

# POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale  
in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale  
**L'affordance negli artefatti digitali:  
un'analisi sui servizi**



**Relatore:**

Prof. Francesca Montagna

**Candidato:**

Enrico Perpignano

**Relatore esterno:**

Prof. Gaetano Cascini

Anno Accademico 2019/2020



## Riassunto

Gli artefatti digitali hanno molte caratteristiche che li contraddistinguono dagli artefatti fisici; grazie alla loro architettura modulare stratificata (Yoo Y., 2012) e alla loro natura generativa (Zittrain J., 2006) sono modificabili, interattivi, accessibili e sono distribuiti (Eck, 2015). Per questo motivo gli artefatti digitali permettono una nuova concezione dell'affordance: l'affordance digitale. Essa si basa sull'idea che all'interno di un sistema digitale esistano molteplici affordance fra loro collegate e che sono raggruppabili in due categorie: le affordance sensoriali e le affordance esperienziali. Le prime suggeriscono all'attore quale azione intraprendere e nascono dalla percezione sensoriale dell'artefatto digitale. Le seconde, invece, sono associate alla percezione dell'utilizzo del servizio digitale: mentre l'utente è immerso nel servizio, riceve una serie di stimoli che gli permettono di percepire l'esperienza d'uso; ciò lascia una traccia nella memoria dell'attore influenzandolo nelle sue future interpretazioni dell'affordance e, quindi, nelle interazioni con l'artefatto.

Grazie al concetto di affordance digitale può nascere un nuovo approccio al processo di progettazione. Dalla letteratura, si è chiarito quali siano gli artefatti digitali a cui può essere associata un'affordance digitale e quali siano le caratteristiche che definiscono quest'ultima. Partendo dalla definizione di affordance digitale e dalle sue caratteristiche, si è proposto un approccio per l'identificazione delle affordance del sistema digitale basato su un'analisi funzionale del sistema (Maier & Fadel, 2009) e sull'identificazione e valutazione di alcuni indicatori dell'affordance (Chen et al., 2015). È stato avanzato un primo approccio del modello a tre settori di servizi innovativi: Car Sharing, Food delivery e E-Scooter Sharing. Per ognuno di questi servizi sono state selezionate alcuni player/aziende. In ciascun caso di studio sono state analizzate le affordance associate all'artefatto e al servizio, definendole affordance dell'intero sistema digitale. Lo studio ha permesso di evidenziare alcuni punti critici all'interno dei

servizi e degli artefatti, che possono essere considerati come degli ipotetici poli analitici su cui i designer possono riflettere per migliorare la qualità del sistema digitale attraverso la definizione o il perfezionamento di alcune affordance.

## Ringraziamenti

Desidero ringraziare la Professoressa Francesca Montagna per avermi permesso di mettermi alla prova con una tesi di ricerca, che mi ha consentito di conoscere un altro aspetto del mondo accademico, e per il supporto che mi ha dato insieme a Samuele nello sviluppo di questo progetto. Voglio inoltre, ringraziare il Professor Gaetano Cascini che ha accettato di essere il relatore esterno di questo lavoro che indaga il mondo della affordance fornendomi utili consigli.

Voglio esprimere tutta la mia gratitudine alla mia famiglia, specialmente a mia madre e mio fratello, che durante questi cinque anni a Torino mi sono stati vicini, supportandomi ed incoraggiandomi nelle mie scelte e fornendomi il loro sostegno durante i momenti difficili. Un pensiero va ovviamente ai miei cari nonni, che più di tutti hanno sentito "la distanza" fra di noi, senza però mai farmi mancare il loro affetto.

Infine, ma non per importanza, voglio ringraziare di cuore tutti i miei amici, sia quelli che ho conosciuto a Torino durante questi anni, con cui ho condiviso esperienze dentro e fuori l'università che ormai sento come una seconda casa, sia quelli d'infanzia con cui il rapporto non è mai cambiato e il tempo sembra essersi fermato a quando eravamo ancora piccoli e spontanei.

*"Trasmetti ciò che imparato hai" Yoda.*

Grazie.

# Sommario

<b>Introduzione</b> .....	<b>9</b>
Problema .....	9
Lo Scopo del progetto .....	11
Metodologia .....	12
Struttura del documento .....	13
<b>1. Gli artefatti digitali e le Affordance</b> .....	<b>15</b>
1.1 Contesto .....	15
1.2 Artefatti digitali .....	20
1.2.1 Architettura modulare stratificata .....	22
1.3 Affordance .....	24
<b>2.Literature Review</b> .....	<b>27</b>
2.1 Literature review artefatti digitali .....	27
2.1.1 Gli artefatti digitali .....	31
2.1.1.1 Le infrastrutture digitali .....	31
2.1.1.2 Le piattaforme digitali .....	32
2.1.1.3 Oggetto smart .....	33
2.1.2 Definizione di artefatto digitale ....	34
2.1.3 Attributi e caratteristiche degli artefatti digitali .....	35
2.2 Literature review Affordance .....	39
2.2.1 Affordance in HCI.....	42
2.2.1.1 Affordance annidate .....	44
2.2.1.2 Il contesto informativo .....	45
2.2.2 Le declinazioni di Affordance .....	46

2.2.2.1	Affordance sensoriali ed esperienziali .....	51
2.2.3	Le modalità con cui si presentano le affordance .....	52
2.2.4	Strumenti per la valutazione dell’Affordance .....	55
2.2.4.1	Usabilità .....	55
2.2.5	Limiti della letteratura.....	60
<b>3.</b>	<b>Affordance digitale .....</b>	<b>66</b>
3.1	Analisi ed Elaborazione del concetto di Digital Affordance .....	66
3.1.1	Metodologia per la costruzione del concetto di Affordance .....	66
3.1.2	Digital Affordance.....	68
3.1.2.1	Affordance negli artefatti digitali	69
3.1.2.2	Affordance nei servizi digitali ....	70
3.1.3	Caratteristiche delle Affordance digitali .....	71
3.1.4	Definizione di Affordance digitale.....	74
<b>4.</b>	<b>Analisi e casi di studio .....</b>	<b>76</b>
4.1	Casi di studio .....	76
4.2	Metodologia .....	78
4.3	Risultati .....	82
	<b>Conclusione .....</b>	<b>109</b>
	<b>Limiti dello studio .....</b>	<b>110</b>
	<b>Bibliografia .....</b>	<b>112</b>



# Introduzione

## Problema

Gli artefatti digitali e i servizi innovativi che essi abilitano stanno promuovendo sfide sempre più ardue ai progettisti, presentando delle caratteristiche peculiari, che consentono loro di evolvere oltre quelli che erano gli originari confini pensati dai progettisti, anche quando sono ancora in fase di progettazione. Negli ultimi anni alcuni studi hanno proposto nuovi punti di vista per supportare le attività di progettazione degli artefatti digitali, uno dei quali basato sull'affordance, che è la percezione della relazione che si instaura fra un utente ed un oggetto all'interno di un ambiente (J. Gibson, 1977).

Questa proposta basata sul concetto di affordance è stata sviluppata per fornire ai progettisti un approccio alla progettazione di prodotti che sono per loro natura interattivi, ad esempio quelli digitali. Infatti, la progettazione di un artefatto digitale rimane un processo complesso, che richiede nuove linee guida, pratiche e strumenti adeguati ad affrontare la dinamicità del contesto in cui saranno utilizzati. Tuttavia, nonostante un nascente filone di ricerca che tenta di promuovere un innovativo approccio alla progettazione degli artefatti digitali, sembrerebbe non esistere ad oggi un'analisi critica che si sia posta l'obiettivo di evidenziare e formalizzare il legame tra l'affordance e gli artefatti digitali e, soprattutto, di fornire un metodo per la valutazione delle affordance per questa classe di prodotti. Infatti il concetto di affordance è stato esplorato a livello di prodotti fisici e in maniera generica all'interno della Human-Computer Interaction (HCI), senza però soffermarsi sulla compatibilità delle caratteristiche

dei prodotti digitali con le proprietà dell'affordance. Inoltre, sembrerebbe mancare un protocollo specifico per la valutazione delle affordance degli artefatti digitali. Infatti, per la parte analitica, la letteratura si rifà ad approcci analitici delle affordance, sviluppati per prodotti fisici, i quali sono basati su valutazioni di carattere qualitativo oppure ricorrendo all'utilizzo della usabilità come criterio di valutazione (Hartson, 2003).

Per D. Norman (1998), studiando le affordance che un oggetto dovrebbe trasmettere ad un attore, è possibile definire un'architettura di sistema che permetta all'utente di interagire agevolmente con un artefatto. Di conseguenza, lo studio delle affordance di un artefatto digitale potrebbe offrire una base analitica per delle ipotetiche proposte di miglioramento della qualità del sistema digitale su cui i progettisti possono riflettere.

La base teorica del concetto di affordance sembra avere il potenziale necessario a supportare efficacemente il processo di progettazione di nuovi artefatti digitali e dei sistemi digitali che abilitano (Litern, 2010). La natura modulare e flessibile degli artefatti digitali consente una modifica veloce e a basso costo. Ciò consentirebbe di utilizzare l'affordance come strumento per valutare ed orientare il processo di sviluppo prodotto, attraverso un processo continuo di testing-feedback-correzioni.

Quindi, secondo la più recente letteratura (J. McGrenere, 2000; Pucillo et Cascini, 2014), l'affordance associata agli artefatti digitali può essere uno strumento da integrare all'interno degli attuali processi di HCD; tuttavia bisognerebbe definire:

1. Un base teorica che colleghi le caratteristiche degli artefatti digitali alle proprietà dell'affordance;
2. Un approccio operativo all'identificazione e nella valutazione delle affordance nei sistemi digitali

## Lo Scopo del progetto

L'obiettivo di questo lavoro è quello di sostenere le ricerche che introducono un moderno punto di vista per il supporto al processo di sviluppo degli artefatti digitali, basato sulla nozione di affordance applicata a questa tipologia di prodotti. Per realizzare ciò si è cercato di sopperire alla mancanza, all'interno della letteratura, di un'analisi che collegasse il concetto di affordance alla classe degli artefatti digitali, attraverso la proposta della nozione di affordance digitale. Questo ha implicato:

1. Comprendere se la nozione di affordance, nata per prodotti fisici, si presti a descrivere in maniera adeguata l'insieme di relazioni che si possono instaurare tra un attore e un artefatto digitale all'interno di un sistema digitale, evidenziando eventuali criticità.
2. Proporre un protocollo operativo su cui costruire l'intera analisi delle affordance digitali (dalla loro individuazione fino ad una valutazione qualitativa o quantitativa).

Lo studio vuole rappresentare un nuovo punto di partenza all'interno del "Perception Design", con la sfida di provare a definire una base teorica per avviare ulteriori studi. I risultati (se presenti) potrebbero portare alla possibilità di utilizzare queste conoscenze al fine di costruire dei casi di studio elaborati che dimostrino la possibile efficacia delle tecniche di "Perception Design", basate sull'uso delle Affordance.

## Metodologia

L'approccio ai problemi è stato fortemente basato sull'analisi della letteratura. La maggior parte del tempo è stato dedicato a raccogliere gli elementi che hanno aiutato a identificare univocamente cos'è un artefatto digitale e quali sono le sue caratteristiche e ad individuare le particolarità legate al concetto di affordance. Durante la ricerca è stato di particolare importanza il lavoro (Pucillo et Cascini, 2014), in quanto ha rappresentato una delle basi teoriche su cui è stato costruito il presente documento, poiché, gli autori sostengono che il concetto di affordance può essere effettivamente pensato come uno strumento per la progettazione degli artefatti digitali. Il proseguo del documento è incentrato nel verificare una compatibilità fra quelle che sono le caratteristiche dell'affordance e le proprietà della tecnologia e dei prodotti digitali, da cui è scaturita una definizione per l'affordance digitale. L'analisi si è conclusa con la valutazione di tre casi di studio, nei quali sono state applicate le metodologie proposte in (Maier J. R., 2009) per l'identificazione delle affordance del sistema (identificare le affordance studiando la natura funzionale del sistema) e quella in (Chenyi Chen, 2015) per la successiva analisi basata sugli indicatori chiave dell'affordance.

La scelta di utilizzare degli indicatori per l'analisi delle affordance è servita a poter ricondurre il problema della valutazione dell'affordance ad un problema di minor complessità, in cui è richiesto agli utenti di esprimere il loro giudizio sulla percezione dell'usabilità degli indicatori da cui si originano le percezioni dell'affordance.

## Struttura del documento

Il documento si compone di quattro capitoli, escludendo introduzione e conclusione.

Il primo capitolo è per la contestualizzazione del problema e l'introduzione dei due principali concetti sui cui è costruito tutto l'elaborato: la nozione di affordance e il concetto di artefatto digitale. Il capitolo si apre con la presentazione del problema e delle sue origini nella digitalizzazione, prosegue presentando gli artefatti digitali e descrivendone le caratteristiche tecnologiche e termina con la presentazione del concetto di affordance dal punto di vista dei due autori che hanno coniato e dato importanza alla nozione.

Il secondo capitolo è dedicato interamente alla literature review, che è divisa in due parti. La prima parte è dedicata agli artefatti digitali, in cui sono presentati una serie di esempi di ciò che in letteratura è considerato tale, la raccolta degli attributi degli artefatti digitali e la loro definizione. La seconda parte, invece, è incentrata sulla nozione di affordance ed, in particolare, sulla sua interpretazione all'interno del Human-Computer Interaction (HCI), sulle caratteristiche che la nozione presenta ed infine sulla presentazione dei limiti della letteratura dell'affordance.

Il terzo capitolo è basato sull'analisi del concetto di affordance digitale che nasce dalla compatibilità esistente fra le caratteristiche degli artefatti digitali e le proprietà dell'affordance, le quali sono interpretate da un nuovo punto di vista rispetto alla sua applicazione per i prodotti fisici.

Il quarto capitolo, infine, è la presentazione di tre sistemi digitali (food delivery, car sharing e-scooter sharing) considerati come casi di studio. I tre sistemi sono prima presentati e, poi, per ognuno, è costruita un'analisi incentrata sull'identificazione delle affordance e sulla loro valutazione,

per identificare eventuali criticità ed elementi che evidenzino l'importanza dell'affordance rispetto ai tradizionali strumenti per la valutazione dell'usabilità e dell'intuitività dello strumento.

La conclusione consiste in un riepilogo degli aspetti principali del lavoro. Infine sono presentati i limiti e le restrizioni, su cui le ricerche future si dovrebbero concentrare al fine di conferire maggior validità ai concetti qui presentati.

# 1. Gli artefatti digitali e le Affordance

## 1.1 Contesto

Negli ultimi anni sempre più artefatti fisici sono completati da componenti digitali o completamente sostituiti da artefatti digitali. Queste evoluzioni sono guidate dalle tecnologie digitali, le quali sono diventate la fonte dominante per l'innovazione negli ultimi trent'anni (Lyytinen & Yoo 2002). Alcuni prodotti digitali appaiono utili e affascinanti al primo sguardo, ma poi durante l'utilizzo mostrano vincoli e limitazioni che ne rendono difficile l'uso. Altri prodotti invece, non riescono a comunicare immediatamente le potenzialità delle loro funzioni, ma si rivelano perfetti a soddisfare gli obiettivi degli utenti.

Questo fenomeno si manifesta grazie alla digitalizzazione. Essa è intesa come il processo attraverso cui un contenuto (per esempio un'immagine, un suono, un documento), un processo oppure un prodotto è trasformato in un formato digitale, e diventa interpretabile da un computer (enciclopedia Treccani, 2005). L'interpretabilità ne permette successive applicazioni in ambiti socio-tecnologici di produzione di prodotti e di erogazione dei servizi.

In un contesto come quello sopra descritto, i designer si trovano nella condizione di dover affrontare tre grandi sfide:

- 1. Progettare prodotti, sfruttando la tecnologia, che abbiano funzionalità di cui l'utente ancora non sa di avere bisogno:** Un approccio Technology-driven richiede il coinvolgimento attivo degli utenti, ai quali è richiesto loro di pensare in modo "non naturale". In

questo modo, i progettisti cercano di implementare sempre più funzionalità. Questo però, rischia di rendere il prodotto troppo complesso e impedendo agli utenti di godere a pieno delle funzionalità. Questo è possibile perché il costo di introdurre nuove funzioni è diventato meno basso, in termini di tempo e risorse, rispetto alla sola riprogettazione hardware.

**2. Confrontarsi con prodotti digitali che a causa delle loro caratteristiche presentano alcune limitazioni tecniche:**

l'hardware e l' user interface (UI) sono disaccoppiate; per cui il componente cui l'utente interagisce, ovvero la UI, (che esprime la "forma" dell'artefatto) non è in grado di evidenziare esaustivamente l'insieme di potenzialità espresse dall'hardware sottostante (le funzioni). Molto del prodotto è invisibile e l'intelligenza elettronica prende parte del controllo. I limiti dell'UI e l'elevato numero di funzionalità possono creare problemi nella navigazione della stessa UI.

**3. Concepire prodotti che siano estremamente intuitivi per un gruppo eterogeneo di utenti:**

I prodotti digitali presentano sempre più spesso un ciclo di vita molto contenuto, in quanto sono subito sostituiti da una loro versione più aggiornata e tecnologicamente più avanzata. Ciò ha permesso di concepirli come dei "consumabili" (prodotti di consumo che hanno un ciclo di vita breve) e le persone non hanno voglia di dedicare troppo tempo ad imparare come utilizzare un prodotto che presto verrà sostituito da qualcosa di nuovo (Zawadzki, 2016).

Per fronteggiare efficacemente queste sfide è necessario accedere a nuovi approcci alla progettazione dei manufatti digitali, che contemplino loro "materialità" e che prestino particolare attenzione a come questi possono evolvere (Yoo Y.,

2012). Quindi, gli approcci alla progettazione di prodotti digitali dovrebbero supportare l'abilità dei designer di predire quelli che possono essere le evoluzioni future del prodotto. Un grande insieme di approcci allo sviluppo di artefatti digitali ricade nella branca del Human-Centred Design (HCD), in cui l'utente è al centro del processo di progettazione e sono analizzati i suoi comportamenti, le abitudini, i bisogni e obiettivi così che i designer possano concepire soluzioni flessibili, intuitive e dall'elevata usabilità (Vitali, 2017). L'utente diventa parte attiva del processo di progettazione al punto da ricoprire il ruolo di co-designer (Bagnara S., 2018).

Un esempio di HCD è la User-Experience (UX) Design. In questo approccio alla progettazione di prodotti digitali, bisogna considerare dettagliatamente i diversi fattori che incidono sulla UX in modo da imparare, già nelle prime fasi del processo di progettazione, a prevedere la loro idoneità futura. Tipicamente, i fattori considerati sono: l'utente target, la semantica del prodotto, le azioni, le attività, il contesto informativo e l'ambiente (figura 1). Il metodo studia questi cinque fattori e come si relazionano fra di loro. Questo approccio può sembrare molto meccanico e metodico, tuttavia, attraverso la UX è possibile abbattere il rischio di un'errata progettazione (Wu, 2017). Secondo McGrenere e Ho (2000) l'utilizzo di approcci che coinvolgono lo user limitano i rischi di processo, ma solo se si è in grado di valutare correttamente l'usabilità e l'intuitività delle soluzioni proposte, suggerendo di integrare agli attuali metodi la nozione di affordance. Negli ultimi anni, alcuni studi hanno proposto nuovi punti di vista per la User Experience (UX) Design, uno dei quali basato sull'affordance, che è la percezione della relazione che si instaura fra un utente ed un oggetto all'interno di un ambiente (J. Gibson, 1977). Pucillo e Cascini (2014), hanno ripreso il modello della UX proposto da Hassanzahl (Hassenzahl, 2010) ed hanno inserito la nozione di affordance al suo interno. Il

modello di Hassanzahl ipotizza che ci siano tre livelli di obiettivi:

1. Motor-Goal: sono gli obiettivi associati a singole azioni di base che possono essere intraprese dagli attori;
2. Do-Goal: è un obiettivo ad uno stadio superiore che è raggiunto grazie ad un piano d'azione (ovvero un insieme di azioni di base eseguite con una logica) ed agli effetti generati dalle azioni di base;
3. Be-Goal: l'obiettivo che è in cima alla gerarchia ed è associato al grado di soddisfazione con cui è appagato il bisogno da cui tutto nasce.

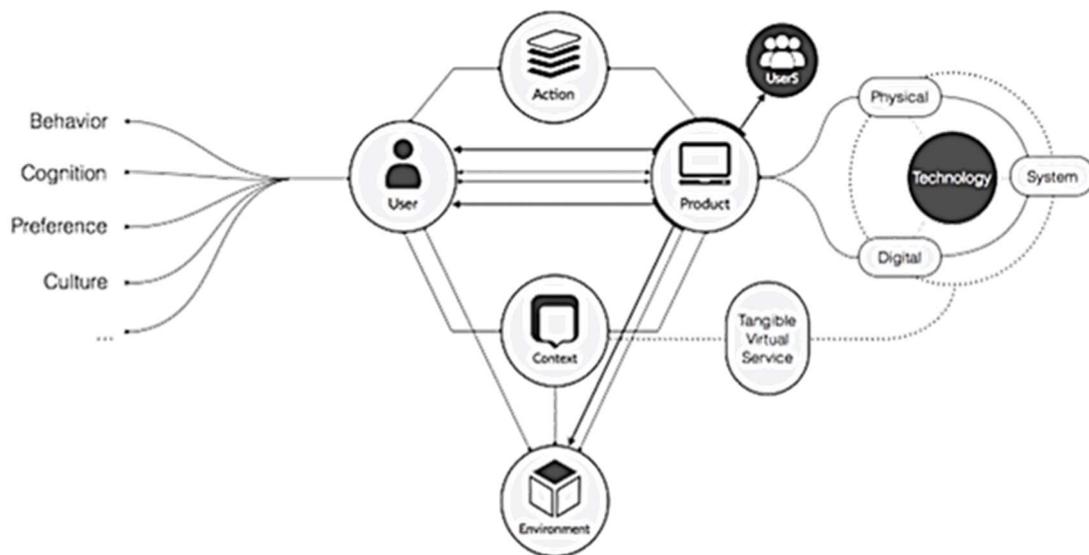


Figura 1 Schema di un approccio Human-Centred Design in cui sono evidenziate le connessioni fra l'utente, il prodotto, le azioni, l'ambiente e il contesto informativo. Yichen Wu & Margherita Pillan (2017)

L'idea del modello di Pucillo e Cascini (2014) è quella di spiegare attraverso la gerarchizzazione degli obiettivi (Carver, 1998), da dove nascono le percezioni che permettono gli utenti di intraprendere un insieme di azioni che permette loro di scalare i tre livelli degli obiettivi. Dal loro punto di vista, le azioni e gli effetti che generano si originano da quattro tipologie di affordance:

- Le manipulation affordance associate alle azioni di base;
- L'effect affordance collegate agli effetti che generano le azioni di base;
- Le use affordance associate ai piani d'azione;
- Le experiential affordance connesse al livello di raggiungimento del Be-Goal.

Questo modello, descritto in figura 2, è stato sviluppato per fornire ai progettisti un moderno punto di vista su come potrebbero approcciarsi alla progettazione di prodotti che sono per loro natura interattivi. Infatti, la progettazione di un artefatto digitale rimane un processo complesso, che richiede nuove linee guida, pratiche e strumenti adeguati ad affrontare la dinamicità del contesto in cui saranno utilizzati.

