

# **Dottorato di ricerca in Informatica e Matematica XXXI Ciclo**

## **Progetto di Ricerca**

Dottorando: Dott. Fabio Cassano  
Tutor: Prof. Antonio Piccinno

18 luglio 2016

# 1 Titolo della ricerca

EUD models and techniques for the smart home

Modelli e tecniche di EUD per la smart home

# 2 Area nella quale si inquadra la ricerca

Human-Computer Interaction

# 3 Obiettivi della ricerca

La pervasività dei moderni dispositivi mobili apre nuove frontiere nel mondo dell'informatica. Strumenti come gli "smart watch", per esempio, sono in grado di essere costantemente a contatto fisico con l'utente e spesso, grazie ai diversi sensori installati al loro interno, sono anche in grado di monitorare diversi parametri vitali, come per esempio il battito cardiaco<sup>1</sup>, l'elettrocardiogramma<sup>2</sup> e misurare il consumo energetico. Negli ultimi anni, tuttavia, l'appellativo "smart" è entrato anche in moltissimi altri contesti come per esempio: le abitazioni (smart home), i televisori (smart TV), i giochi (smart toy), le città (smart cities), etc. Tutti questi dispositivi hanno in comune la possibilità di collegarsi tramite specifici protocolli di comunicazione (WiFi, 3G, Bluetooth, NFC, etc.) e, una volta configurati da parte dell'utente, possono interagire autonomamente anche in contesti notevolmente diversi. Nonostante questo, le loro funzionalità rimangono limitate e l'estensione delle stesse resta un compito riservato agli sviluppatori di software o a programmatori esperti.

Il progetto di ricerca ha come obiettivo la definizione di modelli e tecniche per consentire a utenti finali, non esperti di programmazione, di adattare, personalizzare ed evolvere sistemi informatici, determinando anche il comportamento di oggetti intelligenti presenti negli ambienti fisici. L'obiettivo è in linea con l'idea di base dell'area di ricerca su End-User Development (EUD), che intende fornire agli utenti finali strumenti e tecniche per adattare alle loro esigenze i sistemi informatici che utilizzano [1][2]. In particolare si investigheranno nuovi approcci di progettazione e paradigmi di interazione per supportare EUD in contesti di Ambient Assisted Living e smart home, focalizzando sulle attività degli anziani. Si studierà la tecnologia Internet of Things (IoT) per equipaggiare la casa con oggetti smart che siano in grado di supportare le attività degli anziani, il cui comportamento possa essere definito dagli anziani stessi o da coloro che gli assistono.

---

<sup>1</sup><https://support.apple.com/en-us/HT204666>

<sup>2</sup><http://www.apple.com/watch/health/>

## 4 Motivazioni della ricerca

L'assistenza domestica e il follow-up domestico, sono tematiche di attualità su cui sta investendo la Comunità Europea (per esempio con Horizon2020). Nonostante questo, tale tematica non riceve la giusta attenzione da parte delle grandi multinazionali che hanno già sviluppato strumenti per la gestione degli ambienti domotici. Molte società produttrici di elettrodomestici integrano già nella loro gamma di prodotti dispositivi in grado di collegarsi e comunicare sia all'interno dell'ambiente domestico che all'esterno. In questo modo, ogni utente può essere in grado di modificare il funzionamento del dispositivo anche da remoto mediante una specifica applicazione mobile. Tuttavia, ad oggi, questo approccio risulta essere in relazione uno ad uno, cioè: ogni dispositivo è in grado di essere gestito da uno ed un solo utente. Google, Apple e Samsung (mediante i progetti Brillo<sup>3</sup>, Home Kit<sup>4</sup> e Smarthome<sup>5</sup> rispettivamente), hanno già sviluppato il loro framework proprietario, al fine di unificare sotto lo stesso sistema domotico tutti quei dispositivi "smart" che rispondono ai loro standard. Tuttavia, come accade nel mondo degli smartphone, la definizione di un protocollo proprietario porta con se una scelta vincolante anche sui dispositivi utilizzabili all'interno dell'ambiente domotico. Questo tipo di approccio genera una "frammentazione della tecnologia", oltre ad altri problemi inerenti il costo nel caso di migrazione da un sistema ad un altro. Dove i singoli dispositivi non rispondano agli standard definiti dalle società, alcune delle funzionalità possono essere limitate e, nel caso in cui una funzionalità sia indispensabile ma non disponibile per una specifica piattaforma, sarebbe necessario un cambio di tecnologia (con tutti i problemi che ciò comporta).

