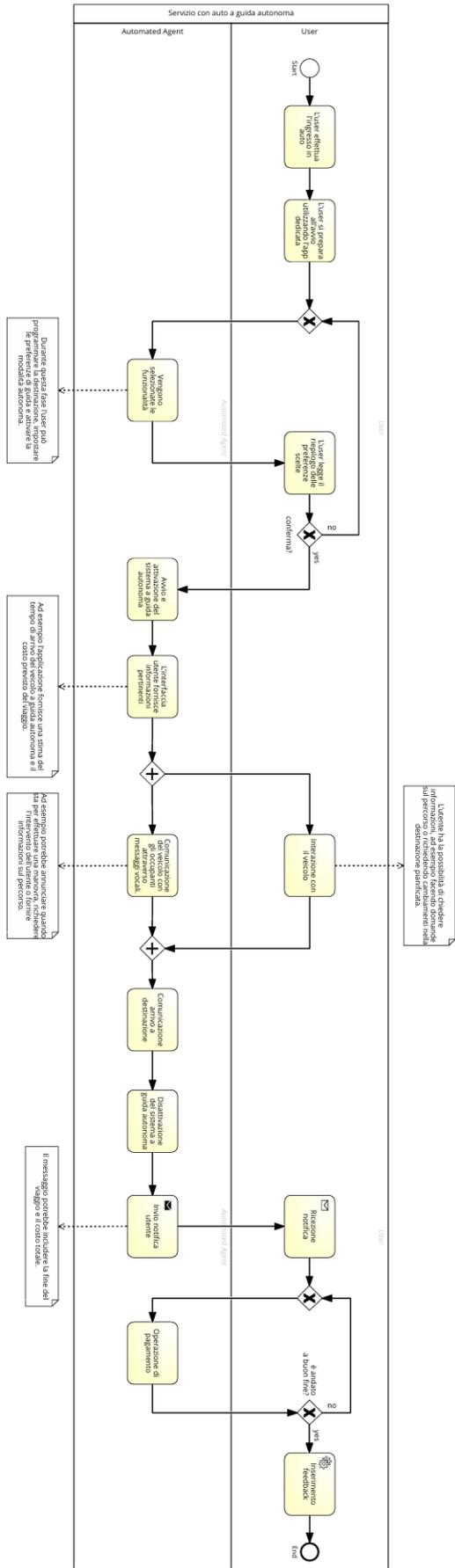


Figura 10: diagramma di flusso - auto a guida autonoma

### **Servizio taxi**

Il BPMN nella pagina seguente (figura 11) descrive l'interazione tra un potenziale passeggero, un service agent e un automated agent, a partire dalla richiesta da parte del cliente fino al completamento del servizio. Si osserva come nel seguente caso, a differenza di come verrà successivamente visto per il Servizio Uber, la figura dell'automated agent è legata esclusivamente all'operazione di pagamento, dal momento che questa, oltre che essere fisica, potrebbe avvenire tramite POS. A seguito di ciò è dunque necessario che si inneschi un collegamento con la banca e che prima che la corsa venga completata, la transizione sia andata a buon fine.

### **Servizio Uber**

Per il servizio Uber è stato realizzato un BPMN (figura 12) che invece vede l'interazione tra user, car, service agent e automated agent. Nel seguente caso, a differenza del precedente, viene inserita la lane «car» dal momento che l'user in relazione sia al servizio svolto dal service agent (autista) che all'interazione che ha con l'auto, può lasciare tramite App un feedback, a seguito del quale il sistema in automatico, aggiornerà il punteggio del service user. Infatti a differenza del caso precedente, qui il ruolo dell'auto in sé, veste particolare importanza perché l'applicazione Uber permette ai passeggeri di richiedere un'auto, vedere informazioni sul conducente e sul percorso e, effettuare pagamenti in modo semplice e immediato. Questo utilizzo della tecnologia rende il servizio più conveniente e accessibile rispetto ai taxi tradizionali, che potrebbero non offrire lo stesso livello di funzionalità tecnologiche. L'auto pertanto è il fulcro del servizio Uber, sia per i conducenti che per i passeggeri, e deve soddisfare determinati standard per garantire un'esperienza di trasporto piacevole e sicura per entrambe le parti, esperienza che verrà a fine corsa registrata sulla stessa app.

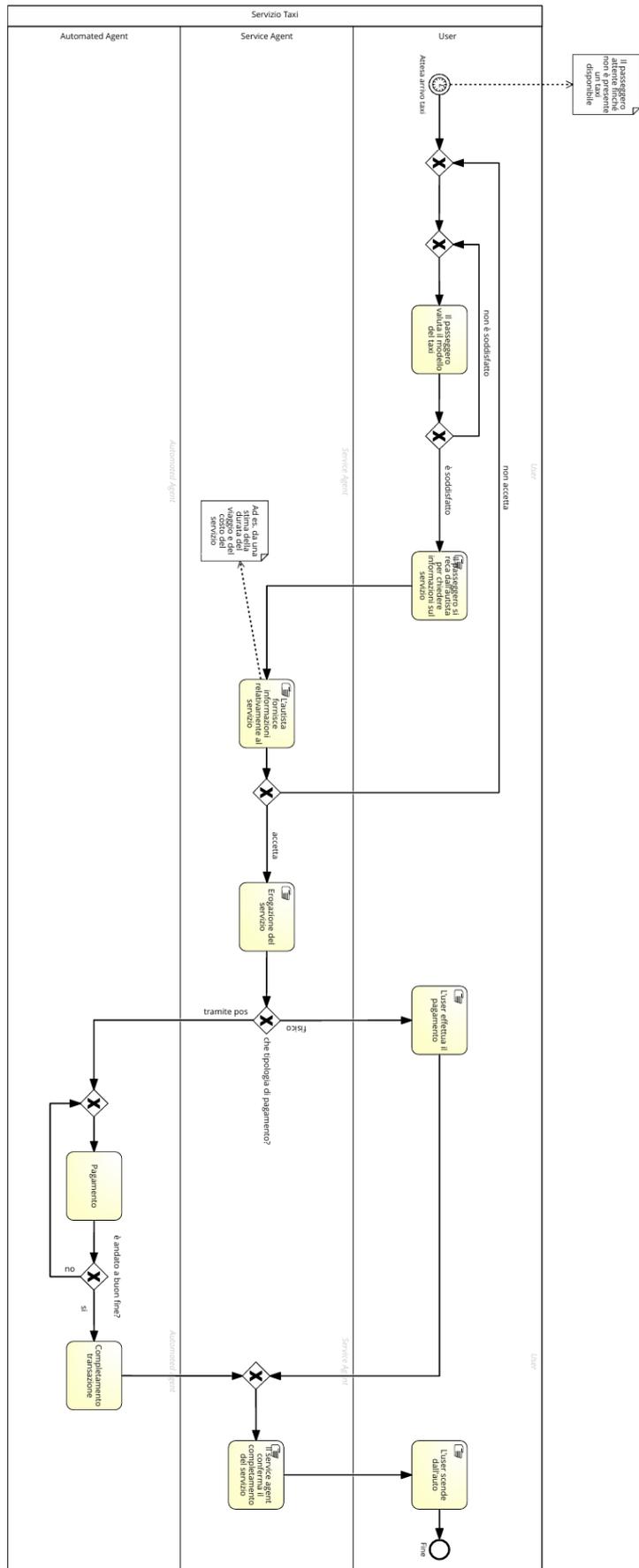


Figura 11: diagramma di flusso - servizio taxi



### 4.3 Fase 3: definizione dell'architettura

Nella terza fase del modello si chiede di procedere con la definizione dell'architettura digitale per mostrare i moduli e i loro elementi, così da analizzare il flusso di informazioni, come funziona il sistema e come interagiscono funzionalmente i vari moduli tra di essi.

#### Architettura auto

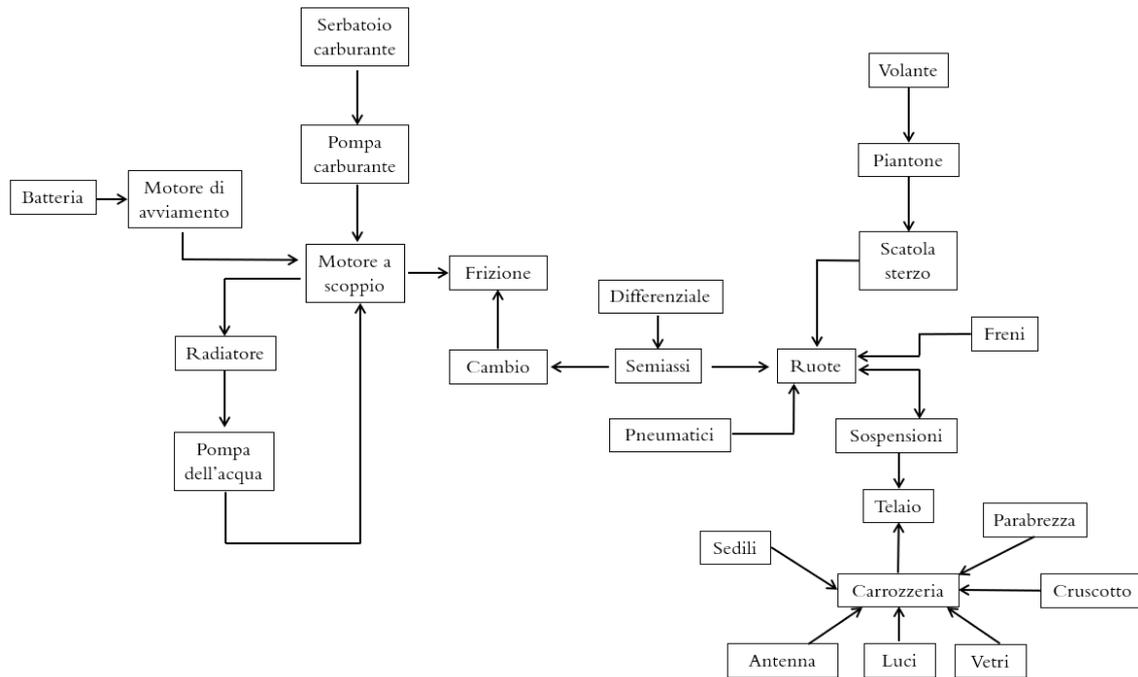


Figura 13: architettura auto

Lo schema (figura 13) descrive l'architettura di un veicolo con motore a scoppio. Questo costituisce il blocco più importante dell'auto, infatti ad esso sono legati: il sistema di alimentazione rappresentato dal blocco della batteria e dal motorino di avviamento; la parte dell'auto relativa al serbatoio carburante e alla pompa carburante che ha il compito di trasferire quest'ultimo dal serbatoio direttamente al motore.

Al motore inoltre è collegata la parte inerente il sistema di raffreddamento costituita dal radiatore e dalla pompa dell'acqua che tramite liquidi di raffreddamento hanno la funzione appunto, di raffreddare il motore che durante l'utilizzo si è surriscaldato.

Infine al motore è legata la parte relativa al movimento vero e proprio dell'auto. L'elemento principale direttamente collegato al motore è la frizione. Ad essa è collegato il cambio che tramite semiassi è legato alle ruote. I semiassi a sua volta sono legati al differenziale, un componente importante per l'auto dal momento che permette di differenziare il numero di giri delle ruote in curva.

Alle ruote inoltre sono legati i freni, gli pneumatici, la scatola sterzo che tramite il piantone è collegata al volante ed infine le sospensioni che fungono da elementi di collegamento con il telaio. Al telaio è legata la carrozzeria alla quale di conseguenza sono collegati i sedili, i vetri, le luci, il cruscotto, il parabrezza e l'antenna, ovvero tutti gli elementi esterni di design. Bisogna dunque sottolineare che i blocchi costituenti l'architettura rappresentano le parti fisiche dei vari componenti che costituiscono il veicolo, le frecce invece rappresentano le azioni che avvengono affinché si abbia il suo funzionamento.