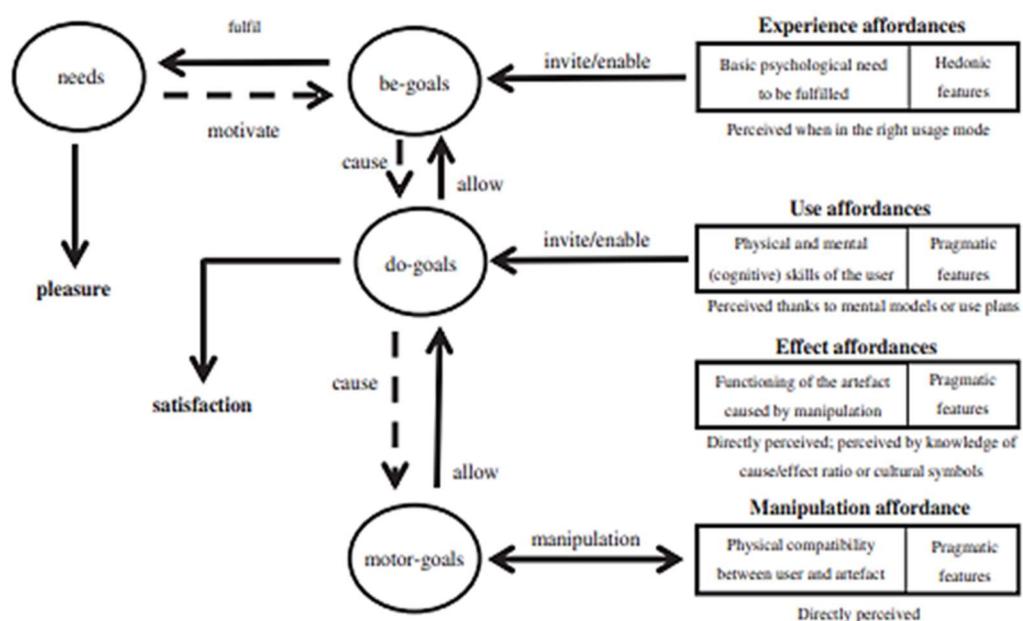


Figura 2 Modello che spiega come i tre livelli degli obiettivi possono essere raggiunti attraverso le affordance. Pucillo e Cascini, 2014

Per D. Norman (1998) studiando le affordance che un oggetto dovrebbe trasmettere ad un attore è possibile definire

un'architettura di sistema che permetta all'utente di interagire agevolmente con un artefatto. La base teorica dietro il concetto di affordance sembra avere il potenziale necessario a supportare efficacemente il processo di progettazione di nuovi artefatti digitali e dei sistemi digitali che abilitano (Litern, 2010). La natura modulare e flessibile degli artefatti digitali consente una modifica veloce e a basso costo. Ciò permetterebbe di utilizzare l'affordance come strumento per valutare ed orientare il processo di sviluppo prodotto, attraverso un processo continuo di testing-feedback-correzioni.

## 1.2 Artefatti digitali

In questo documento si è deciso di definire un artefatto digitale nel seguente modo:

*"Un artefatto digitale è un qualsiasi oggetto materiale o immateriale, basato su una tecnologia digitale che permette: raccolta, elaborazione e/o trasmissione di dati. L'artefatto presenta qualità come Modificabilità, Interattività, Accessibilità, Distribuzione"*

Questa definizione permette di identificare cosa può considerarsi un manufatto digitale, e di conseguenza iniziare a tracciarne un profilo tecnologico legato ai suoi attributi e caratteristiche. Yoo Y. (2012) ha individuato quattro aspetti della tecnologia digitale che hanno supportato efficacemente l'evoluzione degli artefatti digitali e della digitalizzazione:

- **Struttura Binaria delle informazioni:** tutte le informazioni possono essere espresse attraverso una serie di bit;
- **Microprocessori e software che contempiano l'architettura Von Neumann:** i dati dei programmi e le istruzioni del programma sono presenti nello stesso spazio di memoria (Yoo Y. , 2012);

- **Tecnologia immateriale:** le informazioni digitali e i software sono codificati all'interno di stringhe binarie (Faulkner P. &., 2010);
- **Natura autoreferenziale:** ogni nuovo artefatto o tecnologia diventa la base su cui progredire (Kallinikos J. , 2006; Yoo Y. H., 2010;)

La combinazione di queste caratteristiche è la base che rende gli artefatti digitali generativi ed inclini all'evoluzione. Come risultato, i computer digitali possono spostarsi tra bit come dati e bit come istruzioni. La natura immateriale e la particolare architettura di calcolo che differenzia gli artefatti digitali dai precedenti prodotti non digitali, in cui l'hardware e la funzione erano strettamente accoppiati, permette loro di essere riprogrammati in modo flessibile e riproposti con costi molto bassi (Faulkner P. &., 2010; Kallinikos J. A., 2010). Yoo (2010) ha sostenuto, che sono l'omogeneizzazione dei dati e la programmabilità della tecnologia digitale che hanno permesso la separazione tra quello che è il dispositivo fisico (hardware) e il servizio (le funzioni) e quella tra i contenuti e la rete.

La completa separazione fra questi aspetti porta grandi implicazioni a livello di architettura di prodotto. Il distacco tra la componente fisica e quella digitale ha permesso di rilassare alcuni vincoli strutturali e di fattibilità tecnica, che ha consentito di elevare il grado di modularità dell'architettura di prodotto. Ad esempio, un prodotto fisico con architettura modulare, ha il grande vantaggio di avere le interfacce dei componenti standardizzate, permettendo una "riprogrammabilità" dei singoli moduli senza avere un impatto sull'intera architettura di prodotto (Fujita, 2002). Tuttavia, esistono dei limiti ingegneristici, ad esempio il dimensionamento dell'interfaccia stessa o il costo di sviluppo, che impediscono ai prodotti fisici di avere una perfetta "riprogrammabilità" dei moduli dell'architettura. Questa problematica scompare quando si ragiona a livello di artefatti

digitali proprio per le caratteristiche descritte all'interno di (Yoo Y. , 2012).

Per cui, mettendo insieme le caratteristiche descritte all'interno di questo paragrafo con la natura agnostica fra la componente fisica e quella digitale, è stato possibile definire una nuova forma di architettura di prodotti che prende il nome di architettura modulare stratificata (Yoo Y. , 2012).

### **1.2.1 Architettura modulare stratificata**

L'architettura modulare stratificata è il risultato di un legame temporaneo di singoli componenti in strati diversi (fisico, di rete, di servizio e di contenuti (Yoo Y. , 2012)). Tale architettura è dinamica e flessibile, qualità queste che sono abilitate dalla modularità, granularità, e dalle interfacce standardizzate degli artefatti digitali (Kallinikos J. A., 2010). Nei prodotti fisici un'architettura modulare (figura 3) implica che i singoli componenti e i sottoinsiemi funzionali siano specifici per il prodotto (Ulrich, 1995). Al contrario, i componenti in un'architettura modulare stratificata sono agnostici dal prodotto, permettendo di accettare componenti, senza doversi preoccupare di alcun tipo vincolo (esempio, il dimensionamento dell'interfaccia). In un'architettura modulare stratificata, i componenti in strati diversi non appartengono necessariamente alla stessa gerarchia progettuale (Clarke, 1985). Detto ciò, un prodotto digitale con un'architettura modulare stratificata può evolvere continuamente attraverso la ricombinazione dei suoi componenti. In tabella 1 sono riportate le principali differenze a fra le due architetture di prodotto.

Per esemplificare quanto detto si considerino le Web API (application programming interface). Le API sono un insieme di funzioni raggruppate per l'espletamento di un dato compito (J.B., 1991). Queste, sono caratterizzate da una struttura

gerarchica, quindi, un API si basa sul funzionamento di API ad un livello più basso. L'idea su cui sono state sviluppate è che queste siano riprogrammabili senza dover alterare il codice di un API di un livello inferiore. Le API web sono scritte senza riferimento ad un prodotto finale specifico, permettendone molteplici riutilizzi in vari contesti. Quindi, facendo riferimento all'esempio delle API, si può sfruttare la natura riprogrammabile dei componenti digitali e l'omogeneizzazione dei dati, un componente sviluppato ad hoc per un determinato prodotto, potrà essere facilmente adattato per altri prodotti o servizi.

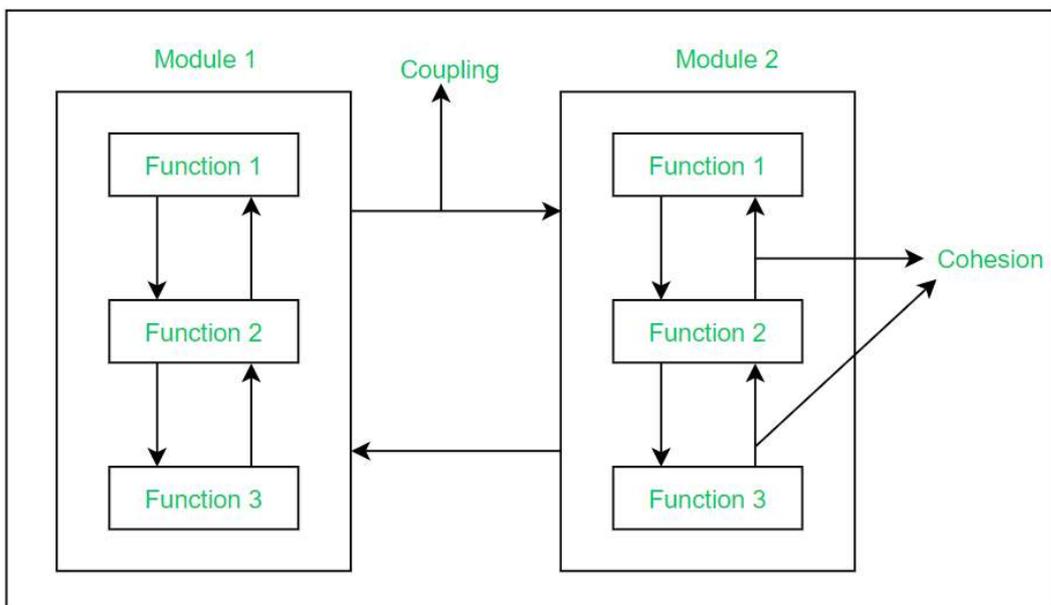


Figura 3 Diagramma blocchi di un'architettura modulare. Y.Yoo,2010

Un secondo esempio, sono gli smartphone, che per loro natura sono incompleti da un punto di vista funzionale al momento dell'acquisto. Sono gli utenti che attraverso il download di applicazioni completano lo smartphone in modo che questi sia funzionalmente efficiente. Tuttavia, uno smartphone è, e rimane, un artefatto "incompletamente progettato", una caratteristica questa che permette agli utenti di cambiare il profilo di servizio continuamente attraverso installazione di diverse applicazioni per tutta la sua vita.

Tabella 1 Confronto architettura modulare e architettura modulare stratificata

Architettura	Riprogrammabilità	Omogeneizzazione delle informazioni	Natura auto-referenziale	Caratteristiche	Elementi in comune
<b>Modulare</b>	Bassa	Bassa	Bassa	-Il prodotto ha specifici component -Componenti annidati in una singola gerarchia di design -Componenti sono progettati e prodotti da imprese che condividono uno specifico know-how	Utilizzo di interfacce e standardizzate per l'accoppiamento
<b>Modulare stratificata</b>	Alta	Alta	Alta	-Componenti agnostici dal prodotto -gli strati sono accoppiati attraverso protocolli standard noti ad un gruppo eterogeneo di imprese	

### 1.3 Affordance

Il termine Affordance nasce nel 1977 ed è coniato da J. Gibson all'interno di "The ecological approach to visual perception", per spiegare come gli animali, senza ricorrere ad alcun tipo di ragionamento, riuscissero a cogliere il significato intrinseco di un oggetto utilizzando semplicemente la percezione sensoriale (Gibson, 1977). La definizione proposta è:

"Una combinazione specifica delle proprietà di una sostanza e delle sue superfici che sono prese come riferimento da un animale".

La definizione sottolinea la relazione di complementarità esistente fra la sostanza e l'animale, una relazione che è totalmente indipendente dall'effetto che si genera e che è abilitata attraverso l'uso dei sensi. Tuttavia, ciò che l'animale percepisce non sono da intendersi come le proprietà fisiche, ma sono le sue affordance. Le affordance sono però abilitate da alcune delle caratteristiche fisiche (dimensione,

superficie, materiale, ecc.) e che devono essere percepibili dall'animale (Gibson, 1977), è possibile quindi parlare di percezione sensoriale. Riassumendo per Gibson l'affordance rappresenta la percezione, originata dai sensi, che l'utente ha della relazione che si instaura fra lui e un'oggetto all'interno di un ambiente. Nell'ambiente di tutti i giorni, ad esempio, una sedia offre la possibilità di sedersi, un interruttore permette di accendere la luce, un telefono di inviare un messaggio e così via.

Le potenzialità del concetto di affordance sono state colte immediatamente da D. Norman, che applico l'idea di affordance al campo dell'Engineering Design. Norman capì che studiando le percezioni che un oggetto trasmette ad un attore è possibile definire un'architettura di prodotto che sia intuitiva e dall'usabilità. Allora Norman riformulò la definizione di affordance come segue:

"Il risultato di un'interpretazione di un oggetto, costruita sull'esperienza e sulla conoscenza che applichiamo alla percezione dell'oggetto".

Partendo da questa definizione, Norman propone una sua declinazione di Affordance:

- **Real Affordance:** si riferisce alle proprietà reali dell'affordance;
- **Perceived Affordance:** si riferisce alle proprietà percepite, che potrebbero non essere reali e dettano l'usabilità dell'oggetto.

Queste due classi di affordance suggeriscono all'utente come interagire con l'oggetto. Se l'interazione suggerita porta ad un risultato diverso da quella che è la natura della sostanza, allora emergono i Gulf. (Norman., 1988).

Questi due autori sono il punto di partenza per qualsiasi analisi legata al mondo dell'affordance, e nel caso di Norman anche dell'Usability Design. In tabella 3 sono riportate le

principali differenze la nozione di affordance espressa da Gibson e quella di Norman.

Gibson	Norman
<p>Sono indipendenti dall'esperienza, cultura o dalla conoscenza dell'animale</p>	<p>Possono dipendere dall'esperienza, cultura o dalla conoscenza</p>
<p>Esistenza Binaria</p>	<p>Sono proprietà percettive</p>
<p>Sono possibilità di azione originate dalla relazione fra animale e sostanza</p>	<p>Suggeriscono come sfruttare le proprietà, facilitando o meno un'azione</p>

Tabella 2 Confronto delle caratteristiche dell'Affordance sviluppata da Gibson e da Norman

## **2.Literature Review**

Per impostare l'analisi ed individuare una soluzione ai problemi precedentemente descritti, è stato necessario costruire una ricca literature rievew che è possibile dividere in due macroaree. La prima relativa agli artefatti digitali, la cui particolare natura insieme alle caratteristiche e le affordance ad essi associati sono stati negli ultimi anni al centro di un campo di studio composto da una piccola, ma sempre più crescente, letteratura. Da questo ramo della literature review si è voluto estrapolare il concetto di artefatto digitale e delinearne il profilo ingegneristico individuando caratteristiche tecnologiche, attributi e peculiarità.

La seconda macroarea è connessa all'affordance, ed è servita a raccogliere le nozioni connesse al concetto di affordance per definire la base teorica su cui valutare l'idoneità del concetto a descrivere il mondo delle percezioni legate ad un sistema e ad un artefatto digitale. La base teorica è stata il punto di partenza per lo sviluppo dell'idea di affordance digitale e la definizione delle caratteristiche che la contraddistinguono.

### **2.1 Literature review artefatti digitali**

La Literature Review è stata composta da 24 paper che trattano temi come la "digital innovation", "organizing for innovation in the digitized world", "digital Artifact Design". La ricerca è stata condotta attraverso il motore di ricerca "Google Scholar" ed utilizzando le seguenti Keywords: "digital artifact classification", "digital artifact", " digital artifact description". I paper selezionati per l'analisi degli abstract sono stati quelli che erano stati pubblicati dai principali Journal scientifici (EJIS, ISJ, International Journal of

Engineering Science, Journal of Strategic Information Systems, MIS Quarterly). Per la gestione delle informazioni contenute nei paper ci siamo rifatti al modello proposto all'interno di (Kallinikos J. A., 2013). Gli articoli sono stati raggruppati e schedati per: Fonte, Campo di ricerca, Esempi trattati; Attributi degli artefatti, Evidenze.

Questi 24 paper sono poi stati suddivisi in 2 gruppi. Il primo gruppo è servito a chiarire cosa la letteratura considera come artefatto digitale, analizzando il contesto in cui è utilizzata quest'espressione, per poterne poi derivare una definizione; il secondo per delineare le caratteristiche e gli attributi degli artefatti digitali, facendo riferimento anche ad alcuni esempi pratici. Di seguito sono riportate la tabella 3 e la tabella 4 che schematizzano come sono state distribuiti i paper nei due gruppi e le principali informazioni che sono state estrapolate da ognuno di essi.

È emerso che ci sono all'interno della letteratura ci sono diversi modi di percepire un artefatto digitale. Ad esempio, Ekiba (2009) come anche Kallinikos et al. (2010), Kallinikos and Mariategui (2011), e Manovich (2001) considerano come artefatto digitale un generico video, un'immagine o un file che è modificabile. Secondo questi ricercatori, questi oggetti possono essere talvolta, raggruppati in strutture più complesse che rappresentano degli ambienti digitali distribuiti. Su un altro fronte troviamo Yoo et al. (2010) e Faulkner and Runde (2009, 2011), che hanno definito l'artefatto digitale partendo dalla natura immateriale della tecnologia su cui esso si fonda, caratterizzata da modularità, accessibilità e riprogrammabilità. Caratteristiche queste che sono proprio comuni degli ambienti digitali trattati dalla controparte. La letteratura degli ultimi anni sembra, abbracciare la seconda corrente di pensiero. Infatti, com'è riportato in Tabella 3, gli esempi di artefatti digitali sono strumenti o oggetti che presentano un elevato grado

di complessità, che sono il risultato di componenti digitali più semplici aggregati.

Tabella 3 Paper che trattano l'analisi di artefatti digitali

Paper	Analisi	Digital Artifacts	Contenuti
(Tilson, 2010; Hanseth, 2010)	Concettuale	Infrastrutture digitali	Sistema condiviso, aperto, eterogeneo e in evoluzione costituito da artefatti digitali e loro utenti, operazioni e comunità di progettazione
(Grisot, 2014; Henningsson, 2011; Racherla, 2013)	Empirica	Infrastrutture digitali	
(Kortuem, 2010; López, 2011)	Concettuale	Oggetto Smart	Sono prodotti senzienti in grado di raccogliere e scambiare dati all'interno dell'ambiente, elaborarli per guidare le operazioni di decision-making. Componenti di un oggetto smart (i.e., sensori, microprocessori intelligenti, data storage, software).
(Porter, 2014; Porter, 2015)	Empirica	Oggetto Smart	
(Lusch, 2015; Yoo Y. H., 2010)	Concettuale	Piattaforme Digitali	Framework estensibile che affronta una famiglia di funzionalità generiche che soddisfano le esigenze di comunità di utenti eterogenee
(Ghazawneh, 2013; Eaton, 2015; Bergvall-Kåreborn, 2014; Selander, 2013; De Reuver, 2017)	Empirica	Piattaforme digitali	
(Yoo Y., 2012; Nambisan, 2013)	Concettuale	Artefatto digitale (generico)	Oggetto creato e composto da tecnologia digitale e risultato di un'azione umana coordinata
(Henfridsson, 2014)	Empirica	Artefatto digitale (generico)	

La letteratura ha permesso di individuare gli attributi che contraddistinguono questi artefatti. Analizzando la tassonomia, i campi di applicazione e la tecnologia degli artefatti digitali

è stato possibile individuare quattro attributi che erano ripresi in più casi di studio: Interattività, Riprogrammabilità, Accessibilità e la Distribuzione. Oltre a questi attributi sono state identificate tre caratteristiche: modularità, granularità e la dinamica riflessiva. Questi attributi e queste caratteristiche sono spiegati nel dettaglio nel paragrafo 2.1.3.

Tabella 4 Elenco dei paper utilizzati per identificare gli attributi e le caratteristiche degli artefatti digitali

Paper	Campo di ricerca	Esempi	Attributi degli artefatti	Evidenze
(Yoo Y. , 2010; Yoo Y. H. , 2010)	Sistemi informativi	Ipad, internet	Programmabilità	Gli artefatti digitali possiedono un architettura modulare stratificata che aiuta a separare il "contenuto" dal device e dal struttura informativa
			Tracciabilità	
			Capacità senziente	
			Accessibilità	
(Kallinikos J. A. , 2010; Kallinikos J. a.-C. , 2011)	Sistemi informativi	Video Digitali	Distribuito	I file digitali sono legati come metadati permettendo all'interno di essere accessibili, rintracciabili e interagibili all'interno di un ecosistema digitale
			Interattività	
			Accessibilità	
			Modificabilità	
(Faulkner P. &. , 2010; Faulkner P. a. , 2009)	Economia, Organizzazione di impresa	Computer	Accessibilità	La natura immateriale dei Bit permette di superare i vincoli di materialità imposti agli oggetti e alle loro funzioni
			Modificabilità	
(Manovich, 2001)	Comunicazione e Media	Database	Modularietà	Sono introdotte all'interno dell'ecosistema economico delle nuove logiche di customizzazione dei prodotti
			Accessibilità	
(Zittrain J. L. , 2008; Benkler Y. , 2006)	Economia	Computer , Wikipidia, Internet	Accessibilità	Modularità e Accessibilità permettono a progetti digitali di essere un importante base su cui progredire tecnologicamente
			Modificabilità	
			Distribuito	
			Tracciabilità	
(Ekbia, 2009)	Sistemi informativi	Software bug	Accessibilità	Gli artefatti digitali sono dei quasi-oggetti identificati da legami relazionali e processuali
			programmabilità	

## **2.1.1 Gli artefatti digitali**

All'interno della letteratura quando si parla di artefatti digitali lo si fa riferendosi alle infrastrutture digitali, alle piattaforme digitali, agli oggetti smart oppure parlandone in maniera generica.

### **2.1.1.1 Le infrastrutture digitali**

Le infrastrutture digitali sono dei sistemi composti da più componenti tecnologici tanto da essere identificati come sistemi socio-tecnici (Ciborra C. U., 2000). Questi sistemi sono collegati attraverso delle reti che si estendono ben oltre le singole organizzazioni tanto da arrivare ad avere un copertura globale: internet è infatti, il più grande esempio di infrastruttura digitale. Hanseth & Lyytinen (2010) hanno definito le infrastrutture di rete nel seguente modo:

*"A shared, open (and unbounded), heterogeneous and evolving socio-technical system (...) consisting of a set of IT capabilities and their user, operations and design communities. (...) Structurally a (digital infrastructure) is recursively composed of other infrastructures, platforms, application and IT capabilities. (...) Control is distributed and episodic and an outcome of negotiation and shared agreements. (...) Episodic forms of control determine which groups of designers control which parts or elements of the (digital infrastructure). (...) There are no clear boundaries between those that can design the (infrastructure) and those that may not. (...) The openness (...) implies that during their lifetime the social and technical diversity and heterogeneity of (digital infrastructures) will increase."*

### **2.1.1.2 Le piattaforme digitali**

Esistono poi diverse definizioni per le piattaforme digitali. Hanseth & Lyytinen (2010: p.4) propongono anche la definizione di piattaforma digitale:

*"Platform designs (...) organize IT capabilities into frameworks allowing the software to address a family of generic functional specifications that meet the needs of multiple, heterogeneous and growing user communities. (...) Platforms typically grow in complexity as designers take into account heterogeneous user needs while maintaining backward compatibility and horizontal compatibility across different combinations of capabilities. Therefore, many platforms, originally conceived as limited sets of IT capabilities, obtain later emergent features; they start growing in seemingly unlimited fashion and serve unexpected users (...) generating exponentially growing technical and social complexity."*

La Piattaforma digitale, in base alla definizione di Hanseth & Lyytinen (2010: p.4) si differenzia dalle infrastrutture digitali per il numero di attori che ne detengono il controllo. Tuttavia, nonostante ci sia un solo attore a dettarne il controllo questi porta in sé gli interessi di molteplici stakeholders. Deve infatti, tenere aggiornato il sistema in modo essere competitivo all'interno dell'ecosistema e poter progredire per catturare un pubblico sempre più ampio.

Tuttavia, le piattaforme digitali possono essere definite anche come artefatti puramente tecnici in cui la piattaforma è un insieme di stringhe di codice che è estensibile attraverso dei moduli di terze parti che completano questa base di codice (Tiwana et al., 2010; Boudreau, 2012). Oppure, una piattaforma digitale può essere concettualizzata come un assemblaggio sociotecnico che comprende gli elementi tecnici (di software e hardware), i processi e gli standard organizzativi associati

(Tilson et al., 2012). Ghazawneh e Henfridsson (2015) basandosi su Tiwana et al. (2010) arrivano a definire le piattaforme digitali come:

*"software-based external platforms consisting of the extensible codebase of a software-based system that provides core functionality shared by the modules that interoperate with it and the interfaces through which they interoperate"*.

In conclusione, una piattaforma digitale incorpora vari moduli che estendono la funzionalità del prodotto software (Sanchez e Mahoney, 1996; Baldwin e Clark, 2000). Questi moduli possono essere visti come dei sottosistemi software plug-in (Tiwana e Konsynski, 2010, p. 676), spesso sotto forma di applicazioni progettate e sviluppate da sviluppatori di terze parti.