Molti strumenti medico-tecnologici rimangono estremamente vincolati alla patologia per cui sono stati progettati, nonostante molte patologie condividano diversi aspetti. Alcuni studi con lo scopo di diagnosi preventiva o follow-up domestico risultano di estrema attualità per la ricerca [3][4]. Attualmente non esiste uno standard che definisca in maniera chiara e precisa quelle che devono essere le regole da utilizzare quando si parla di sviluppo per strumenti mirati all'assistenza di anziani o ammalati in ambienti domestici. Inoltre, le soluzioni proposte dalle multinazionali come Apple, Google e Samsung, non forniscono la possibilità agli utenti finali, di riprogettare o modellare a seconda delle proprie necessità gli strumenti domotici che commercializzano. Tuttavia, è compito di progettisti e programmatori la realizzazione di soluzioni ad-hoc per i problemi futuri. Agli utenti finali è relegato il mero compito di acquisto ed uso della soluzione realizzata da altri. E' evidente come sia difficile riuscire a progettare ed utilizzare strumenti in grado di poter essere adattati in molteplici contesti ma, soprattutto, che siano gestiti interamente da utenti finali e che si possano adattare alle proprie necessità. Questi sono tutti temi che rientrano nelle problematiche che EUD studia e risolve mediante specifici approcci.

L'applicabilità della ricerca è sostenuta anche dal forte sviluppo che sta ricevendo l'IoT (Internet of Things). Infatti, mediante l'uso di sensori a basso costo, ridotte dimensioni

---

<sup>3</sup><https://developers.google.com/brillo/>

<sup>4</sup><http://www.apple.com/ios/homekit/>

<sup>5</sup><http://www.samsung.com/it/smarthome/>

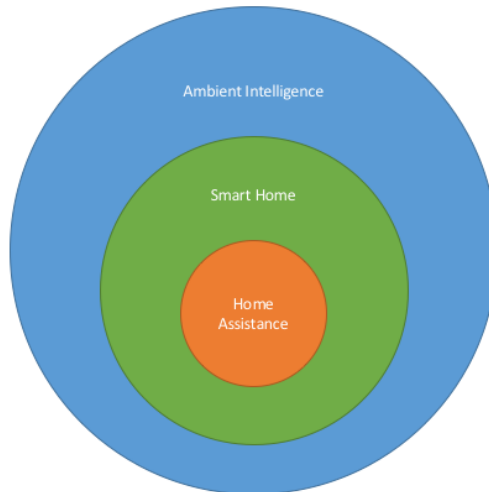


Figura 1: Il collocamento del concetto di smart home nel contesto dell’Ambient Intelligence

e basso consumo energetico, i dispositivi IoT possono essere utilizzati in contesti molto diversi tra loro. La facile connettività (grazie ai già definiti standard IEEE 802.15.4 [5]) permette infatti l’interfacciamento degli stessi anche con una vasta gamma di dispositivi ed ambienti, inclusi quelli “smart”.

Nell’ambito dell’assistenza domestica, inoltre, le tecniche di realtà aumentata e virtuale riescono a fornire notevole giovamento a persone che non sono in grado di poter uscire dal loro ambiente domestico.