### Architettura auto a guida autonoma

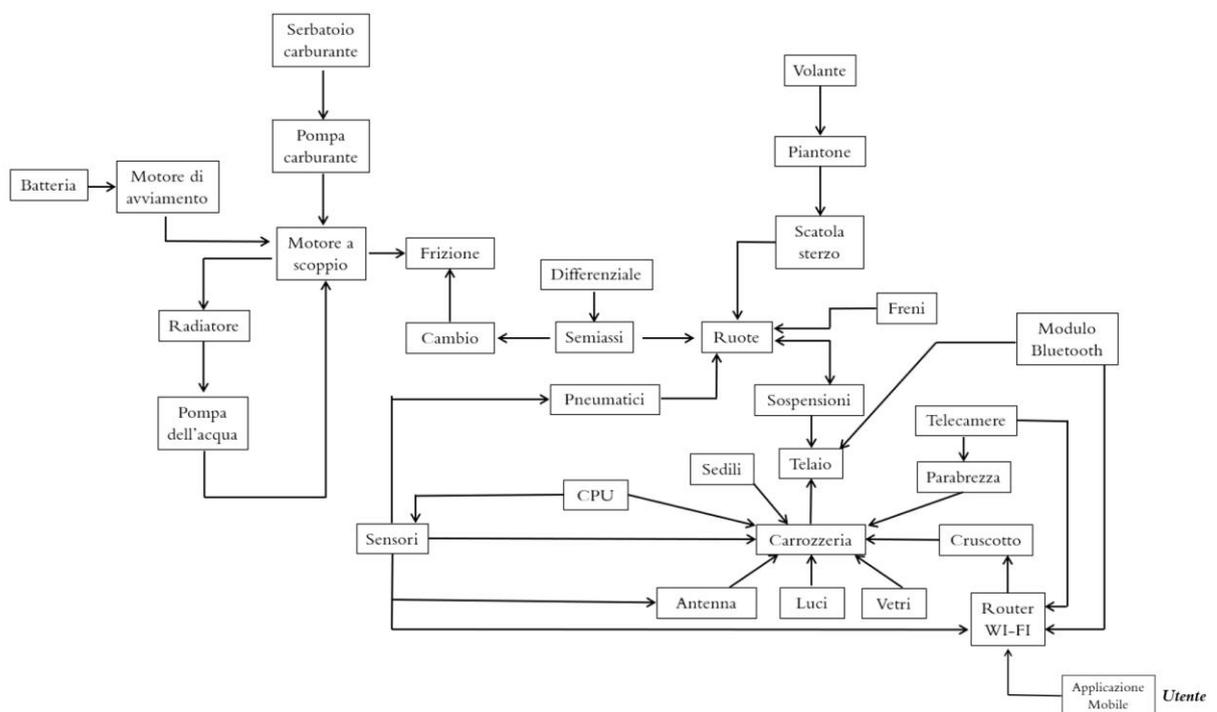


Figura 14: architettura auto a guida autonoma

Lo schema (figura 14) raffigura l'architettura del veicolo a guida autonoma. Come è possibile osservare, a differenza dell'architettura delle auto tradizionali, sono presenti dei blocchi aggiuntivi. Tra questi si ha: la CPU (Unità di Elaborazione Centrale) che all'interno di un'auto autonoma si trova fisicamente legata alla carrozzeria ed inoltre è collegata ai vari sensori, infatti la CPU riceve i dati dai vari sensori dell'auto, come telecamere, Lidar, Radar, sensori di pressione e altri, che forniscono informazioni sull'ambiente circostante, sulla posizione del veicolo e sugli ostacoli nelle vicinanze.

Il blocco relativo ai sensori raggruppa un insieme di rilevatori posizionati nelle varie parti dell'auto importati per il funzionamento del sistema di gestione dell'auto stessa. Tra questi: il  sensore GPS, posizionato sull'antenna (antenna GPS), questo è il componente fisico che

riceve i segnali dai satelliti GPS e li trasmette all'unità di elaborazione all'interno dell'auto. Solitamente, l'antenna GPS è montata sul tetto dell'auto per garantire una migliore ricezione del segnale, ma può anche essere integrata in altre parti del veicolo, a seconda del design e delle specifiche del sistema. Una volta ricevuti i segnali GPS, l'unità di elaborazione interpreta queste informazioni per determinare la posizione, la velocità e altre informazioni di navigazione necessarie per il funzionamento dell'auto autonoma. Un'altra importante classe di sensori sono quelli di posizione. Oltre al GPS infatti, possono esserci altri sensori di posizione che contribuiscono alla determinazione precisa della posizione del veicolo sulla strada. Questi sensori possono essere montati in diverse parti della carrozzeria dell'auto per garantire una precisione ottimale. I sensori Lidar invece utilizzano impulsi laser per mappare l'ambiente circostante e misurare la distanza dagli oggetti. Solitamente sono montati sul tetto dell'auto (carrozzeria) per ottenere una visione panoramica dell'ambiente circostante, ma possono essere posizionati anche su altre parti dell'auto stessa. I sensori Radar sono utilizzati per rilevare la presenza di veicoli, pedoni e altri oggetti nell'ambiente circostante. Possono essere montati nella parte anteriore, posteriore e laterale dell'auto per offrire una copertura completa. I sensori inerziali monitorano l'accelerazione, la velocità angolare e altre informazioni sul movimento del veicolo. Possono essere integrati nei sistemi di controllo dell'auto e posizionati in varie parti del veicolo per garantire una misurazione accurata del movimento. I sensori di pressione dei pneumatici sono posizionati all'interno degli pneumatici dell'auto, questi monitorano la pressione dell'aria degli pneumatici in tempo reale e forniscono avvisi all'autista in caso di perdita di pressione o anomalie. Infine sono presenti i sensori di temperatura e umidità, i quali possono essere situati in varie parti dell'auto per monitorare le condizioni ambientali all'interno e all'esterno del veicolo. Questi sensori possono essere utilizzati per regolare il sistema di climatizzazione e migliorare il comfort dei passeggeri.

Osservando gli altri blocchi, uno di fondamentale importanza è quello rappresentante il router Wi-Fi, il quale è posizionato nel cruscotto per un facile accesso e utilizzo. Il Wi-Fi può essere utilizzato per consentire la comunicazione wireless tra i sensori, le telecamere dell'auto autonoma e l'unità di controllo centrale. Questa connessione può facilitare lo scambio di dati e informazioni tra i vari sistemi dell'auto per migliorare le capacità di guida autonoma e la sicurezza del veicolo. Inoltre il Wi-Fi funge un ruolo di estrema importanza anche dal punto di vista dell'utente, infatti questo è solo attraverso la connessione internet che tramite app riesce a connettersi al sistema dell'auto autonoma ed interagire con essa.

Infine si ha il blocco relativo al Bluetooth. Dal punto di vista fisico, questo è rappresentato da circuiti integrati, trasmettitori e ricevitori radio, antenne e altri componenti elettronici all'interno del modulo Bluetooth. Questi componenti lavorano insieme per consentire al veicolo di comunicare in modalità wireless con altri dispositivi compatibili Bluetooth all'interno dell'auto o nelle vicinanze.

### Architettura taxi

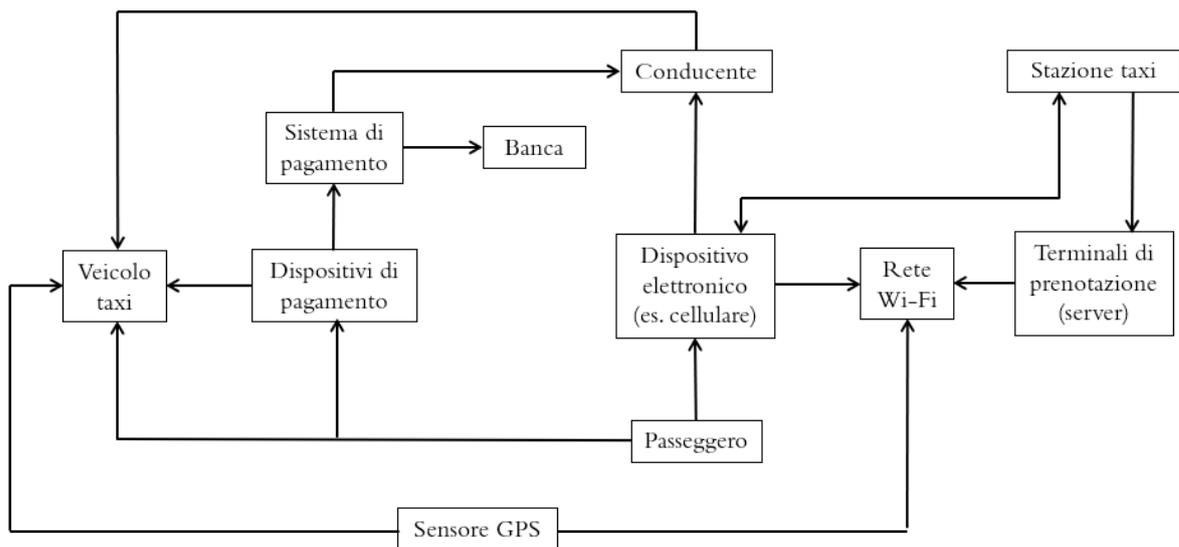


Figura 15: architettura taxi

Lo schema (figura 15) raffigura l'architettura di un taxi. Partendo dalla spiegazione del blocco rappresentante il veicolo taxi, si osserva come a questo sia collegato sia il blocco rappresentante il passaggero che quello rappresentante il conducente, dal momento che entrambi direttamente hanno una relazione con l'auto stessa. A questo blocco è inoltre legato quello relativo al sensore GPS; questo, fisicamente inserito nell'auto, è estremamente importante perché attraverso il segnale GPS proveniente dal satellite invia, grazie alla connessione wireless (relazione rappresentata dal blocco inerente la rete WI-FI), il segnale al server permettendo alla stazione taxi, non solo di monitorare la posizione dei veicoli in tempo reale, ma anche di gestire in modo più efficiente le richieste di trasporto, offrendo maggiore sicurezza ai passeggeri e ai conducenti.

Pertanto il blocco raffigurante la rete wi-fi rappresenta il mezzo di connessione che determina sia al passeggero, per mezzo di un dispositivo elettronico, di contattare la stazione taxi; che alla stazione taxi, di organizzare la corsa tramite le informazioni presenti sul server

(ricevute tramite connessione wireless) e di conseguenza informare il conducente (che dispone anch'esso di un dispositivo elettronico).

Nel veicolo sono inoltre presenti i dispositivi di pagamento. Questi possono includere terminali per carte di credito/debito, dispositivi per il pagamento contactless o tramite smartphone e, in alcuni casi, anche cassetti per il pagamento in contanti. Possono essere integrati direttamente nel veicolo o forniti al conducente per consentire ai passeggeri di pagare in modo conveniente e sicuro. Il dispositivo è a sua volta connesso con un sistema di pagamento che permette di effettuare la procedura. Questo di conseguenza è legato alla banca con il fine di approvare la corretta transizione dei pagamenti.