### **2.1.1.3 Oggetto smart**

Un oggetto smart è un prodotto fisico potenziato con una tecnologia digitale che gli attribuisce nuove proprietà: programmabilità, comunicabilità, memorabilità, sensibilità, tracciabilità e associabilità. Sono prodotti senzienti in grado di raccogliere e scambiare dati all'interno dell'ambiente, elaborarli per guidare le operazioni di decision-making. Questa visione di oggetto è condivisa in (M. E. P. Hernández and S. Reiff-Marganiec, 2014):

*"A smart object is a physical object with enhanced digital capabilities including, at least, identification, communication, retention and energy-harvesting. Smart objects are derived from non-smart objects and maintain these objects original essence. Smart objects are a type of smart things and include not only devices but regular objects"*

### **2.1.2 Definizione di artefatto digitale**

In questo modo si è chiarito, cosa letteratura considera come artefatto digitale. È interessante notare che non esiste una definizione ampiamente accettata di artefatto digitale, al punto che alcuni ricercatori hanno messo in discussione l'utilità di questa espressione (Alter, 2015). Tuttavia, per poter progredire in questa ricerca, è propedeutico avere una definizione che aiuti a identificare un artefatto digitale. Unendo le informazioni relative a cosa è considerato un artefatto digitale, quali sono le caratteristiche di un artefatto digitale e qual è l'architettura che lo contraddistingue, con le definizioni che la letteratura proponeva per artefatto digitale, è stato possibile formulare una sua definizione formale.

Per arrivare a formulare la definizione che sarà adottata all'interno del documento, si è indagato anche le proposte passate. Secondo Kallinikos J. A. (2013) un artefatto digitale, è:

"Un artefatto fisico potenziato con tecnologia digitale  
avente una sua potenza di calcolo e dei canali di  
comunicazione che permettano uno scambio di informazioni fra  
lui ed altri artefatti digitali".

Questa definizione è troppo riduttiva per essere accettata. Da un altro punto di vista però, definire un artefatto digitale come una generica manipolazione di dati tale per cui gli è conferita una struttura attraverso un processo digitale per mezzo di una tecnologia (Rodriguez, 2012), sarebbe stato eccessivamente ampio e generico.

A differenza delle due sopracitate definizioni, quella proposta da Eck (2015) risulta essere esaustiva e contemplare ciò che in letteratura è trattato come un artefatto digitale. La sua proposta nasce dalla discussione di (Orlikowski, 1992) sul concetto tecnologico ed è combinata con la concettualizzazione

di distinti attributi che contraddistinguono un artefatto digitale (Kallinikos et al. 2013):

*"A digital artifact is an object created by and composed of digital technology and the outcome of coordinated human action. It is created and changed by human actors, but it is also used by humans to accomplish some action. Digital artifacts fundamentally differ from physical artifacts in that they are interactive, editable, reprogrammable, distributed, modular, granular, and reflexive".*

Per questo documento si è voluta proporre una nuova definizione di artefatto digitale, che è stata costruita partendo dalle definizioni precedentemente citate e contestualizzandole con ciò che comunemente in letteratura è considerato un artefatto digitale. La proposta è la seguente:

*"Un artefatto digitale è un qualsiasi oggetto materiale o immateriale, basato su una tecnologia digitale che permette: raccolta, elaborazione e/o trasmissione di dati strutturati.*

*L'artefatto presenta qualità come Modificabilità, Interattività, Accessibilità, Distribuzione".*

Questa definizione è stata quella presa in considerazione su cui è costruito il successivo lavoro di analisi.

### **2.1.3 Attributi e caratteristiche degli artefatti digitali**

Grazie alla tecnologia alla base degli artefatti digitali e all'architettura che li contraddistingue, questi artefatti presentano proprietà uniche che gli rendono altamente generativi<sup>1</sup> (Zittrain J. , 2006; 2008) e che espandono il loro campo di interazione ed applicazione, enfatizzando la differenza con gli artefatti fisici. È proprio la natura generativa che

---

<sup>1</sup> Il concetto di generatività è stato definito come la capacità di una tecnologia o di un sistema di essere manipolato da diversi gruppi di attori attraverso modi anche non definiti a priori

conferisce agli artefatti enormi potenzialità, tra cui essere elementi abilitanti di servizi innovativi. Attingendo al lavoro di (Eck, 2015) che ha costruito un literature review per valutare la capacità generativa degli artefatti digitali è stato possibile individuare quattro proprietà fondamentali che contraddistinguono gli artefatti digitali:

- Modificabilità;
- Interattività;
- Accessibilità;
- Distribuzione.

Oltre alle quattro proprietà sono state individuate anche tre caratteristiche tecnologiche che contraddistinguono questi manufatti:

- Granularità;
- Modularità;
- Dinamica riflessiva;

Di seguito sono riportate le descrizioni estese degli attributi e delle caratteristiche tecnologiche che caratterizzano gli artefatti digitali.

### **Modificabilità**

Gli artefatti digitali differiscono dalle entità fisiche e da altri documenti culturali (ad esempio, file cartacei, registrazioni su nastro) di costituzione non digitale lungo una serie di dimensioni. Per cominciare gli artefatti digitali sono modificabili. La loro flessibilità permette, almeno in linea di principio, di modificare o aggiornare continuamente e sistematicamente l'artefatto. La modificabilità può assumere varie forme. Può essere raggiunto semplicemente riorganizzando gli elementi di cui è composto un oggetto digitale (come elementi in un elenco digitale o subroutine in una libreria software), eliminando elementi esistenti o aggiungendo nuovi elementi, o

anche modificando alcune delle funzioni dei singoli elementi. In altri casi, la modificabilità è integrata nell'oggetto sotto forma di aggiornamento regolare o continuo di contenuti, elementi o campi dati, come nel caso di archivi digitali di vario tipo la cui utilità è strettamente associata a un aggiornamento costante (ad esempio, blog o pagine wiki, sistemi di transazione o prenotazione, sistemi di cambio valuta)

### **Interattività**

In secondo luogo, gli artefatti digitali sono interattivi, offrendo percorsi alternativi lungo i quali gli utenti possono attivare le funzioni incorporate nell'oggetto, o esplorare la disposizione degli elementi di informazione sottostanti. L'interattività è distinta dalla modificabilità in quanto non comporta alcun cambiamento o modifica immediata dell'oggetto digitale. La sua qualità chiave è l'esplorazione delle informazioni, resa possibile dalla natura reattiva e vagamente in bundle degli oggetti che compongono l'oggetto digitale.

### **Accessibilità**

Gli artefatti digitali concedono l'accesso e le modifiche per mezzo di altri oggetti digitali, come quando il software di image-editing viene utilizzato per modificare le immagini digitali o quando i contenuti provenienti da fonti diverse vengono aggregati per riunire i titoli delle notizie. Può anche essere realizzato in modo più profondo, di solito da esperti o potenti dilettanti, accedendo ai principi o alle regole sottostanti del programma che regolano il comportamento dell'oggetto digitale o del suo codice sorgente. La loro natura aperta permette agli oggetti digitali di comunicare fra loro attraverso codici standardizzati (Manovich 2001; 2008; Kallinikos e Mariategui 2011).

L'Accessibilità è legata alla modifica ma si differenzia dalla modificabilità nella misura in cui quest'ultima è limitata alla semplice riorganizzazione, aggiunta o eliminazione del contenuto e degli elementi che compongono l'oggetto digitale o l'aggiornamento delle informazioni (ad esempio, in un database) senza interferenze sulla struttura logica (il rispettivo schema di database) che governa l'oggetto e i meccanismi di produzione, elaborazione e scambio di informazioni. Così concepita, l'apertura è legata al carattere interoperabile dei manufatti digitali (Ciborra C. , 2006; Ekbia, 2009). L'interoperabilità è una condizione importante dell'ecosistema digitale (Yoo et al. 2010).

### **Distribuzione**

Il risultato dell'interoperabilità e dell'apertura, è che gli artefatti digitali sono distribuiti e sono quindi raramente contenuti all'interno di una singola fonte o istituzione. Da questo punto di vista, gli oggetti digitali sono gruppi temporanei di funzioni, elementi informativi o componenti sparsi su infrastrutture di informazione (Internet), una condizione che li distingue fortemente da oggetti fisici e artefatti di costituzione non digitali. L'ipertesto, ad esempio, alla base di molti documenti digitali è solo una rete di varie risorse Web, interconnesse da una moltitudine di elementi, dispositivi e produttori diversi e interconnessi. La distribuzione conferisce agli oggetti digitali alcune qualità interessanti. Gli oggetti digitali sono senza confini. Inoltre, la distribuzione rende possibili varie combinazioni da una più grande ecologia di oggetti.

### **Granularità**

La granularità sta per la scomposizione intrinseca degli artefatti digitali, fino alla loro rappresentazione binaria di base, e per la possibilità associata di modificare sia una parte insignificante che una parte sostanziale dell'artefatto su diversi livelli di astrazione.

### **Modularità**

La modularità si riferisce alla distinta qualità degli artefatti digitali modularizzati per non essere legati ad un'architettura di prodotto fisso, il che significa che i singoli moduli di un elemento digitale complesso possono essere trasferiti a contesti d'uso completamente non correlati.

### **Dinamica riflessiva**

La dinamica riflessiva degli artefatti digitali porta l'idea che qualsiasi accesso, assemblaggio o altrimenti manipolazione può essere eseguito solo attraverso l'uso di altri artefatti digitali. Di conseguenza, qualsiasi dominio in cui entrano gli artefatti digitali vedrà in modo un aumento degli artefatti digitali nel tempo.

Attraverso questo lavoro di Literature review degli artefatti digitali è stato quindi possibile delinearne un profilo tecnologico. La definizione del profilo tecnologico (definizione, caratteristiche e attributi) degli artefatti è necessario per poter poi comprendere se le caratteristiche dell'Affordance sono compatibili con esso.

## **2.2 Literature review Affordance**

La letteratura vagliata è quella degli ultimi 40 anni, ovvero da quando il termine affordance è nato, e ci siamo soffermati

maggiormente su quelle pubblicazioni che non solo hanno cercato di dare un contributo significativo all'ampliamento della definizione di affordance in merito alla HCI, ma ne proponevano anche un utilizzo. Il primo step è stato di analizzare (Gibson, 1977) e (Norman., 1988) per approfondire la conoscenza dell'argomento ed apprendere l'adeguata terminologia. Il passo successivo è stato di iniziare la ricerca dei paper. La ricerca è stata condotta inizialmente, attraverso Keyword (Affordance, Affordance & IT, Affordance in Design, Digital Affordance, Perceptual Visual Design) utilizzando come motori di ricerca Google Scholar e Scopus; e successivamente utilizzando le referenze dei paper.

I paper raccolti sono stati 97; recuperati utilizzando Database e banche dati (HAL, Taylor & Francois, ScienceDirect, ecc...), ma soprattutto Journal scientifici (Engineering Design, International Journal of Engineering Science, Scientific Computing, Journal of Materials Processing Technology, Scientific Psychology, ecc...). La lista completa è riportata in appendice.

I 97 paper sono stati analizzati attraverso la lettura dell'abstract. Dalla raccolta di paper sono stati estrapolati quei documenti riguardanti il concetto di affordance applicato al mondo del HCI o a livello puramente concettuale o che presentavano dei veri casi di studio legati all'ambito della progettazione.

L'operazione ha portato ad una selezione di 29 paper che sono risultati idonei per un'analisi approfondita. L'analisi dei paper è stata infine svolta per ordine cronologico, in modo da poter valutare come è evoluto nel tempo il concetto, osservando come gli autori hanno sfruttato la letteratura a loro disposizione per articolare la nozione di affordance, così da poter valutare i singoli contributi. La letteratura ha mostrato la grande importanza che è attribuita al contesto informativo nel quale l'utente deve agire, il legame di complementarità che

deve esistere tra l'oggetto e l'utente e la complessità dietro il concetto di affordance. Tuttavia, ha anche permesso di evidenziare alcune criticità che saranno discusse nel paragrafo 2.2.5. Di seguito è riportata la tabella 5 con l'elenco dei 29 paper.

Autore	Paper	Anno	Fonte
Gaver W.W.	Technology Affordance	1991	Conference on Human Factors in Computing Systems
Conn, A.P	Time Affordance: The time factor in diagnostic usability heuristics.	1995	CHI '95 Conference Proceedings. 186-193.
Mcgreneire, J. & Ho, W.	Affordance: Clarifying and Evolving a Concept	2000	Proceedings of Graphics Interface
Lintern, G.	An Affordance-Based Perspective on Human-Machine Interface Design	2000	Ecological Psychology, 12(1), 65-69
Hartson, R.	Cognitive, physical, sensory, and functional Affordance in interaction design	2003	Behaviour & Information Technology, Volume 22, pag 315-338
Boyle, T., & Cook, J	Understanding and using technological Affordance: a commentary on Conole and Dyke.	2004	.ALT-J, 12(3), 295-299.
Brown, D.C., & Blessing, L	The relationship between function and Affordance	2005	Design Engineering Technical Conf
Olivier, M.	The problem with Affordance	2005	Sage Journals
Vyas, D., Chisalita, C. M., & van der Veer, G. C.	Affordance in Interaction	2006	Conference on Cognitive Ergonomics Trust and Control in Complex Socio-Technical Systems
C.-H. Lai, J.-C. Yang, F.-C. Chen, C.-W. Ho & T.-W. Chan	Affordance of mobile technologies for experiential learning: the interplay of technology and pedagogical practices	2007	journal of computer assisted learning
Jenkins, H.S.	Gibson's "Affordance": Evolution of a Pivotal Concept	2008	Journal of Scientific Psychology.
Kaptelinin, V., & Nardi, B.	Affordance in HCI: Toward a Mediated Action Perspective	2012	Annual Conference on Human Factors in Computing Systems
Leonardi P.M	When Does Technology Use Enable Network Change in Organizations? A Comparative Study of Feature Use and Shared Affordance	2013	MIS Quarterly Vol.37 No.3, pp. 749-775
Olga Volkoff, O. & Strong, D.M.	Critical realism and Affordance: Theorizing IT-Associated organizational Change Processes	2013	MIS Quarterly Vol.37 No. X, pp.1-XX/Forthcoming
Jones, K.S.	what is an Affordance?	2013	Ecological Psychology, 15(2), 107-114
Follmer, S., Leithinger, D., Olwal, A., Hogge, A., & Ishii, H.	Dynamic Physical Affordance and Constraints through Shape and Object Actuation	2013	Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology
Sun, H., & Hart-Davidson, W. F.	Binding the material and the discursive with a relational approach of Affordance.	2014	Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems
Pucillo et Cascini	A framework for user experience, needs and affordance	2014	Design Studies Vol 35 No. 2
Brown, D.C & Maier J.R.A	Affordance in design	2015	Cambridge University Press
IVAN Mata, I., Fadel, G. & Mocko, G.	Toward automating Affordance-based design	2015	Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing (2015), 29, 297-305.
C. Chen, A. Seff, a Kornhauser	DeepDriving: Learning Affordance for Direct Perception in Autonomous Driving	2015	Proc. ICCV, pp. 2722-2730,
Davis, J. L., & Chouinard, J. B.	Theorizing Affordance: From Request to Refuse	2016	Bulletin of Science, Technology & Society, 36(4), 241-248.
Vyas, D., Chisalita, C. M., & Dix, A.	Organizational Affordance: A Structuration Theory Approach to Affordance. Interacting with Computers.	2016	Oxford University Press
Ciavola-Gershenson	Affordance Theory For Engineering	2016	Res Eng Design (2016) 27:251-263
Osiurak, F., Rossetti, Y., & Badets, A.	What is an Affordance? 40 years later.	2017	Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 77, 403-417.

Anderson, C., & Robey, D.	Affordance potency: Explaining the actualization of technology Affordance	2017	Information and Organization, 27(2), 100-115
---------------------------	---	------	--

Tabella 5 Lista dei paper soggetti ad un'approfondita analisi

### 2.2.1 Affordance in HCI

L'applicazione del concetto di affordance al mondo del HCI arriva da Gaver (1991) che riprendendo (Normann, 1988) formula la seguente interpretazione delle affordance:

“Le affordance sono proprietà del mondo che rendono possibile qualche azione ad un organismo attrezzato per agire in certi modi”.

Partendo da questa interpretazione Gaver (1992) arriva a parlare di una speciale configurazione esistente tra gli attributi dell'oggetto e l'attore (figura 4). Questa configurazione è registrata solo se esiste una compatibilità tra gli attributi fisici dell'oggetto e dell'attore. La compatibilità è espressa attraverso le informazioni: gli attributi dell'oggetto devono trasmettere un certo numero di informazioni tali da essere percepite dall'attore. Sono proprio le informazioni a definire la natura dell'affordance e le azioni che l'attore può intraprendere. (Gaver, 1992) Tuttavia, l'affordance esiste a prescindere dall'informazione percettibile.

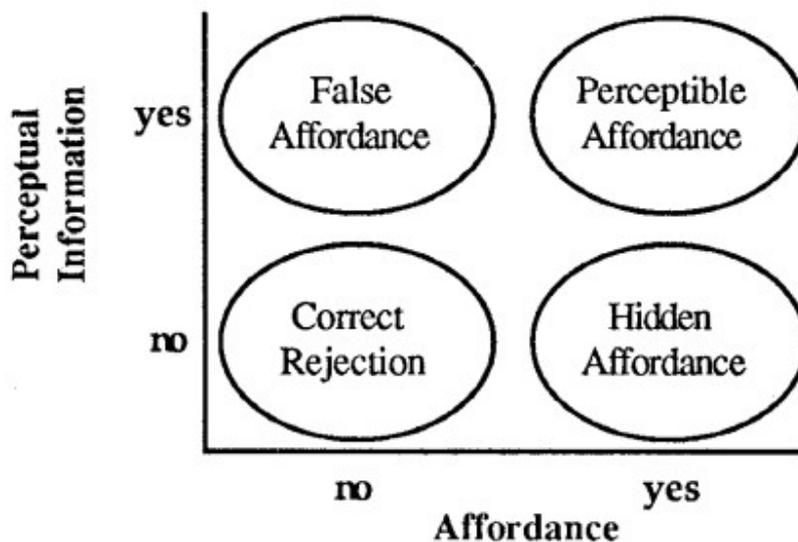


Figura 4 Declinazione dell'affordance in funzione della percezione dell'informazione. Gaver, 1991

Utilizzando come variabile binaria l'informazione percepita dall'utente Gaver propone una sua declinazione di affordance:

1. **False Affordance:** un insieme di informazioni sono percepite dall'utente che gli suggeriscono una percezione che genera degli stimoli non voluti dal progettista;
2. **Correct Rejection:** il livello informativo è tale da non generare stimoli che possano ingannare l'utente;
3. **Hidden Affordance:** L'attore non riesce a percepire le informazioni che gli permettono di generare la percezione dell'oggetto, ed di avere gli stimoli che il designer aveva progettato.
4. **Perceptible Affordance:** L'informazione è disponibile all'utente, cosicché questi possa avere le percezioni legate all'oggetto.

Da questa declinazione si deduce che l'informazione, o meglio il contesto informativo, funge da interruttore per l'interpretabilità delle Affordance.

L'informazione, all'interno della HCI, passa attraverso l'interfaccia, che è il mezzo con cui l'utente interagisce con

l'artefatto digitale. Ciò implica che molte delle affordance dell'artefatto digitale si manifestano attraverso le percezioni che l'utente ha relazionandosi con l'interfaccia. Assume importanza il processo di progettazione delle interfacce, anche perché un'interfaccia è un portale per molteplici aspetti funzionali del prodotto digitale, ciò vuol dire che da essa si potranno manifestare più affordance. La possibilità di interagire con più affordance, che sono fra loro legate attraverso una relazione, è il concetto di affordance annidata.

### **2.2.1.1 Affordance annidate**

L'idea delle affordance annidate ( o nested affordance), è che alcuni oggetti non possiedono un'unica affordance, ma che questi siano uno scrigno di affordance, dove l'aver interpretato bene un'Affordance porta l'utente a dover interagire con N affordance successive, che sono abilitate da vincoli spaziali o temporali. Quindi le affordance annidate possono essere di due tipologie:

- **Sequential Affordance:** il legame tra le Affordance è di natura temporale;
- **Nested Affordance:** il legame tra le Affordance è di natura funzionale o spaziale.

Per lo scopo del documento, non è stato necessario soffermarsi sulla differenza di Sequential e Nested, ma è stato importante estrapolare l'idea che un'affordance possa portare l'utente in uno scenario in cui questi debba confrontarsi con molteplici e successive affordance; per semplicità di linguaggio sarà utilizzata l'espressione affordance annidate indipendentemente dai vincoli abilitanti. Il concetto di nested affordance da solo però assume un'importanza ridotta; tuttavia, se collegato al contesto informativo questo concetto diventa un elemento essenziale per spiegare il ruolo che le affordance hanno all'interno dei sistemi digitali.

### **2.2.1.2 Il contesto informativo**

È già emerso come il contesto informativo sia un elemento estremamente importante nella valutazione dell'affordance (Gaver, 1991). Sorge il bisogno quindi di avere uno strumento per valutare il livello informativo e legarlo alla valutazione dell'affordance. Questa misura è chiamata "Affordance Degree" ed è stata introdotta all'interno di (J. McGrenere, 2000).

L'Affordance Degree è uno spazio bidimensionale (figura 5) che descrive la facilità con cui un'affordance può essere intrapresa in funzione del volume di informazioni percepite dall'utente. Questa misura è in grado di spiegare la declinazione di affordance proposta da Gaver (1991), infatti, ipotizzando che le due variabili possano assumere sia valori positivi, sia valori negativi allora è possibile individuare le quattro aree che rispecchiano le declinazioni di Gaver (1991).

L'Affordance Degree si presta ad essere uno degli strumenti di supporto alla progettazione degli artefatti digitali, in quanto la sua valutazione può guidare per il miglioramento del design di un oggetto o di un'interfaccia ed incrementare la percettibilità dell'affordance. Migliorare la percettibilità dell'affordance vuol dire migliorare l'usabilità di un oggetto, mentre progettare un oggetto avendo in mente l'affordance che si vuole trasmettere significa ragionare sull'utilità legata all'affordance.

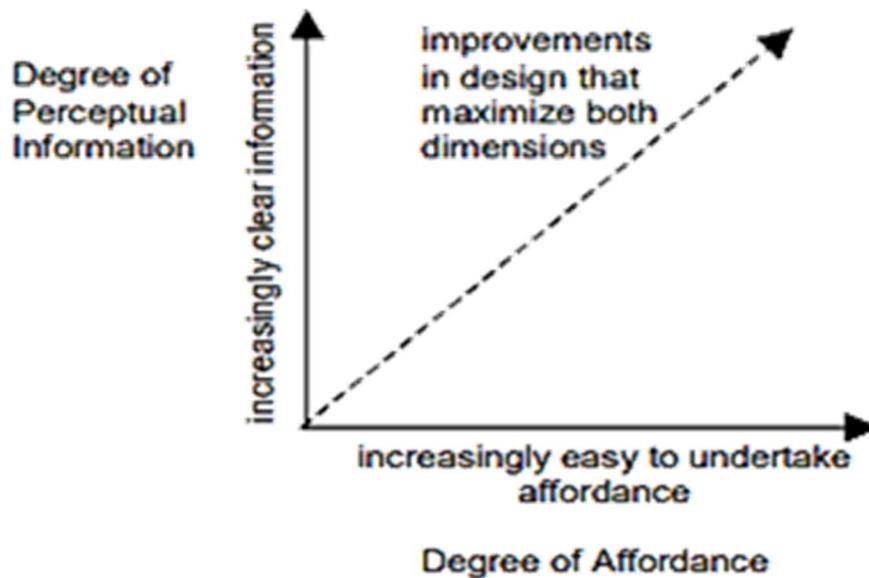


Figura 5 Spazio bidimensionale per descrivere l'affordance degree. J. McGrenere et Ho, 2000

Dato quindi lo stretto legame esistente tra il contesto informativo e l'interpretabilità e percettibilità dell'affordance, è necessario quando si parla di artefatti digitali, riuscire a descrivere in maniera esaustiva l'insieme delle percezioni con cui un utente può relazionarsi. Per riuscirci, i ricercatori hanno iniziato a declinare la nozione di affordance. Hartson (2003) ha spiegato che il crescente numero di declinazioni di affordance nella letteratura è nato dal bisogno di spiegare questo insieme di percezioni e permettere agli autori di catalogare esaustivamente le relazioni tra l'interazione dell'utente e l'informazione.

### 2.2.2 Le declinazioni di Affordance

Già all'interno di (Gaver, 1991) sono state presentate delle declinazioni di affordance, che avevano lo scopo di spiegare l'insieme di possibili relazioni tra l'affordance e l'informazione percettibile. Anche altri autori dopo di lui hanno proposto delle declinazioni di affordance, per esempio (Norman D. , 1999; Hartson, 2003; Vyas, 2006 Kaptelinin, 2012). Lo scopo di queste declinazioni è quello di riuscire a descrivere in maniera esaustiva ciò che l'utente percepisce.

