



## MACHINE LEARNING E ARCHITETTURE SICURE E INCLUSIVE PER UNA UTENZA FRAGILE

### MACHINE LEARNING AND SAFE AND INCLUSIVE ARCHITECTURE FOR FRAGILE USERS

Antonio Magarò<sup>a</sup>, Adolfo F. L. Baratta<sup>b</sup>

#### ABSTRACT

Il contributo espone i primi risultati di una ricerca condotta nel Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi Roma Tre, volta alla sperimentazione di algoritmi di machine learning per l'apprendimento di reti neurali da BIM finalizzato alla generazione di Realtà Aumentata. L'obiettivo è migliorare la fruizione degli spazi abitativi per l'utenza fragile. Tali algoritmi, in ausilio alla progettazione, costituiscono innovazione di produzione, oltre che di prodotto, intendendo come tale lo spazio architettonico. Dopo aver descritto le linee di ricerca attive, il paper propone un glossario condiviso sulla terminologia mutuata da altri campi di indagine. Infine, si descrivono le applicazioni in Realtà Aumentata sperimentate nella ricerca, e i meccanismi teorici di interazione tra queste e gli algoritmi di Machine Learning.

The contribution presents the first results of a research conducted in the Department of Architecture, Roma Tre University, aimed at testing Machine Learning algorithms for train Neural Networks in learning data from BIM, with the purpose of generating Augmented Reality contents. The objective is to improve the living spaces fruition by fragile users. Machine Learning algorithms, in computer aided design, constitute an innovation in production, as well as an innovation in product, meaning architectural spaces as such. After describing the current research lines, this paper proposes a shared glossary about the terms borrowed from other investigation fields. Finally, it describes the applications in Augmented Reality experimented in the research, and the theoretical mechanisms of interaction between these and the Machine Learning algorithms.

#### KEYWORDS

intelligenza artificiale, machine learning, augmented reality, utenza fragile, architetture per anziani

artificial intelligence, machine learning, augmented reality, fragile users, architecture for an ageing society

Negli ultimi decenni, il concetto di fragilità associato a una categoria di persone ha assunto una crescente rilevanza, non solo in campo biomedico. Tuttavia, nonostante l'ampio spazio dedicato dalla letteratura scientifica, ancora non si è pervenuti a una definizione condivisa e nemmeno a criteri volti a un'identificazione univoca (Hogan, 2003; Bergman, 2007; Karunanathan, 2009). Il concetto di fragilità, come condizione sociosanitaria, viene impiegato per la prima volta negli anni Settanta dal Federal Council on the Aging (FCA), Agenzia Federale Statunitense istituita con lo scopo di programmare interventi di sostegno per una categoria numerosa di poveri e reietti della società ovvero i reduci delle guerre americane nel sud est asiatico (Furlan, 2014). Sebbene la condizione di fragilità venga, generalmente, individuata come età-dipendente, in embrione si tende ad associarla a qualsiasi condizione di disabilità. Infatti, già nel 1974, la FCA definisce il soggetto 'anziano fragile' come quella persona anziana compromessa da disabilità fisica e/o affettiva che vive in un ambiente strutturalmente e socialmente sfavorevole (Ruggiero et alii, 2007). La compresenza di età avanzata e disabilità nella definizione di utenza fragile, si rafforza negli anni Ottanta. Tuttavia, sarà solo negli anni Novanta che si verificherà uno spostamento del punto di vista da 'essere fragili' a 'diventare fragili', eliminando la correlazione tra la fragilità e la presenza di malattie croniche, dipendenza o bisogno di servizi sanitari e/o sociali. Infine, nel nuovo millennio, si rafforza la convinzione che non siano solo i disturbi fisici a determinare la fragilità, ma anche i fattori sociali, ambientali ed economici (De Toni et alii, 2010).

In sintesi, la locuzione 'utenza fragile' intende individuare una categoria di persone affette da una condizione di vulnerabilità, latente o manifesta, associata a un crescente rischio o a una conclamata disabilità permanente o temporanea<sup>1</sup>. Questo consente di non limitare l'estensione alla sola utenza anziana, pur tuttavia nella consapevolezza che è in quella fascia di età che si riscontra il maggior numero di individui classificabili come fragili. Allo stesso tempo, è possibile estendere la definizione oltre il concetto di disabilità cronica, dal momento che ciascuno può, temporaneamente, sperimentare una condizione di disabilità, e quindi di vulnerabilità, che può renderlo fragile. Tale definizione include una platea di soggetti vasta ed

eterogenea (Fig. 1). Infatti, nel 2017, la popolazione over 65 contava 962 milioni di individui, più del doppio del 1980 quando erano 382 milioni. Inoltre, le stime ufficiali prevedono un ulteriore raddoppio entro il 2050, quando saranno 2,1 miliardi (United Nations, 2017). Già nel 2030 è previsto che il numero dei bambini sotto i dieci anni, per la prima volta verrà superato dal numero degli anziani e nel 2050 gli over 65 saranno di più dei giovani in età compresa tra 10 e 24 anni. Tuttavia, non tutti gli ultrasessantacinquenni possono essere considerati utenza fragile. Anche in questo caso, appare difficile operare delle categorie definite, dal momento che la qualità dell'invecchiamento dipende fortemente dalle condizioni al contorno. In generale, la cosiddetta 'old age' parte dai 65 anni, ma per una serie di motivi si possono iniziare a qualificare come utenza fragile le persone che vivono in Paesi sviluppati, una volta superati i 75 anni di età.<sup>2</sup>

Oltre alle persone anziane, l'utenza fragile si compone delle persone affette, temporaneamente o meno, da una o più disabilità. In Italia, gli ultimi dati sulle condizioni delle persone con disabilità tracciano un quadro connotato da scarsa integrazione e programmazione poco consapevole. La World Bank comunica che più di un miliardo di persone, ovvero il 15% della popolazione mondiale (Fig. 2), è affetta da una o più forme di disabilità, il 70% delle quali vive in Paesi in via di sviluppo. Un quinto del totale, corrispondente a una cifra tra 110 e 190 milioni di persone, è affetta da disabilità gravi. Le stime di crescita sono impietose: entro il 2035 la popolazione mondiale aumenterà del 40% mentre la popolazione affetta da almeno una disabilità grave o moderata aumenterà del 50% (WHO, 2011; World Bank, 2018). In Italia, circa 13 milioni di persone con più di 15 anni (il 25,5% della popolazione residente di pari età) risultano avere delle limitazioni funzionali, invalidità o cronicità gravi. Tra queste, il 23,4% ricade nella categoria delle persone affette da limitazioni gravi in almeno una tra le funzioni motorie, sensoriali o nelle attività quotidiane. Tali numeri si aggravano se si aumenta l'età del campione, infatti il 61,1% è ultrasessantacinquenne (ISTAT, 2015).

Se ci si attiene alla definizione strettamente medico-amministrativa per la quale la condizione di disabilità riguarda persone che «hanno una menomazione fisica o sensoriale per la quale hanno ricevuto una certificazione di invalidità» tale nu-

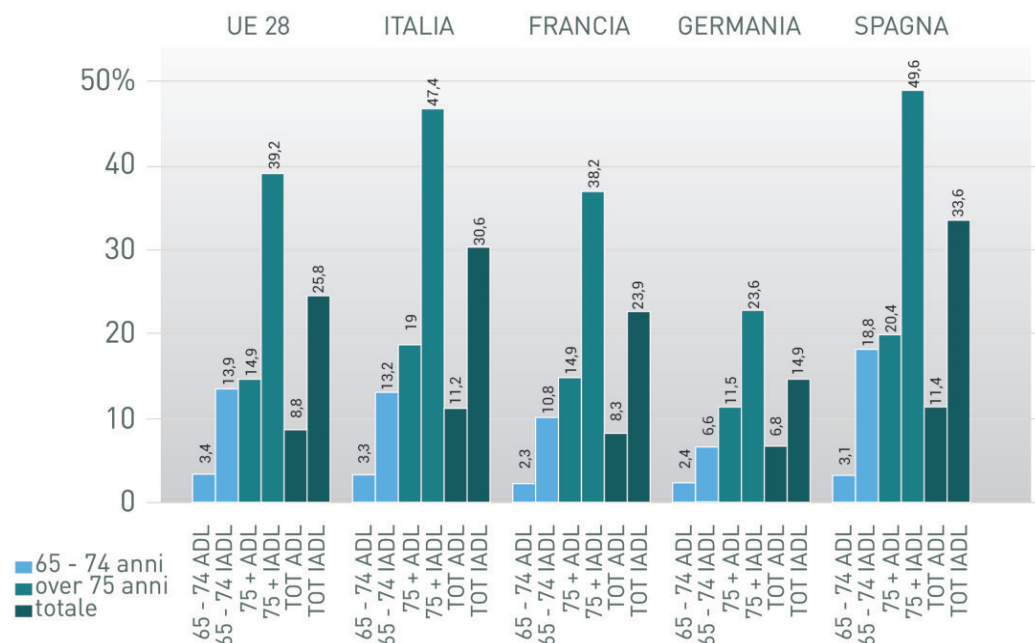


Fig. 1 - Elderly affected by serious difficulties in non-instrumental domestic activities (ADL Activity of Daily Living) and Instrumental domestic activities (IADL Instrumental Activity of Daily Living) in 2015 (authors' elaboration from ISTAT 2017 data).