### Architettura Uber

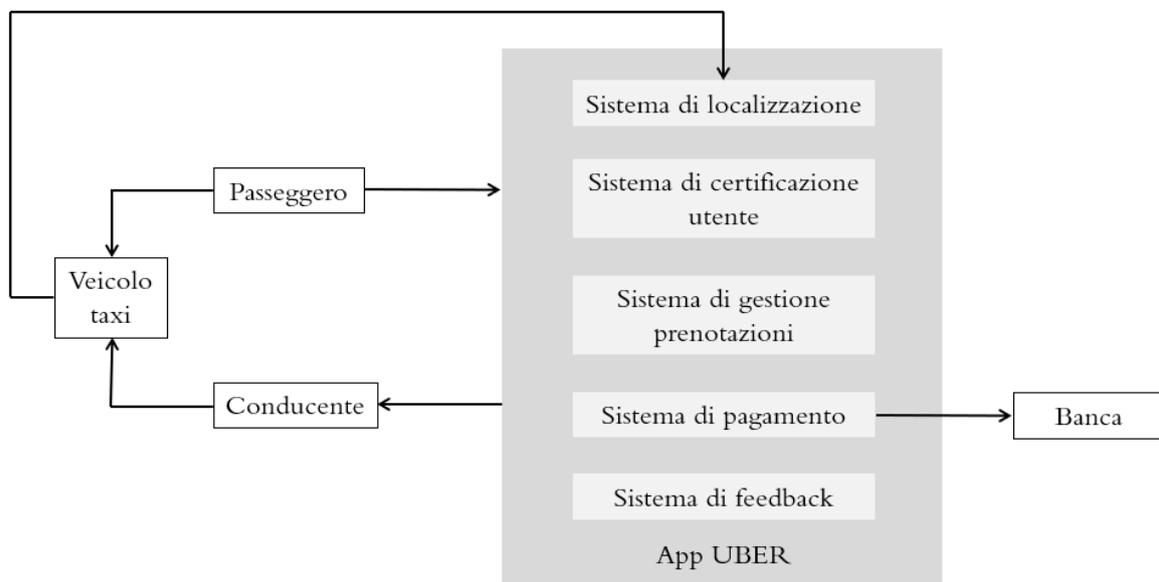


Figura 16: architettura Uber

Lo schema illustra l'architettura Uber (figura 16). Come è possibile osservare dalla rappresentazione, Uber fornisce servizi di trasporto attraverso un'applicazione mobile. L'app Uber consente agli utenti di richiedere facilmente un passaggio in auto con autisti privati registrati sulla piattaforma. Questa è caratterizzata da diversi sistemi che permettono al passeggero e al conducente di comunicare al fine di portare al termine l'erogazione del servizio. Questi sono:

il sistema di localizzazione, caratterizzato da particolari algoritmi, attraverso il quale è possibile identificare la posizione esatta del veicolo, calcolare la distanza dal passeggero e di conseguenza calcolare i tempi di attesa. In particolare il sistema di tracciamento utilizzato da Uber è reso possibile attraverso l'uso di diverse tecnologie e funzionalità integrate

nell'applicazione. Una tra queste è la tecnologia GPS: una rete di satelliti che fornisce informazioni sulla posizione geografica in tempo reale. L'app Uber utilizza il GPS integrato nei dispositivi mobili degli utenti e dei conducenti per monitorare la posizione esatta dei veicoli durante i viaggi.

Il sistema di gestione prenotazioni, importante perché è questo che permette l'intera organizzazione del viaggio: svolge un ruolo cruciale nell'organizzazione e nel rendere efficiente l'esecuzione dei viaggi richiesti dagli utenti. In modo particolare, questo si occupa in primo luogo dell'abbinamento tra passeggeri e conducenti infatti, quando un utente richiede un viaggio tramite l'app Uber, il sistema entra in azione, analizzando la posizione del passeggero, la destinazione desiderata e la disponibilità dei conducenti nella zona. Utilizzando algoritmi sofisticati, il sistema individua il conducente più vicino e idoneo per soddisfare la richiesta del passeggero, tenendo conto di vari fattori come la distanza, il tempo di attesa e la valutazione del conducente. Una volta effettuato l'abbinamento, il sistema gestisce anche i dettagli logistici del viaggio. Calcola il percorso ottimale da seguire, tenendo conto delle condizioni del traffico in tempo reale, dei tempi di percorrenza stimati e delle preferenze del passeggero, fornendo così una stima accurata del tempo di arrivo alla destinazione. Inoltre, il sistema gestisce anche la tariffazione del viaggio, calcolando automaticamente il costo in base alla distanza percorsa e al tempo trascorso, applicando eventuali tariffe dinamiche in base alla domanda e all'offerta del servizio.

Un altro aspetto cruciale gestito dall'app Uber riguarda la sicurezza e la gestione dei rischi (sistema di certificazione utente). Uber infatti implementa rigorose misure di sicurezza per proteggere sia i passeggeri che i conducenti durante il viaggio. Questo include la verifica dei conducenti, la tracciabilità dei viaggi in tempo reale, il supporto in-app per situazioni di emergenza e la gestione dei reclami relativi alla sicurezza. Il sistema monitora costantemente le prestazioni dei viaggi e le valutazioni dei conducenti, intervenendo prontamente in caso di problemi o comportamenti inappropriati.

L'app Uber è progettata inoltre per essere flessibile ed efficiente, adattandosi rapidamente alle variazioni nella domanda e nell'offerta di servizi di trasporto. Questo significa che può gestire picchi di richiesta durante eventi speciali o ore di punta, redistribuendo i conducenti per soddisfare la domanda in modo efficace e mantenere bassi i tempi di attesa per i passeggeri. Tutto ciò è gestito dal sistema di pagamento che è collegato alle banche ed è costituito da algoritmi di calcolo del prezzo dinamici. Uber pertanto utilizza un modello di prezzi dinamici che si basa su algoritmi complessi per regolare i prezzi in base alla domanda e all'offerta. Questi algoritmi considerano diversi fattori, come la disponibilità dei conducenti

e la richiesta di trasporto in una determinata area e momento, per determinare i prezzi dei viaggi in tempo reale. Inoltre tramite le banche questo sistema ha anche il compito di autorizzare le transazioni dei pagamenti e di permettere che il servizio vada a buon fine. Infine si ha il sistema di feedback, questo consente ai passeggeri e ai conducenti di fornire feedback sulla loro esperienza dopo ogni viaggio. I passeggeri possono valutare i conducenti in base a criteri come la cortesia, la guida sicura e la pulizia del veicolo; allo stesso modo, i conducenti possono valutare i passeggeri in base al loro comportamento durante il viaggio. Questo sistema di feedback aiuta Uber a mantenere elevati standard di servizio e a garantire esperienze positive per entrambe le parti.

#### 4.3.1 Risultati derivanti dall'analisi delle architetture

Facendo riferimento al grafico rappresentante i quattro quadranti (figura 9), che evidenzia come il caso studio in esame si colloca in relazione alla trasformazione da non digitale a digitale e da prodotto a servizio e, tenendo conto delle architetture analizzate nella Fase 3 del modello, è possibile trarre diverse considerazioni.

In merito la transizione da auto a auto autonoma, prima tra tutte, appare evidente l'evoluzione e il ruolo di coinvolgimento dell'utente nei confronti degli artefatti: mentre i prodotti non-digitali vedono esclusivamente il coinvolgimento dell'utente e dell'artefatto (tutte le attività sono infatti svolte dall'utente che interagisce in maniera diretta con l'artefatto non digitale), i prodotti digitali vedono un ruolo più importante di quest'ultimo. Ciò ad esempio evince nell'aggiunta di ulteriori componenti all'auto autonoma, come sensori, CPU, router wi-fi, bluetooth e telecamere, tutti componenti che rendono il prodotto digitale in grado di agire in completa autonomia, ponendo in secondo piano il ruolo dell'user, che interagirà con l'artefatto esclusivamente attraverso apposita app, connessa all'auto tramite internet. Il prodotto digitale infatti, non rappresenta più solo uno strumento passivo, ma diventa il tramite attraverso cui l'essere umano interagisce con il mondo digitale, definendo ogni aspetto della propria esperienza.

Un ulteriore punto da sottolineare riguarda il cambiamento delle abitudini di viaggio, attraverso l'integrazione di servizi digitali direttamente all'interno delle auto, come display digitali, applicazioni per la produttività e servizi di navigazione avanzata, intelligenza artificiale, interni confortevoli e personalizzabili, ecc... Tuttavia, con questa maggiore connettività e integrazione dei servizi digitali, sorgono anche nuove sfide legate alla sicurezza e alla privacy dei dati. È essenziale garantire che le auto autonome siano protette

da minacce informatiche e che i dati degli utenti siano trattati in modo sicuro e rispettoso della privacy.

Analizzando invece la transizione da prodotto a servizio si evince una maggiore centralità del ruolo della tecnologia, che comporta una minore responsabilità dell'essere umano nella gestione del servizio stesso. Infatti paragonando le architetture si osserva come alcuni blocchi presenti nel servizio non digitale (come "stazione taxi", "terminali di prenotazione", ecc...), non siano più presenti nel servizio digitale, in quanto sostituiti dai blocchi rappresentanti i sistemi che gestiscono, attraverso appositi algoritmi, l'intero servizio (a partire dalla prenotazione fino al feedback finale da parte del cliente). Attraverso questa trasformazione si genera così un cambio di prospettiva, dove le aziende non vedono più i loro prodotti come semplici oggetti da vendere, ma come piattaforme per offrire esperienze continue ai clienti. Queste pertanto mirano ad offrire una maggiore qualità del servizio fornito: ad esempio, attraverso l'applicazione mobile di Uber, a differenza dei tradizionali taxi, è possibile non solo monitorare costantemente la localizzazione del mezzo, ma anche scegliere una gamma di alternative disponibili, come il tipo di veicolo, la sua grandezza, determinati comfort in relazione alle esigenze del cliente o ancora la possibilità di portare con se animali domestici.

Questo livello di flessibilità e controllo sull'esperienza di viaggio è stato un fattore chiave nel differenziare il servizio offerto da Uber rispetto ai taxi tradizionali.

Analizzando invece in maniera parallela il servizio Uber con l'auto a guida autonoma è possibile riscontrare sia analogie che diversità.

Una delle principali differenze tra i due approcci è la presenza e il ruolo umano. Nel servizio Uber, un conducente umano è ancora al volante; esso ha la completa gestione del veicolo e deve assicurarsi che il viaggio si svolga senza intoppi. Questa condizione offre una sensazione di sicurezza e fiducia per molti passeggeri, sapendo che c'è una persona reale al comando del veicolo. D'altro canto, le auto a guida autonoma operano senza la necessità di un intervento umano diretto, affidandosi a sofisticati sistemi di intelligenza artificiale e sensori per navigare autonomamente nel traffico.

Per concludere, è fondamentale promuovere l'innovazione e l'adozione responsabile di queste tecnologie, garantendo nel contempo un'attenzione adeguata alla sicurezza, all'equità e alla sostenibilità.

La cultura automobilistica infatti potrebbe subire un vero e proprio ribaltamento, ad esempio con l'aumento dei servizi di ride-sharing basati su auto autonome, sempre più persone

potrebbero scegliere di rinunciare alla proprietà dell'auto in favore di soluzioni di mobilità più flessibili e convenienti. Questo potrebbe portare a una diminuzione della dipendenza dall'auto individuale e a una maggiore condivisione delle risorse di trasporto, con potenziali benefici soprattutto per l'ambiente.

#### 4.4 Fase 4: identificazione degli indicatori di affordance

Nella quarta fase del modello sono stati individuati i vari indicatori. L'identificazione è stata effettuata pensando all'uso principale dell'artefatto e tenendo conto sia dei diagrammi di flusso che dell'architettura definita nelle fasi 2 e 3. Durante lo svolgimento del seguente step si è inoltre tenuto conto degli indicatori identificati nei lavori precedenti (Calzoni, 2022) e (Tiotto, 2022), i quali sono stati utilizzati come base per l'identificazione degli attuali.

Gli elenchi degli indicatori di affordance con il loro numero di identificazione sia per l'auto che per l'auto a guida autonoma, che per il taxi, che per Uber sono riportati nelle tabelle a seguire, rispettivamente Tabella 3, Tabella 4, Tabella 5 e Tabella 6.