In (Hartson, 2003) si parla di 4 tipologie di affordance che sono fra loro complementari, ognuna delle quali suggerisce una particolare classe di azioni:

1. **Cognitive Affordance:** supportano l'utente nell'elaborare azioni cognitive;
2. **Physical Affordance:** aiutano l'utente nell'intraprendere azioni fisiche;
3. **Sensitive Affordance:** sono percezioni legate a caratteristiche progettuali dell'oggetto che aiutano l'utente nel percepire una Affordance physical o cognitive;
4. **Functional Affordance:** sono percezioni legate a caratteristiche progettuali che aiutano l'utente a realizzare un'azione.

Lo stesso Normann ha sentito il bisogno di proporre una sua declinazione di affordance in (Norman D. , 1999), lo scopo era di limitare la crescente ambiguità di applicare il concetto di affordance al mondo del HCI. Essendo la HCI una realtà che per sua definizione vanta un contesto informativo estremamente ampio, le possibilità di errore e di incomprensione aumentano. Per Normann il concetto di affordance nel HCI svolge un ruolo marginale, mentre acquistano più importanza le convenzioni sociali. L'uso dell'affordance nel HCI è abusato, al punto che per Normann si arriva a confondere l'affordance con le convenzioni. Per lui le affordance esistono principalmente a livello di prodotto fisico e si possono identificare in:

1. **Perceived Affordance:** riguardano invece le caratteristiche percepibili che ne consentono il suo corretto funzionamento.

**2. Physical Affordance:** è l’Affordance associata alle caratteristiche fisiche di un dispositivo o di un’interfaccia che ne consentono il funzionamento.

Con il tempo, più il mondo dell’Engineering Design progrediva e si intrecciava con la HCI maggiori sono state le declinazioni proposte, in quanto il contesto informativo è andato ad espandersi in parallelo (Autio, 2018). Vyas (2006) parte definendo l’Affordance come:

“L’Affordance è l’interpretazione della relazione fra un user e la tecnologia che emerge in un ambiente durante un’interazione”.

Da qui è poi passato a distinguere due tipologie di affordance:

**1. Affordance in Information:**

“è la comprensione della tecnologia basata sulla comprensione sintattica e semantica”;

**2. Affordance in Articulation:**

“è l’interpretazione che l’utente ha dell’uso della tecnologia”.

In questo modo l’utente partecipa attivamente nell’interazione con l’artefatto (ex-ante ed ex-post l’aver intrapreso un’azione), promuovendo una continua interpretazione della situazione costruendo e ricostruendo la percezione delle affordance dell’artefatto. L’interazione continua porta l’utente a ricevere le informazioni in maniera attiva.

Kaptelinin et al. (2012) hanno proposto una definizione che invece, congiungesse l’affordance alla tecnologia, vista come strumento culturale di mediazione:

“Le possibili azioni dell’utente che vengono mediate da mezzi culturali concepiti come proprietà relazionali di

un'iterazione a tre con: la persona, i mezzi di mediazione e l'ambiente".

Con questa definizione la tecnologia diventa uno strumento culturale per la mediazione attraverso la quale la persona si interfaccia con gli oggetti nell'ambiente. La persona interagisce direttamente con una tecnologia gestendola e, indirettamente, provocando un effetto su un oggetto. Ne sono derivate le seguenti declinazioni (descritte in figura 6):

1. **Handling Affordance:** esprime la possibilità di interagire con la tecnologia;
2. **Effector Affordance:** è la possibilità di utilizzare la tecnologia per generare un effetto su un oggetto;
3. **Instrumental Affordance:** Definisce la possibilità di agire utilizzando la tecnologia in un determinato contesto.

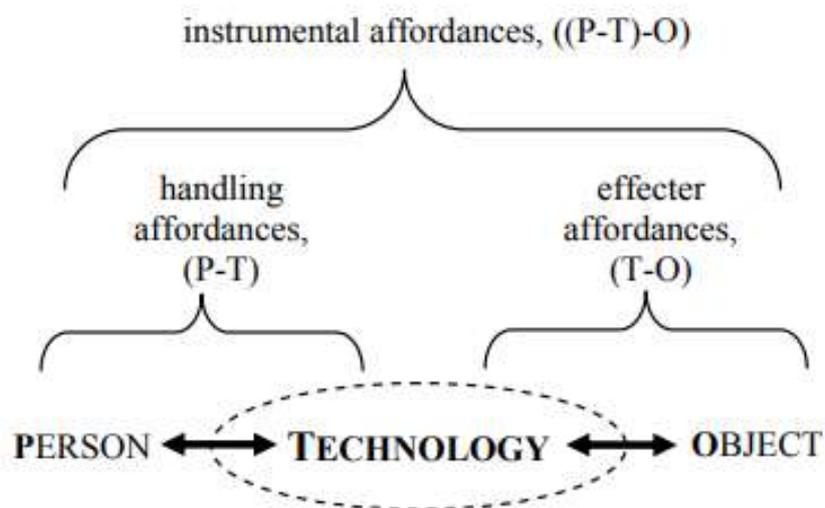


Figura 6 Modello che evidenzia la tecnologia come elemento di congiunzione fra oggetto e l'utente, a quali sono associate due affordance il cui contributo genera l'affordance strumentale. Kaptelinin (2012)

Le azioni sono spesso indirizzate attraverso un insieme di mediatori efficaci. Da questi mediatori si origina la classe delle Auxiliary Affordance:

1. **Maintenance Affordance:** Le tecnologia deve essere progettata in modo da permettere una manutenzione agevole per modalità e costi;
2. **Aggregation Affordance:** Gli artefatti digitali possono essere combinati fra loro (oppure con artefatti analogici) per costruire mediatori composti e quindi Affordance composte;
3. **Learning Affordance:** per accedere alle Instrumental Affordance o alle Auxiliary Affordance all'utente è richiesta una conoscenza di base derivante da una situazione di apprendimento. Questa conoscenza deriva da un caratteristica dell'oggetto che ha originato un'esperienza di apprendimento.

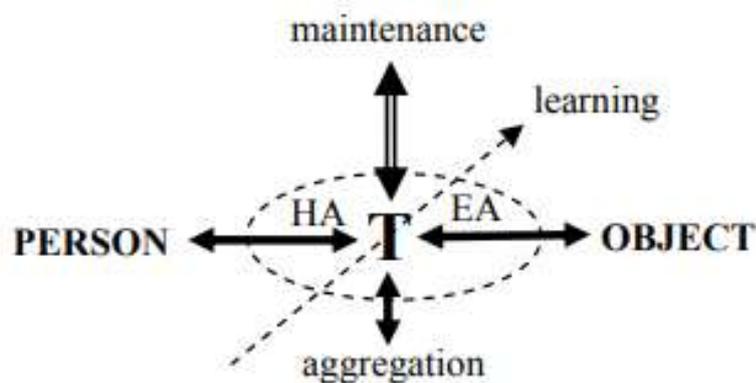


Figura 7 Technology Affordance: Instrumental, Maintenance and Aggregation (T-technology, HA-handling Affordance, EA- effector Affordance). Kaptelinin (2012)

In questa declinazione le Learning Affordance servono a spiegare come devono essere interpretate le altre tipologie di Affordance. L'idea della Learning Affordance è che questa sia abilitante per altre affordance, attraverso utilizzo delle percezioni esperienziali e percezioni sensoriali che aiutano l'utente ad interpretare correttamente altre affordance.

Questo insieme di declinazioni dell'affordance ha aiutato i ricercatori a spiegare la variabilità nelle percezioni legate al contesto informativo, ma ha anche contribuito a generare confusione all'interno della letteratura. È emerso che molte di queste declinazioni, sono raggruppabili in due classi di

Affordance: le Affordance sensoriali e le Affordance Esperienziali.

### ***2.2.2.1 Affordance sensoriali ed esperienziali***

Quello che è emerso dalle diverse declinazioni che sono state raccolte ed analizzate è che ci sono due grandi tipologie di declinazioni (tabella 6): quelle associate mondo delle percezioni sensoriali, che rifacendoci a Gibson sono state chiamate all'interno del documento Affordance Sensoriali, e quelle legate alle percezioni che si originano durante l'utilizzo dell'artefatto (e che quindi sono associate alla percezione che l'utente ha del servizio che l'artefatto abilita), che sono state definite Affordance Esperienziali (Pucillo, 2014). Le prime nascono dalla percezione sensoriale dell'artefatto e guidano l'utente verso l'interazione, ovvero stimolandogli l'azione da intraprendere, attraverso un richiamo alla memoria passata. Sono Affordance che si manifestano prima che l'utente intraprenda un'azione. La seconda tipologia invece, si manifestano solo dopo che l'utente ha intrapreso l'azione e sono legate alle percezioni sull'utilizzo dell'artefatto o del servizio che è erogato. Queste Affordance lasciano traccia all'interno dell'utente, e determinano se l'utente sarà disposto ad utilizzare nuovamente artefatto (e servizio). Queste due declinazioni permettono di descrivere in maniera esaustiva quelle che sono le percezioni che l'utente sperimenta quando si relaziona con un sistema digitale. Queste due classi di affordance sono riscontrabili anche per artefatti fisici, tuttavia per il mondo dei sistemi digitali si è valutato che il ruolo ricoperto dalle affordance esperienziali sia accentuato rispetto a quello svolto nella controparte fisica.

Di seguito sono raggruppate, in tabella 6, per queste due tipologie le diverse declinazioni che sono state raccolte dalla literature review.

Tabella 6 Raggruppamento delle declinazione dell'Affordance nelle categorie di Affordance sensoriali ed esperienziali

<b>Paper</b>	<b>Declinazione di Affordance</b>	<b>Affordance sensoriale o esperienziale</b>
<b>Norman</b>	Perceived Affordance	Esperienziale
	Physical Affordance	Sensoriale
<b>Hartson (2003)</b>	Cognitive Affordance	Esperienziale
	Physical Affordance	Sensoriale
<b>Vyas (2006)</b>	Affordance in Information	Sensoriale
	Affordance in Articulation	Esperienziale
<b>Kaptelinin, (2012)</b>	Handling Affordance	Sensoriale
	Effector Affordance	Esperienziale
<b>Pucillo Et Cascini (2014)</b>	Manipulation Affordance	Sensoriale
	Effect Affordance	Esperienziale
	Use Affordance	Sensoriale
	Experiential Affordance	Esperienziale

I concetti di Affordance sensoriale e Affordance Esperienziale permettono di introdurre la problematica di come le affordance si presentano e si manifestano all'attore. Queste le modalità con cui le affordance si possono manifestare all'utente sono state studiate in (Davis, 2016) che ha utilizzato il contesto informativo per proporre quello che potesse essere un modello in grado di spiegare le modalità con cui le affordance entrano nella relazione utente artefatto.

### **2.2.3 Le modalità con cui si presentano le affordance**

L'ampiezza contesto informativo permette agli oggetti di offrire all'utente una gamma di funzioni e vincoli con cui interagire. Secondo Davis (2016) è da questi elementi che si manifesta l'affordance, infatti, ne parla dicendo:

"L'affordance si riferisce alla gamma di funzioni e vincoli che un oggetto fornisce e pone su soggetti strutturalmente situati. L'affordance è infatti il collegamento dinamico tra soggetti e oggetti dei sistemi sociotecnici".

Le modalità con cui gli oggetti si offrono all'interazioni sono per (Davis, 2016) un aspetto molto importante, che egli chiama Meccanismi.

I meccanismi individuati sono sei:

1. Richiedere;
2. Domandare;
3. Permettere;
4. Incoraggiare
5. scoraggiare;
6. Rifiutare;

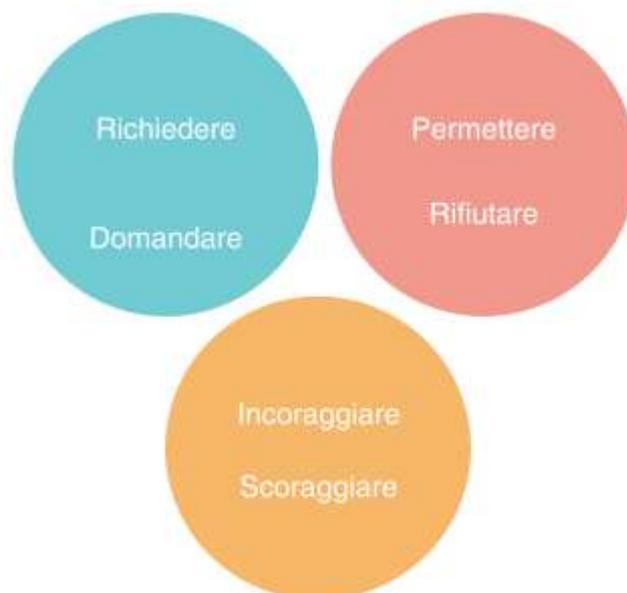


Figura 8 Raggruppamento delle modalità con cui si manifestano le affordance

I meccanismi possono essere accoppiati in tre insiemi:

- **Richiedere/Domandare:** sono riferite alle affordance che l'artefatto pone sull'oggetto. Riflettono l'efficacia della tecnologia;
- **Incoraggiare/Scoraggiare:** si riferiscono a come l'artefatto risponde alle azioni desiderate di un soggetto;

- **Permettere/Rifiutare:** sono meccanismi che riflettono sia le affordance poste sul soggetto sia quelle poste sull'artefatto.

I Meccanismi sono proposti perché rappresentano dei pioli analitici che permettono di strutturare le relazioni utente-artefatto. Al contrario, non è possibile usare le caratteristiche per strutturare le relazioni utente-artefatto perché risultano ambigue ed una caratteristica potrebbe posizionarsi in una zona grigia fra due categorie.

Insieme ai meccanismi, (Davis, 2016) introduce le Condizioni, le quali rappresentano le diverse circostanze attraverso cui i meccanismi prendono forma:

- **Percezione:** è ciò che il soggetto rileva osservando l'oggetto;
- **Dexterity:** cosa il soggetto può fare con l'artefatto;
- **Legittimità culturale ed istituzionale:** l'integrazione socio-culturale che si riflette nelle convenzioni sociali.

La percezione è necessaria perché abilita l'accessibilità. La Dexterity completa la percezione (di per sé ritenuta insufficiente) in questo modo una caratteristica può essere rilevata e sfruttata. Infine, la legittimità culturale ed istituzionale definisce il contesto che influisce sulla Percezione e sulla Dexterity.

Meccanismi e condizioni creano così un'impalcatura attraverso cui i manufatti richiedono, domandano, permettono, incoraggiano, scoraggiano e rifiutano, e lo fanno attraverso variazioni di percezione, manualità, e legittimità culturale e istituzionale. Con questo modello si è riusciti a catturare la variabilità legata al modo con cui le affordance mediano tra le caratteristiche e i risultati.

Avendo compreso come le affordance possono manifestarsi e quali variabili influenzano questo processo è necessario capire come poterle misurare a valutare.

## **2.2.4 Strumenti per la valutazione dell’Affordance**

Richiamando il lavoro di Pucillo et Cascini (2014), è possibile ricorrere alla valutazione dell’usabilità come misura che valuti l’affordance del sistema. Il concetto infatti, si presta bene a valutare aspetti percettivi ed emotivi legati all’esperienza d’uso di un utente (Pucillo, 2014).

Tuttavia, studiare l’usabilità legata ad un’affordance può risultare un’operazione cognitiva estremamente complessa, poiché il concetto di affordance è qualcosa di astratto. Date queste premesse, rifacendosi al lavoro (Chenyi Chen, 2015) si è pensato di valutare l’affordance di un sistema attraverso la valutazione di alcuni “indicatori dell’affordance”. Valutare l’usabilità degli indicatori dell’affordance è molto più intuitivo che valutare l’usabilità dell’affordance, tuttavia rimane un’approssimazione.

### **2.2.4.1 Usabilità**

L’usabilità è una proprietà generale di tutti i sistemi, che può essere intesa come la qualità di un uso all’interno di determinato contesto (Bevan, 1994). Per tutti gli aspetti che interessano il sistema di qualità, la ISO (International Standard Organization) propone una sua rigida definizione che può aiutare a definire cos’è l’usabilità e come misurarla. La Norma ISO 9241-11 definisce l’usabilità come:

“L’Efficiency, Effectiveness e la Satisfaction con cui uno specifico utente riesce a raggiungere determinati obiettivi in un dato ambiente.”

Un ambiente, o sistema, si compone di utenti, funzioni, del mezzo (può essere un hardware o un software) e dell’ambiente fisico ed organizzativo che influenza l’interazione.

Oggi però non si progetta pensando ad un unico ambiente. Infatti, spesso è chiesto di progettare un’interfaccia utente per un’applicazione che possa girare su diverse classi di

dispositivo. Questa operazione può risultare complessa e far emergere diverse criticità legate all'usabilità (S. Abrahão, 2008) e alle affordance. Questa maggiore disponibilità di piattaforme e dispositivi non implica necessariamente che la qualità delle percezioni rimanga la stessa su più piattaforme e dispositivi. Infatti, ci sono differenti fattori che possono influenzare le percezioni legate all'esecuzione della stessa applicazione interattiva su più piattaforme/dispositivi: usabilità (S. Abrahão, 2008), portabilità (Vanderdonckt, 2008), riutilizzabilità (G. Mori, 2004), tempo di completamento dell'attività (B. MacKay, 2004) , tempo di sviluppo (C. Chesta, 2004), schermo immobiliare (J. Eisenstein, 2001; B. MacKay, 2004) ed altri (Aquino N., 2010).

Esistono diversi metodi per lo studio dell'usabilità di un sistema, i quali sfruttano differenti punti di vista. Questi metodi hanno però un'accuratezza molto limitata. Un'alternativa è partire dallo studio della qualità d'uso di un sistema attraverso l'analisi delle tre variabili suggerite dalla norma ISO:

- **Efficiency:** il livello di risorse (come soldi, sforzo o tempo) impiegate per raggiungere l'obiettivo (Bevan, 1994);
- **Effectiveness:** la misura con la quale un obiettivo è raggiunto (Bevan, 1994);
- **Satisfaction:** la misura che esprime l'apprezzamento dell'intero sistema in generale (Bevan, 1994).

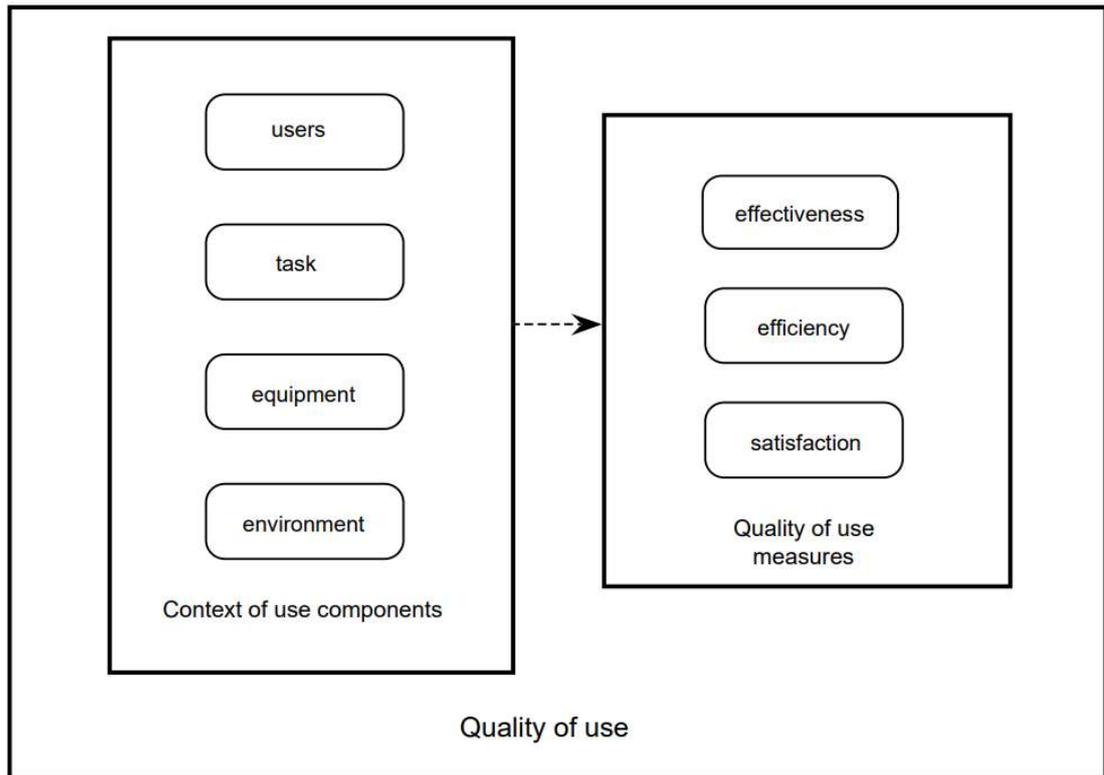


Figura 9 Modello che evidenzia il legame tra il contesto d'uso e le variabili per la valutazione della qualità d'uso. Bevan, 1994

Effectiveness è una misura che cerca di collegare l'efficacia delle operazioni del sistema con l'accuratezza e la completezza con cui queste operazioni sono eseguite (Bevan, 1994). Ad esempio, se l'operazione è accedere alla sezione "chi siamo" di una piattaforma, un misura che descriverebbe l'accuratezza potrebbe essere il numero di "click" necessari per accedere alla sezione.

Efficiency è una misura dell'efficienza connessa all'utilizzo di risorse per ottenere un dato livello di efficacia. Le risorse possono essere il tempo, un costo o qualunque tipologia di sforzo fisico o mentale sostenuto dall'utente per completare il task. È possibile quindi classificare l'efficiency in:

$$\text{Temporal Efficiency} = \text{Task Time} = \text{Effectiveness} \quad (\text{Bevan, 1994})$$

$$\text{Human efficiency} = \frac{\text{Effectiveness}}{\text{Effort}} \quad (\text{Bevan, 1994})$$

Satisfaction è una misura che valuta l'utilità generale percepita dall'utente quando si relazione al sistema. Si può riferire ad un aspetto generico o ad un task ben preciso. Esistono diverse modalità con cui valutare la Satisfaction, che possono essere dirette o indirette. Ad esempio, si può fare un bilancio fra i commenti positivi e negativi espressi da un'utente.

Delle tre variabili utilizzate per la valutazione dell'usabilità la più complessa è la Satisfaction. Questa misura riporta un carattere soggettivo e qualitativo. La Satisfaction è importante ed utile perché offre un'indicazione della percezione che l'utente ha dell'usabilità, che altrimenti non si avrebbe valutando esclusivamente Effectiveness ed Efficiency. Per avere un giudizio uniforme, questa terza metrica è costruita come una variabile composta. Tipicamente, la Satisfaction è una metrica composta di 4 sotto-variabili qualitative che sono state convertite su una scala a 5 valori Likert (Likert., 1932).

Generalmente però, la scelta delle misure non ricade sempre su quelle sopra indicate, ma dipende molto da quelle che sono le caratteristiche del contesto d'uso, che potrebbero influenzare l'usabilità e l'oggettività delle parti coinvolte nella misurazione. Infatti, non esiste un regola generale per definire le componenti attraverso cui misurare l'usabilità. Si cerca di definire pochi strumenti di misura e li si testano in differenti contesti d'uso (Bevan, 1994).

Per misurare l'usabilità di un sistema digitale bisogna definire univocamente le caratteristiche e gli attributi che permettono ad un prodotto di essere utilizzabile. Dopodiché, bisogna concentrarsi sugli obiettivi principali che l'utente può voler raggiungere. Questo approccio seppur è il più pratico richiede di ignorare diverse funzioni. Gli obiettivi di funzionalità possono essere più o meno ampi, quindi riferirsi ad una serie di attività, una coppia di attività o semplicemente riguardare una singola funzione. L'analisi dell'obiettivo può

essere costruita sull'attività del singolo utente o essere impostata come attività di gruppo (Bevan, 1994).

Questo approccio si sposa bene anche per la stima delle qualità di un software. La qualità di un software è valutata attraverso funzionalità, efficiency, reliability, efficienza del sistema e portability. Il grande limite, di adottare questa metodologia, risiede nel riuscire a clusterizzare attributi e caratteristiche nelle variabili che permettono la valutazione dell'usabilità.

Quando l'analisi è eseguita su un campione di utenti i criteri sono impostati come media (ad es. il tempo medio per il completamento di un'attività non è superiore a 10 minuti), per gli individui (ad es. tutti gli utenti possono completare l'attività entro 10 minuti), o per una percentuale di utenti (ad es. il 90% degli utenti è in grado di completare l'operazione in 10 minuti). Può essere necessario specificare criteri sia per il livello obiettivo della qualità d'uso che per il livello minimo accettabile della qualità d'uso.