mero è comunque elevato: si tratta di 4,36 milioni di persone ovvero il 7,2% della popolazione, 2,15 milioni in condizioni di particolare gravità e 1 persona su 5 è ultrasessantacinquenne (Università Cattolica, 2017). Tali numeri descrivono una dimensione sociale che rende imprescindibile, anche per gli architetti, lavorare sull'inclusione, per assicurare i diritti fondamentali di assistenza a un'utenza fragile all'interno degli spazi domestici, urbani e speciali: lo scopo è quello di consentire all'utenza fragile il cosiddetto Active and Assisted Living (AAL Programme, 2018). Oltre ad alcuni programmi di ricerca europei<sup>3</sup>, con tale locuzione si individua quel filone di ricerca che si occupa di migliorare l'efficienza e la produttività dell'utenza fragile (con particolare riferimento agli anziani), ampliando il lasso temporale in cui i soggetti interessati possano vivere nel loro ambiente abituale, rimandando il più possibile l'ospedalizzazione. Gli strumenti per attuare tale ambizioso progetto sono quelli delle nuove tecnologie informatiche e delle telecomunicazioni, compresa l'intelligenza artificiale (AI) e la realtà virtuale (VR), aumentata (AR) e mista (MR)<sup>4</sup> (Fig. 3).

Il trasferimento tecnologico dal settore delle ICT (Information and Communication Technology) all'interno dell'ambiente di vita abituale, domestico o pubblico, è immediato. La diffusione crescente di elettronica di consumo, insieme alla capacità di interconnessione consente di mettere in rete gli spazi d'architettura, fornendo una possibilità di interazione con essi, ma anche con l'ambiente esterno e con gli spazi specialistici dedicati all'assistenza. Inoltre, la possibilità di integrare gli ambienti reali con quelli virtuali, mediante tecnologie quali AR, VR e MR, consente di incrementare le informazioni reali mediante la fruizione di contenuti aggiuntivi, che possono consentire alle persone anziane di operare all'interno del proprio ambiente in totale sicurezza, abbattendo le barriere che determinano isolamento sociale, monitorando costantemente la loro salute, riducendo le

ospedalizzazioni, migliorando l'assistenza medica e da parte dei 'caregiver' e, infine, riducendo fortemente i costi sociali legati a disabilità e invecchiamento (Formica and Magarò, 2018).

Molti tra i principali filoni di ricerca che si occupano di questo tipo di trasferimento tecnologico verso la progettazione architettonica, prevedono un approccio top-down, secondo il quale viene progettata una applicazione legata a una o più specificità e pertanto mirata alla risoluzione del particolare problema nel particolare luogo (Cabrera-Umpierrez et alii, 2006; Pittarello and De Faveri, 2006; Alankus et alii, 2010). Tale modello operativo è certamente efficace, poiché consente di alleviare, in maniera addirittura personalizzabile, la disabilità o la fragilità che in quel momento l'utente si trova ad affrontare, all'interno dell'ambiente in cui abitualmente vive e opera. Tuttavia, al di fuori dei confini di tale ambiente o sistema egli si trova completamente privo della facilitazione a cui, probabilmente, si era abituato. Questo acuisce la fragilità e trasforma un ausilio in un ulteriore limite, facendogli perdere di efficacia.

Uno dei caratteri innovativi della ricerca presentata in questo contributo, riguarda l'impiego di un approccio bottom-up, per il quale, la generica applicazione ICT di supporto all'utenza fragile sia in grado di operare interpretando e riconoscendo (non prescindendo) lo spazio in cui l'utente si trova. Operare in questo modo implica il riuscire a sfruttare i più recenti strumenti software per la progettazione architettonica che contengono al loro interno database di informazioni, quali il BIM<sup>5</sup> (Building Information Modeling) e il GIS<sup>6</sup> (Geographic Information System). Quello che accomuna entrambi i sistemi è la presenza di un database contenente una serie di informazioni che possono essere interpretate, da parte di una AI, per produrre e somministrare il contenuto in AR in funzione del luogo in cui ci si trova o dello spazio d'architettura di cui si sta fruendo. Mentre i software GIS sono diffusi nella progettazione

urbana, il BIM deve la sua recente applicazione soprattutto al Codice degli Appalti per il quale, oltre determinate soglie di importo lavori, è obbligatorio il suo impiego.

*Intelligenza artificiale, machine e deep learning, reti neurali* – Dal punto di vista storico, si parla di AI già dai tempi di Cartesio, il quale, nel 1637, si interrogava (proponendo una posizione scettica) sulla possibilità di costruire macchine in grado di interagire con e come gli esseri umani, soprattutto dal punto di vista delle forme del linguaggio (Cubbedu, 1996). Tale retrodatazione, rispetto alla timeline ufficiale che riguarda la AI, consente di comprendere come essa non sia solo una branca dell'informatica, ma abbracci la matematica, la statistica, la logica, la robotica, la linguistica, la psicologia e le neuroscienze, oltre all'etica, alla filosofia e l'architettura. Si fa risalire la nascita della AI moderna alla metà degli anni Cinquanta (Fig. 4) quando, a seguito dell'intensificarsi degli studi sul funzionamento del cervello umano, si teorizza e sperimenta la realizzazione di quelle che oggi vengono chiamate Reti Neurali (Neural Networks, NN). La prima pubblicazione sull'argomento risale probabilmente al 1943 (McCulloch and Pitts, 1943), mentre il primo computer che simula una NN è del 1950<sup>7</sup>. Invece, il termine AI viene coniato nel 1956 da John McCarthy, ricercatore del Dartmouth College di Hannover, durante una Conferenza sul tema. In quell'occasione la AI ottiene lo status di disciplina scientifica e altri ricercatori presentano il primo software in grado di imitare le capacità umane di problem solving<sup>8</sup>. Negli stessi anni si iniziano a progettare linguaggi di programmazione come il LISP, attualmente utilizzato anche per la programmazione lato utente di AutoCAD, e, nel 1958 Rosenblatt realizza una NN<sup>9</sup> molto simile a quelle contemporanee poiché, basandosi su metodi probabilistici, era in grado di 'apprendere'.

Negli anni Settanta, la AI cade in declino. Il fallimento di alcune applicazioni commissionate dalle autorità militari Statunitensi in grado di tradurre i testi dal russo all'inglese, fece perdere di credibilità a tutti i progetti in essere. Si iniziarono, inoltre, a sollevare una serie di questioni morali. Alla fine degli anni Ottanta è il mondo della produzione industriale a riscoprire la AI e grazie a una sperimentazione estensiva, la miniaturizzazione dei processori e l'impiego generalizzato di database, la AI viene riabilitata e oggi è comunemente impiegata anche per applicazioni che funzionano su elettronica di consumo come smartphone e tablet. Appare di fondamentale importanza stabilire un glossario condiviso, mediante il quale decretare quali siano i processi di AI utili per la ricerca in oggetto. Per comprendere il carattere generalista proprio della AI una delle definizioni più utilizzate stabilisce che «la AI è quella branca dell'informatica che si occupa della simulazione automatica di comportamenti intelligenti» (Luger, 2005, p. 1).