Tabella 3: elenco indicatori auto

| AUTO   |
|--|
| Colore (I1)  |
| Materiale dei sedili (I2)  |
| Modello del veicolo (I3)   |
| Illuminazione interna (I4)   |
| Segnali luminosi di emergenza (I5)   |
| Display digitale (I6)  |
| Sensore di pressione dei pneumatici (I7)                                     |
| Suono delle cinture di sicurezza (I8)  |
| Sistema di assistenza al parcheggio con feedback sonoro (I9)                 |
| Luci diurne automatiche (I10)  |
| Modalità di guida regolabili (I11)   |
| Sedili regolabili (I12)  |
| Leva del cambio (I13)  |
| Comandi multifunzione al volante (I14)                                       |
| Segnali acustici di allarme (I15)  |
| Spia luminosa del carburante (I16)   |
| Chiusura centralizzata (I17)   |
| Rumore del motore (I18)  |
| Sensore di pioggia per tergicristalli automatici (I19)                       |
| Sistema di riconoscimento del conducente (I20)                               |
| Specchietti retrovisori regolabili (I21)                                     |
| Regolazione del colore dei finestrini (I22)                                  |
| Controllo automatico dei finestrini legato alle condizioni meteo (I23)       |
| Controllo dei finestrini in merito la sicurezza di bambini e/o animali (I24) |
| Controllo dei finestrini per una ventilazione naturale dell'auto (I25)       |
| Presenza di accessori di comfort interni (I26)                               |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I27)                |
| Modalità altezza auto regolabile (I28)                                       |
| Climatizzatore automatico (I29)  |

Tabella 4: elenco indicatori auto a guida autonoma

| AUTO A GUIDA AUTONOMA  |
|--|
| Colore (I1)  |
| Materiale dei sedili (I2)  |
| Modello del veicolo (I3)   |
| Sistema di illuminazione ambientale reattiva (I4)                            |
| Segnali luminosi di emergenza (I5)   |
| Display digitale dinamico (I6)   |
| Feedback sonoro durante il parcheggio automatico (I7)                        |
| Suono delle cinture di sicurezza (I8)  |
| Pannello di controllo centrato sull'utente (I9)                              |
| Luci diurne automatiche (I10)  |
| Feedback sonoro variabile in base alla velocità (I11)                        |
| Sedili regolabili (I12)  |
| Proiezioni sul parabrezza (I13)  |
| Risposta tattile nei controlli touch screen (I14)                            |
| Segnali acustici di allarme (I15)  |
| Sensazione di accelerazione regolata (I16)                                   |
| Chiusura centralizzata (I17)   |
| Rumore del motore (I18)  |
| Comunicazioni visive tramite display esterni (I19)                           |
| Visualizzazione avanzata delle informazioni di viaggio (I20)                 |
| Riconoscimento vocale contestuale (I21)                                      |
| Feedback visivo durante la ricarica o il rifornimento (I22)                  |
| Regolazione del colore dei finestrini (I23)                                  |
| Controllo automatico dei finestrini legato alle condizioni meteo (I24)       |
| Controllo dei finestrini in merito la sicurezza di bambini e/o animali (I25) |
| Controllo da remoto dei finestrini (I26)                                     |
| Controllo dei finestrini per una ventilazione naturale dell'auto (I27)       |
| Presenza di accessori di comfort interni (I28)                               |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I29)                |
| Modalità altezza auto regolabile (I30)                                       |
| Assistenza full-time (I31)   |

Di seguito sono riportati alcuni commenti in merito la scelta delle affordance, nello specifico:

- per “modalità di guida regolabili (I11)” si intende la scelta di guida da parte del conducente se in modalità “eco” oppure “sport”;
- per “feedback sonoro durante il parcheggio automatico (I11)” si intende un sistema di parcheggio automatico che potrebbe emettere segnali sonori che indicano la distanza dagli ostacoli durante la manovra di parcheggio.
- per “sensazione di accelerazione regolata (I16)” si fa riferimento alla sensazione di accelerazione o decelerazione all'interno del veicolo che potrebbe essere modulata per fornire un feedback intuitivo agli occupanti sulla dinamica di guida.
- per “comunicazioni visive tramite display esterni (I19)” si fa riferimento ad esempio a display esterni posizionati su diverse parti dell'auto che potrebbero proiettare messaggi visivi per comunicare con i pedoni o altri conducenti sulla strada.

- per “regolazione del colore dei finestrini (I23)” si fa riferimento al caso in cui si utilizzano finestrini intelligenti o vetri oscuranti; potrebbe infatti essere aggiunta un'affordance per consentire agli occupanti dell'auto di regolare la trasparenza dei finestrini in base alle loro preferenze o alle condizioni ambientali. O ancora per consentirgli di oscurare completamente i finestrini al fine di garantire la privacy quando necessario.

- per “controllo automatico dei finestrini legato alle condizioni meteo (I24)” ci si riferisce alla presenza di un sistema che rileva la pioggia e chiude automaticamente i finestrini per proteggere l'interno dell'auto e i suoi occupanti durante il percorso.

- per “controllo da remoto dei finestrini (I26)” si fa riferimento alla possibilità di controllare i finestrini dell'auto da remoto, ad esempio tramite un'applicazione per smartphone o un telecomando dedicato. Questo potrebbe essere utile per ventilare l'auto prima di entrarci, o per chiudere i finestrini dimenticati da remoto.

- per “controllo dei finestrini per una ventilazione naturale dell'auto (I27)” si è pensato all'integrazione di una funzione che permetta ai finestrini di aprirsi parzialmente in una posizione che favorisce una ventilazione naturale dell'auto, contribuendo a mantenere l'abitacolo fresco e ben aerato.

- per “presenza di accessori di comfort interni (I28)” ci si riferisce alla presenza di accessori interni all'auto, come poggia braccio, poggia bevande, ripiani o porta-oggetti, con lo scopo di rendere il più confortevole possibile il viaggio.

- per “modalità altezza auto regolabile (I30)” si è pensato all'implementazione di un sistema di regolazione automatica degli ammortizzatori che rilevi condizioni di guida potenzialmente pericolose, come curve strette o superfici scivolose, e adatti la sospensione per migliorare la stabilità e la trazione dell'auto. O ancora che permetta di aumentare temporaneamente l'altezza dell'auto per attraversare guadi o corsi d'acqua poco profondi senza rischiare danni ai componenti della sospensione o dell'impianto elettrico. O ancora che consenta di sollevare l'altezza del veicolo durante il parcheggio su terreni irregolari o sconnessi, garantendo una maggiore distanza dal terreno e riducendo il rischio di danni alla parte inferiore dell'auto.

Si potrebbe inoltre integrare ad un meccanismo che consenta di abbassare l'altezza dell'auto per facilitare l'accesso agli occupanti anziani o con mobilità ridotta, riducendo l'altezza della soglia dell'auto e agevolando l'ingresso e l'uscita.

Tabella 5: elenco indicatori taxi

| TAXI   |
|--|
| Colore (I1)  |
| Materiale dei sedili (I2)                                    |
| Modello del veicolo (I3)                                     |
| Illuminazione interna (I4)                                   |
| Regolazione del colore dei finestrini (I5)                   |
| Presenza di accessori di comfort interni (I6)                |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I7) |
| Display delle tariffe luminoso (I8)                          |
| Display digitale del percorso (I9)                           |
| Segnali luminosi di emergenza (I10)                          |
| Suono delle cinture di sicurezza (I11)                       |
| Suono di conferma del pagamento (I12)                        |
| Monitoraggio dei costi e delle spese (I13)                   |

Tabella 6: elenco indicatori Uber

| UBER   |
|--|
| Colore (I1)  |
| Materiale dei sedili (I2)                                    |
| Modello del veicolo (I3)                                     |
| Illuminazione interna (I4)                                   |
| Regolazione del colore dei finestrini (I5)                   |
| Presenza di accessori di comfort interni (I6)                |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I7) |
| Display delle tariffe luminoso (I8)                          |
| Display digitale del percorso (I9)                           |
| Segnali luminosi di emergenza (I10)                          |
| Suono delle cinture di sicurezza (I11)                       |
| Suono di conferma del pagamento (I12)                        |
| Opzioni di pagamento flessibili (I13)                        |
| Sistema di punteggio per i conducenti (I14)                  |
| Stima del tempo di attesa (I15)                              |
| Sconti & programma fedeltà (I16)                             |
| Sistema di guida condivisa (I17)                             |
| Gestione delle notifiche e delle comunicazioni (I18)         |
| Notifiche di ritardo (I19)                                   |
| Feedback e valutazioni (I20)                                 |
| Scelta del conducente con cui effettuare la tratta (I21)     |
| Riepilogo delle spese (I22)                                  |
| Servizio di assistenza clienti 24/7 (I23)                    |

Di seguito sono riportati alcuni commenti in merito la scelta delle affordance, nello specifico:

- per “monitoraggio dei costi e delle spese (I13)” ci si riferisce al monitoraggio in tempo reale dei costi del viaggio e del totale delle spese relative ai viaggi effettuati da parte dell’utente.
- per “opzioni di pagamento flessibili (I13)” si fa riferimento alle diverse opzioni di pagamento, come: contanti, carte di credito o servizi di pagamento elettronico.
- per “sistema di punteggio per conducenti (I14)” si fa riferimento al punteggio medio dei conducenti, basato su feedback e valutazioni dei passeggeri.
- per “sistema di guida condivisa (I17)” si intende la possibilità di condividere i viaggi con altri passeggeri per ottimizzare i costi.
- per “scelta del conducente con cui effettuare la tratta (I21)” si intende la possibilità di scegliere il conducente con cui viaggiare in relazione alle proprie esigenze e alle loro valutazioni.

#### 4.5 Fase 5: identificazione delle affordance

L'identificazione delle affordance è stata eseguita in linea con l'identificazione degli indicatori di affordance, osservando il diagramma di flusso e l'architettura del sistema identificati nelle fasi 2 e 3 del modello, considerando l'uso principale degli artefatti e tenendo conto anche di possibili usi insoliti. L'identificazione delle affordance ha seguito la metodologia individuata nel lavoro di (Perpignano, 2020): in linea con i criteri individuati in (Evans, 2017) e secondo il lavoro di (Chenyi Chen, 2015).

Le tabelle 7, 8, 9 e 10 riportano un elenco di affordance con il loro numero di identificazione, rispettivamente per auto, auto a guida autonoma, taxi e Uber.

*Tabella 7: elenco di affordance auto*

| AUTO   |
|--|
| Affordance legate ai cinque sensi (A1)                     |
| Affinità con le prestazioni alla guida (A2)                |
| Possibilità di regolazione dei componenti interni (A3)     |
| Possibilità di monitorare costo e km percorsi (A4)         |
| Possibilità di interazione (intelligenza artificiale) (A5) |

*Tabella 8: elenco di affordance auto a guida autonoma*

| AUTO A GUIDA AUTONOMA                                      |
|--|
| Affordance legate ai cinque sensi (A1)                     |
| Affinità con le prestazioni durante il viaggio (A2)        |
| Possibilità di regolazione dei componenti interni (A3)     |
| Possibilità di monitorare costo e km percorsi (A4)         |
| Possibilità di interazione (intelligenza artificiale) (A5) |
| Possibilità di esprimere opinioni (A6)                     |
| Possibilità di avere assistenza (A7)                       |
| Affordance comandi automatici (A8)                         |

Tabella 9: elenco di affordance taxi

| TAXI   |
|--|
| Affordance legate ai cinque sensi (A1)             |
| Affinità con il pagamento (A2)                     |
| Possibilità di visualizzare il percorso (A3)       |
| Possibilità di monitorare costo e km percorsi (A4) |

Tabella 10: elenco di affordance Uber

| UBER   |
|--|
| Affordance legate ai cinque sensi (A1)             |
| Affinità con il pagamento (A2)                     |
| Possibilità di visualizzare il percorso (A3)       |
| Possibilità di monitorare costo e km percorsi (A4) |
| Affordance nella navigazione del sito web/app (A5) |
| L'interazione con gli altri (A6)                   |
| Affordance nell'account utente (A7)                |
| Possibilità di avere assistenza (A8)               |
| Possibilità di avere una riduzione del costo (A9)  |
| Possibilità di esprimere opinioni (A10)            |

#### 4.6 Fase 6: costruzione della matrice di incidenza

Nella fase 6 del modello sono state costruite le matrici di incidenza, associando a ogni affordance gli indicatori di affordance che danno origine alla percezione di quella stessa affordance. Le matrici sono riportate rispettivamente nelle tabelle di seguito (tabella 11, tabella 12, tabella 13, tabella 14) dove le affordance e gli indicatori di affordance sono rappresentati con il loro numero identificativo rispettivamente nelle righe in giallo e nelle colonne in blu.