## 5 Stato dell’arte

Il concetto di Home Assistance fa parte di un contesto più grande che si chiama “Ambient intelligence”. In Figura 1 è mostrato come si colloca il concetto di Home Assistance nel dominio più generico della “Smart Home” e dell’Ambient Intelligence. In informatica l’Ambient Intelligence (AmI) fa riferimento agli ambienti elettronici “senzienti” e “responsive” che sono in grado di supportare le persone nei task di ogni giorno in maniera silenziosa e nascosta [6]. In letteratura sono stati proposti diversi approcci, che dimostrano come sia possibile adattare l’ambiente domestico a seconda delle necessità di anziani e ammalati [7][8][9]. La tecnologia IoT risulta particolarmente adatta per lo sviluppo di sistemi domestici assistenziali che hanno bisogno di conoscere l’ambiente circostante. Infatti, esistono già in letteratura esempi di smart home basati su dispositivi IoT che fungono da vere e proprie “cliniche domestiche”. In esse, possono convergere ed essere utilizzati i dati provenienti dal paziente al fine analizzare le condizioni di salute di una persona [10][11].

Un aspetto non trascurabile quando si parla di contesti domotici è quello del consumo energetico. Infatti tali sistemi sono noti per essere molto esigenti in termini di consumi

energetici [12]. Durante il lavoro di tesi laurea magistrale, il Dottorando ha portato avanti uno studio mirato all'analisi di una tecnica innovativa, al fine di classificare tumori al seno. Questa si è dimostrata particolarmente efficace e la sua applicazione è stata pubblicata in [13]. Tuttavia essa non è di stretto uso medico, infatti con poche modifiche può essere utilizzata in molteplici contesti, quali quello dell'ottimizzazione energetica degli ambienti domotici.

Il crescente interesse dell'HCI applicato a contesti domestici assistenziali è stato mostrato durante la Human-Machine Interaction Summer School tenutasi a Monopoli nel Settembre 2015, cui il Dottorando ha partecipato. L'idea di riuscire ad assistere pazienti e anziani a casa è dimostrata da un sempre crescente numero di progetti, di "hackaton" dedicate<sup>6</sup> e di studi universitari. La possibilità di utilizzare degli auricolari ed un'applicazione per telefonini per misurare il proprio battito cardiaco con precisione è un esempio che dimostra come sia possibile realizzare facilmente strumenti medicali "domestici" [14]. In questa direzione, il Dottorando, in collaborazione con il gruppo di Informatica Industriale del Politecnico di Bari ed il Professor Dimauro del Dipartimento di Informatica, ha pubblicato dei risultati che mostrano come sia possibile sviluppare strumenti in grado di determinare se un paziente ha bisogno di una trasfusione [15]. I risultati derivanti da analisi fatte in casa con strumenti ad-hoc, possono essere raccolti in particolari cartelle cliniche come per esempio il Fascicolo Sanitario Elettronico Multimediale [16]. Strumenti come questi possono permettere con estrema facilità sia una de-ospedalizzazione seguita da un follow-up domestico senza ledere la qualità dell'assistenza sanitaria offerta al paziente, sia riuscire a diagnosticare precocemente dei problemi medici in persone anziane.

Quanto mostrato fino a questo momento è valido non solo per persone ammalate o che debbano concludere il loro percorso clinico a casa. Infatti, le medesime tecnologie possono essere usate allo stesso modo per l'assistenza domestica al fine di mantenere uno stile di vita sano, così come descritto negli studi della World Health Organization relativi all'Active Aging [17][18][19]. Queste tematiche sono già state sviluppate negli anni novanta, ed è già stato pubblicato uno studio che dimostra come un corretto stile di vita, attivo e dinamico, possa limitare gli effetti del declino cognitivo delle persone anziane [20].