La definizione, ancorché corretta, appare poco specifica, soprattutto se si pensa che la stessa intelligenza è qualcosa di complesso da definire. Senza la pretesa di essere esaustivi, ai fini della presente trattazione la AI viene definita come la facoltà di un sistema informatico, complesso quanto necessario<sup>10</sup>, di eseguire operazioni caratteristiche dell'intelligenza umana (Fig. 5) qua-

li la pianificazione, il riconoscimento di oggetti e la risoluzione di problemi (Ciulla et alii, 2019).

Dal momento che tali operazioni vengono eseguite dalla AI, non mediante una specifica programmazione, ma consentendo alla stessa di apprendere da una casistica quanto più vasta possibile, si tende a confondere la AI con il ML. Quest'ultimo (in italiano 'apprendimento automatico') si definisce proprio come «il campo di studi che fornisce al computer la capacità di apprendere senza essere programmato» (Samuel, 1959, p. 601). Resta da definire cosa sia 'la capacità di apprendere' da parte di un computer. Nel 1997, Mitchel (Carnegie Mellon University, Pittsburgh) propone la seguente definizione: «si può dire che un computer impara dall'esperienza E rispetto ad alcuni dati T e a strumenti che misurino la prestazione P, se la sua prestazione misurata da P sui dati T migliora con l'esperienza E» (Mitchel, 1997, p. 2). Il gioco di parole vuol sottintendere un concetto che sta alla base del ML ovvero il cosiddetto 'allenamento': prima di verificare se il computer è in grado di apprendere è necessario somministrargli una quantità di dati dai quali possa desumere delle informazioni e misurare quanto esso ci riesca. Solo successivamente si può misurare la sua capacità predittiva quando il computer si confronta con l'esperienza del dato reale (Fig. 6). Il ML a sua volta si può distinguere in sottocategorie in funzione dell'interazione con il programmatore. Le classi sono le seguenti:

- Supervised Learning: durante l'allenamento si somministrano al computer una serie di dati di input e di output e si lascia a esso la capacità di trovare una funzione che consenta di passare dagli uni agli altri; tale funzione può essere utilizzata per ottenere l'output da dati di input reali;

- Unsupervised Learning: si somministrano al computer i soli dati di input, senza indicazioni sui risultati da ottenere; lo scopo è quello di valutare se esistano nei modelli di relazione nascosti; vi sono modelli ibridi detti Semi-Supervised Learning in cui il set di dati di input prevede che alcuni siano correlati del relativo output e altri no; l'obiettivo è il medesimo, ovvero scoprire strutture logiche nascoste tra l'input e l'output;

- Reinforced Learning: in questo caso, i dati di input non sono un set statico, ma vengono desunti da una situazione dinamica (il classico esempio è quello di una partita a scacchi); inoltre, affinché il computer comprenda che si trova sulla strada giusta il sistema si basa su ricompense e sanzioni (come si farebbe per un animale domestico); il computer si propone l'obiettivo di collezionare il massimo numero di ricompense possibili.

In tutti questi casi, il computer apprende come risolvere problemi complessi, a partire da informazioni semplici. Esso deve essere in grado quindi di fissare una gerarchia di concetti in base alle relazioni che li collegano a concetti più semplici. Se mettessimo in un grafico tali relazioni gerarchiche, avremmo un grafico 'profondo' ovvero con molti livelli, in funzione della complessità dei concetti che stanno in alto. È per questo motivo che, l'approccio all'AI che consente di risolvere problemi complessi è un sottoinsieme del ML e prende il nome di Deep Learning (DL) (Goodfellow et alii, 2016).

Scopo, articolazione, strumenti e metodi della ricerca – La ricerca vede coinvolti Professori, Ri-

cercatori e Dottorandi del Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi Roma Tre. L'obiettivo principale che la ricerca si propone è quello di realizzare una piattaforma informatica, basata su NN, in grado di interpretare, a seguito di un adeguato allenamento, modelli BIM o GIS, con lo scopo di rilevare potenziali ostacoli e barriere architettoniche e proporre alternative finalizzate a evitarle, di cui l'utente fragile può fruire mediante i più comuni personal devices mediante la tecnologia della AR.

Per i motivi esposti precedentemente, relativi all'intersettorialità tipica dell'AI, la ricerca è connotata da forte interdisciplinarietà. Molti sono i settori disciplinari interessati dalla ricerca, sia sul versante delle scienze umane e sociali sia su quello delle scienze dure. Nella prima fase della ricerca è stata definita la profilazione degli utenti, all'interno del quadro esposto nella parte introduttiva del presente contributo. L'utenza fragile viene riarticolata in rapporto alla residenzialità, all'accessibilità, ai servizi sociali e di cura, al rapporto con i caregivers (familiari e non), all'autosufficienza, al grado di disabilità, all'isolamento fisico e/o relazionale. Tale profilazione è di fondamentale importanza per stilare un quadro esigenziale valido, in grado di guidare la ricerca al raggiungimento degli obiettivi. In questa fase è stato definito un quadro rappresentativo dello stato dell'arte delle ricerche nel settore del ML volto all'apprendimento a partire da dati BIM o GIS. Parallelamente è stata indagata la produzione di contenuti in AR da parte di AI con particolare riferimento a contenuti legati al wayfinding.

Ai fini del raggiungimento degli obiettivi è

stato necessario separare i due ambiti, dal momento che risulta che i riscontri in letteratura sono insufficienti a individuare un vero e proprio filone di ricerca, a dimostrazione del carattere fortemente innovativo dell'argomento trattato. Inoltre, tale separazione ha consentito di valutare anche l'approccio top-down precedentemente citato, in modo da definire con chiarezza quali siano i risultati che ci si aspetta dall'implementazione della NN. A seguito della profilazione e della definizione dei prototipi di risultato che si intende ottenere, è stato creato un focus group che rappresentasse significativamente l'utenza fragile come identificata. Questo allo scopo di somministrare loro le applicazioni progettate e valutarne le potenzialità e le criticità in fase di beta-testing. Infine, nella fase di indagine sono stati studiati i meccanismi più performanti per l'allenamento della NN e è stata definita la sua complessità in funzione del risultato che si intende raggiungere.

Nella fase successiva si procederà alla creazione della NN e alla creazione del dataset, estrapolabile da database BIM e/o GIS in grado di provvedere all'allenamento della stessa. Realizzare un dataset essenziale, ma, al contempo, sufficiente a minimizzare l'errore nell'output senza impiegare una potenza di calcolo esagerata, costituisce di per sé risultato di fondamentale importanza per la ricerca attuale e per quelle a essa correlate. Nella stessa fase sarà necessario stabilire i meccanismi di interazione con eventuali sensori e/o attuatori, soprattutto nel caso di applicazioni il cui funzionamento si verifica in-door con un evidente portato innovativo. Infatti, se si intende l'abitazione per l'utenza fragile come il prodotto del

Sex/Age group	World	High-income Countries	Low-income and middle-income Countries, WHO region					
			African	Americas	South-East Asia	European	Eastern Mediterranean	Western Pacific
<b>Males</b>								
0-14y	0,7 5,2	0,4 2,9	1,2 6,4	0,7 4,6	0,7 5,3	0,9 4,4	0,9 5,3	0,5 5,4
15-59y	2,6 14,2	2,2 12,3	3,3 16,4	2,6 14,3	2,7 14,8	2,8 14,9	2,9 13,7	2,4 14,0
+60y	9,8 45,9	7,9 36,1	15,7 52,1	9,2 45,1	11,9 57,5	7,3 41,9	11,8 53,1	9,8 46,4
<b>Females</b>								
0-14y	0,7 5,0	0,4 2,8	1,2 6,5	0,6 4,3	0,7 5,2	0,8 4,0	0,8 5,2	0,5 5,2
15-59y	2,8 15,7	2,5 12,6	3,3 21,6	2,6 14,9	3,1 18,0	2,7 13,7	3,0 17,3	2,4 13,3
+60y	10,5 46,3	9,0 37,4	17,9 54,3	9,2 43,6	13,2 60,1	7,2 41,1	13,0 54,4	10,3 47,0
<b>All people</b>								
0-14y	0,7 5,1	0,4 2,8	1,2 6,4	0,6 4,5	0,7 5,2	0,8 4,2	0,9 5,2	0,5 5,3
15-59y	2,7 14,9	2,3 12,4	3,3 19,1	2,6 14,6	2,9 16,3	2,7 14,3	3,0 15,5	2,4 13,7
+60y	10,2 46,1	8,5 36,8	16,9 53,3	9,2 44,3	12,6 58,8	7,2 41,4	12,4 53,7	10,0 46,7
+75y	3,8 19,4	3,8 18,3	4,5 22,0	3,4 18,3	4,0 21,1	3,6 19,5	3,9 19,1	3,4 18,1
All ages	2,9 15,3	3,2 15,4	3,1 15,3	2,6 14,1	2,9 16,0	3,0 16,4	2,8 14,0	2,7 15,0