Si riporta a titolo di esempio, il lavoro descritto in (Wohlin, 2012) dove le 3 variabili sono state misurate come:

- La Satisfaction è stata misurata in relazione alla percezione da parte dell'utente dell'utilità del sistema, della qualità delle informazioni, della qualità dell'interfaccia e della soddisfazione generale. La Satisfaction complessiva è un'aggregazione delle altre tre percezioni. Tutte queste misure sono state ricavate dalle risposte ad un questionario sull'utilizzabilità del sistema informatico (Lewis, 1995), pertanto si tratta di misure indirette. Le risposte al questionario sono state espresse usando una scala Likert a 7 punti in cui 1 rappresenta il miglior punteggio di percezione (fortemente d'accordo) e 7 rappresenta il peggior punteggio di percezione (fortemente in disaccordo). In seguito, sono state

ottenute le quattro percezioni di soddisfazione (utilità del sistema, qualità dell'informazione, qualità dell'interfaccia e soddisfazione generale).

- L'Effectiveness è stata misurata in base alla percentuale di completamento delle attività, che rappresenta la percentuale in cui un compito è stato eseguito correttamente.
- L'Efficiency è stata misurata in base alla percentuale di completamento delle attività rispetto al tempo impiegato per svolgere un compito.

Il numero raccomandato di valutatori per una HE (valutazione euristica) è tra tre e cinque, dato che il guadagno informativo con un valutatore supplementare diminuisce drasticamente dopo il quinto e che il beneficio-rapporto di costo è più alto quando sono impiegati tre o quattro valutatori (J. Nielsen, 1994).

Utilizzare le metriche dell'usabilità come mezzo per la valutazione dell'affordance è da percepirsi come una soluzione approssimativa del problema della misurazione oggettiva dell'Affordance. Non emerge dalla letteratura un metodo quantitativo che permetta di valutare l'Affordance in maniera oggettiva. È tuttavia suggerito di sfruttare l'usabilità per ottenere una valutazione dell'affordance (J. McGrenere, 2000). Per l'analisi condotta nel Capitolo III, all'approccio usato è stato di stampo qualitativo.

### **2.2.5 Limiti della letteratura**

Dall'indagine della letteratura è emerso che:

1. Esiste un elevato tasso di ambiguità sul concetto di affordance dovuta a molteplici definizioni costruite nel tempo senza l'utilizzo di criteri che ne garantissero la robustezza (Jenkins, 2008; Evans, 2017).

2. Il concetto di affordance coniato da Gibson e successivamente applicato da Norman all'Engineering Design risultato inadatto a supportare il processo di design per prodotti digitali (Hartson, 2003; Scarantino, 2003; ; Kaptelinin, 2012; Sun, 2014).

Un importante contributo nell'evidenziare l'ambiguità all'interno della letteratura arriva dal lavoro di (Evans, 2017) che individua tre fattori che causano confusione e ambiguità:

1. Diversi studi analizzano e discutono le medesime idee utilizzando una terminologia totalmente diversa;
2. Molti autori forniscono una lista, o una classificazione dell'Affordance, senza soffermarsi a definire singolarmente le singole affordance;
3. L'affordance è utilizzata in contesti in cui la comunemente definizione di affordance non si applica.

Questi tre fattori sono stati utilizzati come variabile da applicare alla nostra raccolta di paper, per avere un'evidenza della tesi sostenuta da (Evans, 2017). I risultati sono illustrati in Tabella 7.

Autore	Anno	Paper	1	2	3
Gaver W.W.	1991	Technology Affordance		x	
Conn, A.P	1995	Time Affordance: The time factor in diagnostic usability heuristics.	X		X
Mcgreneere, J. & Ho, W.	2000	Affordance: Clarifying and Evolving a Concept	X	X	
Lintern, G.	2000	An Affordance-Based Perspective on Human-Machine Interface Design	X		
Hartson, R.	2003	Cognitive, physical, sensory, and functional Affordance in interaction design	X	x	
Boyle, T., & Cook, J	2004	Understanding and using technological Affordance: a commentary on Conole and Dyke.	X		X
Brown, D.C., & Blessing, L	2005	The relationship between function and Affordance			
Olivier, M.	2005	The problem with Affordance	X		
Vyas, D., Chisalita, C. M., & van der Veer, G. C.	2006	Affordance in Interaction			
C.-H. Lai, J.-C. Yang, F.-C. Chen, C.-W. Ho & T.-W. Chan	2007	Affordance of mobile technologies for experiential learning: the interplay of technology and pedagogical practices	X	x	X
Jenkins, H.S.	2008	Gibson's "Affordance": Evolution of a Pivotal Concept	X		X
Kaptelinin, V., & Nardi, B.	2012	Affordance in HCI: Toward a Mediated Action Perspective	X		
Leonardi P.M	2013	When Does Technology Use Enable Network Change in Organizations? A Comparative Study of Feature Use and Shared Affordance	X		
Olga Volkoff, O. & Strong, D.M.	2013	Critical realism and Affordance: Theorizing IT-Associated organizational Change Processes	X	x	X
Jones, K.S.	2013	what is an Affordance?			
Follmer, S., Leithinger, D., Olwal, A., Hogge, A., & Ishii, H.	2013	Dynamic Physical Affordance and Constraints through Shape and Object Actuation			X
Sun, H., & Hart-Davidson, W. F.	2014	Binding the material and the discursive with a relational approach of Affordance.			X
Pucillo et Cascini	2014	A framework for user experience, needs and affordance	X		
Brown, D.C & Maier J.R.A	2015	Affordance in design	X	X	
IVAN Mata, I., Fadel, G. & Mocko, G.	2015	Toward automating Affordance-based design			
C. Chen, A. Seff, a Kornhauser	2015	DeepDriving: Learning Affordance for Direct Perception in Autonomous Driving			
Davis, J. L., & Chouinard, J. B.	2016	Theorizing Affordance: From Request to Refuse			X
Vyas, D., Chisalita, C. M., & Dix, A.	2016	Organizational Affordance: A Structuration Theory Approach to Affordance. Interacting with Computers.			
Ciavola-Gershenson	2016	Affordance Theory For Engineering			
Osiurak, F., Rossetti, Y., & Badets, A.	2017	What is an Affordance? 40 years later.			
Anderson, C., & Robey, D.	2017	Affordance potency: Explaining the actualization of technology Affordance	X		

Tabella 7 Ambiguità all'interno della letteratura considerata. 1 Terminologia non standard. 2. Elenco Non Descritto 3. Applicazione del concetto non coerente con la definizione

Dalla tabella 7 si evince come il problema più diffuso sia quello legato alla terminologia, il 52% delle pubblicazioni

analizzate presentava una terminologia nuova rispetto a quella da noi considerata come standard.

Un'evidenza particolarmente significativa legata al problema della terminologia individuato è legata al concetto di affordance annidata. Come sarà spiegato nel capitolo 3, il concetto di affordance annidata è uno dei pilastri su cui nasce la nozione di affordance digitale, poiché l'idea di affordance multiple stratificate si sposa alla perfezione con l'architettura modulare e la natura multifunzionale degli artefatti digitali.

Questo pensiero è stato percepito da molteplici autori (Gaver, 1992; Hartson, 2003; Kaptelinin, 2012; Martin Grünbaum, 2015), che tuttavia, lo hanno espresso utilizzando però una loro personale linguaggio:

Autore	Anno	Paper	Terminologia
Gaver W.W.	1991	Technology Affordance	Sequential Affordance; Nested Affordance
Kaptelinin, V., & Nardi, B.	2012	Affordance in HCI: Toward a Mediated Action Perspective	Learning Affordance; Aggregation Affordance
Hartson, R.	2003	Cognitive, physical, sensory, and functional Affordance in interaction design	Functional Affordance

Tabella 8 Esempi di ambiguità nella letteratura, in cui è espresso lo stesso concetto ma utilizzando espressioni differenti

Il risultato è che la nozione di affordance annidata, concetto importante per descrivere HCI dal punto di vista progettuale, è risultata inconsistente perché non supportata da una letteratura efficace.

La terminologia di riferimento per questo documento è quella proposta all'interno di (Norman., 1988; Norman D. , 1993; Norman D. , 1998; Norman D. , 1999) e di conseguenza anche quella di tutti gli altri autori che hanno basato i loro lavori su questo linguaggio.

Il secondo maggior problema (individuato all'interno del 38% dei paper) è emerso essere l'utilizzo del concetto oltre quelli che sono i confini della sua definizione. Molti ricercatori infatti, hanno cercato di applicare il concetto di affordance a

diverse discipline, tanto che oggi l'affordance è vista come un concetto multidisciplinare (Still, 2009). Le diverse modalità con cui gli studiosi applicano il termine affordance a diversi campi di ricerca sono la prova che questo argomento è molto fertile e versatile. Tuttavia, sarebbe utile fare un passo indietro per valutare i punti di forza e le debolezze dell'uso dell'affordance, al fine di raggiungere un certo grado di coerenza nel modo in cui il termine è utilizzato. L'ambiguità non nasce dal voler applicare la nozione di affordance a campi oltre l'Engineering Design, ma dal tentativo dei ricercatori di modellare la nozione di affordance per i loro scopi (Follmer, 2013; Evans, 2017).

Infine, solo nel 17% della letteratura sono state proposte delle declinazioni del concetto di affordance che presentavano una concettualizzazione superficiale.

Gli autori che nelle loro opere hanno proposto delle declinazioni del concetto di affordance, e a volte anche più di una all'interno di uno stesso paper, hanno introdotto alcune informazioni importanti, non solo per questo documento ma anche per successive ricerche: l'applicazione della Cognitive Affordance al mondo della progettazione (Elm, 2003; Martinez, 2011; W.C.) ; l'uso delle Learning Affordance per l'insegnamento tramite lavagne smart (Dalgarno, 2010; Gamage, 2011). Tuttavia, con queste classificazioni i ricercatori propongono solo un'idea, e non si preoccupano di struttura in maniera robusta la nozione appena introdotta. L'obiettivo degli autori è quello di riuscire a catalogare in maniera esaustiva la relazione tra l'interazione dell'utente e l'ampio contesto informativo all'interno del quale si muove (Hartson, 2003). Di conseguenza, il risultato è di avere numerose proposte, alcune molte interessanti, ma che sono inconsistenti ed arricchiscono la letteratura in maniera vaga impendendo a ricercatori successivi di riprendere il concetto da loro proposto. Alcuni esempi

indagati di declinazioni di affordance sono riportate in tabella 9.

<b>Autore</b>	<b>Anno</b>	<b>Paper</b>	<b>Declinazioni</b>
<b>Gaver W.W.</b>	1991	Technology Affordances	False Affordance;
			Perceptible Affordance
			Hidden Affordance
<b>Norman, D.</b>	1999	Affordance, Conventions and Design	Perceived Affordance;
			Physical Affordance
<b>Hartson, R.</b>	2003	Cognitive, physical, sensory, and functional Affordance in interaction design	Cognitive Affordance;
			Physical Affordance;
			Sensory Affordance;
			Functional Affordance;
<b>Vyas, D.</b>	2006	Affordance in Interaction	Affordance in information
			Affordance in articulation
<b>Kaptelinin, V.</b>	2012	Affordance in HCI	Handling Affordance
			Effector Affordance
			Instrumental Affordance
			Maintenance Affordance
			Aggregation Affordance
			Learning Affordance

Tabella 9 Le declinazioni di Affordance nella letteratura

L'analisi ha mostrato che il lavoro di (Evans, 2017) ha individuato efficacemente tre cause di ambiguità all'interno della letteratura. Il seguente documento condivide la tesi proposta in (Evans, 2017) e si candida come un'ulteriore evidenza della validità dello stesso.

Alla luce di queste evidenze è chiaro che cercare di adattare il concetto di affordance al campo dei prodotti digitali è risultata essere un'operazione molto complessa. La prima grande difficoltà con cui ci si è confrontati è stata una letteratura inconsistente, che limita il campo di operabilità dentro il quale ci si può muovere. (Evans, 2017). Per superare questo ostacolo, è stato necessario utilizzare un protocollo operativo che fissasse i criteri su cui costruire il concetto e definisse i confini dentro i quali muoversi. Questo protocollo è stato scelto secondo dei criteri di coerenza terminologica, applicazione della definizione di Affordance.

## **3. Affordance digitale**

### **3.1 Analisi ed Elaborazione del concetto di Digital Affordance**

L'analisi della letteratura ha evidenziato che il tradizionale concetto di affordance non presenta le caratteristiche necessarie per supportare i progettisti nel processo di sviluppo prodotto per artefatti digitali (Hartson, 2003; Kaptelinin, 2012).

Sfruttando le informazioni raccolte e gli strumenti proposti dai vari autori si è cercato di costruire il concetto di affordance digitale. Tuttavia, per poter arrivare a formulare questa nozione c'è stato bisogno di utilizzare dei criteri e degli strumenti che permettessero di non introdurre elementi di ambiguità, come quelli descritti nel paragrafo 2.2.5.

Il paragrafo è stato quindi strutturato nel seguente modo: Definizioni della metodologia per costruire il concetto di Digital Affordance; Definizione di Digital Affordance. In questo modo si è proposta una soluzione teorica, seppur parziale, alle problematiche emerse dalla literature review.

#### **3.1.1 Metodologia per la costruzione del concetto di Affordance**

Per evitare di introdurre un ennesimo concetto di Affordance all'interno di una letteratura già varia, e molto destrutturata (Evans, 2017) si è deciso di sfruttare il lavoro di (Evans, 2017) e di (Davis, 2016) per definire la metodologia e i criteri adottabili per costruire un concetto di affordance digitale che robusto e strutturato. I criteri individuati per determinare cos'è un'affordance sono:

1. Verificare che l'affordance non sia né un oggetto né una caratteristica dell'oggetto;
2. Verificare che l'affordance non sia un risultato;
3. Verificare che l'affordance sia variabile

### **Criterio #1**

Diversi autori hanno cercato di associare l'affordance ad una specifica caratteristica tecnologica dell'oggetto piuttosto che collegarla alla relazione esistente fra gli oggetti e l'obiettivo di un utente. Questo è spesso implicito, ed incoraggiato, da un linguaggio che collega l'affordance a specifiche tecnologie (Gaver, 1991) e inquadra l'affordance come inerente all'uso basato su alcuni aspetti materiali della tecnologia (Evans, 2017). Tuttavia, l'affordance non riguarda semplicemente la relazione fra la persona e l'oggetto (o ambiente) ma piuttosto il rapporto tra l'individuo e la sua percezioni dell'oggetto nell'ambiente (Parchoma, 2014). Questo modo di concepire l'affordance è coerente con quelle che erano le visioni di Gibson e di Normann.

### **Criterio #2**

L'affordance promuove diversi comportamenti riconducibili a numerosi risultati. È importante non confondere l'affordance con il risultato a cui l'utente giunge. Un risultato non è necessariamente connesso ad un'azione, ma è sicuramente connesso all'obiettivo dell'attore (Gibson, 1977). Le modalità con cui un utente agisce rappresentano il legame relazionale tra l'oggetto, l'user e il risultato atteso. Questo modalità sono abilitate dall'affordance, ed ogni modalità può portare a molteplici risultati.

### **Criterio #3**

Permettendo all'Affordance di avere una natura variabile, le si attribuisce un carattere di dinamicità. Questo contrasta con

la visione Gibsoniana volta a dimostrare che l'affordance debba rimanere costante ed indipendente da una serie di variabili esogene (obiettivo, livello informativo, utente). Tuttavia, date le caratteristiche degli artefatti digitali è necessario che il nuovo concetto di affordance sia in qualche modo dinamico (Rapp, 2015). L'affordance così non è un concetto binario, ma presenta una serie di gradazioni. Secondo Evans (2017) questa caratteristica permetterà future analisi statistiche in merito alla percezione dell'affordance.

La variabilità dell'affordance è presente in diversi ricerche empiriche, in cui si evidenzia come comportamenti contrapposti di utenti che usano le stesse caratteristiche di un prodotto portano ad ottenere risultati differenti.

### **3.1.2 Digital Affordance**

Con gli artefatti digitali, l'affordance deve abbracciare un nuovo e più ampio contesto informativo (Hartson, 2003), in cui è la forma è indipendente dalla funzione (Autio, 2018) e l'artefatto presenta molteplici aspetti relazionali (Sun, 2014; Rapp, 2015). Non è più possibile percepire esclusivamente l'affordance del solo artefatto digitale, ma bisogna aprirsi a nuove esperienze sensoriali e comprendere anche tutte le affordance che sono associate al servizio che l'artefatto abilita. Infatti, all'interno del sistema digitale non ci sono solo le affordance associate all'artefatto, le quali fungono da trigger per le azioni dell'utente, ma esiste un altro grande insieme di affordance che sono associate al servizio che l'artefatto ha abilitato. Queste affordance sono associate alla percezione dell'utilizzo del servizio, ovvero che si manifestano nell'utente nel mentre questi sta già utilizzando il servizio.

Bisogna quindi indagare la affordance associate al sistema digitale. Il sistema digitale è inteso, come l'insieme di relazioni che nascono dall'artefatto (o artefatti) digitale e si

intrecciano nel servizio abilitato. È necessario quindi indagare separatamente quelle che sono le affordance associate all'artefatto digitale e le affordance associate al servizio digitale.

### ***3.1.2.1 Affordance negli artefatti digitali***

Le affordance dell'artefatto digitale nascono in contemporanea alla definizione dell'architettura (Galvao, 2005; Galvao, 2006). Le affordance sono definite con l'idea che possano aiutare l'utente ad intraprendere delle azioni. Per stimolarlo alle azioni le affordance devono entrare in contatto con l'utente. Questo contatto si manifesta tipicamente attraverso una percezione sensoriale (Gibson, 1977). La percezione sensoriale nasce e si manifesta attraverso i cinque sensi umani: vista, udito, olfatto, tatto e gusto. Queste percezioni richiamano la memoria dell'utente che gli permette di interpretare l'affordance.

Nel caso degli artefatti digitali gli stimoli sensoriali nascono da un output che è generato dall'artefatto stesso. L'output può essere una schermata, un suono, un'immagine o semplicemente la forma dell'artefatto stesso. Per descrivere come si manifestano le affordance sensoriali, prendiamo i.e. il servizio di "Car Sharing". All'interno del servizio di Car sharing è possibile individuare due artefatti digitali: il veicolo e l'applicazione. Entrambi questi artefatti generano delle affordance che inducono l'utente ad intraprendere delle azioni. Il Veicolo con la sua forma può suggerire comodità, sicurezza elementi che incentivano l'utente ad avviare il noleggio attraverso l'app.

L'app invece, con le sue schermate suggerisce all'utente quali comandi intraprendere per noleggiare ed avere un noleggio che lo soddisfi, ad esempio, suggerendo quale veicolo selezionare attraverso l'informazione dell'autonomia del veicolo

Le Affordance sensoriali permettono il richiamo alla memoria di esperienze passate ed abilitano le azioni dell'utente, che gli permettono di accedere al servizio.

### **3.1.2.2 Affordance nei servizi digitali**

Le affordance associate al servizio si manifestano all'utente solo che dopo questi ha interagito con l'artefatto ed ha quindi intrapreso un'azione. Queste affordance sono associate alle percezioni che l'utente vive nel mentre il servizio è erogato. La qualità di queste affordance non determina il risultato finale, ma influenza le esperienze future dell'utente e le sue future interazioni con il sistema. Le affordance legata all'utilizzo del servizio (dette semplicemente affordance esperienziali) incorporano le caratteristiche di quelle che sono chiamate Learning affordance (Kaptelinin, 2012) ovvero nascono in seguito ad una situazione che genera delle esperienze di apprendimento. Questa esperienza genera delle percezioni di cui rimane traccia all'interno dell'utente. Per queste ragioni l'esperienza e l'affordance ad essa associata guidano le azioni future dell'utente.

Per elaborare meglio il concetto proseguiamo con l'esempio del servizio di Car Sharing. Una volta che gli artefatti hanno "stimolato" con le affordance sensoriali l'utente, questi si trova in procinto di iniziare il noleggio. Se durante il noleggio alcuni aspetti del servizio funzionano in scorretta o non funzionano, ciò genererà nell'utente delle percezioni negative. Ad esempio, l'applicazione impedisce il termine del noleggio; non ci sono parcheggi adeguati alla sosta, c'è un malfunzionamento nel veicolo;... Questi sono tutti esempi di situazioni che si possono verificare mentre si sta utilizzando il servizio, che creano percezioni negative del servizio stesso. A quel punto, le scelte future sull'utilizzo del servizio (e di conseguenza

dell'artefatto digitale) sono in qualche modo compromesse. Per noi queste percezioni che legano l'utente al servizio, durante l'erogazione dello stesso prendono il nome di Affordance Esponenziale.

Affordance	Associata a	Timing	Effetti	Fonte
Sensoriale	Architettura dell'artefatto digitale	Ex-Ante	Interviene sulle azioni che si stanno per intraprendere	(Gibson, 1977; Norman D. , 1999)
Esperienziale	Servizio	Ex-Post	Interviene sulle azioni future	(Chenyi Chen, 2015; Kaptelinin, 2012; Pucillo et Cascini, 2014)

Tabella 10 Confronto di Affordance Esperienziale e Affordance sensoriale

### 3.1.3 Caratteristiche delle Affordance digitali

Il punto di partenza per lo sviluppo della nozione di affordance digitale è stato il concetto di affordance annidata. Infatti, l'idea delle nested affordance si combina perfettamente con quelle che sono le caratteristiche degli artefatti digitali descritte nel paragrafo 2.1.3 (Kallinikos J. , 2006; Faulkner P. &. , 2010; Yoo Y. H., 2010; Yoo Y. , 2012) e con l'idea che l'artefatto sia un componente di un più ampio sistema digitale, il quale ha le sue affordance. Infatti, il concetto di nested ci permette di concepire le affordance digitali come un insieme di affordance, fra loro legate da una o più relazioni, che sono associate al sistema digitale.

La riprogrammabilità e flessibilità degli artefatti digitali, combinata con la natura autoreferenziale permette all'artefatto digitale di avere una architettura modulare stratificata. L'architettura modulare stratificata di un artefatto digitale è ciò che permette all'artefatto di avere

molteplici affordance che convivono all'interno del sistema digitale. L'architettura permette all'utente di orientare le sue attività in maniera funzionale, richiamando solo i moduli di cui ha bisogno per eseguire le operazioni; le azioni però, sono abilitate dalle affordance associate all'artefatto.

Grazie alle affordance annidate si crea una gerarchia delle affordance (Maier J. R., 2003; Chen, 2014). È evidente che le affordance esperienziali siano legate attraverso una qualche relazione, anche semplicemente di carattere funzionale, alle affordance sensoriali che appartengono all'artefatto è che sono definite attraverso l'architettura. Questo implica che all'interno della nested ci sia appunto una gerarchia definita fra le affordance sensoriali e le affordance esperienziali.

L'utente dovrà gestire diversi stimoli percettivi, che possono essere quindi essere suddivisi in percezioni ex-ante e percezioni ex-post l'azione. L'utente avrà la possibilità di sentire molteplici stimoli ex-ante, che sono abilitati dalle diverse affordance sensoriali associate all'artefatto. L'interazione con l'artefatto dovrà essere guidata dallo stimolo "corretto". Questa direzione sarà dettata dall'obiettivo che l'utente ha quando decide di interfacciarsi con l'artefatto.

Tutto ciò implica che l'affordance deve contemplare anche l'idea di obiettivo dell'utente, c'è bisogno che l'affordance sia pensata come goal-oriented (Scarantino, 2003; Brown, 2005; Pucillo et Cascini, 2014). Tuttavia, se l'affordance è pensata goal-oriented ma l'informazione percettiva non è disponibile l'utente non può associare il goal all'azione da intraprendere (Gaver, 1991; Hartson, 2003). Il motore per il corretto funzionamento delle affordance digitali è il contesto informativo.

Le condizioni necessarie e sufficienti che abilitano le affordance digitali sono:

1. Un adeguato livello informativo;

2. Il livello informativo percepibile dall'utente;
3. Vincoli progettuali flessibili;

Un adeguato livello informativo permette all'utente di definire un obiettivo e gli trasmette le informazioni necessarie per interpretare le affordance. L'informazione non deve limitarsi ad un'unica affordance, ma deve essere tale da interpretare tutto il gruppo delle affordance annidate. In questo modo l'utente potrà intraprendere correttamente il percorso che lo porta a raggiungere il suo goal.

Tuttavia, la riprogrammabilità degli artefatti digitali la loro perpetua incompletezza portano l'utente ad agire in un contesto informativo dinamico, dove l'informazione disponibile dall'utente cambia continuamente.

Ma l'informazione può a sua volta più essere eccessivamente ambigua; in ambienti digitali l'informazione è ampia e le azioni abilitate all'utente sono molteplici. Allora perché l'affordance funzioni c'è bisogno che questa sia corredata da una serie di vincoli (Hartson, 2003; Brown, 2005; Jenkins, 2008). L'interpretabilità dell'affordance è però vincolata alla percettibilità dell'informazione. Se l'informazione c'è ma questa non è percettibile allora l'affordance può essere cieca all'utente ("Hidden Affordance" (Gaver, 1991)).