Tabella 11: matrice di incidenza per auto

| Matrice di incidenza AUTO |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                           | I1 | I2 | I3 | I4 | I5 | I6 | I7 | I8 | I9 | I10 | I11 | I12 | I13 | I14 | I15 | I16 | I17 | I18 | I19 | I20 | I21 | I22 | I23 | I24 | I25 | I26 | I27 | I28 | I29 |
| A1                        | x  | x  | x  | x  | x  |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| A2                        |    |    |    |    |    |    | x  | x  |    | x   | x   | x   | x   | x   | x   |     |     |     |     |     |     | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x   |     |
| A3                        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     | x   | x   | x   | x   | x   |     |     |     |     |     |     | x   | x   | x   | x   | x   | x   |     | x   |
| A4                        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| A5                        |    |    |    |    |    | x  |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | x   |

Tabella 12: matrice di incidenza per auto a guida autonoma

| Matrice di incidenza AUTO A GUIDA AUTONOMA |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|  | I1 | I2 | I3 | I4 | I5 | I6 | I7 | I8 | I9 | I10 | I11 | I12 | I13 | I14 | I15 | I16 | I17 | I18 | I19 | I20 | I21 | I22 | I23 | I24 | I25 | I26 | I27 | I28 | I29 | I30 | I31 |
| A1   | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| A2   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     | x   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | x   | x   |     |     |     |     |     |     |
| A3   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     | x   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | x   | x   | x   | x   |     |     |     |     |     |
| A4   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| A5   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| A6   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| A7   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| A8   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Tabella 13: matrice di incidenza taxi

| Matrice di incidenza TAXI |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |
|---------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
|                           | I1 | I2 | I3 | I4 | I5 | I6 | I7 | I8 | I9 | I10 | I11 | I12 | I13 |
| A1                        | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  |    |    |     |     | x   | x   |
| A2                        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     | x   |
| A3                        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     | x   |
| A4                        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     | x   |

Tabella 14: matrice di incidenza Uber

| Matrice di incidenza UBER |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                           | I1 | I2 | I3 | I4 | I5 | I6 | I7 | I8 | I9 | I10 | I11 | I12 | I13 | I14 | I15 | I16 | I17 | I18 | I19 | I20 | I21 | I22 | I23 |
| A1                        | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| A2                        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| A3                        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| A4                        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| A5                        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| A6                        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| A7                        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| A8                        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| A9                        |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| A10                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

## 4.7 Fasi conclusive del modello

Le fasi conclusive del modello sono quelle che prevedono la valutazione, in primo luogo degli indicatori di affordance e successivamente delle affordance vere e proprie. Nello specifico, nella Fase 7 del modello bisogna effettuare la valutazione degli indicatori di affordance per i vari artefatti (auto-auto a guida autonoma/taxi-Uber). Per poter procedere con la seguente analisi però, è necessario sottoporre un questionario nel quale si chiede di associare un valore a ciascun indicatore (secondo la scala Guttman, 1944). I valori da considerare per la valutazione sono i seguenti:

-1 se percepito negativamente, +1 se percepito positivamente, 0 se non è possibile fornire una valutazione. A seguito di ciò sarà possibile associare una valutazione a ciascun indicatore, considerando il valore con la massima frequenza.

Nelle tabelle di seguito (tabella 15, tabella 16, tabella 17, tabella 18) sono riportate dei prototipi di tabelle che potranno essere utilizzate in futuro per effettuare la valutazione.

Tabella 15: valutazione degli indicatori di affordance per l'auto

| AUTO   | (+1) | 0 | (-1) | VALUTAZIONE |
|--|------|---|------|-------------|
| Colore (I1)  |      |   |      |             |
| Materiale dei sedili (I2)  |      |   |      |             |
| Modello del veicolo (I3)   |      |   |      |             |
| Illuminazione interna (I4)   |      |   |      |             |
| Segnali luminosi di emergenza (I5)   |      |   |      |             |
| Display digitale (I6)  |      |   |      |             |
| Sensore di pressione dei pneumatici (I7)                                     |      |   |      |             |
| Suono delle cinture di sicurezza (I8)  |      |   |      |             |
| Sistema di assistenza al parcheggio con feedback sonoro (I9)                 |      |   |      |             |
| Luci diurne automatiche (I10)  |      |   |      |             |
| Modalità di guida regolabili (I11)   |      |   |      |             |
| Sedili regolabili (I12)  |      |   |      |             |
| Leva del cambio (I13)  |      |   |      |             |
| Comandi multifunzione al volante (I14)                                       |      |   |      |             |
| Segnali acustici di allarme (I15)  |      |   |      |             |
| Spia luminosa del carburante (I16)   |      |   |      |             |
| Chiusura centralizzata (I17)   |      |   |      |             |
| Rumore del motore (I18)  |      |   |      |             |
| Sensore di pioggia per tergicristalli automatici (I19)                       |      |   |      |             |
| Sistema di riconoscimento del conducente (I20)                               |      |   |      |             |
| Specchietti retrovisori regolabili (I21)                                     |      |   |      |             |
| Regolazione del colore dei finestrini (I22)                                  |      |   |      |             |
| Controllo automatico dei finestrini legato alle condizioni meteo (I23)       |      |   |      |             |
| Controllo dei finestrini in merito la sicurezza di bambini e/o animali (I24) |      |   |      |             |
| Controllo dei finestrini per una ventilazione naturale dell'auto (I25)       |      |   |      |             |
| Presenza di accessori di comfort interni (I26)                               |      |   |      |             |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I27)                |      |   |      |             |
| Modalità altezza auto regolabile (I28)                                       |      |   |      |             |
| Climatizzatore automatico (I29)  |      |   |      |             |

Tabella 16: valutazione degli indicatori di affordance per l'auto a guida autonoma

| AUTO A GUIDA AUTONOMA  | (+1) | 0 | (-1) | VALUTAZIONE |
|--|------|---|------|-------------|
| Colore (I1)  |      |   |      |             |
| Materiale dei sedili (I2)  |      |   |      |             |
| Modello del veicolo (I3)   |      |   |      |             |
| Sistema di illuminazione ambientale reattiva (I4)                            |      |   |      |             |
| Segnali luminosi di emergenza (I5)   |      |   |      |             |
| Display digitale dinamico (I6)   |      |   |      |             |
| Feedback sonoro durante il parcheggio automatico (I7)                        |      |   |      |             |
| Suono delle cinture di sicurezza (I8)  |      |   |      |             |
| Pannello di controllo centrato sull'utente (I9)                              |      |   |      |             |
| Luci diurne automatiche (I10)  |      |   |      |             |
| Feedback sonoro variabile in base alla velocità (I11)                        |      |   |      |             |
| Sedili regolabili (I12)  |      |   |      |             |
| Proiezioni sul parabrezza (I13)  |      |   |      |             |
| Risposta tattile nei controlli touch screen (I14)                            |      |   |      |             |
| Segnali acustici di allarme (I15)  |      |   |      |             |
| Sensazione di accelerazione regolata (I16)                                   |      |   |      |             |
| Chiusura centralizzata (I17)   |      |   |      |             |
| Rumore del motore (I18)  |      |   |      |             |
| Comunicazioni visive tramite display esterni (I19)                           |      |   |      |             |
| Visualizzazione avanzata delle informazioni di viaggio (I20)                 |      |   |      |             |
| Riconoscimento vocale contestuale (I21)                                      |      |   |      |             |
| Feedback visivo durante la ricarica o il rifornimento (I22)                  |      |   |      |             |
| Regolazione del colore dei finestrini (I23)                                  |      |   |      |             |
| Controllo automatico dei finestrini legato alle condizioni meteo (I24)       |      |   |      |             |
| Controllo dei finestrini in merito la sicurezza di bambini e/o animali (I25) |      |   |      |             |
| Controllo da remoto dei finestrini (I26)                                     |      |   |      |             |
| Controllo dei finestrini per una ventilazione naturale dell'auto (I27)       |      |   |      |             |
| Presenza di accessori di comfort interni (I28)                               |      |   |      |             |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I29)                |      |   |      |             |
| Modalità altezza auto regolabile (I30)                                       |      |   |      |             |
| Assistenza full-time (I31)   |      |   |      |             |

Tabella 17: valutazione degli indicatori di affordance per il taxi

| TAXI   | (+1) | 0 | (-1) | VALUTAZIONE |
|--|------|---|------|-------------|
| Colore (I1)  |      |   |      |             |
| Materiale dei sedili (I2)                                    |      |   |      |             |
| Modello del veicolo (I3)                                     |      |   |      |             |
| Illuminazione interna (I4)                                   |      |   |      |             |
| Regolazione del colore dei finestrini (I5)                   |      |   |      |             |
| Presenza di accessori di comfort interni (I6)                |      |   |      |             |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I7) |      |   |      |             |
| Display delle tariffe luminoso (I8)                          |      |   |      |             |
| Display digitale del percorso (I9)                           |      |   |      |             |
| Segnali luminosi di emergenza (I10)                          |      |   |      |             |
| Suono delle cinture di sicurezza (I11)                       |      |   |      |             |
| Suono di conferma del pagamento (I12)                        |      |   |      |             |
| Monitoraggio dei costi e delle spese (I13)                   |      |   |      |             |

Tabella 18: valutazione degli indicatori di affordance per Uber

| UBER   | (+1) | 0 | (-1) | VALUTAZIONE |
|--|------|---|------|-------------|
| Colore (I1)  |      |   |      |             |
| Materiale dei sedili (I2)                                    |      |   |      |             |
| Modello del veicolo (I3)                                     |      |   |      |             |
| Illuminazione interna (I4)                                   |      |   |      |             |
| Regolazione del colore dei finestrini (I5)                   |      |   |      |             |
| Presenza di accessori di comfort interni (I6)                |      |   |      |             |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I7) |      |   |      |             |
| Display delle tariffe luminoso (I8)                          |      |   |      |             |
| Display digitale del percorso (I9)                           |      |   |      |             |
| Segnali luminosi di emergenza (I10)                          |      |   |      |             |
| Suono delle cinture di sicurezza (I11)                       |      |   |      |             |
| Suono di conferma del pagamento (I12)                        |      |   |      |             |
| Opzioni di pagamento flessibili (I13)                        |      |   |      |             |
| Sistema di punteggio per i conducenti (I14)                  |      |   |      |             |
| Stima del tempo di attesa (I15)                              |      |   |      |             |
| Sconti & programma fedeltà (I16)                             |      |   |      |             |
| Sistema di guida condivisa (I17)                             |      |   |      |             |
| Gestione delle notifiche e delle comunicazioni (I18)         |      |   |      |             |
| Notifiche di ritardo (I19)                                   |      |   |      |             |
| Feedback e valutazioni (I20)                                 |      |   |      |             |
| Scelta del conducente con cui effettuare la tratta (I21)     |      |   |      |             |
| Riepilogo delle spese (I22)                                  |      |   |      |             |
| Servizio di assistenza clienti 24/7 (I23)                    |      |   |      |             |

Nella Fase 8 e nella Fase 9 del modello invece bisogna effettuare la valutazione finale delle affordance utilizzando la matrice di incidenza (ricavata nella Fase 6) e la valutazione degli indicatori di affordance. A seguire verranno identificate le affordance percepite negativamente e verranno compresi quali sono gli aspetti del sistema che avrebbero un impatto. Tali affordance verranno poi smistate sugli artefatti e sui servizi, consentendo di comprendere se è prevalsa la percezione sensoriale o quella esperienziale e quindi su quale componente del sistema i progettisti dovrebbero intervenire per migliorare l'usabilità.

Per poter procedere con la realizzazione delle ultime Fasi del modello è necessario raccogliere quanti più dati possibile, ad esempio attraverso un questionario. Di seguito verrà

riportato un prototipo di questionario che in futuro sarà possibile somministrare per portare a completamento le ultime fasi del modello.