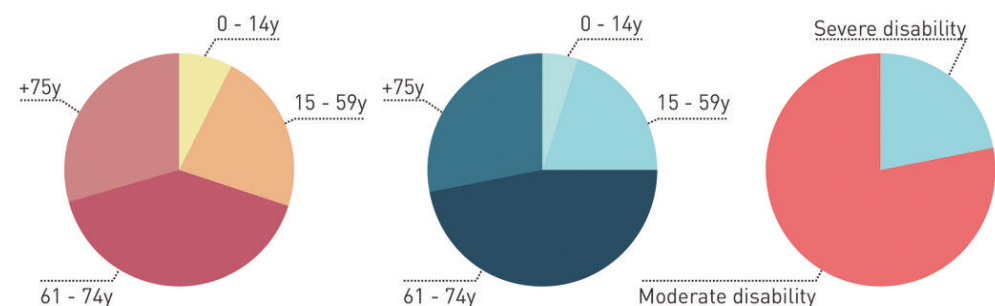


Fig. 2 - For each column of the table the percentages of individuals with severe disabilities (right) and with any form of moderate or severe disability (left) are indicated. Pie charts show disability, in one of the forms indicated, being mostly present in the elderly age (authors' elaboration from WHO 2011 data).

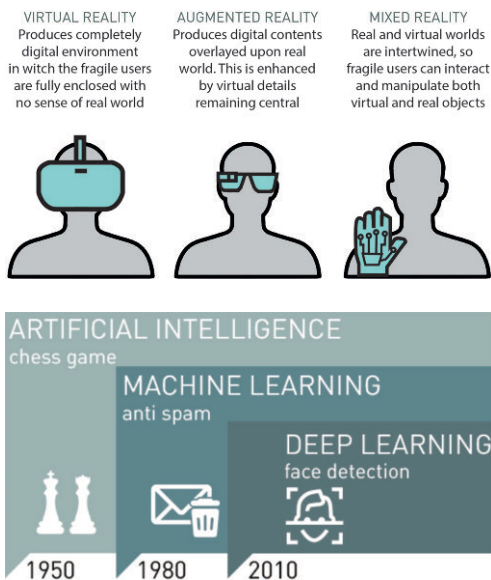


Fig. 3 - Differences between VR, AR and MR.

Fig. 4 - Within the Graph, the relationship between the AI, the ML and the DL is identified, where the next is a subset of the previous one. It can be possible to move from one to the other according to a precise chronological sequence. The main applications related to each of them are also identified: learning during a chess game, antispam filters for electronic mail and facial recognition.

processo progettuale e costruttivo, alla luce di un quadro esigenziale nuovo è fondamentale il cambio di paradigma già dalla fase progettuale. Questo prevede un approccio alla progettazione non di un modulo abitativo misurato per le unità che lo occupano, ma di un vero e proprio ecosistema domestico (Fig. 7) in grado di relazionarsi con gli occupanti monitorando le loro esigenze in maniera costante e, al contempo, interagire con altri ecosistemi e con l'ambiente esterno (Formica and Magarò, 2018).

Risultato ulteriore di questa fase è l'estensione di linee-guida alla progettazione articolate per parti, dalla progettazione della NN e dal suo allenamento, fino alla progettazione dell'ecosistema domestico e delle applicazioni in realtà aumentata. Nell'ultima fase si opererà la verifica dei risultati ottenuti attraverso una sperimentazione delle applicazioni ottenute da parte del focus group. Le applicazioni specifiche per l'out-door verranno testate in maniera diretta, mentre per le applicazioni per l'in-door, che necessitano di relazionarsi con un ambiente confinato appositamente progettato o rimodulato, verrà utilizzato un ambiente messo a disposizione da un Ente pubblico.

Per quanto riguarda gli strumenti necessari alla ricerca, sono di fondamentale importanza le dotazioni software e hardware adeguate alla realizzazione della rete neurale. Sono, altresì, fondamentali analoghe dotazioni atte alla creazione di una piattaforma di sharing di contenuti in realtà aumentata, in grado di collezionare dati e generare elementi grafici, oltre che di riferirsi a delle coordinate geografiche mediante lo sfruttamento delle reti GPS. Infine, sempre per quanto riguarda le strumentazioni informatiche, nel caso dello sviluppo di applicazioni in-door, è di fondamentale importanza disporre dell'ambiente di test della sensoristica e degli attuatori, oltre che della rete informatica interna ed esterna all'ambiente.

*Esempi di applicazioni sperimentali in AR con approccio top-down* – La realtà aumentata è una tecnologia di restituzione di informazioni digitalizzate caratterizzata dalla sovrapposizione, ad ambienti reali, di contenuti virtuali, multimediali, dati geolocalizzati, etc. Tali contenuti aumentati possono essere fruiti mediante l'impiego di interfacce fisiche, la cui tecnologia hardware spazia dai sistemi più invasivi (caschi o visori, definiti come see-through displays) ai meno invasivi, utilizzati in questa ricerca, quali smartphones e tablets (Akçayır and Akçayır, 2017). All'interno di qualsiasi applicazione in realtà aumentata si individuano le seguenti fasi (Fig. 8):

- Riconoscimento: per sovrapporre contenuti virtuali all'ambiente reale quest'ultimo deve essere riconosciuto senza ambiguità, mediante l'ausilio di immagini o oggetti specifici; in alcune applicazioni è necessario associare all'oggetto un marker, ovvero un codice che lo renda univocamente distinguibile; altro modo per operare il riconoscimento è lo sfruttamento delle coordinate GPS;
- Tracciamento: è la fase in cui avviene la codifica dell'ambiente reale grazie allo sfruttamento dei sensori presenti nel dispositivo, quali accelerometro, giroscopio, GPS, bussola, etc.;
- Sovrapposizione e allineamento: il dispositivo ricostruisce virtualmente la scena integrando i contenuti virtuali all'ambiente reale, allineando i primi al secondo e rendendoli solidali in modo che, cambiando il punto di vista, la scena cambi conseguentemente.

Come scritto, in una prima fase la ricerca ha avuto un approccio top-down, mirato alla realizzazione di applicazioni in realtà aumentata volte alla risoluzione della problematica specifica per una specifica classe di utenti fragili. In particolare, le applicazioni realizzate sono state due:

- RAdART: applicazione finalizzata all'individuazione di barriere architettoniche in un ambiente costruito, mediante la Realtà Aumentata (RA) e sviluppata all'interno del Dipartimento di Architettura di Roma Tre; l'applicazione è in grado di riconoscere la pianta di un edificio quando la si inquadra con uno smartphone ed è in grado di collegare a essa la visualizzazione in RA di un modello tridimensionale dell'edificio; il contenuto virtuale non è il semplice modello, ma è possibile visualizzare un'animazione in cui si suggerisce un percorso privo di barriere architettoniche, per persone con difficoltà motorie, dal punto di osservazione (waypoint) fino a un altro punto o fino all'uscita (Fig. 9);
- LISMuzic: è in grado di sovrapporre a una semplice immagine, una fotografia o un fotogramma, un video completo di audio. Al momento è stata sviluppata con lo scopo di visualizzare video musicali reinterpretati nel linguaggio italiano dei segni (LIS), ma lo scopo è quello di trasformare un dispositivo monomediale come una foto o un disegno, in un dispositivo multimediale, ovvero in grado di riprodurre video e suoni; l'obiettivo è quello di testare l'applicazione all'interno di spazi museali per la creazione di video guide in LIS a costo praticamente nullo, poiché fruibili da dispositivo personale.