Le caratteristiche delle affordance digitali possono quindi essere riassunte in:

Tabella 10 Caratteristiche della Affordance all'interno del sistema digitale

Caratteristica	Descrizione	Paper
Nested Affordance	Presenza di molteplici affordance legate fra di loro da relazioni funzionali e gerarchiche	(Gaver, 1991; Hartson, 2003; Maier J. R., 2003)
Dipendenti dal contesto informativo	La qualità percettiva dell'affordance dipende dal livello di informazione percettibile	(Hartson, 2003; Brown, 2005; Jenkins, 2008)
Goal-Oriented	Guida l'utente nella scelta nell'interpretazione della percezione	(Scarantino, 2003; Brown, 2005; Pucillo et Cascini, 2014)
Soggetta a vincoli progettuali flessibili	Aiutano ad incanalare le informazioni	-

### 3.1.4 Definizione di Affordance digitale

Avendo introdotto il sistema digitale, come l'ambiente circoscritto dall'insieme di relazioni che incorrono fra l'artefatto digitale e il servizio, ci si trova adesso nelle condizioni per suggerire quella che può essere la definizione di affordance digitale associata al sistema digitale.

La definizione è stata formulata partendo da quella proposta all'interno di (Evans, 2017), che richiama quella presentata in (Leonardi, 2013):

"L'Affordance è una struttura relazionale sfaccettata tra un oggetto (o tecnologia) e l'utente che consente o limita i potenziali risultati comportamentali in un particolare contesto" (Leonardi, 2013)

Questa definizione deriva da quella proposta da Norman (1988), ed è infatti coerente per terminologia e per applicazioni:

"Le Affordance sono il risultato di un'interpretazione di un oggetto, costruita sull'esperienza e sulla conoscenza che applichiamo alla percezione dell'oggetto" (Norman., 1988)

Alla definizione di (Evans, 2017) sono state integrate le nozioni che marcano le affordance associate ad un sistema

digitale. La definizione infatti, incorpora il concetto di Nested Affordance; evidenzia la particolare natura degli artefatti digitali; considera il contesto informativo come collante fra le affordance; i vincoli; ecc...

Dall'elaborazione di questi concetti si è proposta la seguente definizione di Digital Affordance:

“La Digital Affordance è l'insieme di affordance che nascono dalla particolare natura degli artefatti digitali, determinata dall'insieme di relazioni esistenti fra le affordance”

## 4. Analisi e casi di studio

### 4.1 Casi di studio

Per la parte di analisi sono stati selezionati tre diverse tipologie di servizi innovativi: food delivery, e-scooter sharing e car sharing. Questi tre servizi innovativi nel corso degli ultimi dieci anni hanno iniziato a diffondersi a macchia d'olio, in quanto promuovono una tipologia di servizi basata sul risparmio dei costi, su un business model eco-friendly (De Reuver, 2017) e sull'agevolare l'esperienza dell'utilizzatore finale. Per ogni servizio sono state selezionate un piccolo insieme di applicazioni (tre o quattro) su cui è stata costruita l'analisi. La scelta delle applicazioni è avvenuta utilizzando come criterio il "numero di download" su Google Playstore. Sono state selezionate le prime quattro applicazioni per numero di download.

Il mondo del food delivery si basa sull'idea che l'utente può ordinare un pasto attraverso un'applicazione (disponibile per smartphone o per desktop), proprio come se fosse al ristorante, e farselo recapitare a casa sua. Il ristorante gestisce le comande che gli arrivano attraverso la piattaforma e le affidano a dei fattorini ("rider") che si occupano della consegna finale. L'idea alla base del food delivery è quella di fornire un servizio intermediario fra consumatore e ristorante, utilizzando una forza di consegne il cui costo dipende dai volumi di consegne fatte, incentivando quindi il personale a fare il maggior numero di consegne possibile. Per questo servizio le soluzioni indagate sono state: Just Eat, Glovo, Uber Eats e Deliveroo.

Il car sharing è pensato per coloro che non hanno un veicolo o che non vogliono utilizzare la loro auto per gli spostamenti urbani, a quali offrono la possibilità di micro-noleggii all'interno delle aree metropolitane delle città. La società si impegna a fornire una flotta di veicoli, che presentano un'adeguata usabilità per il trasporto in città. L'utente utilizza il servizio attraverso l'app che gli permette di prenotare il veicolo ed eseguire il noleggio. La manutenzione dei veicoli è gestita dalla società. Le soluzioni analizzate sono state: Enjoy; Car2Go e Blue Torino.

L'e-scooter sharing è nato per fornire un'alternativa alla mobilità nei grandi centri urbani utilizzando i monopattini elettrici che sono un veicolo che non danneggia l'ambiente, permette uno spostamento rapido e veloce per le brevi distanze senza dover affrontare le scomodità del traffico e di dove parcheggiare il veicolo. Le imprese per erogare questo servizio rilasciando un numero di veicoli all'interno dell'area urbana in cui è permesso lo spostamento, occupandosi della loro manutenzione e permettendo il noleggio del veicolo attraverso la loro applicazione mobile. Le soluzioni analizzate sono state: Lime, Dott, Birds e Hertz.

Tabella 11 Applicazioni digitali considerate per i casi di studio

Servizio	Soluzione
Food delivery	Just Eat
	Glovo
	Uber Eats
	Deliveroo
Car Sharing	Enjoy
	Car2Go
	Blue Torino
E-scooter Sharing	Lime
	Dott
	Birds
	Hertz

## 4.2 Metodologia

Per procedere all'analisi delle Affordance è stato necessario un primo lavoro di impostazione che permettesse di individuare le affordance all'interno di ciascun servizio. Il metodo utilizzato è stato il medesimo per tutti i servizi.

Per poter individuare le Affordance all'interno di un artefatto, bisogna ricostruire la natura funzionale dell'artefatto stesso (Maier J. R., 2009). L'analisi dell'affordance è un problema abbastanza complesso, in quanto è richiesto di analizzare e valutare la percezione di una relazione. Per ovviare a questo problema di maggiore complessità per questo documento abbiamo deciso di ricondurci ad un problema meno complesso, come descritto anche in (C. Chen, 2015) cercando di dare una valutazione di qualcosa di meno astratto, ovvero degli elementi da cui si origina la percezione dell'affordance. Gli elementi da cui nasce la percezione dell'affordance sono chiamati all'interno di questo lavoro di tesi indicatori chiave dell'affordance. Il processo è stato quindi importato come segue:

1. **Identificazioni degli attori:** per ogni sistema digitale si sono identificati gli attori coinvolti. Per ognuno di essi si cerca di delinearne il profilo: identificazioni degli obiettivi, in che modo interagiscono con gli artefatti all'interno del sistema;
2. **Costruzione del diagramma di flusso:** bisogna costruire il diagramma di flusso che valuta l'insieme di percorsi che l'utente può intraprendere. Per percorsi si intende l'insieme di azioni e stati che l'utente può fronteggiare. Per la costruzione del diagramma di

flusso si è utilizzato il linguaggio UML (Unified Modeling Language);

**3. Definizione dell'architettura:** Avendo in input il diagramma di flusso è possibile costruire l'architettura del sistema digitale, la quale può essere rappresentata attraverso un diagramma a blocchi. Il diagramma evidenzia come il sistema funziona e come i vari moduli interagiscono fra loro a livello di funzioni e scambio di informazioni. La definizione dell'architettura serve ad identificare i legami fra i diversi moduli che compongono il sistema e per individuare gli elementi all'interno di ciascun modulo. L'architettura può essere rielaborata in maniera gerarchica per evidenziare l'ordine gerarchico esistente fra i moduli e fra gli elementi. Questo ordine gerarchico poi rispecchierà l'ordine gerarchico che si instaura fra le affordance.

**4. Identificazione degli indicatori dell'affordance:** partendo dai moduli messi in evidenza nell'architettura del sistema si procede a identificare quelli che sono gli elementi costitutivi di ciascun modulo. Questi elementi sono identificati come gli indicatori chiave dell'affordance. Sono poi raggruppati in cinque categorie (tabella 11) (Roskos, 2017) che riescono a descrivere in maniera esaustiva il sistema digitale.

Caratteristiche sistema digitale	Definizione	Artefatto/Servizio
Funzionalità	Utile per lo scopo dell'utente; permettono l'integrazione di altre funzioni; il design grafico riflette l'efficacia del layout	Artefatto
Comunicazione	Supporta vari tipologie di comunicazione ( utente-utente; utente-dispositivo)	
Accessibilità	Descrive lo status dell'utente; incontra specifici need; supporta la mobilità e contenuti multilingua	Servizio
Amministrazione	Descrive gli aspetti informativi del sistema	
Strumenti	Permette l'efficienza del sistema; si offre come un sistema funzionale a strati	

Tabella 11 Le cinque caratteristiche evidenziate in (Roskos,2017) per descrivere i sistemi digitali

**5. Identificazione delle Affordance:** partendo dalla struttura funzionale del sistema si sono espresse le affordance in modo che queste fossero delle relazioni (Maier J. R., 2009, Evans,2017). La definizione delle Affordance è stata fatta coerentemente a quella presentata in (Chenyi Chen, 2015) e secondo i criteri descritti all'interno di (Evans, 2017) A questo punto, le affordance sono state raggruppate e all'interno di una struttura organizzativa così da evidenziare i legami fra le affordance e il loro impatto sul sistema.

**6. Costruzione della matrice di incidenza:** una volta identificati sia gli indicatori dell'affordance sia le affordance, si è costruita una matrice di interazione con gli indicatori sulle colonne e le affordance sulle righe. Con questa matrice si può associare ad ogni affordance i diversi indicatori affordance da cui si origina la percezione dell'affordance. È questa matrice

che permette di ottenere la valutazione dell'affordance;

**7. Valutazione degli indicatori dell'affordance:**

terminata l'intersezione fra gli indicatori dell'affordance e le Affordance, si è passata a valutare i singoli indicatori. La valutazione è avvenuta utilizzando una scala di Guttman (Guttman, 1950) a 3 valori: +1 se la percezione dell'elemento è positiva; 0 se non si è in grado di dare una valutazione all'elemento; -1 se la valutazione delle percezione è negativa.

**8. Valutazione dell'Affordance:** utilizzando la matrice di incidenza e le valutazioni degli indicatori dell'affordance, ci si è ricondotti ad una valutazione dell'affordance, identificando le affordance percepite negativamente e comprendendo su quali aspetti del sistema andasse ad impattare. Queste affordance sono poi state smistate sull'artefatto e sul servizio. Ciò, ha permesso di capire se prevalessse la percezione sensoriale o quella esperienziale, e quindi su quale componente del sistema digitale bisognerebbe intervenire. Come elementi critici sono stati selezionati quelli elementi che rispettavano contemporaneamente le seguenti condizioni:

$$x_j \leq \frac{\sum_{i=0; i \neq j}^n x_i}{n - 1}$$

**9. Valutazione e considerazioni del solo artefatto digitale:** In base alle criticità emerse nell'analisi

del punto 8 si è approfondito l'aspetto dell'analisi degli indicatori dell'affordance dell'artefatto digitale. L'analisi di questi componenti è legata agli output sensoriali che l'artefatto digitale genera (vibrazioni, luci lampeggianti, immagini, ecc..) e in particolare al ruolo che ricoprono gli elementi grafici (Roskos et al., 2017): bottoni, icone, colori, posizione del testo. Questi elementi sono molto legati alle convenzioni sociali che rappresentano un elemento che agevola le interpretazioni dell'affordance (inserire citazioni)

I nove passi descrivono le modalità con cui è stata costruita l'analisi dei tre casi di studio. È importante però spiegare alcune scelte del metodo. Ad esempio, l'utilizzo della scala di Guttman è stata guidata dalla necessità di esprimere una valutazione che fosse la più oggettiva possibile. Quando si cerca di valutare un affordance è difficile essere oggettivi, a causa della natura dell'affordance che è una variabile che dipende molto dall'utente di riferimento, per questa ragione l'uso di una scala con tre valori permette di ottenere un'imparzialità nelle valutazioni.

### **4.3 Risultati**

La metodologia sopra descritta è stata applicata ai tre servizi presentati all'interno del paragrafo 4.1.

#### **Food Delivery**

Come descritto nel paragrafo della metodologia il primo step è stato identificare gli attori coinvolti all'interno del sistema digitale. Gli attori principali sono:

- L'utente che ordina un pasto attraverso l'applicazione sul suo smartphone o tramite desktop. Il suo obiettivo è ricevere esattamente ciò che hanno ordinato nel minor tempo possibile e nelle migliori condizioni.
- Ristorante che evadono le commesse degli utenti. Il loro scopo è massimizzare i ricavi e per farlo devono essere facilmente rintracciabili e consultabili dall'utente.
- I rider che si occupano delle consegne. Loro sono remunerati in base al numero di consegne che sono effettuate ed hanno l'obiettivo di massimizzare il loro guadagno.

Partendo da questi tre attori è stato possibile costruire quello che è il diagramma di flusso del sistema (allegato 1) di Food Delivery. Il diagramma è stato fondamentale per ricostruire l'architettura del sistema dietro al servizio. La definizione dell'architettura è servita poi, per identificare i legami fra i diversi moduli che compongono il sistema e per individuare gli elementi all'interno di ciascun modulo. Gli elementi individuati all'interno di ciascun modulo si sono fatti coincidere con gli indicatori dell'affordance del sistema. Gli indicatori dell'affordance sono stati elencati in tabella.

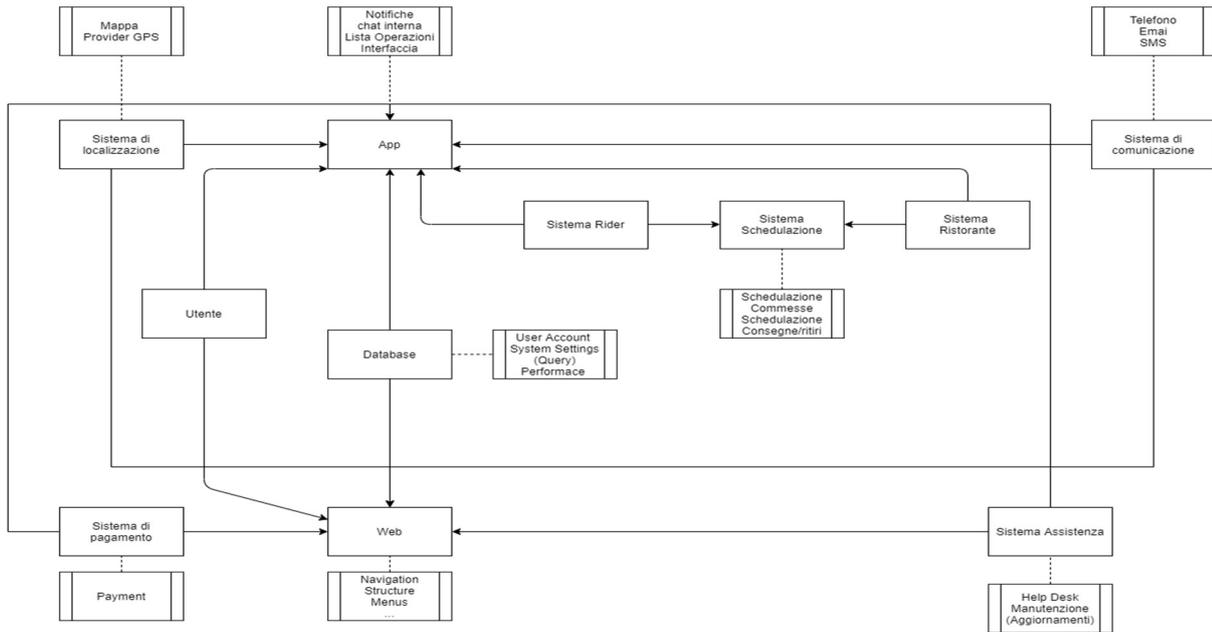


Figura 9 Architettura del sistema di food delivery

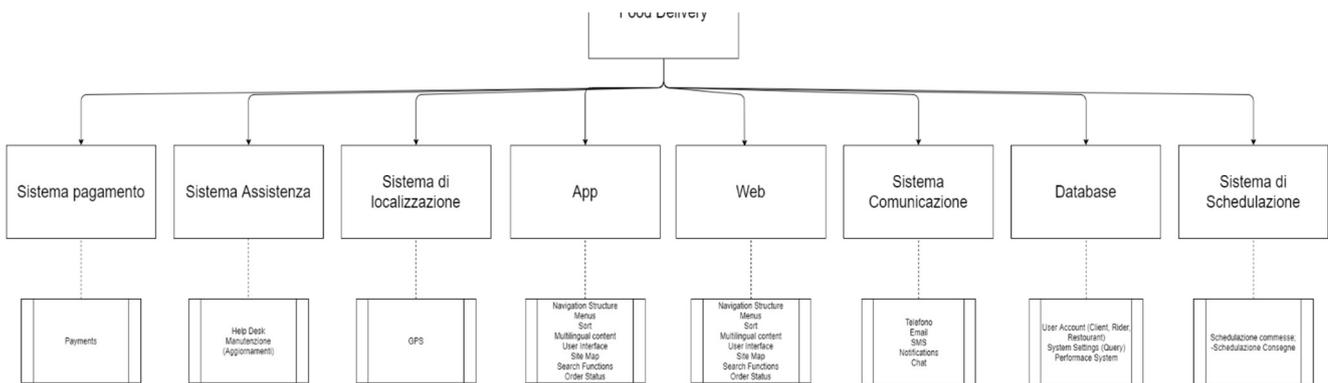


Figura 10 Gerarchia della struttura funzionale del sistema di food delivery

Questi elementi sono stati raggruppati nelle cinque categorie descritte da (Roskos, 2017) che servono a descrivere il funzionamento di un sistema digitale. Il raggruppamento serve per poter identificare su quali aspetti del sistema una cattiva percezione dell'affordance va ad impattare. Infatti, un'affordance si origina dalla percezione che un'utente ha di molteplici indicatori. Pertanto, è ragionevole pensare che un'affordance mal percepita possa impattare negativamente su diversi aspetti del sistema.

Indicatori dell'affordance	
Struttura di Navigazione	E1
Mappa del sito	E2
Funzioni di ricerca	E3
Ordinamento dei risultati	E4
Menu	E5
Email	E6
Sms	E7
Notifiche	E8
Chat	E9
Telefono	E10
Stato dell'ordine	E11
Contenuti multilingua	E12
GPS	E13
Account utente	E14
Impostazioni del sistema	E15
Pagamento	E16
Help desk	E17
Manutenzione	E18
Sistema schedulazioni ordini (ristoranti)	E19
Sistema schedulazioni ordini (rider)	E20
Prestazioni del sistema	E21

Tabella 12 Elenco degli indicatori dell'affordance all'interno del sistema di food delivery

Le cinque categorie possono essere associate alcune all'artefatto digitale, e di conseguenza al mondo delle affordance sensoriali, ed altre al servizio digitale, e quindi alle affordance esperienziali. Questa divisione assume importanza quando alla fine del processo bisogna andare a valutare le affordance digitali, in quanto bisognerà valutare se è prevalente la componente sensoriale o la componente esperienziale, che determinano se l'affordance è del servizio o dell'artefatto.

Analizzando la struttura funzionale si sono identificate le affordance all'interno del sistema. Le affordance sono state definite utilizzando secondo i criteri di (Evans, 2017) descritti nel 3.1.1 e coerentemente con quella che è stata la definizione dell'affordance all'interno dello studio (Chenyi Chen, 2015):

Tabella 13 Raccolta degli indicatori dell'affordance nelle 5 categorie che descrivono il sistema digitale

Caratteristiche del sistema digitale	Indicatori dell'affordance	Tipologia di Affordance
Funzionalità	Struttura di Navigazione	Sensoriale
	Mappa del sito	
	Funzioni di ricerca	
	Ordinamento dei risultati	
	Menu	
Comunicazione	Email	
	Sms	
	Notifiche	
	Chat	
	Telefono	
Accessibilità	Stato dell'ordine	Esperienziale
	Contenuti multilingua	
	GPS	
Amministrazione	Account utente	
	Impostazioni del sistema	
	Pagamento	
	Help desk	
	Manutenzione	
Strumenti	Sistema schedulazioni ordini (ristoranti)	
	Sistema schedulazioni ordini (rider)	
	Prestazioni del sistema	

È possibile costruire una matrice di incidenza fra le affordance (elencate sulle righe) e gli indicatori dell'affordance (elencati sulle colonne). Questa matrice permette di collegare le affordance ai diversi indicatori che generano la percezione dell'affordance, ed è il fulcro su cui si regge l'analisi dell'affordance. A questo punto può iniziare la valutazione degli indicatori esprimendo un giudizio sulla

percezione che un utente ha relazionandosi con quel singolo elemento. Queste valutazioni sono state poi aggregate utilizzando la matrice di incidenza per ottenere le valutazioni dell'affordance. È emerso che il sistema UberEats presenta diversi elementi critici, che esprimono percezioni che sono poco intuitive o che possono ingannare l'utente. Emerge che l'affordance critiche sono A1, A5 e A9; di cui A1 appartiene all'artefatto mentre A5 e A9 sono legate al servizio.

*Tabella 14 Elenco delle affordance individuate all'interno del sistema di food delivery*

<b>Affordance</b>
Affordance into ask an order (A1)
Affordance into interaction with restaurant (A2)
Affordance to refer a menù(A3)
Affordance into track order (A4)
Affordance into search resturant (A5)
Affordance for map positioning (A6)
Affordance in delay order solution (A7)
Affordance to system performance (A8)
Affordance into ordinary maintance (A9)
Affordance in user Account (A10)
Affordance with data (A11)
Affordance with payment (A12)
Affordance into delivery order (A13)
Affordance into pick order from rider (A14)

Al contrario, Just Eat e Glovo sono due sistemi che presentano degli elementi che trasmettono delle percezioni coerenti con quello che è l'uso del sistema. Essendo Uber Eats il sistema con più problematiche, si è ritenuto opportuno approfondirne l'indagine. Si è osservato l'impatto delle affordance "mal progettate" sulle cinque categorie che descrivono il sistema digitale, evidenziando dove c'era una valutazione negativa. Le criticità di Uber Eats hanno ripercussioni soprattutto sugli aspetti funzionali (3 criticità), di accessibilità (3) e di performance (3).

Tabella 15 Matrice di incidenza che collega le affordance agli indicatori da cui si scaturiscono le percezioni

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	E21	
A1	x		x	x		x	x						x						x			
A2		x			x				x		x		x									
A3				x		x	x															
A4					x					x		x		x	x					x		
A5	x		x	x		x	x						x							x		
A6														x								
A7										x	x	x		x							x	x
A8																x		x				
A9								x		x	x				x			x				
A10																					x	x
A11																					x	x
A12															x	x	x					
A13															x	x						
A14															x	x						

Tabella 16 Valutazione dell'affordance delle quattro applicazioni considerate

	Just Eat	Uber Eats	Glovo	Deliveroo
A1	4	-4	4	0
A2	1	-1	-1	-1
A3	2	-2	2	2
A4	0	-1	3	1
A5	4	-4	4	0
A6	0	0	0	0
A7	1	-1	1	1
A8	1	-1	1	-1
A9	3	-4	2	-2
A10	0	0	0	0
A11	0	0	0	0
A12	0	-2	1	-1
A13	0	-1	1	-1
A14	0	-1	1	-1

Tabella 17 Riepilogo di classificazione delle affordance legate all'artefatto e al servizio e della loro composizione di indicatori chiave

<b>Affordance</b>	<b>Artefatto</b>	<b>Servizio</b>	<b>Elementi costitutivi</b>
A1	X		<b>E1-E2-E3-E5-E6-E12-E19-E22</b>
A2		X	<b>E4-E8-E10-E12-</b>
A3	X		<b>E3-E5-E6</b>
A4		X	<b>E4-E9-E11-E13-E14-E19-E22</b>
A5	X		<b>E1-E2-E3-E5-E6-E12-E19</b>
A6		X	<b>E13-E22</b>
A7		X	<b>E9-E10-E11-E13-E20-E21-</b>
A8		X	<b>E15-E17-E18-E22</b>
A9		X	<b>E7-E9-E10-E14-E17-E18</b>
A10		X	<b>E20-E21</b>
A11		X	<b>E20-E21</b>
A12		X	<b>E14-E15-E16</b>
A13		X	<b>E14-E15</b>
A14		X	<b>E14-E15-E22</b>

Analizzando nel dettaglio le componenti dell'artefatto digitale, che nel caso del Food delivery sono l'applicazione mobile e quella da desktop, è possibile individuare quelle variabili che portano l'utente ad avere un cattiva percezione degli indicatori dell'affordamce. Nella tabella sono riportate sulle righe le variabili analizzate e sulle colonne le applicazioni considerate. Questo schema aiuta a comprendere la complessità o la facilità con cui l'artefatto si offre all'utente

Tabella 18 Impatto delle affordance sulle cinque categorie che descrivono il sistema digitale, per il sistema identificato come critico

	Uber Eats				
	Functionality	Communication	Accessibility	Administration	Tools
A1	x		x		x
A2		x	x	x	
A3	x				
A4	x	x	x	x	x
A5	x		x		x
A6			x		x
A7		x	x		x
A8				x	x
A9		x		x	
A10					x
A11					x
A12				x	
A13				x	
A14				x	x

Ciò che emerge da parte dell'analisi è che:

La struttura del sito dovrebbe essere semplice con pochi elementi (Nielsen, 1995) ed ogni elemento dovrebbe proporre una sequenza logica di azioni per raggiungere l'obiettivo dell'utente. Il sistema Uber Eats ha una struttura eccessivamente articolata, con molte informazioni e diverse icone non tutte utili;

Le icone dovrebbero suggerire delle funzioni, e questi suggerimenti dovrebbero essere coerenti con le convenzioni umane, i.e. la lente di ingrandimento per la funzioni di ricerca;

Ogni pulsante dovrebbe attivare una sola funzione. Ad esempio, il bottone "popular cousin" non solo permette di visualizzare ristoranti per quella categoria, ma abilita anche una serie di filtri come "aperto in questo momento";

Le informazioni principali dovrebbero essere chiaramente percepibili. Il monitoraggio in tempo reale dello stato dell'ordine è una delle principali informazioni che un utente vuole; come la posizione da cui si origina la ricerca dei ristoranti.