La riabilitazione dopo un'ospedalizzazione è sempre un processo lungo e complicato. Tuttavia, per migliorare l'esperienza nella riabilitazione (ma anche nello stile di vita delle persone anziane), i moderni dispositivi di realtà virtuale (VR) o aumentata (AR) hanno una comprovata efficacia [21]. La realtà virtuale è uno strumento che sta diventando sempre più popolare ed utile nei contesti clinici e assistenziali (anche domestici) [22]. In commercio è possibile trovare diversi dispositivi: quelli che si prestano bene all'uso in contesti medico/riabilitativi (come per esempio HTC Vive<sup>7</sup>) ed altri, che nascono già con l'obiettivo di essere impiegati per scopi medici (come per esempio il FoVE<sup>8</sup>). Di particolare interesse è il lavoro che sta portando avanti la Microsoft con il progetto di

---

<sup>6</sup><http://www.hu4a.it/>

<sup>7</sup><https://www.htcvive.com/eu/>

<sup>8</sup><http://www.getfove.com/>

realtà aumentata, Hololens<sup>9</sup>. Con questa tecnologia è possibile immergere la persona in mondi virtuali realizzati artificialmente, o “aumentare” la realtà circostante al fine di evocare determinati eventi all’interno del cervello e analizzare lo stato cognitivo di una persona. Alcuni studi, già dal 2003, dimostrano come sia possibile utilizzare gli strumenti di realtà virtuale su persone che necessitano follow-up dopo un ictus [23][24]. Altri mostrano come tale tecnologia possa migliorare lo stato cognitivo di una persona anziana [25]. Durante la sessione di realtà virtuale (o aumentata), mediante analisi Elettroencefalografica è possibile estrarre delle informazioni relative al benessere che determinati ambienti virtuali proposti generano sui pazienti anziani o ammalati [26][27]. Questi strumenti stanno diventando commerciali, economici e di facile reperibilità e vengono usati in molteplici studi, sempre associati alla realtà virtuale [28][29].

Si definisce End-User Development (EUD) come: “un set di metodi, tecniche e strumenti che permettono agli utenti di sistemi software, che agiscono come sviluppatori non professionisti, di poter creare, modificare o estendere artefatti software” [2]. Tuttavia nel corso degli ultimi dieci anni questo concetto si è evoluto. Oggi infatti il termine EUD viene usato per descrivere tutte quelle situazioni socio-tecniche che permettono agli utenti finali di poter “costruire da soli”. Questo non solo grazie al supporto di molte ricerche nel settore, ma anche grazie allo sviluppo di strumenti e tecniche che permettono agli utenti finali di mettere le mani all’interno del ciclo di vita del software. L’EUD mette a disposizione strumenti specifici per il superamento di questi problemi: End-User Programming in cui l’utente finale programma per utilità personale, ed End-User Software Engineering dove vengono affrontati i concetti legati all’ingegneria del software prodotto dall’utente finale, sono esempi di come sia possibile dare del “potere” agli utenti finali per lo sviluppo di software [30][31]. Le tecniche di EUD riscontrano successo in molti contesti applicativi e tra cui: il “cultural heritage” [32][33], lo sviluppo di giochi interattivi anche in maniera remota e collaborativa [34][35] ed anche lo sviluppo per fogli di lavoro [36][37].

## 6 Approccio al problema

Durante il periodo di dottorato si studieranno modelli e tecniche di EUD in modo da realizzare una soluzione che dia agli utenti finali gli strumenti per poter personalizzare l’ambiente domotico. In particolare si desidera che uno stesso ambiente possa essere modificato a seconda delle necessità di pazienti o anziani che lo usano. Lo sviluppo/modifica dell’ambiente dovrà essere effettuata dagli utenti finali (come per esempio care-provider o assistenti) e per gli utenti finali (anziani, ammalati, ecc.). In questo modo si vuole che l’ambiente diventi modificabile ed adattabile a seconda delle singole esigenze tramite tecniche di End-User Development. Un esempio è mostrato in Figura 2. Un utente (per esempio un care-provider) può decidere di creare o modificare uno o più moduli dell’ambiente domotico [38]. Questo avrà effetto diretto sia sui pazienti/abitanti della smart-home che sul comportamento dei diversi dispositivi IoT presenti nel sistema. Le applicazioni di realtà aumentata o virtuale potranno essere inserite all’interno del siste-