Tenendo conto anche del lavoro di tesi precedente (Calzoni, 2022) si è pensato di dividere il questionario in cinque parti:

1. La **prima parte** (tabella 19) è caratterizzata da domande di tipo personale e generale, al fine di creare un profilo per ogni intervistato:

*Tabella 19: prima parte del questionario*

| Domande personali                                 |              |                       |                   |                            |
|---|--------------|-----------------------|-------------------|----------------------------|
| Selezionare una sola alternativa                  |              |                       |                   |                            |
| Domande   | Risposte     |                       |                   |                            |
| Quale è la tua età?                               | <18          | 18 - 30               | 31- 50            | >50                        |
| Quale è il tuo genere?                            | Maschio      | Femmina               | Non Binario       | Preferisco non specificare |
| Quale è la tua occupazione?                       | Studente     | Lavoratore            | Disoccupato       | In pensione                |
| In quale fascia si colloca il tuo reddito?        | <20.000€     | 20.001€ - 30.000€     | 30.001€ - 60.000€ | >60.001                    |
| Hai mai utilizzato servizi taxi?                  | Sì           | No                    |                   |                            |
| Quanto spesso utilizzi il servizio taxi?          | Molto spesso | Qualche volta al mese | Ogni tanto        | Mai                        |
| Conosci il servizio Uber?                         | Sì           | No                    |                   |                            |
| Se sì, quanto spesso lo utilizzi?                 | Molto spesso | Qualche volta al mese | Ogni tanto        | Mai                        |
| Quanto spesso utilizzi la tua auto?               | Ogni giorno  | Qualche volta al mese | Ogni tanto        | Mai                        |
| Hai mai sentito parlare di auto a guida autonoma? | Sì           | No                    |                   |                            |
| Se sì, quanto spesso lo utilizzi?                 | Molto spesso | Qualche volta al mese | Ogni tanto        | Mai                        |

2. Nella **seconda parte** (tabella 20, tabella 21, tabella 22, tabella 23) invece, dopo aver fornito agli intervistati la definizione di Affordance Sensoriale ed Affordance Esperienziale, si chiede di associare ciascuna affordance ad una sola delle due categorie.

Tabella 20: seconda parte del questionario (taxi)

| TAXI   |              |            |
|--|--------------|------------|
| Indicatore d'affordance                                      | Componente   |            |
|  | Esperenziale | Sensoriale |
| Colore (I1)  |              |            |
| Materiale dei sedili (I2)                                    |              |            |
| Modello del veicolo (I3)                                     |              |            |
| Illuminazione interna (I4)                                   |              |            |
| Regolazione del colore dei finestrini (I5)                   |              |            |
| Presenza di accessori di comfort interni (I6)                |              |            |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I7) |              |            |
| Display delle tariffe luminoso (I8)                          |              |            |
| Display digitale del percorso (I9)                           |              |            |
| Segnali luminosi di emergenza (I10)                          |              |            |
| Suono delle cinture di sicurezza (I11)                       |              |            |
| Suono di conferma del pagamento (I12)                        |              |            |
| Monitoraggio dei costi e delle spese (I13)                   |              |            |

Tabella 21: seconda parte del questionario (Uber)

| UBER   |              |            |
|--|--------------|------------|
| Indicatore d'affordance                                      | Componente   |            |
|  | Esperenziale | Sensoriale |
| Colore (I1)  |              |            |
| Materiale dei sedili (I2)                                    |              |            |
| Modello del veicolo (I3)                                     |              |            |
| Illuminazione interna (I4)                                   |              |            |
| Regolazione del colore dei finestrini (I5)                   |              |            |
| Presenza di accessori di comfort interni (I6)                |              |            |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I7) |              |            |
| Display delle tariffe luminoso (I8)                          |              |            |
| Display digitale del percorso (I9)                           |              |            |
| Segnali luminosi di emergenza (I10)                          |              |            |
| Suono delle cinture di sicurezza (I11)                       |              |            |
| Suono di conferma del pagamento (I12)                        |              |            |
| Opzioni di pagamento flessibili (I13)                        |              |            |
| Sistema di punteggio per i conducenti (I14)                  |              |            |
| Stima del tempo di attesa (I15)                              |              |            |
| Sconti & programma fedeltà (I16)                             |              |            |
| Sistema di guida condivisa (I17)                             |              |            |
| Gestione delle notifiche e delle comunicazioni (I18)         |              |            |
| Notifiche di ritardo (I19)                                   |              |            |
| Feedback e valutazioni (I20)                                 |              |            |
| Scelta del conducente con cui effettuare la tratta (I21)     |              |            |
| Riepilogo delle spese (I22)                                  |              |            |
| Servizio di assistenza clienti 24/7 (I23)                    |              |            |

Tabella 22: seconda parte del questionario (auto)

| AUTO   |              |            |
|--|--------------|------------|
| Indicatore d'affordance  | Componente   |            |
|  | Esperenziale | Sensoriale |
| Colore (I1)  |              |            |
| Materiale dei sedili (I2)  |              |            |
| Modello del veicolo (I3)   |              |            |
| Illuminazione interna (I4)   |              |            |
| Segnali luminosi di emergenza (I5)   |              |            |
| Display digitale (I6)  |              |            |
| Sensore di pressione dei pneumatici (I7)                                     |              |            |
| Suono delle cinture di sicurezza (I8)  |              |            |
| Sistema di assistenza al parcheggio con feedback sonoro (I9)                 |              |            |
| Luci diurne automatiche (I10)  |              |            |
| Modalità di guida regolabili (I11)   |              |            |
| Sedili regolabili (I12)  |              |            |
| Leva del cambio (I13)  |              |            |
| Comandi multifunzione al volante (I14)                                       |              |            |
| Segnali acustici di allarme (I15)  |              |            |
| Spia luminosa del carburante (I16)   |              |            |
| Chiusura centralizzata (I17)   |              |            |
| Rumore del motore (I18)  |              |            |
| Sensore di pioggia per tergicristalli automatici (I19)                       |              |            |
| Sistema di riconoscimento del conducente (I20)                               |              |            |
| Specchietti retrovisori regolabili (I21)                                     |              |            |
| Regolazione del colore dei finestrini (I22)                                  |              |            |
| Controllo automatico dei finestrini legato alle condizioni meteo (I23)       |              |            |
| Controllo dei finestrini in merito la sicurezza di bambini e/o animali (I24) |              |            |
| Controllo dei finestrini per una ventilazione naturale dell'auto (I25)       |              |            |
| Presenza di accessori di comfort interni (I26)                               |              |            |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I27)                |              |            |
| Modalità altezza auto regolabile (I28)                                       |              |            |
| Climatizzatore automatico (I29)  |              |            |

Tabella 23: seconda parte del questionario (auto a guida autonoma)

| AUTO A GUIDA AUTONOMA  |              |            |
|--|--------------|------------|
| Indicatore d'affordance  | Componente   |            |
|  | Esperenziale | Sensoriale |
| Colore (I1)  |              |            |
| Materiale dei sedili (I2)  |              |            |
| Modello del veicolo (I3)   |              |            |
| Sistema di illuminazione ambientale reattiva (I4)                            |              |            |
| Segnali luminosi di emergenza (I5)   |              |            |
| Display digitale dinamico (I6)   |              |            |
| Feedback sonoro durante il parcheggio automatico (I7)                        |              |            |
| Suono delle cinture di sicurezza (I8)  |              |            |
| Pannello di controllo centrato sull'utente (I9)                              |              |            |
| Luci diurne automatiche (I10)  |              |            |
| Feedback sonoro variabile in base alla velocità (I11)                        |              |            |
| Sedili regolabili (I12)  |              |            |
| Proiezioni sul parabrezza (I13)  |              |            |
| Risposta tattile nei controlli touch screen (I14)                            |              |            |
| Segnali acustici di allarme (I15)  |              |            |
| Sensazione di accelerazione regolata (I16)                                   |              |            |
| Chiusura centralizzata (I17)   |              |            |
| Rumore del motore (I18)  |              |            |
| Comunicazioni visive tramite display esterni (I19)                           |              |            |
| Visualizzazione avanzata delle informazioni di viaggio (I20)                 |              |            |
| Riconoscimento vocale contestuale (I21)                                      |              |            |
| Feedback visivo durante la ricarica o il rifornimento (I22)                  |              |            |
| Regolazione del colore dei finestrini (I23)                                  |              |            |
| Controllo automatico dei finestrini legato alle condizioni meteo (I24)       |              |            |
| Controllo dei finestrini in merito la sicurezza di bambini e/o animali (I25) |              |            |
| Controllo da remoto dei finestrini (I26)                                     |              |            |
| Controllo dei finestrini per una ventilazione naturale dell'auto (I27)       |              |            |
| Presenza di accessori di comfort interni (I28)                               |              |            |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I29)                |              |            |
| Modalità altezza auto regolabile (I30)                                       |              |            |
| Assistenza full-time (I31)   |              |            |

3. Nella **terza parte** (tabella 24, tabella 25, tabella 26, tabella 27) del questionario, si chiede ai rispondenti, dopo aver fornito una definizione delle cinque categorie individuate, di associare ciascun indicatore di affordance alla categoria di appartenenza. È bene sottolineare che la scelta delle categorie è stata effettuata in relazione ai lavori di tesi precedenti, in modo particolare al lavoro di (Calzoni, 2022). Le categorie di affordance scelte sono le 5 evidenziate in tabella. In particolare nell'analisi che verrà effettuata si dovrà prestare particolare attenzione all'indicatore «Accessibilità» dal momento che aveva riscontrato un punto di debolezza nel lavoro di tesi di (Calzoni, 2022).

Tabella 24: terza parte del questionario (taxi)

| TAXI   |                          |                         |               |           |               |
|--|--------------------------|-------------------------|---------------|-----------|---------------|
| Indicatore d'affordance                                      | Categoria d'appartenenza |                         |               |           |               |
|  | Funzionalità di base     | Funzionalità aggiuntive | Accessibilità | Contenuto | Comunicazione |
| Colore (I1)  |                          |                         |               |           |               |
| Materiale dei sedili (I2)                                    |                          |                         |               |           |               |
| Modello del veicolo (I3)                                     |                          |                         |               |           |               |
| Illuminazione interna (I4)                                   |                          |                         |               |           |               |
| Regolazione del colore dei finestrini (I5)                   |                          |                         |               |           |               |
| Presenza di accessori di comfort interni (I6)                |                          |                         |               |           |               |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I7) |                          |                         |               |           |               |
| Display delle tariffe luminoso (I8)                          |                          |                         |               |           |               |
| Display digitale del percorso (I9)                           |                          |                         |               |           |               |
| Segnali luminosi di emergenza (I10)                          |                          |                         |               |           |               |
| Suono delle cinture di sicurezza (I11)                       |                          |                         |               |           |               |
| Suono di conferma del pagamento (I12)                        |                          |                         |               |           |               |
| Monitoraggio dei costi e delle spese (I13)                   |                          |                         |               |           |               |

Tabella 25: terza parte del questionario (Uber)

| UBER   |                          |                         |               |           |               |
|--|--------------------------|-------------------------|---------------|-----------|---------------|
| Indicatore d'affordance                                      | Categoria d'appartenenza |                         |               |           |               |
|  | Funzionalità di base     | Funzionalità aggiuntive | Accessibilità | Contenuto | Comunicazione |
| Colore (I1)  |                          |                         |               |           |               |
| Materiale dei sedili (I2)                                    |                          |                         |               |           |               |
| Modello del veicolo (I3)                                     |                          |                         |               |           |               |
| Illuminazione interna (I4)                                   |                          |                         |               |           |               |
| Regolazione del colore dei finestrini (I5)                   |                          |                         |               |           |               |
| Presenza di accessori di comfort interni (I6)                |                          |                         |               |           |               |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I7) |                          |                         |               |           |               |
| Display delle tariffe luminoso (I8)                          |                          |                         |               |           |               |
| Display digitale del percorso (I9)                           |                          |                         |               |           |               |
| Segnali luminosi di emergenza (I10)                          |                          |                         |               |           |               |
| Suono delle cinture di sicurezza (I11)                       |                          |                         |               |           |               |
| Suono di conferma del pagamento (I12)                        |                          |                         |               |           |               |
| Opzioni di pagamento flessibili (I13)                        |                          |                         |               |           |               |
| Sistema di punteggio per i conducenti (I14)                  |                          |                         |               |           |               |
| Stima del tempo di attesa (I15)                              |                          |                         |               |           |               |
| Sconti & programma fedeltà (I16)                             |                          |                         |               |           |               |
| Sistema di guida condivisa (I17)                             |                          |                         |               |           |               |
| Gestione delle notifiche e delle comunicazioni (I18)         |                          |                         |               |           |               |
| Notifiche di ritardo (I19)                                   |                          |                         |               |           |               |
| Feedback e valutazioni (I20)                                 |                          |                         |               |           |               |
| Sceita del conducente con cui effettuare la tratta (I21)     |                          |                         |               |           |               |
| Riepilogo delle spese (I22)                                  |                          |                         |               |           |               |
| Servizio di assistenza clienti 24/7 (I23)                    |                          |                         |               |           |               |