Tabella 19 Analisi dell'interfaccia grafica dell'artefatto digitale (B: basso; C:Centro;M:in mezzo; L:sinistra;R:Destra)

	Just Eat	Glovo	Ubear Eats	Deliveroo
<b>Icona per la localizzazione (immagine e posizione)</b>	Lente di ingrandimento-MR	nessuna-TC	Indirizzo-TC	Nessuna-TL
<b>Icona Filtri (Posizione)</b>	TR	BC	No one	TR
<b>Icona Menù (posizione)</b>	BC	MC	No one	TC
<b>Icona/barra di ricerca (posizione e tipo)</b>	Lente di ingrandimento-TR	Bar&-TC	Barra e lente di ingrandimento-TC	Barra-TC
<b>Icona Account (posizione)</b>	TL	TL	BR	TR
<b>Main Pag (#element)</b>	4	5	11	7
<b>Classifica Ristoranti (feedabck)</b>	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
<b>Checkout (# no current cost)</b>	3	0	4	0
<b>Monitoraggio ordine</b>	Milestone	Real time	RealTime	RealTime

### E-Scooter Sharing

Gli utenti coinvolti all'interno del sistema di noleggio dei monopattini elettrici sono tre:

- Gli utenti che noleggiavano il monopattino per potersi spostare agevolmente in città per brevi tratti

- I Juicer, persone che si occupano della ricarica dei monopattini e del loro posizionamento all'interno della città
- Lo Staff aziendale; si occupa della risoluzione delle varie problematiche che un utente può riscontrare e della manutenzione.

Il diagramma di flusso del sistema di E-Scooter Sharing (allegato 2), come nel caso precedente, e serve a costruire l'architettura del sistema per evidenziare i legami dei moduli. All'interno di questo sistema un ruolo importante è quello coperto dal monopattino. All'interno di questo sistema infatti, ci sono due artefatti digitali: l'applicazione per il noleggio e il monopattino. Le affordance del monopattino saranno legate sia alle sue caratteristiche tecnologiche sia alle sue caratteristiche fisiche (i.e. forma, dimensione, peso).

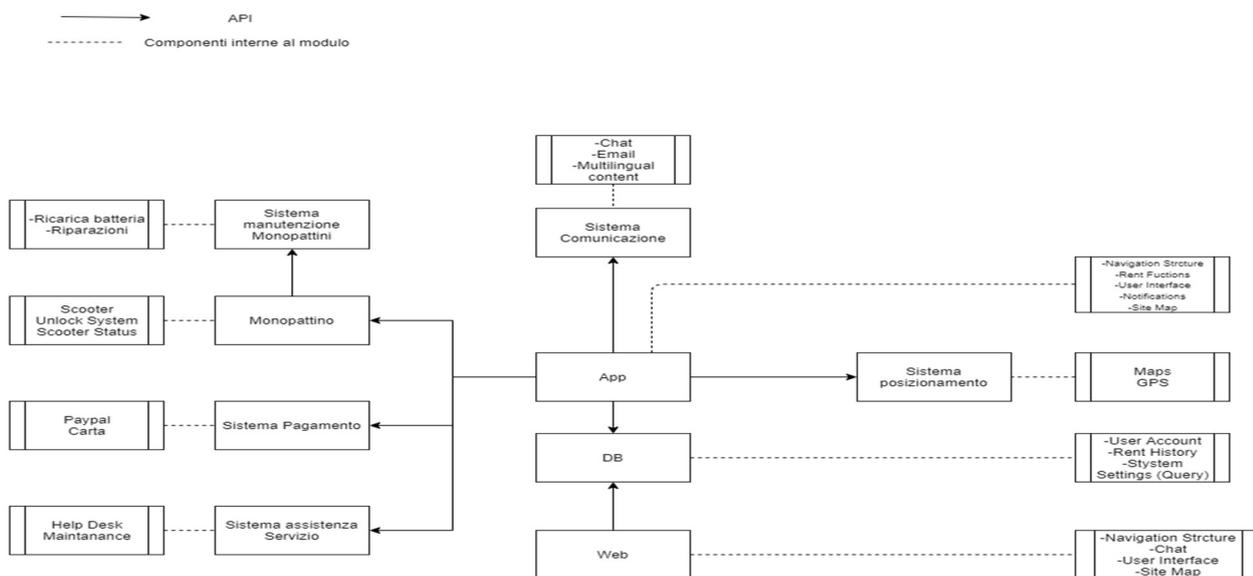


Figura 11 Architettura del sistema di e-scooter sharing

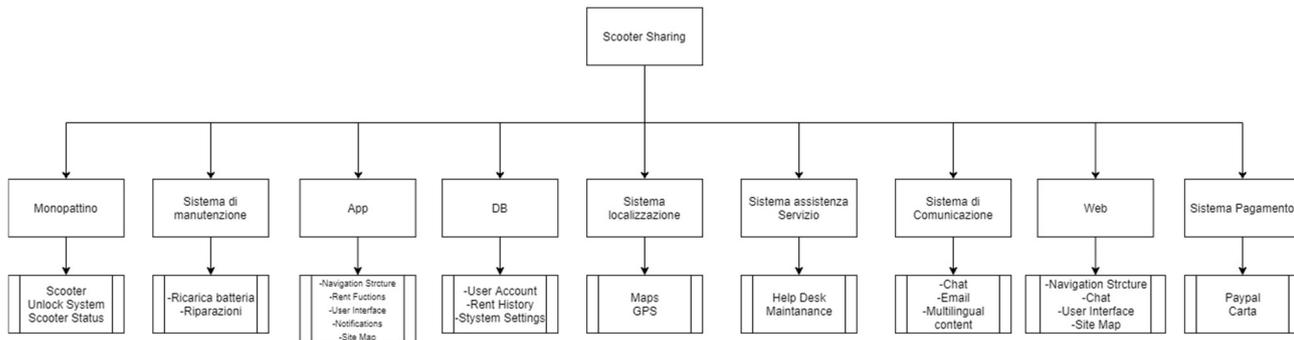


Figura 12 Gerarchia funzionale del sistema di e-scooter sharing

Affordance Element	
Struttura di navigazione	E1
Mappa del sito	E2
Notifiche	E3
Sistema di sblocco	E4
Email	E5
Chat	E6
Status noleggio	E7
Contenuti multilingua	E8
GPS	E9
Mappa	E10
Monopattino	E11
Condizioni monopattino	E12
User Account	E13
Impostazioni del sistema	E14
Pagamenti	E15
Help desk	E16
Manutenzione	E17
Gamification	E18

Tabella 20 Elenco degli indicatori dell'affordance nei sistemi di e-scooter sharing

Tabella 21 Raccolta degli indicatori nelle cinque categorie che descrivono il sistema digitale

Category	Affordance Element	Tipologia di affordance
Funzionalità	Struttura di navigazione	Sensoriale
	Mappa del sito	
	Notifiche	
	Sistema di sblocco	
	Monopattino	
	Status noleggio	
Comunicazione	Chat	Sensoriale
	Email	
Accessibilità	GPS	Esperienziale
	Mappa	
	Contenuti multilingua	
	Condizioni monopattino	
Amministrazione	User Account	Esperienziale
	Impostazioni del sistema	
	Pagamenti	
	Help desk	
	Manutenzione	
Strumenti	Gamification	Esperienziale

Tabella 22 Elenco di affordance individuate all'interno del sistema di e.scooter sharing

<b>Affordance</b>
Affordance in mobility (A1)
Affordance with unlock system (A2)
Affordance in the parking (A3)
Affordance with staff communication (A4)
Affordance with rent maintenance (A5)
Affordance with scooter charge (A6)
Affordance with scooter maintenance (A7)
Affordance with system improvement (A8)
Affordance with user account (A9)
Affordance with user data (A10)
Affordance to monitor e-scooter (A11)
Affordance in current position (A12)
Affordance with payments (A13)
Affordance with e-scooter status (A14)
Affordance in rent status (A15)
Affordance with performance system (A16)

Dalla Matrice di correlazione è emerso che il sistema Birds, rispetto agli altri considerati, ha alcuni punti critici. Infatti, le Affordance A4, A5, A6 e A7 sono quelle percepite in maniera negativa rispetto le medesime associate ai sistemi. Queste affordance sono associate tutte al servizio, inoltre, A4 e A7 sono anche collegate all'artefatto. La non ottima progettazione di queste affordance comporta problemi principalmente a livello di funzionalità (3) e di accessibilità (3).

Invece, Hertz, Dott e Lime presentano minori criticità. In particolare, Lime ha delle problematiche su A4, che è l'affordance da cui si origina la possibilità di comunicare con lo staff aziendale. I componenti che sono associati a quella funzione non trasmettono un percezione tale per cui l'utente può intraprendere delle azioni correlate a quella funzione.

I sistemi Dott e Helbiz invece sembrano non presentare particolari criticità e i vari affordance element riescono a trasmettere una serie di percezioni coerenti con quella che l'esperienza all'interno del sistema digitale.

Tabella 23 Matrice di incidenza per il sistema di e-scooter sharing

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18
A1				x			x		x	x	x	x						x
A2				x					x				x					
A3										x	x			x				
A4					x	x										x	x	
A5		x							x	x								
A6		x							x	x								
A7		x							x	x	x							
A8																x	x	
A9												x	x			x	x	
A10			x						x	x		x	x					
A11	x	x							x	x		x						
A12			x												x			
A13			x												x			
A14														x				
A15								x						x				
A16				x					x	x	x							x

Tabella 24 Valutazione delle affordance delle applicazioni per e-scooter sharing

	<b>Lime</b>	<b>Dott</b>	<b>Bird</b>	<b>Helbiz</b>
A1	4	6	4	4
A2	5	7	3	5
A3	3	3	3	3
A4	0	2	0	2
A5	3	3	1	3
A6	3	3	1	3
A7	3	3	1	3
A8	0	0	0	0
A9	2	2	2	2
A10	4	4	4	4
A11	4	4	2	4
A12	1	1	1	1
A13	1	1	1	1
A14	0	0	0	0
A15	0	0	0	0
A16	3	5	3	3

Tabella 25 Schema riepilogativo della affordance

Affordance	Artifact	Service	Elementi costitutivi
A1	x		E4-E7-E9-E10-E11-E12-E18
A2		X	E4-E9-E13
A3		X	E10-E11-E14
A4	X	X	E5-E6-E16-E17
A5		X	E2-E9-E10
A6		X	E2-E9-E10
A7	X	X	E2-E9-E10-E11
A8		X	E16-E17
A9		X	E12-E13-E16-E17
A10		X	E3-E9-E10-E12-E13
A11	X		E1-E2-E9-E10-E12
A12	X	X	E3-315
A13	X	X	E3-E15
A14		X	E14
A15		X	E8-E14
A16		X	E4-E9-E10-E11-E18

Tabella 26 Impatto delle affordance sulle cinque categorie che descrivono il sistema digitale, per il sistema identificato come critico

Bird					
	Functionality	Communication	Accessibility	Administration	Tools
A1	x		x		x
A2	x		x	x	
A3	x		x	x	x
A4		x		x	
A5	x		x		x
A6	x		x		x
A7	x		x		
A8				x	
A9			x	x	
A10	x		x	x	
A11	x		x		
A12				x	
A13				x	
A14				x	x
A15				x	x
A16	x		x		x

Come ultimo step dell'analisi, si è considerata l'interfaccia dell'applicazione per il noleggio dei monopattini dei quattro sistemi. Sono state definite una serie di variabili

che incidono sulla percezione che l'utente ha di alcuni affordance element.

Nella tabella sono riportate sulle righe le variabili analizzate e sulle colonne le applicazioni considerate. Questo schema aiuta a comprendere la complessità o la facilità con cui l'artefatto si offre all'utente

*Tabella 27 Analisi dell'interfaccia grafica dell'artefatto digitale (B: basso; C:Centro;M:in mezzo; L:sinistra;R:Destra)*

	Lime	Dott	Helbiz	Bird
Bottone di avvio (posizione e icona)	BC	BC	BC	BC
Icona posizione corrente (posizione)	BR	BR	TR	BT
Icona Menu (posizione)	TL	BL	TL	TL
Posizione monopattino (booleana)	YES	YES	YES	YES
Condizioni monopattino (booleana)	YES	NO	YES	YES
Tariffa (booleana)	YES	YES	YES	NO
Interfaccia (#elementi)	8	4	6	5
Richiamo (booleana)	YES	NO	NO	YES

Da questa analisi complessiva emerge che:

La mappa del sistema dovrebbe offrire la possibilità di comprendere velocemente dove e quale monopattino utilizzare e secondo quali modalità. La mappa è quindi un elemento critico del sistema digitale e le affordance che trasmette sono importanti per l'utilizzo del sistema. Una mappa dovrebbe suggerire in quale area ci si può muovere, e infatti, molti sistemi suggeriscono questa informazione tranne il sistema Bird. Altra considerazione importante, sono le informazioni legate alle modalità d'utilizzo: Helbiz offre un insieme di informazioni che sono stato di ricarica del monopattino, posizione e costo d'utilizzo; al contrario, Bird offre solo la posizione del monopattino ad una prima interazione, solo con un azione dell'utente permette di conoscere lo stato di ricarica.

Questi sono aspetti che hanno portato a valutare Bird in maniera negativa in termini di affordance percepite rispetto agli altri sistemi considerati.

## Car Sharing

Gli attori coinvolti nel sistema di Car sharing sono:

- Utente che è intenzionato a noleggiare un'auto per spostamenti di distanze contenute all'interno di un'area urbana;
- Staff aziendale che opera per la risoluzione delle problematiche riscontrate dagli utenti durante il noleggio e per la corretta erogazione del servizio attraverso la manutenzione delle vetture;

Di seguito sono riportati anche per questo sistema diagramma di flusso, architettura del sistema e la gerarchia di moduli e componenti. All'interno dei sistemi di car sharing sono presenti due artefatti digitali: la piattaforma attraverso la quale gestire il noleggio e il veicolo. Come nel caso dell'E-Scooter Sharing, il veicolo trasmetterà delle affordance che sono associate alle sue caratteristiche tecnologiche e fisiche.

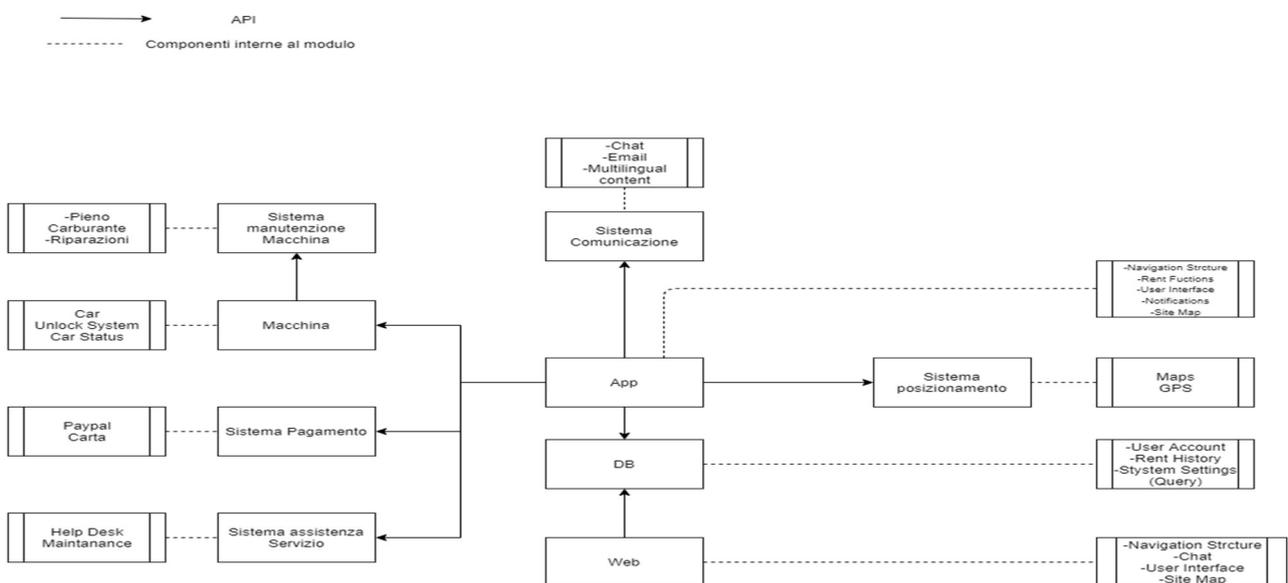


Figura 13 Architettura del sistema di car sharing

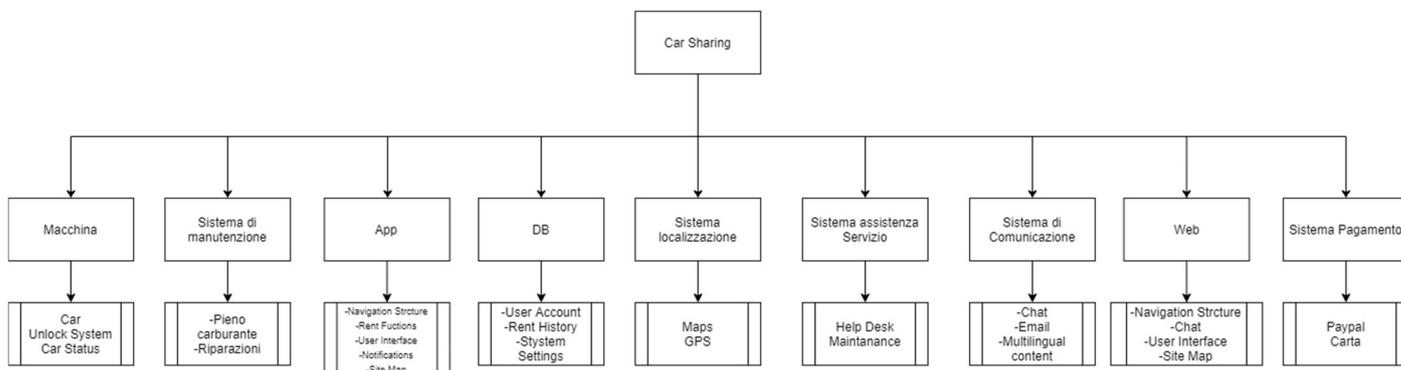


Figura 14 Gerarchia funzionale del sistema di car sharing

Affordance Element	
Struttura di Navigazione	E1
Mappa del site	E2
Notifiche	E3
Sistemi di sblocco	E4
Email	E5
Chat	E6
Status del noleggio	E7
Contenuto multilingua	E8
GPS	E9
Mappa	E10
Auto	E11
Condizioni del veicolo	E12
User Account	E13
Impostazioni del Sistema	E14
Pagamento	E15
Help desk	E16
Manutenzione	E17
Soluzioni per il parcheggio	E18

Tabella 28 Elenco degli indicatori dell'affordance

<b>Categoria</b>	<b>Affordance Element</b>	<b>Tipologia di affordance</b>
<b>Funzionalità</b>	Struttura di navigazione	<b>Sensoriale</b>
	Mappa del sito	
	Notifiche	
	Mappa	
	Veicolo	
	Sistema di sblocco	
<b>Comunicazione</b>	Email	
	Chat	
<b>Accessibilità</b>	Condizioni del veicolo	<b>Esperienziale</b>
	Contenuto multilingual	
	GPS	
	Status del noleggio	
<b>Amministrazione</b>	User Account	
	Impostazioni Sistema	
	Pagamento	
	Help desk	
	Manutenzione	
<b>Strumenti</b>	Soluzioni di parcheggio	

Tabella 29 Raggruppamento degli indicatori dell'affordance nelle cinque categorie che descrivono il sistema digitale

<b>Affordance</b>
Affordance in car mobility (A1)
Affordance to unlock the car (A2)
Affordance to communication (A3)
Affordance in maintance rent (A4)
Affordance in maintance car (A5)
Affordance in improvement system (A6)
Affordance with user account (A7)
Affordance with user data (A8)
Affordance in car position (A9)
Affordance with payments (A10)
Affordance with rent (A11)
Affordance in car status (A12)

Tabella 30 Elenco delle affordance all'interno del sistema di car sharing

Dalla matrice di correlazione è emerso che i tre sistemi si equivalgono sotto molti aspetti e con affordance che si prestano

ad essere chiaramente percepibili dall'utente. L'unica nota che si può segnalare riguarda il sistema Blue Torino, in cui si sono rilevate critiche le affordance A3 e A6 che sono legate agli aspetti di comunicazione (1) accessibilità (1) e Amministrazione (2). In particolare, sono i componenti relativi alla comunicazione a creare confusione e a non permettere la corretta percezione dell'affordance, con conseguenti ripercussioni sulle possibili azioni che l'utente può intraprendere nel contattare l'assistenza.

Tabella 31 Matrice di incidenza

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18
A1							X				X	X						X
A2											X							
A3					X	X										X		
A4							X				X	X		X		X	X	
A5				X							X						X	
A6													X	X			X	
A7	X	X		X									X	X				
A8													X	X				
A9		X							X	X		X						
A10													X	X	X			
A11																		
A12																		

Tabella 32 Valutazione delle affordance delle applicazioni per car sharing

	Enoy	Car2Go	Blue Torino
A1	5	3	1
A2	6	4	2
A3	3	1	-1
A4	3	3	1
A5	3	3	1
A6	3	1	-1
A7	0	0	0
A8	2	2	2
A9	3	5	3
A10	0	2	2
A11	0	0	0

Tabella 33 Schema riepilogativo della affordance

Affordance	Artefatto	Servizio	Elementi costitutivi
A1	X		E1-E2-E3-E5-E6-E12-E19-E22
A2		X	E4-E8-E10-E12-
A3	X		E3-E5-E6
A4		X	E4-E9-E11-E13-E14-E19-E22
A5	X		E1-E2-E3-E5-E6-E12-E19
A6		X	E13-E22
A7		X	E9-E10-E11E13-E20-E21-
A8		X	E15-E17-E18-E22
A9		X	E7-E9-E10-E14-E17-E18
A10		X	E20-E21
A11		X	E20-E21

Come ultimo step dell'analisi, si è considerata l'interfaccia dell'applicazione per il noleggio auto dei tre sistemi. Sono state definite una serie di variabili che incidono sulla percezione che l'utente ha di alcuni affordance element.

Nella tabella sono riportate sulle righe le variabili analizzate e sulle colonne le applicazioni considerate. Questo schema aiuta a comprendere la complessità o la facilità con cui l'artefatto si offre all'utente.