Entrambe le applicazioni sono state sviluppate in ambiente Android, solo per la fase di test, ma sono distribuibili su qualsiasi piattaforma. Tutte sfruttano il motore grafico di libero utilizzo Unity in abbinata con la piattaforma di distribu-

zione di contenuti in realtà aumentata Vuforia.<sup>11</sup>

*Conclusioni* – Nonostante la ricerca sia ancora lontana dalla conclusione, sono stati raggiunti già alcuni risultati. Mediante l'approccio top-down appena descritto, è stato possibile definire quale sia il risultato che ci si attende a seguito dell'allenamento della NN. In questo modo sarà possibile stabilire quali siano i dati di input che devono essere processati, individuarli all'interno dei database BIM e GIS e costruire il dataset migliore possibile. In funzione di quest'ultimo potrà essere progettata la NN. La ricerca, inoltre, ha concluso la fase di analisi, dal momento che il gruppo di ricerca ha già portato a termine la definizione di uno stato dell'arte per la caratterizzazione del target della ricerca e si è già occupato della prima disseminazione dei risultati mediante un Convegno Internazionale, con pubblicazione di atti, sul tema delle abitazioni e degli spazi d'architettura per l'utenza fragile che si è tenuto a Roma il 26 ottobre 2018.

Già da queste fasi preliminari è emersa una serie di limiti che la ricerca si propone di affrontare. Il principale appare proprio quello della corretta definizione del dataset. Allo scopo, si prevede uno studio approfondito dei meccanismi di definizione e gestione dei database dei software BIM e GIS più comuni, prediligendo eventuali sistemi open source<sup>12</sup>. Il conseguimento di un risultato in tal senso costituirebbe un punto di svolta nell'ambito di una ricerca complessa ma certamente ricca di enormi potenzialità per il miglioramento delle persone fragili.

#### ENGLISH

*During last decades, the concept of fragility (associated with a category of people) has increased its importance, not only in biomedical field. However, despite the wide space in the scientific literature, fragility has not yet found a shared definition or, even, criteria aimed at identifying it uniquely (Hogan, 2003; Bergman, 2007; Karunanathan, 2009). The term 'fragility', as a social and health condition, was used for the first time in the 1970s by the Federal Council on the Aging (FCA), a US Federal Agency set up with the aim of planning support interventions for a large category of new poor and outcasted by society, such as the veterans of American wars in Southeast Asia (Furlan, 2004). Although, the condition of fragility is generally identified as age-dependent, common sense tends to associate it with any condition of disability. In fact, already in 1974, the FCA defines the 'fragile elderly' as the elderly person compromised by physical and/or affective disability who lives in a structurally and socially unfavourable environment (Ruggiero et alii, 2007). The coexistence of both advanced age and disability inside the definition of fragile users, strengthened in the 1980s. However, only in the nineties the concept of fragility evolves from 'being fragile' to 'becoming fragile', deleting the correlation between fragility and the presence of chronic diseases, addiction or the need for health and/or social services. Finally, the new millennium, recognized the idea of fragility not only as determined by physical disorders, but also by social, environmental and economic factors (De Toni et alii, 2010).*

*In summary, the term 'fragile users' identifies a category of people suffering from condition of latent or manifest vulnerability, associated with a*

growing risk of a full-blown permanent or temporary disability<sup>1</sup>. In this way, the definition is not limited only to elderly users, in the awareness that into the ageing society there is the greatest number of individuals classified as fragile. At the same time, it is possible to extend the definition beyond the concept of chronic disability, since everyone can experience a temporary condition of disability, and therefore of vulnerability, which can make a person fragile. This definition includes a wide and heterogeneous audience (Fig. 1). In fact, in 2017, the population over 65 had 962 million individuals, more than double of 1980, when they were 382 million. Moreover, official trend data predict a further doubling by 2050, when they will be 2.1 billion (United Nations, 2017). Already in 2030, for the first time, it is expected that the number of children under 10 will be exceeded by the number of elderly and in 2050 the over 65 will be more than young people aged between 10 and 24 years. However, not all the over 65 can be considered fragile users. In this case too, it appears difficult to work with defined categories, because the quality of ageing depends strongly on the boundary conditions. In general, the so-called 'old age' starts at 65, but for a lot of reasons, developed countries inhabitants can be qualified as fragile users over 75.<sup>2</sup>

In addition, the category of fragile users is made up of people suffering from one or more disabilities, temporarily or permanently. In Italy, the latest data about the condition of people with disabilities provide an overview of low integration and poorly aware planning. The world Bank reports that more than one billion people, or 15% of the world population (Fig. 2), is affected by one or more forms of disability, 70% of which live in developing countries. One fifth of the total means that a number between 110 and 190 million people are suffering from serious disabilities. Moreover, growth forecasts are adverse: by 2035 the world population will increase by 40% while the population affected by one severe or moderate disability will increase by 50% (WHO, 2011; World Bank, 2018). In Italy, about 13 million people over 15 (25.5% of the resident population with the same age) suffer from functional limitation, disability or chronic diseases. Among these, 23.4% fall into the category of people with severe limitations in at least one of the motor or sensor functions, or in daily activities. Increasing the age of the sample, the statistic worsens, in fact 61.1% of people with severe limitation are over 65 (ISTAT, 2015).

Keeping strictly to the medical-administrative definition for which the disability condition concerns people who «have a physical or sensorial impairment for which they have received a disability certification» this number is still high: it concerns 4.36 million people, or 7.2% of the population; of these, 2.15 million are in particularly serious conditions and one out of five is over 75 (Catholic University, 2017). These numbers describe a social dimension in which is essential, especially for the architects, to work on inclusion, to ensure the fundamental rights of assistance to fragile users within domestic, urban and specialistic spaces: in brief to allow the so-called Active and Assisted Living system (AAL Programme, 2018). In addition to some European Programmes<sup>3</sup>, this term identifies a particular scientific research line that deals with improving the efficiency and pro-

ductivity of fragile users (with particular reference to the elderly), expanding the time in which the interested parties can live in their usual environment: in this way is possible to postpone hospitalization as long as possible. The tools to implement this ambitious project are those of Information Communication Technologies (ICT), including Artificial Intelligence (AI), Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) and Mixed Reality (MR)<sup>4</sup> (Fig. 3).

The technological transfer from ICT sector to the usual domestic or public environment design is immediate. The growing diffusion of consumer electronics, together with the increase of interconnection capacity, allows architectural spaces to be networked, providing a possibility of interaction with them, but also with the external environment and with the specialistic buildings assistance-dedicated. Moreover, the possibility of integrating real environments with virtual ones, using technology such as VR, AR and MR, allows to increase the real information through the use of additional contents: these can allow fragile users to live and work within their environment in safeness, breaking down barriers that determine social exclusion, monitoring constantly their health, reducing hospitalization, improving medical and caregivers attention and, finally, reducing social costs related to disability and ageing (Formica and Magarò, 2018).

Many of the main research lines that deal with this technology transfer to architectural design, envisage a top-down approach, according to which an application is designed as a function of one or more specificities: therefore it aimed at solving one particular problem in a particular environment (Cabrera-Umpierrez at alii, 2006; Pittarello and De Faveri, 2006; Alankus et alii, 2010). This operating model is certainly effective, because in a high customizable way, it allows alleviating disability or fragility that a particular group of users is faced with in a particular moment, within the particular environment in which he usually lives and works. However, outside the boundaries of this environment, the fragile user finds himself completely devoid of support, when he was probably accustomed to it. This fact heightens fragility and turns a potential aid into a further limit, making it lose its effectiveness.

One of the innovative features of this research concerns the use of a bottom-up approach: the generic ICT application that supports fragile users can operate by interpreting and recognizing (not disregarding) environment where the user lives. In this way, it is possible to exploit the latest software tool for architectural design that contain information databases, such as BIM<sup>5</sup> (Building Information Modelling) and GIS<sup>6</sup> (Geographic Information System). Both systems have in common the presence of a database containing a series of information that can be interpreted by an AI to produce and manage some AR contents, according to the environment where the fragile users are in. While the GIS software are widespread in urban planning, the BIM owes its recent diffusion to the Italian Procurement Code for which its use is mandatory beyond some defined economic thresholds.