Tabella 26: terza parte del questionario (auto)

| AUTO   |                          |                         |               |           |               |
|--|--------------------------|-------------------------|---------------|-----------|---------------|
| Indicatore d'affordance  | Categoria d'appartenenza |                         |               |           |               |
|  | Funzionalità di base     | Funzionalità aggiuntive | Accessibilità | Contenuto | Comunicazione |
| Colore (I1)  |                          |                         |               |           |               |
| Materiale dei sedili (I2)  |                          |                         |               |           |               |
| Modello del veicolo (I3)   |                          |                         |               |           |               |
| Illuminazione interna (I4)   |                          |                         |               |           |               |
| Segnali luminosi di emergenza (I5)   |                          |                         |               |           |               |
| Display digitale (I6)  |                          |                         |               |           |               |
| Sensore di pressione dei pneumatici (I7)                                     |                          |                         |               |           |               |
| Suono delle cinture di sicurezza (I8)  |                          |                         |               |           |               |
| Sistema di assistenza al parcheggio con feedback sonoro (I9)                 |                          |                         |               |           |               |
| Luci diurne automatiche (I10)  |                          |                         |               |           |               |
| Modalità di guida regolabili (I11)   |                          |                         |               |           |               |
| Sedili regolabili (I12)  |                          |                         |               |           |               |
| Leva del cambio (I13)  |                          |                         |               |           |               |
| Comandi multifunzione al volante (I14)                                       |                          |                         |               |           |               |
| Segnali acustici di allarme (I15)  |                          |                         |               |           |               |
| Spia luminosa del carburante (I16)   |                          |                         |               |           |               |
| Chiusura centralizzata (I17)   |                          |                         |               |           |               |
| Rumore del motore (I18)  |                          |                         |               |           |               |
| Sensore di pioggia per tergicristalli automatici (I19)                       |                          |                         |               |           |               |
| Sistema di riconoscimento del conducente (I20)                               |                          |                         |               |           |               |
| Specchietti retrovisori regolabili (I21)                                     |                          |                         |               |           |               |
| Regolazione del colore dei finestrini (I22)                                  |                          |                         |               |           |               |
| Controllo automatico dei finestrini legato alle condizioni meteo (I23)       |                          |                         |               |           |               |
| Controllo dei finestrini in merito la sicurezza di bambini e/o animali (I24) |                          |                         |               |           |               |
| Controllo dei finestrini per una ventilazione naturale dell'auto (I25)       |                          |                         |               |           |               |
| Presenza di accessori di comfort interni (I26)                               |                          |                         |               |           |               |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I27)                |                          |                         |               |           |               |
| Modalità altezza auto regolabile (I28)                                       |                          |                         |               |           |               |
| Climatizzatore automatico (I29)  |                          |                         |               |           |               |

Tabella 27: terza parte del questionario (auto a guida autonoma)

| AUTO A GUIDA AUTONOMA  |                          |                         |               |           |               |
|--|--------------------------|-------------------------|---------------|-----------|---------------|
| Indicatore d'affordance  | Categoria d'appartenenza |                         |               |           |               |
|  | Funzionalità di base     | Funzionalità aggiuntive | Accessibilità | Contenuto | Comunicazione |
| Colore (I1)  |                          |                         |               |           |               |
| Materiale dei sedili (I2)  |                          |                         |               |           |               |
| Modello del veicolo (I3)   |                          |                         |               |           |               |
| Sistema di illuminazione ambientale reattiva (I4)                            |                          |                         |               |           |               |
| Segnali luminosi di emergenza (I5)   |                          |                         |               |           |               |
| Display digitale dinamico (I6)   |                          |                         |               |           |               |
| Feedback sonoro durante il parcheggio automatico (I7)                        |                          |                         |               |           |               |
| Suono delle cinture di sicurezza (I8)  |                          |                         |               |           |               |
| Pannello di controllo centrato sull'utente (I9)                              |                          |                         |               |           |               |
| Luci diurne automatiche (I10)  |                          |                         |               |           |               |
| Feedback sonoro variabile in base alla velocità (I11)                        |                          |                         |               |           |               |
| Sedili regolabili (I12)  |                          |                         |               |           |               |
| Proiezioni sul parabrezza (I13)  |                          |                         |               |           |               |
| Risposta tattile nei controlli touch screen (I14)                            |                          |                         |               |           |               |
| Segnali acustici di allarme (I15)  |                          |                         |               |           |               |
| Sensazione di accelerazione regolata (I16)                                   |                          |                         |               |           |               |
| Chiusura centralizzata (I17)   |                          |                         |               |           |               |
| Rumore del motore (I18)  |                          |                         |               |           |               |
| Comunicazioni visive tramite display esterni (I19)                           |                          |                         |               |           |               |
| Visualizzazione avanzata delle informazioni di viaggio (I20)                 |                          |                         |               |           |               |
| Riconoscimento vocale contestuale (I21)                                      |                          |                         |               |           |               |
| Feedback visivo durante la ricarica o il rifornimento (I22)                  |                          |                         |               |           |               |
| Regolazione del colore dei finestrini (I23)                                  |                          |                         |               |           |               |
| Controllo automatico dei finestrini legato alle condizioni meteo (I24)       |                          |                         |               |           |               |
| Controllo dei finestrini in merito la sicurezza di bambini e/o animali (I25) |                          |                         |               |           |               |
| Controllo da remoto dei finestrini (I26)                                     |                          |                         |               |           |               |
| Controllo dei finestrini per una ventilazione naturale dell'auto (I27)       |                          |                         |               |           |               |
| Presenza di accessori di comfort interni (I28)                               |                          |                         |               |           |               |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I29)                |                          |                         |               |           |               |
| Modalità altezza auto regolabile (I30)                                       |                          |                         |               |           |               |
| Assistenza full-time (I31)   |                          |                         |               |           |               |

4. Nella **quarta parte** (tabella 28, tabella 29, tabella 30, tabella 31) verrà chiesto ai rispondenti, dopo aver fornito una definizione delle tre categorie, di associare gli indicatori alle dimensioni di (Shao, 2020), a seguire bisognerà analizzare se le risposte date saranno in linea con l'allocazione teorica.

Tabella 28: quarta parte del questionario (taxi)

| TAXI   |                          |              |               |
|--|--------------------------|--------------|---------------|
| Indicatore d'affordance                                      | Categoria d'appartenenza |              |               |
|  | Navigazione              | Informazione | Interattività |
| Colore (I1)  |                          |              |               |
| Materiale dei sedili (I2)                                    |                          |              |               |
| Modello del veicolo (I3)                                     |                          |              |               |
| Illuminazione interna (I4)                                   |                          |              |               |
| Regolazione del colore dei finestrini (I5)                   |                          |              |               |
| Presenza di accessori di comfort interni (I6)                |                          |              |               |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I7) |                          |              |               |
| Display delle tariffe luminoso (I8)                          |                          |              |               |
| Display digitale del percorso (I9)                           |                          |              |               |
| Segnali luminosi di emergenza (I10)                          |                          |              |               |
| Suono delle cinture di sicurezza (I11)                       |                          |              |               |
| Suono di conferma del pagamento (I12)                        |                          |              |               |
| Monitoraggio dei costi e delle spese (I13)                   |                          |              |               |

Tabella 29: quarta parte del questionario (Uber)

| UBER   |                          |              |               |
|--|--------------------------|--------------|---------------|
| Indicatore d'affordance                                      | Categoria d'appartenenza |              |               |
|  | Navigazione              | Informazione | Interattività |
| Colore (I1)  |                          |              |               |
| Materiale dei sedili (I2)                                    |                          |              |               |
| Modello del veicolo (I3)                                     |                          |              |               |
| Illuminazione interna (I4)                                   |                          |              |               |
| Regolazione del colore dei finestrini (I5)                   |                          |              |               |
| Presenza di accessori di comfort interni (I6)                |                          |              |               |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I7) |                          |              |               |
| Display delle tariffe luminoso (I8)                          |                          |              |               |
| Display digitale del percorso (I9)                           |                          |              |               |
| Segnali luminosi di emergenza (I10)                          |                          |              |               |
| Suono delle cinture di sicurezza (I11)                       |                          |              |               |
| Suono di conferma del pagamento (I12)                        |                          |              |               |
| Opzioni di pagamento flessibili (I13)                        |                          |              |               |
| Sistema di punteggio per i conducenti (I14)                  |                          |              |               |
| Stima del tempo di attesa (I15)                              |                          |              |               |
| Sconti & programma fedeltà (I16)                             |                          |              |               |
| Sistema di guida condivisa (I17)                             |                          |              |               |
| Gestione delle notifiche e delle comunicazioni (I18)         |                          |              |               |
| Notifiche di ritardo (I19)                                   |                          |              |               |
| Feedback e valutazioni (I20)                                 |                          |              |               |
| Scelta del conducente con cui effettuare la tratta (I21)     |                          |              |               |
| Riepilogo delle spese (I22)                                  |                          |              |               |
| Servizio di assistenza clienti 24/7 (I23)                    |                          |              |               |

Tabella 30: quarta parte del questionario (auto)

| AUTO   |                          |              |               |
|--|--------------------------|--------------|---------------|
| Indicatore d'affordance  | Categoria d'appartenenza |              |               |
|  | Navigazione              | Informazione | Interattività |
| Colore (I1)  |                          |              |               |
| Materiale dei sedili (I2)  |                          |              |               |
| Modello del veicolo (I3)   |                          |              |               |
| Illuminazione interna (I4)   |                          |              |               |
| Segnali luminosi di emergenza (I5)   |                          |              |               |
| Display digitale (I6)  |                          |              |               |
| Sensore di pressione dei pneumatici (I7)                                     |                          |              |               |
| Suono delle cinture di sicurezza (I8)  |                          |              |               |
| Sistema di assistenza al parcheggio con feedback sonoro (I9)                 |                          |              |               |
| Luci diurne automatiche (I10)  |                          |              |               |
| Modalità di guida regolabili (I11)   |                          |              |               |
| Sedili regolabili (I12)  |                          |              |               |
| Leva del cambio (I13)  |                          |              |               |
| Comandi multifunzione al volante (I14)                                       |                          |              |               |
| Segnali acustici di allarme (I15)  |                          |              |               |
| Spia luminosa del carburante (I16)   |                          |              |               |
| Chiusura centralizzata (I17)   |                          |              |               |
| Rumore del motore (I18)  |                          |              |               |
| Sensore di pioggia per tergicristalli automatici (I19)                       |                          |              |               |
| Sistema di riconoscimento del conducente (I20)                               |                          |              |               |
| Specchietti retrovisori regolabili (I21)                                     |                          |              |               |
| Regolazione del colore dei finestrini (I22)                                  |                          |              |               |
| Controllo automatico dei finestrini legato alle condizioni meteo (I23)       |                          |              |               |
| Controllo dei finestrini in merito la sicurezza di bambini e/o animali (I24) |                          |              |               |
| Controllo dei finestrini per una ventilazione naturale dell'auto (I25)       |                          |              |               |
| Presenza di accessori di comfort interni (I26)                               |                          |              |               |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I27)                |                          |              |               |
| Modalità altezza auto regolabile (I28)                                       |                          |              |               |
| Climatizzatore automatico (I29)  |                          |              |               |