*Tabella 34 Impatto delle affordance sulle cinque categorie che descrivono il sistema digitale, per il sistema identificato come critico*

	Blue Torino				
	Functionality	Communication	Accessibility	Administration	Tools
A1	X		X		X
A2	X		X	X	
A3		X		X	
A4	X		X		X
A5				X	
A6			X	X	
A7	X		X	X	
A8	X		X		
A9				X	
A10				X	X
A11	x		X		X

	Enjoy	Car2Go	Blue Torino
<b>Distanza del veicolo (booleana)</b>	YES	YES	YES
<b>Area parcheggio limitata (booleana)</b>	NO	NO	YES
<b>Icona Account (posizione)</b>	TL	BL	TL
<b>Condizioni veicolo (booleana)</b>	YES	YES	YES
<b>Tariffe noleggio (booleana)</b>	YES	YES	YES
<b># elementi nella schermata principale</b>	4	5	4

Tabella 35 Analisi dell'interfaccia grafica dell'artefatto digitale (B: basso; C:Centro;M:in mezzo; L:sinistra;R:Destra)

Emerge che la mappa dovrebbe offrire una comprensione immediata di come usufruire del noleggio dell'auto e secondo quali modalità. Blue Torino offre un'idea del numero di auto disponibili e dei parcheggi disponibili. Tuttavia, questa informazione non è chiara: la scelta del colore, dell'icona e del colore non permette di percepire efficacemente l'affordance per intraprendere una possibile azione, si crea confusione. Inoltre, la necessità di lasciare il veicolo in una determinata area geografica genera una percezione negativa e di conseguenza un'affordance negativa.

Al contrario, Enjoy e CarToGo hanno delle mappe semplici e chiare: l'utente può comprendere velocemente dov'è l'auto e in che condizioni si trova, e la possibilità di lasciare il veicolo in una generica area di parcheggio incentiva l'utente al noleggio. L'utente infatti percepisce la possibilità di intraprendere il viaggio e di interromperlo in qualsiasi momento e in qualsiasi luogo.

## Conclusione

L'interesse nell'applicare il concetto di affordance all'interno degli approcci alla progettazione è cresciuto negli ultimi anni. Tuttavia, la letteratura in merito è ancora scarsa e ci sono diversi studi che affermano che non sia possibile generalizzare il problema della progettazione di artefatti digitali e, soprattutto, non con l'utilizzo del concetto di affordance.

Questo lavoro ha voluto sostenere la nascente letteratura e supportare la ricerca che punta a formalizzare un approccio alla progettazione di artefatti digitali sfruttando l'analisi delle percezioni scaturite dall'interazione tra un utente ed un artefatto all'interno di un sistema digitale. Per fare ciò si è proposto il concetto di affordance digitale, derivato dall'intersezione delle proprietà degli artefatti digitali con le caratteristiche del concetto di affordance espresso nella letteratura della HCI. 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. Infatti, l'affordance digitale è concepita come l'insieme di due classi di affordance: quella sensoriale e quella esperienziale. La prima nasce dalla percezione sensoriale e, attraverso la memoria, incentiva l'utente ad intraprendere un'azione; la seconda, invece, si manifesta dopo l'esecuzione dell'azione e le percezioni ad essa legate aggiornano la memoria, influenzando le future interazioni dell'utente con l'artefatto. Queste due classi di affordance erano, però, già presenti negli artefatti fisici. Tuttavia, si è voluto evidenziare come, all'interno del sistema digitale, la componente esperienziale ricopra un ruolo molto più rilevante rispetto alla sua controparte fisica.

Il concetto è stato applicato a tre casi di studio: food delivery, car sharing ed e-scooter sharing. L'analisi è servita a proporre un modello per l'identificazione delle affordance nei sistemi digitali ed una loro valutazione. Per l'identificazione delle affordance si è ricorso ad un approccio funzionale; per la valutazione si è utilizzata l'analisi dell'usabilità di una serie di indicatori dai quali scaturisce la percezione dell'affordance.

Il modello vorrebbe essere di supporto teorico ai progettisti ed evidenziare come l'affordance rappresenti un valore aggiunto per l'usabilità dell'artefatto, suggerendo agli utenti azioni e funzioni che non si aspettano essere disponibili attraverso le percezioni sensoriali ed esperienziali.

Il seguente lavoro, nonostante abbia un'importanza limitata dovuta ad un'analisi dei casi circoscritta dal punto di vista formale, si offre per migliorare ed arricchire il lavoro di ricerca legata al concetto di affordance applicato agli artefatti digitali, proponendo la nozione di affordance digitale e suggerendo un approccio per la valutazione e l'identificazione delle affordance nei sistemi digitali.

## **Limiti dello studio**

Per sviluppare il concetto di affordance digitale è stato necessario richiamare la letteratura dell'affordance associata agli artefatti fisici. Questo rappresenta un limite del lavoro poiché il concetto di affordance digitale è stato costruito facendo riferimento ad una letteratura che elabora e sviscera il concetto per prodotti di natura differente. Letteratura, inoltre, che presenta diversi elementi di ambiguità che non permettono di avere una base teorica robusta sulla quale costruire concetti nuovi, come evidenziato nel paragrafo 2.2.5.

Il concetto che è stato elaborato e l'approccio analitico proposto per l'analisi dell'affordance sono stati applicati, in maniera generale, a tre casi di studio, prendendo in considerazione le percezioni di un unico utente.

Essendo questa una materia che valuta le percezioni, ed essendo queste soggettive per natura, sarebbe necessario ampliare il campione di intervistati per ottenere un'analisi empirica che possa sostenere la validità di questo lavoro e fornire evidenze oggettive dei risultati. Questa analisi dovrebbe essere condotta in maniera approfondita per ognuno dei tre servizi.

Infine, un altro importante limite da evidenziare è che l'analisi ha presentato due grandi approssimazioni a livello di valutazione delle affordance:

- La valutazione dell'affordance è stata indiretta. Essa è derivata dalla valutazione dell'utente circa una serie di indicatori dai quali scaturivano le percezioni legate a quell'affordance;
- Il criterio di valutazione degli indicatori è stato la percezione dell'usabilità.

La valutazione per mezzo della percezione dell'usabilità è una forte approssimazione, in quanto l'affordance è un elemento complementare all'usabilità.

I limiti presentati saranno oggetto di future ricerche, in modo da essere superati e accrescere la letteratura sull'analisi delle affordance nei prodotti digitali.

## Bibliografia

1. Alter, S. (2015). The concept of 'IT artifact' has outlived its usefulness and should be retired now. *Information Systems Journal*, 25 (1), 47-60.
2. Anderson, C. (2012). Makers: The New Industrial Revolution. *Journal of Design History*, Volume 27, Issue 3, 311-312.
3. Aquino N., V. J.-F. (2010). Usability Evaluation of Multi-Device/Platform User Interfaces Generated by Model-Driven Engineering. *ESEM '10: Proceedings of the 2010 ACM-IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*, (p. Pages 1-10).
4. Arthur, W. B. (2009). *The nature of technology: What it is and how it evolves*. New York: Free Press.
5. Autio, E. N. (2018). Digital affordance, spatial affordance, and the genesis of entrepreneurial ecosystems. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 12(1), 72-95.
6. B. MacKay, C. R. (2004). Web page transformation when switching devices. *International Symposium*, (p. 13-16). Glasgow.
7. Beck K, B. M. (2001, Febbraio). Manifesto for agile software development. Tratto da Manifesto for agile software development: <http://agilemanifesto.org/>
8. Benkler, Y. (2002). *Coase's Penguin*.
9. Benkler, Y. (2006). *The Wealth of Networks. How Social Production Transforms Markets and Freedom*,. Yale University Press.
10. Bergvall-Kåreborn, B. a. (2014). Persistent problems and practices in information systems development: a study of mobile applications development and

- distribution. *Information Systems Journal*, 24 (5), , 425-444.
11. Bevan, N. M. (1994). Usability measurement in context. *Behaviour & Information Technology*, 13(1-2), 132-145.
  12. Bin Aris, I. S. (2015 ). Impacts of IoT and big data to automotive industry. 10th Asian Control Conference (ASCC).
  13. Boland. (2007). Wakes of innovation in project networks: The case of digital 3-D representations in architecture, engineering and construction. *Organization Science*, 18(4): 631-647.
  14. Brown, D. &. (2005). The relationship between function and affordance. *Proc. ASME Int. Design Engineering Technical Conf*, (p. pp. 155-160, Paper No. DETC2005/85017). Long Beach, CA.
  15. C. Chen, A. S. (2015). "Deepdriving: Learning affordance for direct perception in autonomous driving," . in ICCV.
  16. C. Chesta, F. P. (2004). Methods and Tools for Designing and Developing Usable Multi-Platform Interactive Applications. *PsychNology Journal* 2, 123-139.
  17. Cantamessa, M. M. (2016). *MANagement of Innovation and Product Development*. Springer.
  18. Cantamessa, M. M. (2020). *Data-driven Design: The new Challenges of Digitalization on Product*.
  19. Carver, C. S. (1998). *On the self-regulation of behavior*. New York: Cambridge University Press.
  20. Chen, L.-H. (2014). The affordance concept in User-Computer Interaction. *Bulletin of JSSD*, Vol. 61 No. 1.
  21. Chenyi Chen, A. S. (2015). *DeepDriving: Learning Affordance for Direct Perception in Autonomous Driving*. The IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2722-2730.

22. Ciborra, C. (2006). Imbrication of Representations: Risk and Digital Technologies. *Journal of Management Studies* (43:6), 1339-1356.
23. Ciborra, C. U. (2000). *From Control to Drift: The dynamics of corporate information infrastructures*, Oxford. . Oxford Univ. Press.
24. Clark, K. B. (1991). *Product Development Performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry*.
25. Clarke. (1985). The Interaction of Design Hierarchies and Market Concepts in Technological Evolution. *Research Policy*, 14: 235-251.
26. Dalgarno, B. &. (2010). What are the learning affordance of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32.
27. Davis, J. L. (2016). Theorizing Affordance: From Request to Refuse. *Bulletin of Science, Technology & Society*, , 36(4), 241-248.
28. De Reuver, M. S. (2017). The digital platform: a research agenda, . *Journal of Information Technology*, 33(2), 124-135.
29. Eaton, B. E.-C. (2015). Distributed Tuning of Boundary Resources: The Case of Apple's iOS Service System. . *MIS Quarterly*, 39 (1).
30. Eck, A. U. (2015). The Generative Capacity of Digital Artifacts: A Mapping of the Field. 19th Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS). Singapore.
31. Ekbia, H. R. (2009). Digital Artifacts as Quasi-Objects: Qualification, Mediation, and Materiality. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* (60:12), 2554-2566.
32. Evans, S. K. (2017). Explicating affordance: A conceptual framework for understanding affordance in

- communication research. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 22, 35-52.
33. Evans, S. K. (2017). Explicating affordance: A conceptual framework for understanding affordance in communication research. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 22, 35-52.
34. Faulkner, P. &. (2010). The social, the material, and the ontology of non-material technological objects. Working paper.
35. Faulkner, P. a. (2009). On the Identity of Technological Objects and User Innovations in Function," . *Academy of Management Review* (34:3), , pp. 442-462.
36. Follmer, S. L. (2013). Dynamic Physical Affordance and Constraints through Shape and Object Actuation. *Proceedings of the 26th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology - UIST '13.*, (p. 417-426).
37. Fujita, K. (2002). Product variety optimization under modular architecture. *Computer-Aided Design*, , 34(12), 953-965.
38. G. Mori, F. P. (2004). Design and Development of Multidevice User Interfaces through Multiple Logical Description. *IEEE Trans. Software Eng.*, 30(8), pages 507-520.
39. Galvao, A. B. (2005). Affordance in Product Architecture: Linking Technical Functions and Users' Tasks. Volume 5a: 17th International Conference on Design Theory and Methodology.
40. Galvao, A. B. (2006). Incorporating Affordance Into Product Architecture: Methodology and Case Study. . Volume 4a: 18th International Conference on Design Theory and Methodology.

41. Gamage, V. T. (2011). Teacher perceptions of learning affordance of multi-user virtual environments. *Computers & Education*, 57(4), 2406-2413.
42. Gaver, W. (1991). Technology affordance. *CHI '91: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, (p. 79-84).
43. Gaver, W. (1992). The affordance of media spaces for collaboration. In *Proc. CSCW 92*. ACM Press: NY, 17-24.
44. Gero. (1990). Design Prototypes: A Knowledge Representation Schema for Design. *AI Magazine*, 11(4): 26-36.
45. Ghazawneh, A. a. (2013). Balancing platform control and external contribution in third-party development: the boundary resources model. *Information Systems Journal*, 23 (2), , 173-192.
46. Gibson, J. (1977). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
47. Goodwin, K. (2009). *Designing for the digital age: how to create human-centered products and services*. Wiley, Indianapolis, IN.
48. Greenberg, S. &. (2001). Phidgets. *Proceedings of the 14th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology - UIST '01*.
49. Grisot, M. H. (2014). Innovation Of, In, On Infrastructures: Articulating the Role of Architecture in Information Infrastructure Evolution. *Journal of the Association for Information Systems*, 15 (4), , Article 2.
50. Groen, F. C. (1986). Multi-sensor robot assembly station. *Robotics*, 2(3), 205-214.
51. Guttman, L. (1950). The basis for scalogram analysis', in S.A. Stouffer (ed.) *Measurement and Prediction*. Princeton University Press.

52. Hanseth, O. a. (2010). Design theory for dynamic complexity in information infrastructures: the case of building internet. . Journal of Information Technology, 25 (1), , 1-19.
53. Hartson. (2003). Cognitive, physical, sensory, and functional affordance in interaction design. Behaviour & Information Technology, Volume 22, pag 315-338.
54. Hassenzahl, M. (2010). Experience Design: Technology for All the Right Reasons. . Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics, 3(1),, 1-95.
55. Henfridsson, O. M. (2014). Managing technological change in the digital age: the role of architectural frames. Journal of Information Technology, 29 (1), , 27-43.
56. Henningsson, S. a. (2011). Inscription of behaviour and flexible interpretation in Information Infrastructures: The case of European e-Customs. . The Journal of Strategic Information Systems, 20 (4), , 355-372.
57. IoT Design Manifesto 1.0. (2016). Tratto da IoT Design Manifesto 1.0: <https://www.iamanifesto.com/>
58. J. Eisenstein, J. V. (2001). Applying model-based techniques to the development of UIs for mobile computers. Proceedings of the 6th International Conference on Intelligent User Interfaces, pages 69-76.
59. J. McGrenere, W. H. (2000). Affordance: clarifying and evolving a concept. Proceedings of Graphic Interface 2000 Conference, (p. 1-8). Montreal, Canada .
60. J.B., W. (1991). The CICS application programming interface definition. User Workshop, Oxford 1990, p. 285-294.
61. Jenkins, H. (2008). Gibson's "Affordance": Evolution of a Pivotal Concept. Journal of Scientific Psychology.

62. Jie, Y. P. (2013 ). Smart Home System Based on IOT Technologies. International Conference on Computational and Information Sciences.
63. Kallinikos, J. (2006). The consequences of information: Institutional implications of technological change. Cheltenham, Glos, UK: Edward Elgar Publishing.
64. Kallinikos, J. A. (2010). A theory of digital objects. *First Monday*, 15(6-7).
65. Kallinikos, J. A. (2013). The Ambivalent Ontology of Digital Artifacts. *MIS Quarterly* (37:2), 357-370.
66. Kallinikos, J. a.-C. (2011). Video as Digital Object: Production and Distribution of Video Content in the Internet Media Ecosystem,". *The Information Society* (27:5), , 281-294.
67. Kaptelinin, V. &. (2012). Affordance in HCI. Proceedings of the 2012 ACM Annual Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '12.
68. Kortuem, G. K. (2010). "Smart Objects as Building Blocks for the Internet of Things". *IEEE Internet Computing*. Vol. 14 No. 1, , 44-51.
69. Lee, J. a. (2012). Digital Innovation and the Division of Innovative Labor: Digital Controls in the Automotive Industry. . *Organization Science*, 23 (5), , 1428-1447.
70. Leonardi, P. M. (2013). Theoretical foundations for the study of sociomateriality. *Information and Organization*, 23(2), 59-76.
71. Lewis, J. R. (1995). IBM computer usability satisfaction questionnaires: psychometric evaluation and instructions for use. *Hum.-Comput. Interact.*, 7, p. Pages 57-78.
72. Likert., R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140):1-55.

73. Litern, G. (2010). An Affordance-Based Perspective on Human-Machine Interface Design. *Ecological Psychology*, 65-69.
74. López, T. R. (2011). "Taxonomy, Technology and Applications of Smart Objects". *Information Systems Frontiers*. Vol. 13 No. 2, , 281-300.
75. Löwgren, J. (2007). Interaction design, research practices and design research on the digital materials. *Raster Förlag*, 150-163.
76. Lusch, R. F. (2015). Service Innovation: A Service-Dominant Logic Perspective. *MIS Quarterly*, 39 (1), , 155-176.
77. Maguire, M. (2001). Methods to support human-centred design. *International Journal of Human-Computer Studies*, , 55(4), 587-634.
78. Maier, J. R. (2003). Affordance-Based Methods for Design. *Proceedings of the ASME 2003 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference* (p. pp. 785-794). Chicago, Illinois, USA: ASME.
79. Maier, J. R. (2009). Affordance based design: A relational theory for design. *Research in Engineering Design*, 20(1), 13-27.
80. Majchrzak, A. a. (2013). Towards an information systems perspective and research agenda on crowdsourcing for innovation. *The Journal of Strategic Information Systems*, 22 (4), , 257-268.
81. Manovich, L. (2001). *The Language of New Media*, . MIT Press.
82. Martin Grünbaum, J. S. (2015). The Affordance of Broken Affordance. *15th Human-Computer Interaction (INTERACT)*, (p. 185-202). Bamberg, Germany.

83. Martinez, M. E. (2011). Cognitive affordance of the cyberinfrastructure for science and math learning. *Educational Media International*, 48(1), 17-26.
84. Meuter, M. L. (2005). Choosing among Alternative Service Delivery Modes: an Investigation of Customer Trial of Self-Service Technologies. *Journal of Marketing*, 69 (2), 61-83.
85. Nambisan S, L. K. (2017). Digital innovation management: Reinventing innovation management research in a digital world. *MIS Quarterly*, 41(1): 223-238.
86. Nambisan, S. (2013). Information Technology and Product/Service Innovation: A Brief Assessment and Some Suggestions for Future Research. *Journal of the Association for Information Systems*, 14 (4), 215-226.
87. Norman, D. (1993). *Things That Make Us Smart*. Reading, MA: Addison-Wesley.
88. Norman, D. (1998). *The Invisible Computer*. Cambridge: MA, MIT Press.
89. Norman, D. (1999). Affordance, conventions, and design. *Interactions*. 6(3), 38-42.
90. Norman., D. A. (1988). *The Psychology of Everyday Things*. New York: Basic Books.
91. Oestreicher-Singer, G. a. (2013). Content or Community? A Digital Business Strategy for Content Providers in the Social Age. *MIS Quarterly*, 37 (2), 591-616.
92. Orlikowski, W. J. (1992). The Duality of Technology: Rethinking the Concept of Technology in Organizations. *Organization Science*, 3 (3), 398-427.
93. Parchoma, G. (2014). The contested ontology of affordance: Implications for researching technological affordance for collaborative knowledge production. *Computers in Human Behavior*, 37, 360-368.

94. Park, H. S.-S.-H. (2008). Design evaluation of digital consumer products using virtual reality-based functional behaviour simulation. *Journal of Engineering Design*, 19(4), 359-375 .
95. Porter, M. a. (2014). "How Smart, Connected Products Are Transforming Competition". . *Harvard Business Review*. Vol. 92 No. 11,, 64-86.
96. Porter, M. a. (2015). "How Smart, Connected Products Are Transforming Companies". . *Harvard Business Review*. Vol. 93 No. 10,, 96-114.
97. Pucillo, F. &. (2014). A framework for user experience, needs and affordance. . *Design Studies*, , 35(2), 160-179.
98. Racherla, P. a. (2013). Moving from Access to Use of the Information Infrastructure: A Multilevel Sociotechnical Framework. . *Information Systems Research*, 24 (3), , 709-730.
99. Rapp, A. &. (2015). Affordance for self-tracking wearable devices. *Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers* (p. 2). ISWC '15.
100. Rodriguez, P. M. (2012). Examining Student Digital Artifacts During a Year-Long Technology Integration Initiative. *Computers in the Schools*, 29(4), 355-374.
101. Roskos, K. B. (2017). An analysis of e-book learning platforms: Affordance, architecture, functionality and analytics. . *International Journal of Child-Computer Interaction*, , 12, 37-45.
102. S. Abrahão, E. I. (2008). Usability Evaluation of User Interfaces Generated with a Model-Driven Architecture Tool. *Maturing Usability: Quality in Software, Interaction and Value*, volume 10, pages 3-32.

103. Sade, S. (1999). Representations of Smart Product Concepts in User Interface Design . In W. S. Green, Human Factors in Product Design. Current Practice and Future Trends Green (p. 64-72). Taylor and Francis.
104. Scarantino, A. (2003). Affordance Explained. *Philosophy of Science*, 70(5), 949-961.
105. Scarantino, A. (2003). Affordance Explained. *Philosophy of Science*, 70(5), 949-961.
106. Selander, L. H. (2013). Capability search and redeem across digital ecosystems. . *Journal of Information Technology*, 28 (3),, 183-197.
107. Shapiro, C. a. (1999). *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*. Harvard Business School Press, Boston, Mass.
108. Still, D. (2009). Conceptualizing design affordance from a cognitive perspective.
109. Sun, H. &.D. (2014). Binding the material and the discursive with a relational approach of affordance. *Proceedings of the 32nd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, (p. pp. 3533-3542).
110. Tilson, D. L. (2010). Research Commentary - Digital Infrastructures: The Missing IS Research Agenda. . *Information Systems Research*, 21 (4), , 748-759.
111. Tiwana, A. K. (2010). Research Commentary- Platform Evolution: Coevolution of Platform Architecture, Governance, and Environmental Dynamics. . *Information Systems Research*, 21 (4),, 675-687.
112. Ulrich. (1995). The role of product architecture in the manufacturing firm. *Research Policy*, 24: 419-440.
113. Vanderdonckt, J. (2008). *Model-Driven Engineering of User Interfaces: Promises, Successes, and Failures*.

- Proc. of 5th Annual Romanian Conf. on Human-Computer Interaction ROCHI'2008 (p. pages 1-10). Bucurest: Matrix ROM.
114. Verhagen W.J.C., B.-G. P. (2012). A critical review of Knowledge-Based Engineering: An identification of research challenges. *Advanced Engineering Informatics*, 26, 1, 5-15.
  115. Vermaas, P. E. (2007). On the conceptual framework of John Gero's FBS-model and the prescriptive aims of design methodology. *Design Studies*, 28(2), 133-157.
  116. Vitali, I. A. (2017). A Design perspective for IoT products. A case study of the Design of a Smart Product and a Smart Company following a crowdfunding campaign. *The Design Journal*, 20, S2592-S2604.
  117. von Krogh, G. H. (2012). Carrots and Rainbows: Motivation and Social Practice in Open Source Software Development. *MIS Quarterly*, 36 (2), , 649-676.
  118. Vyas, D. C. (2006). Affordance in interaction. *Proceedings of the 13th European Conference on Cognitive Ergonomics Trust and Control in Complex Socio-Technical*, (p. 20-22).
  119. W.C. Elm, S. P. (2003). Applied Cognitive Work Analysis: A Pragmatic Methodology for Designing Revolutionary Cognitive Affordance. In E. Hollnagel, *Handbook of Cognitive Task Design*. Mahwah: NJ: Erlbaum.
  120. Wohlin, C. R. (2012). Experimentation in Software Engineering. doi:10.1007/978-3-642-29044-2 .
  121. Woodard, C. J. (2013). Design capital and design moves: the logic of digital business strategy. *MIS Quarterly*, 37 (2), , 537-564.
  122. Wu, Y. P. (2017). From respect to change user behaviour. Research on how to design a next generation of smart home objects from User Experience and

- Interaction Design. *The Design Journal*, 20, S3884-S3898.
123. Xu, L. D. (2014). Internet of Things in Industries: A Survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(4), 2233-2243.
124. Yoo, Y. (2010). Computing in Everyday Life: A Call for Research on Experiential Computing. *MIS Quarterly*, 34 (2), , 213-231.
125. Yoo, Y. (2012). Digital Materiality and the Emergence of an Evolutionary Science of the Artificial. In N. a. Leonardi, *Materiality and Organizing: Social Interaction in a Technological World* (p. 134-150).
126. Yoo, Y. H. (2010). The New Organizing Logic of Digital Innovation: An Agenda for Information Systems Research. *Information Systems Research*, 21(5): 724-735.
127. Zammuto, R. F. (2007). Information technology and the changing fabric of organization. *Organization Science*, 18( 5), 749- 762.
128. Zawadzki, P. &. (2016). Smart Product Design and Production Control for Effective Mass Customization in the Industry 4.0 Concept. *Management and Production Engineering Review*, 7(3), 105-112.
129. Zedadra, O. G. (2018). Swarm intelligence-based algorithms within IoT-based systems: A review. *Journal of Parallel and Distributed Computing*.
130. Zittrain, J. (2006). The generative internet. *Harvard Law Review*, 119: 1974-2040.
131. Zittrain, J. L. (2008). *The Future of the Internet and How to Stop It*. Yale University Press.