Artificial Intelligence, Machine and Deep Learning, Neural Networks – From the historical point of view, AI mention has been made from the time of Descartes: in 1637, with a sceptical position,

he wondered about the possibility of building machines capable of interacting with and like human beings, with a particular reference to the language forms (Cubeddu, 1996). Compared to the official timeline, this backdating demonstrates how AI is not only a branch of computer science, but embraces mathematics, statistics, logic, robotics, linguistics, psychology and neuroscience, as well as ethics, philosophy and architecture. The birth of modern AI dates to the mid-1950s (Fig. 4) when, with the intensification of studies about human brain, the building of something like today we call Neural Networks (NN) has been theorized and tested. The first publication about this topic dates to 1943 (McCulloch and Pitts, 1943), while the first computer that simulated an NN dates 1950<sup>7</sup>. Instead, the term AI was coined in 1956 by John McCarthy, a researcher at Dartmouth College in Hanover, during a conference about this topic. On that occasion, the AI obtained the status of scientific discipline and other researchers presented the first software capable of imitating human problem solving abilities<sup>8</sup>. In the same years, programming language such as LISP, currently used also for AutoCAD user-side programming, began to be designed, and in 1958 Rosenblatt created a NN<sup>9</sup> very similar to the contemporary ones, because it was able to 'learn' using a probabilistic method.

In the 1970s, AI fell into decline. The failure of some applications commissioned by US military authorities (able to translate texts from Russian into English) made lose credibility to all existing projects. Moreover, a series of ethical questions began to be raised. At the end of 1980s, the world of industrial production rediscovered AI,

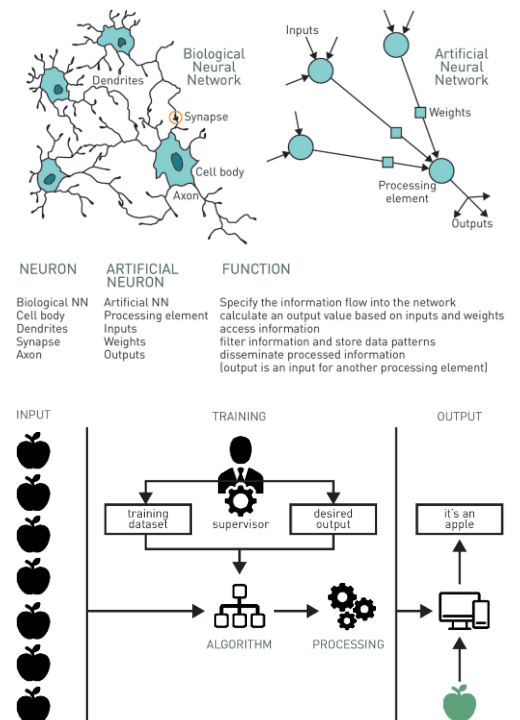
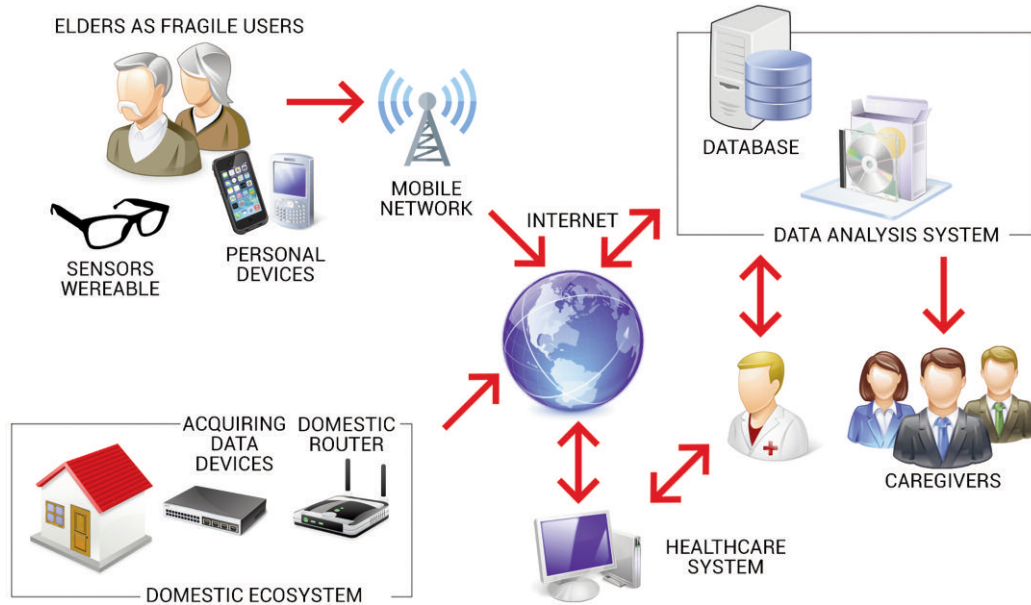


Fig. 5 - Parallel between a biological NN and an artificial NN.

Fig. 6 - General working scheme of Supervised Learning. A series of inputs is given to the NN to learn how to return a desired output based on a dataset. The algorithm that comes out is used to analyse a real input: it is recognized (output).



and with an extensive experimentation (thanks to the processor miniaturization and database generalized use) AI was rehabilitated: now is commonly used also for applications that work on consumer electronics such as smartphones and tablets. Establish a shared glossary by which decree the AI processes it is useful for fully understand this contribution. To understand the generic character of AI, one of the most used definitions states that «AI is the branch of computer science that is concerned with the automation of intelligent behaviour» (Luger, 2005, p. 1). Despite being correct, this definition appears to have little specificity, especially if it considers that the same human intelligence is complex to define. Without being exhaustive, for the purpose of this discussion, the AI is defined as the ability of a computer system, complex as necessary<sup>10</sup>, to execute operations like the human intelligence one (Fig. 5) such as planning, object recognition and problem solving (Ciulla et alii, 2019).

Because of these operations are performed by the AI, not through a specific programming but learning from a data series (dataset) as large as possible, it confuses AI with ML. The latter is defined as something that «gives computers the ability to learn without being explicitly programmed» (Samuel, 1959, p. 601). It remains to define what is 'the ability to learn' by a computer. In 1997, Mitchel (Carnegie Mellon University, Pittsburgh) proposed the following definition: «A computer program is said to learn from experience 'E', with respect to some class of tasks 'T' and performance measure 'P' if its performance at tasks in 'T' as measured by 'P' improves with experience 'E'» (Mitchel, 1997, p. 2). This word pun implies the base-concept of ML or the so-called 'training': before verifying if the computer can learn, it is necessary to give it a quantity of data from which it can derive information and it is possible to measure how much it succeeds. Only later, the computer predictive ability can be measured when it is compared with the experience of the real data (Fig. 6). The ML can be distinguished in sub-categories, according to the interaction with the programmer. The categories are as follows:

- Supervised Learning: during training, a series of

input and output data are given to the computer and it must find a function that allows it to pass from one to other; this function can be used to obtain the output from real input data;

- Unsupervised Learning: only the input data are given to the computer, without information on the results to be obtained; the aim is to evaluate if hidden relationship models exist. There are also hybrid models called Semi-Supervised Learning in which some input data are accompanied by the relative output and others not: the objective is the same: to discover logical structures hidden between the input and the output.

- Reinforced Learning: in this case, the input data are not a static dataset, but are derived from a dynamic situation (the classic example is the chess game); furthermore, in order for the computer to learn, the system is based on rewards and penalties (like the humans do with their pets): the computer aims to collect the maximum possible number of rewards.

In all these cases, the computer learns how to solve complex problems, starting from simple information. Therefore, it must be able to establish a hierarchy of concepts based on relationships in a graph, we would have a 'deep' graph with many levels, depending on the complexity of the concepts at the top. For this reason, the AI approach that allows solving complex problems is a subset of the ML and is called Deep Learning (DL) (Goodfellow et alii, 2016).

Purpose, structure, tools and methods of the research – This research involves Professors, Researchers and PhD students of the Department of Architecture of Roma Tre University. The main objective is to create an IT framework, based on NN, able to interpret, after an adequate training, BIM or GIS models, with the aim of detecting potential obstacles and architectural barriers; moreover, the system proposes alternatives to avoid them: the fragile users can view them through the most common personal devices displaying AR contents.