Tabella 31: quarta parte del questionario (auto a guida autonoma)

| AUTO A GUIDA AUTONOMA  |                          |              |               |
|--|--------------------------|--------------|---------------|
| Indicatore d'affordance  | Categoria d'appartenenza |              |               |
|  | Navigazione              | Informazione | Interattività |
| Colore (I1)  |                          |              |               |
| Materiale dei sedili (I2)  |                          |              |               |
| Modello del veicolo (I3)   |                          |              |               |
| Sistema di illuminazione ambientale reattiva (I4)                            |                          |              |               |
| Segnali luminosi di emergenza (I5)   |                          |              |               |
| Display digitale dinamico (I6)   |                          |              |               |
| Feedback sonoro durante il parcheggio automatico (I7)                        |                          |              |               |
| Suono delle cinture di sicurezza (I8)  |                          |              |               |
| Pannello di controllo centrato sull'utente (I9)                              |                          |              |               |
| Luci diurne automatiche (I10)  |                          |              |               |
| Feedback sonoro variabile in base alla velocità (I11)                        |                          |              |               |
| Sedili regolabili (I12)  |                          |              |               |
| Proiezioni sul parabrezza (I13)  |                          |              |               |
| Risposta tattile nei controlli touch screen (I14)                            |                          |              |               |
| Segnali acustici di allarme (I15)  |                          |              |               |
| Sensazione di accelerazione regolata (I16)                                   |                          |              |               |
| Chiusura centralizzata (I17)   |                          |              |               |
| Rumore del motore (I18)  |                          |              |               |
| Comunicazioni visive tramite display esterni (I19)                           |                          |              |               |
| Visualizzazione avanzata delle informazioni di viaggio (I20)                 |                          |              |               |
| Riconoscimento vocale contestuale (I21)                                      |                          |              |               |
| Feedback visivo durante la ricarica o il rifornimento (I22)                  |                          |              |               |
| Regolazione del colore dei finestrini (I23)                                  |                          |              |               |
| Controllo automatico dei finestrini legato alle condizioni meteo (I24)       |                          |              |               |
| Controllo dei finestrini in merito la sicurezza di bambini e/o animali (I25) |                          |              |               |
| Controllo da remoto dei finestrini (I26)                                     |                          |              |               |
| Controllo dei finestrini per una ventilazione naturale dell'auto (I27)       |                          |              |               |
| Presenza di accessori di comfort interni (I28)                               |                          |              |               |
| Presenza di dispositivi acustici (come radio e/o casse) (I29)                |                          |              |               |
| Modalità altezza auto regolabile (I30)                                       |                          |              |               |
| Assistenza full-time (I31)   |                          |              |               |

5. Nella **quinta parte** (tabella 32) bisognerà chiedere di associare categorie e dimensioni alla componente sensoriale o esperienziale, per verificare la coerenza delle risposte.

Tabella 32: quinta parte del questionario

|  |                   |            |
|--|-------------------|------------|
| <b>Nota:</b>   |                   |            |
| Per ciascun indicatore d'affordanza (sia per il servizio taxi che per il servizio Uber), indicare con una x il componente d'appartenenza |                   |            |
| <b>Categoria d'appartenenza</b>  | <b>Componente</b> |            |
|  | Esperienziale     | Sensoriale |
| Funzionalità base  |                   |            |
| Funzionalità aggiuntive  |                   |            |
| Accessibilità  |                   |            |
| Contenuto  |                   |            |
| Comunicazione  |                   |            |
| Navigazione  |                   |            |
| Informazione   |                   |            |
| Interattività  |                   |            |

Gli step successivi del modello prevedono la somministrazione del questionario e la seguente raccolta dei dati, con cui sarà possibile effettuare un'ultima analisi per la validazione delle affordances identificate e descritte in precedenza. Successivamente si procederà con la distinzione di queste ultime tra le diverse tipologie di artefatto. Sarà così possibile comprendere se è prevalsa la percezione sensoriale o quella esperienziale, individuando su quale componente del sistema digitale i progettisti dovranno intervenire.

## 5. Conclusioni

Il seguente lavoro di tesi affronta il tema dell'affordance digitale come concetto chiave per la progettazione di artefatti digitali. Negli ultimi anni infatti, la digitalizzazione ha rivoluzionato l'interazione degli utenti con la tecnologia, dando vita a interfacce uomo-computer (HCI) sempre più sofisticate e accessibili. Al centro di questo processo si trovano le affordance, concetto fondamentale che influenza il modo in cui gli utenti si interfacciano con i dispositivi digitali. Poiché si tratta di elementi essenziali nel guidare l'interazione degli utenti con le interfacce uomo-computer durante la digitalizzazione, il loro riconoscimento e la loro efficace implementazione sono fondamentali per creare esperienze utente intuitive e soddisfacenti, contribuendo così, a migliorare l'interazione con la tecnologia digitale e, promuovendo l'innovazione nel design delle interfacce digitali.

Lo scopo del lavoro è quello di supportare un approccio alla progettazione di artefatti digitali, sfruttando l'analisi delle percezioni, derivanti dall'interazione tra un utente e un artefatto, all'interno di un sistema digitale. In modo particolare, è stata analizzata l'interazione degli utenti con le varie combinazioni di prodotto/servizio e fisico/digitale, al fine di scoprire possibili nuove classi di affordance da suggerire ai progettisti a sostegno della loro progettazione.

Come elemento di supporto, è stato utilizzato il modello di progettazione a 9 steps (Perpignano, 2020), utilizzato per eseguire l'analisi del caso studio in esame. In particolare ci si è focalizzati sulla Fase 2 e sulla Fase 3 del modello, cioè quelle riguardanti rispettivamente la costruzione del diagramma di flusso e la definizione dell'architettura. Attraverso ciò è stato definito nello specifico il ruolo dell'utente, dell'artefatto e il legame che persiste tra i due, a seguito della transizione sia da non digitale verso digitale (auto vs. auto a guida autonoma) che da prodotto verso servizio (taxi vs. Uber). Appare evidente come il concetto di affordance evolva con la digitalizzazione, influenzando di conseguenza anche il loro processo di identificazione. Infatti, la transizione da origine ad artefatti sempre più automatizzati dove il ruolo dell'utente, se prima era centrale, adesso diventa quasi (se non del tutto) secondario: l'artefatto digitale è automatizzato e funge da intermediario nello svolgere più compiti e attività. In questo contesto, pertanto, l'artefatto assume un ruolo estremamente importante, passando da uno strumento passivo; a intermediario tra l'essere umano e il mondo digitale, definendo ogni aspetto della sua esperienza.

Avendo analizzato in modo specifico il settore dei trasporti è emerso ancora come la cultura automobilistica potrebbe subire un vero e proprio ribaltamento. Un aspetto esemplificativo

riguarda l'aumento dei servizi di ride-sharing basati su auto autonome: sempre più persone potrebbero scegliere di rinunciare alla proprietà dell'auto in favore di soluzioni di mobilità più flessibili e convenienti. Questo potrebbe portare a una diminuzione della dipendenza dall'auto individuale e a una maggiore condivisione delle risorse di trasporto, con potenziali benefici per l'ambiente e la congestione del traffico.

A supporto di ciò, il continente americano negli ultimi anni ha investito in questa tipologia di progetti, proponendo servizi di robotaxi che risultano in continua crescita. Uber, ad esempio, ha recentemente stretto un accordo della durata di 10 anni, con la Motional, la quale metterà a disposizione della società i suoi robotaxi entro la fine dell'anno ([hdmotori.it](http://hdmotori.it)).

Inoltre, rispetto quanto emerge dall'analisi, un'ulteriore conclusione è connessa alla presenza di nuove funzionalità e componentistica che permette un'elevata fruibilità e sicurezza dei dati che, invece, non è presente negli artefatti fisici. Ciò permette di effettuare analisi statistiche attraverso l'uso delle nuove fonti (big-data, ecc...) e di rilevare informazioni cruciali nel design di nuovi artefatti, tenendo conto di preferenze e abitudini dell'utente (data – driver design).

Per concludere, quanto analizzato si aggiunge ad altri casi studio già fatti e mostra risultati analoghi a quelli precedentemente ottenuti. Le affordance si confermano uno strumento fondamentale per guidare l'interazione degli utenti con gli artefatti digitali. Per questo motivo, i designers devono utilizzare strumenti e metodologie specifiche per tradurre le esigenze degli utenti in soluzioni di design efficaci, tenendo conto degli aspetti visivi, funzionali e interattivi dell'interfaccia. E' importante allora che i risultati ottenuti gli forniscano una maggiore consapevolezza per il processo di progettazione.

## 5.1 Limiti dello studio

Trattandosi di un'analisi preliminare, il lavoro presenta naturalmente dei limiti. Il modello infatti non è stato concluso e si lascia a lavori futuri la validazione delle affordances individuate. Tale validazione, potrebbe essere effettuata introducendo l'utilizzo dell'Alternative Uses Task (Alexandra Fiodorova, 2023) come elemento innovativo. Tale approccio infatti permette di osservare possibili usi alternativi, come ad esempio l'utilizzo di Uber come consegna pacchi oltre che come servizio di trasporto passeggeri.

Infine, il lavoro si basa su un singolo caso studio (taxi vs. Uber / auto vs. auto a guida autonoma). Altre analisi su diversi casi studio potrebbero essere condotte per rendere il modello più robusto.



## 6. Bibliografia

- [1]. P. Cormier, A. Olewnik, K. Lewis. *Toward a formalization of affordance modeling for engineering design* (2014).
- [2]. Sandra K. Evans, Katy E. Pearce, Jessica Vitak, Jeffrey W. Treem. *Explicating Affordances: A Conceptual Framework for Understanding Affordances in Communication Research* (2016).
- [3]. Marc Hassenzahl. *User Experience (UX): Towards an experiential perspective on product quality* (2008).
- [4]. Jannis Kallinikos, Aleksi Aaltonen, Attila Marton. *The Ambivalent Ontology Of Digital Artifacts* (2013).
- [5]. Yong Se Kim, Yeon Koo Hong. *Interaction Model For Products And Services Using Affordance* (2012).
- [6]. Jonathan R. A. Maier, Georges M. Fadel. *Affordance-based design methods for innovative design, redesign and reverse engineering* (2009).
- [7]. Jonathan R. A. Maier, Georges M. Fadel. *Affordance based design: a relational theory for design* (2008).
- [8]. F. Pucillo, G. Cascini. *A framework for user experience, needs and affordances* (2014).
- [9]. A. Fiodorova. *The Cognitive Process of Affordance Recognition: Three Iterative Experiments Comparing Affordances to Alternate Uses* (2023).
- [10]. J.J. Gibson. *The Ecological Approach To Visual Perception* (edition 2015).
- [11]. C. Calzoni. *The evolution of affordance in digital artefacts: a case study on a music CD and music streaming services* (2022).
- [12]. M. Franceschi. *Implicazioni dei prodotti digitali "smart" o delle funzioni digitali dei servizi sullo sviluppo prodotto* (2021).
- [13]. E. Perpignano. *L'affordance negli artefatti digitali: un'analisi sui servizi* (2020).
- [14]. E. Tiotto. *Analisi dei requisiti di un sistema digitale e delle interazioni tra questo e l'utente* (2022).
- [15]. S. Colombo, F. Montagna, G. Cascini, V. F. Palazzolo. *Digital Artefacts and the Role of Digital Affordance* (2022).

- [16]. Yong Se KIM, Yeon Koo HONG, Sun Ran KIM, Ji-Hye NOH. *User Activity Analysis For Design For Affordance* (2013).
- [17]. Alexander Wolf, Jörg Miehl, Sandro Wartack. *Elementary affordances: A study on physical user-product interactions* (2020).
- [18]. Yong Se Kim, Young Chan Cho, and Sun Ran Kim. *A Case Study Of Design For Affordance: Affordance Features Of A Simple Medical Device* (2011).
- [19]. Masoudi, Nafiseh; Fadel, Georges M.; Pagano, Christopher C.; Elena, Maria Vittoria. *A Review Of Affordances And Affordance-Based Design To Address Usability* (2019).
- [20]. Norman. *The Psychology of Everyday Things* (1988).
- [21]. Norman. *Emotional Design* (2003).
- [22]. Istat. *Il Ruolo E L'evoluzione Dell'it Nella Statistica Ufficiale: L'esperienza Dell'istat* (2021).
- [23]. European Commission. *Digital Economy and Society Index* (2022).
- [24]. Tim S. Baines, Ornella Benedettini, Howard Lighfoot. *The servitization of manufacturing: A review of literature and reflection on future challenges* (2009).