Relating to the AI intersectionality, the research is characterized by a strong interdisciplinary approach. There are many disciplinary

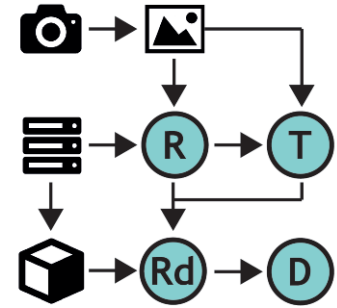


Fig. 7 - A domestic ecosystem interconnected with the environment (credit: Formica and Magarò, 2018).

Fig. 8 - Flowchart of an AR application: the real scene is acquired by the camera of a personal device. The scene is recognized (R) and the tracking is performed (T) by remote information deposited on a server. The virtual object to be superimposed on the real scene (exemplified in the diagram by a cube) is deposited on the same server and therefore real and virtual are overlapped and aligned (Rd) and then displayed (D).

sectors involved in the research, both on the human and social sciences and the hard sciences. In the first phase of the research, user profiling was defined within the state of the art explained in the introduction of this contribution. The category of fragile users is re-articulated in relation to their residency, accessibility, social services and care, the relationship with caregivers (family and non), self-sufficiency, degree of disability, physical and/or relational inclusion. This profiling is important to draw up a valid requirement picture, able to guide the research to the achievement of the objectives. In this phase, a picture representing the research state of art, in the ML sector aimed at learning from BIM or GIS data, was defined. At the same time the production of AR contents by AI was investigated with reference to content related to wayfinding.

To achieve the given objectives, it was necessary to separate the two areas, because it appears that the literature is insufficient to identify a real research line, demonstrating the highly innovative nature of the topic. Furthermore, this separation also allowed to evaluate the top-down approach, to clearly define the results expected from the implementation of the NN. Following the profiling and the definition of the result prototypes to be obtained, a focus group was created that significantly represented the category of fragile users. The aim is to dispense them the designed applications and assessing their potentialities and criticalities during the beta-testing phase. Finally, during the investigation phase, the most efficient mechanisms for NN training were studied and their complexity defined according to the result to be achieved.

In the next phase, the NN and the dataset will be created, extrapolating it from BIM and/or GIS database, to provide the same for the training. Implementing a dataset, essential but at the same time sufficiently complex to minimize the error in the output without using enormous computing power, is a result of fundamental importance for current research and those related to it. In the same phase, it will be necessary to establish the mechanisms of interaction with any sensors and/or actuators, especially in the case of in-door appli-

cations, with an evident innovative result. In fact, intending the fragile users housing as the product of the design and construction process, considering a new demand framework, the paradigm shift from the planning stage is fundamental. This involves a design approach not of a housing module measured for the number of persons that occupy it, but as a real domestic ecosystem (Fig. 7) able to relate with the occupants by constantly monitoring their needs and, at the same time, interacting with other ecosystems and with the external environment (Formica and Magarò, 2018).

A further result of this phase are design guidelines about the design of the NN and its training, the design of the domestic ecosystem and the implementing of applications in AR. In the last phase, the results will be verified by experimenting with the applications from the focus group. The specific out-door applications will be tested directly, while for in-door applications, which need to relate to a specially designed or remodelled confined space, a test environment, made available by a Public Subject, will be used.

Regarding the research tools, the software and the hardware equipment necessary for the realization of the NN are of fundamental importance. Analogous endowments, suitable for the creation of a sharing AR contents framework, are also fundamental: this framework will be able to refer the geographical coordinates through the exploitation of GPS networks. Finally, regarding computer equipment for development of in-door applications, it is very important to use sensor test environment and the actuators, as well as the internal and external IT network.

Experimental AR application examples using a top-down approach – AR is a digital information return technology characterized by the superimposition, to real environments, of virtual contents, multimedia, geolocated data, etc. This augmented content can be enjoyed through physical interfaces, whose hardware technology ranges from the most invasive systems (helmets or viewers, defined as see-through displays) to the less invasive ones, used in this research, such as smartphones and tablets (Akçayır e Akçayır, 2017). Within any application in AR, the following phases can be identified (Fig. 8):

- Recognition: to superimpose virtual contents on the real environment, the latter must be recognized without ambiguity, using specific images or objects; in some applications it is necessary to associate a so-called 'marker' to the object, that is a visual code that makes it uniquely distinguishable; another way to operate recognition is the exploitation of GPS coordinates;

- Tracking: it is the phase in which the encoding of the real environment is possible thanks to the exploitation of the sensors present in the device, such as accelerometer, gyroscope, GPS, compass, etc.;

- Overlap and alignment: the device virtually reconstructs the scene by integrating the virtual contents to the real environment, aligning the first ones to the second so that, changing the point of view, the scene changes accordingly.

In a first phase of the research, the approach follows a top-down model, aimed at the realization of applications in AR to solving specific problems for specific class of fragile users. In particular, the research developed two experimental applications:

- RAdART: application developed within the Department of Architecture of Roma Tre University, aimed at identifying, through AR, architectural barriers in a built environment; the application is able to recognize the plan of a building floor when it is framed with a smartphone camera and is able to link it to the AR three-dimensional model of the building; the virtual content is not a static model, but it is possible to visualize an animation in which a path without architectural barriers is suggested, for people with mobility difficulties, from the observation point to the next (waypoints) or to the exit (Fig. 9);

- LISMuzic: it can superimpose a complete video with audio on a simple image, a photograph or a frame. At the moment it was developed with the aim of displaying music videos reinterpreted in the Italian language of signs (LIS), but the aim is to transform a mono-media device such as a photo or a drawing into a multi-media device, that is capable of playing video and sounds; the objective is to test the application inside museum spaces for the creation of video guides in LIS with no cost, because they can be used by personal devices.

Both applications have been developed in Android environment, only for the testing phase, but can be distributed for any operative system. All exploit the free-use graphics engine Unity combined with the AR distribution platform Vuforia.<sup>11</sup>

Conclusions – Although the research is in progress and not all the developments that its scope of application can provide are visible, some results have already been achieved. Through the top-down approach just described, it was possible to define what result is expected by the NN training. In this way it will be possible to establish the input data to be processed, identifying them within the BIM and GIS databases to the most performing dataset. Depending on the latter, the NN can be designed. The analysis phase of the research is concluded and the definition of the state of the art for the characterization of the research target completed. The first dissemination of the results was dealt through an International Conference held in Rome on 26 October 2018 with publication of proceedings, about the theme of housing and architectural spaces for fragile users.

The research aims to address a series of limits emerged from these preliminary phases. The main one appears to be the correct definition of the dataset. For this purpose, an in-depth study of the definition and management mechanisms of the most common BIM and GIS software databases is envisaged, preferring any open-source systems<sup>12</sup>. Achieving a result in this sense would constitute a turning point in the context of this research, complex but certainly rich of enormous potential for the improvement the quality of life of fragile users.

#### NOTES

1) Functionally to the objectives pursued in the research, this definition complements that provided by Doc. Antonio Bavazzano, Cardiologist and Geriatrician, Coordinator of the regional care network of people with dementia and Director of the U.O. of Geriatrics of ASL 4 of Prato (Bavazzano, 2017).

2) The first difference must be based on the place where a subject lives. Therefore, in industrialized countries, the 'old age' begins at 65, but in Africa, the World Health

Organization sets the start at 55. Still, many industrialized countries set retirement age at 60-65, but some others between 65 and 70. In geriatrics, a series of sub-categories of the elderly are established: for example 'young-old' (60-69), 'middle-old' (70-79) and 'very-old' (80+) (Forman et alii, 1992), or 'old' (65-74), 'old-old' (75-84) and 'older-old' (85+) (CCohen-Mansfield et alii, 2013).

3) The Active and Assisted Living programme follows a seven-year programme called Ambient Assisted Living: both programmes are aimed at researching the use of new technologies to support an active and autonomous life. 4) The acronyms used in this contribution are those used by the international scientific research, derived from the English language, such as Artificial Intelligence (AI), Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) and Mixed Reality (MR).

5) BIM is a software system that associates a database with a three-dimensional model, so it is always possible to extract, from every part of this, all kinds of information, from the economic-computational to the technological-constructive ones, without neglecting the part dedicated to facility management.

6) GIS is a software system that associates a database of information to a geo-referenced cartography allowing the acquisition, recording, analysis, display of information deriving from geographic data.

7) The computer was built by Marvin Minsky, co-founder of the AI labs at MIT, and took the name of SNARC (Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator): it was able to simulate a network of 40 neurons.

8) The software, called Logical Theorist, written by Allen Newell, Herbert A. Simon and Cliff Shaw, was able to demonstrate 38 of the 52 theorems proposed by Whitehead and Russel in one of the most important mathematical texts: Principia Mathematica (1910). For some of these theorems, the software found more elegant demonstrations than those proposed by the authors. 9) Rosenblatt designs the Perceptron, which was able to recognize shapes by minimizing the error and storing data from experience. Called today 'classical perceptron', it differs from the advanced perceptron designed during the Sixties and which today constitutes the basis of NN.

10) Complexity of NN is strictly related to the amount of input data it must process simultaneously.

11) These are registered trademarks, cited for specifying the methods of carrying out the first tests. These tools were used for free, open-source or creative commons licenses, because the limitations that this entails were not stop the testing phase. During the following phases it is necessary to use different tools, more performing and adaptive in relation to the prefixed purposes.

12) One of the most popular open-source GIS systems is QGIS. At the time of writing there is no availability of open source BIM systems, therefore the study will focus on the most common systems, unless partnership agreements are established.

#### REFERENCES

- AAL Programme (2018), *AAL programme: funding for active and assisted living*. [Online] Available at: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/active-and-assisted-living-joint-programme-aal-jp> [Accessed 24 March 2019].
- Akçayır, M. and Akçayır, G. (2017), "Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of literature", in *Educational Research Review*, vol. 20, pp. 1-20.
- Alankus, G., Lazar, A., May, M. and Kelleher, C. (2010), "Towards customizable games for stroke rehabilitation", in Chi, X. (ed.), *Proceedings of the 28th ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, New York, pp. 2113-2122.
- Bavazzano, A. (2017), "Che cosa significa essere fragili", in *Toscana Medica*, vol. 4, pp. 16-18.
- Beltes, P. B. and Smith, J. (2003), "New frontiers in the future of aging: From successful aging of the young old to the dilemmas of the fourth age", in *Gerontology*, vol.



Fig. 9 - RAART application developed within the Department of Architecture of the Roma Tre University. The application recognizes the plant as a marker and associates it with a three-dimensional model with animation of a wheelchair that indicates the path without barriers to follow.

49, pp. 123-135.

Bergman, H. (2007), "Frailty: an emerging research and clinical paradigm-issues and controversies", in *Journals of Gerontology. Series A: Biological and Medical Sciences*, vol. 62, pp. 731-737.

Cabrera-Umpierrez, M. F., Ramirez, C. M., Sevillano, A., Arredondo, M. T. and De Smedt, A. (2006), "Medical Educational e-Platform through Virtual Reality technologies", in Sandoval, F. (ed), *Proceedings of IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference*, IEEE, Malaga, pp. 453-456.

Ciulla, G., D'Amico, A., Lo Brano, V., Traverso, M. (2019), "Application of optimized artificial intelligence algorithm to evaluate the heating energy demand of non-residential buildings at European level", in *Energy*, vol. 176, pp. 380-391. [Online] Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544219305882> [Accessed 24 March 2019].

Cubeddu, I. (ed.) (1996), *Rene Descartes: Discorso sul metodo*, Editori Riuniti, Roma.

De Toni, A., Giacomelli, F. and Ivis, S. (2010), *Il mondo invisibile dei pazienti fragili*, UTET Università, Torino.

Forman, D. E., Berman, A. D., McBabe, C. H., Baim, D. S. and Wei, J. Y. (1992), "PTCA in the elderly, the young-old versus the old-old", in *Journal of the American Geriatrics Society*, vol. 40, pp. 19-22.

Formica, G. and Magarò, A. (2018), "Abitazioni per anziani: nuove tecnologie per la fruizione dello spazio domestico", in Baratta, A. et alii, (eds), *Abitazioni sicure e inclusive per anziani*, Anteferma, Venezia, pp. 347-356.

Furlan, E. (2014), *Il paziente fragile. Il ruolo delle strutture intermedie nel territorio veneto*, Università Ca' Foscari di Venezia, Dipartimento di Filosofia e Beni Culturali, Venezia.

Goodfellow, I., Bengio, Y. and Courville, A. (2016), *Deep Learning*, The MIT Press, London.

Hogan, D. B. (2003), "Steering Committee, Canadian Initiative on Frailty and Aging. Models, definitions, and criteria of frailty", in *Aging Clinical and Experimental*

*Research*, vol. 15, pp. 1-29.

ISTAT (2015), *Inclusione sociale delle persone con limitazioni funzionali, disabilità o cronicità gravi*. [Online] Available at: [https://www.istat.it/it/files/2015/07/Inclusione-sociale-persone-con-limitazioni-funzionali\\_def\\_240715.pdf](https://www.istat.it/it/files/2015/07/Inclusione-sociale-persone-con-limitazioni-funzionali_def_240715.pdf) [Accessed 23 March 2019].

Karunanathan, S. (2009), "A multidisciplinary systematic literature review on frailty: overview of the methodology used by the Canadian Initiative on Frailty and Aging. B", in *BMC Medical Research Methodology*, vol. 9, pp. 128-135.

Cohen-Mansfield, J., Shmotkin, D., Blumstein, Z., Eval, N. and Hazan, H. (2013), "The old, old-old, and the oldest old: continuation or distinct categories? An examination of the relationship between age and changes in health, function, and wellbeing", in *International Journal of Human Aging Development*, vol. 77, pp. 37-57.

Luger, G. F. (2005), *Artificial Intelligence: Structures and strategies for complex problem solving*, Addison-Wesley, Boston.

McCulloch, W. S. and Pitts, W. H. (1943), "A logical calculus of ideas immanent in nervous activity", in *Bulletin of mathematical biophysics*, vol. 5, pp. 115-133.

Mitchel, T. M. (1997), *Machine Learning*, McGraw Hill, New York.

Pittarello, F. and De Faveri, A. (2006), "Improving access of elderly people to real environments: a semantic based approach", in *Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces*, ACM, New York, pp. 364-368.

Ruggero, C., Cerubini, A. and Senin, U. (2007), "Alla scoperta delle origini dell'anziano fragile", in *Giornale di gerontologia*, vol. 4, pp. 183-190.

Samuel, A. L. (1959), "Some studies in machine learning using the game of checkers", in *IBM Journal of Research and Development*, vol. 44, pp. 206-226.

United Nations (2017), *World Population Ageing. Report*. [Online] Available at: [http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WPA2017\\_Report.pdf](http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WPA2017_Report.pdf) [Accessed 3 March 2019].

Università Cattolica (2017), *La condizione delle persone con disabilità in Italia*. [Online] Available at: [www.quotidianosanita.it/studi-e-analisi/articolo.php?articolo\\_id=56573](http://www.quotidianosanita.it/studi-e-analisi/articolo.php?articolo_id=56573) [Accessed 23 March 2019].

WHO - World Health Organization (2011), *World report on disability*. [Online] Available at: [www.who.int/disabilities/world\\_report/2011/report/en/](http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report/en/) [Accessed 23 March 2019].

World Bank (2018), *Disability inclusion*. [Online] Available at: <https://www.worldbank.org/en/topic/disability> [Accessed 23 March 2019].

<sup>a</sup> ANTONIO MAGARÒ, Architect and PhD Student, since 2016 he has been carrying out integrative teaching assignments in the Architecture Technology courses at Roma Tre University. His research ranges from urban regeneration through the adaptive envelopes to the new technologies for fragile users. He is Author of publications about innovative materials and about the mitigation of housing problems in marginal urban areas of the world. Mob. +39 389/43.56.191. E-mail: antonio.magarò@uniroma3.it

<sup>b</sup> ADOLFO F. L. BARATTA, Architect and PhD, since 2014 he is Associate Professor in Architectural Technology at the Department of Architecture of Roma Tre University. Professor at University of Florence (2002-2012), Sapienza University of Rome (2009-2010) he was Visiting Professor at Universidad de Boyacá in Sogamoso, Colombia (2017) and in the HTWG of Konstanz, Deutschland (2017). He is Author of over 200 publications. Mob. +39 338/59.82.598. E-mail: adolfo.baratta@uniroma3.it