---

<sup>9</sup><https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us>

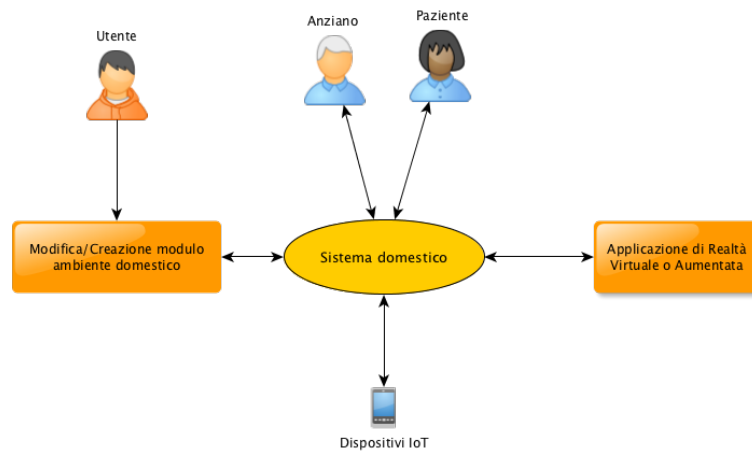


Figura 2: Esempio di come il sistema si possa interfacciare con più realtà allo stesso tempo

ma allo stesso modo. Mediante l'uso di tecniche EUD è possibile far evolvere l'ambiente domestico e l'usabilità del sistema a seconda di come evolvono le capacità delle persone che vi abitano [39]. Per invogliare l'uso del sistema domestico possono essere applicate tecniche di gamification [40]. La possibilità di poter condividere e modificare le soluzioni (incluse quelle riabilitative che coinvolgono la realtà virtuale) proposte da parte dei care-provider e per molteplici utenti/pazienti, può migliorare l'utilizzo del sistema domotico, rendendolo "collaborativo".

## 7 Ricadute applicative

Questo lavoro vuole porre le basi per lo sviluppo di un sistema domotico dalle enormi potenzialità. Con tale, infatti, un utente sarà messo nelle condizioni di realizzare o modificare il sistema domotico che un altro membro della sua famiglia dovrà utilizzare. Questo contesto, al limite del "collaborativo", può portare miglioramenti negli aspetti relativi a:

- Active aging: poter assistere gli anziani nelle loro attività giornaliere, seguirli e monitorare il loro stato di salute al fine di prevenire situazioni critiche;
- Ospedalizzazione domestica: permettere a medici e professionisti l'assistenza del paziente direttamente a casa sua;
- Follow-up a tutti quei pazienti che hanno bisogno di essere seguiti dopo un percorso di ospedalizzazione, senza però gravare sul sistema sanitario nazionale;
- Fornire gli strumenti per permettere agli utenti finali di poter personalizzare il proprio ambiente domotico senza la necessità di ricorrere a costose commissioni di lavoro a terzi.

## 8 Fasi del progetto

Dato l'ampio dominio applicativo del tema di ricerca, si organizza il progetto nel seguente modo:

- I anno di dottorato
  - Studio dello stato dell'arte di Ambient Intelligence;
  - Studio dello stato dell'arte relativo alle Smart Home;
  - Studio dello stato dell'arte dell'Ambient Assisted Living;
  - Studio della tecnologia IoT e della sua applicabilità nei contesti domotici;
  - Studio delle più idonee tecniche EUD nei contesti Smart Home;
- II anno di dottorato
  - Analisi delle necessità degli utilizzatori finali e di come possano cambiare le loro necessità nel tempo;
  - Primo prototipo del framework che consenta agli utenti finali di personalizzare l'ambiente domotico;
- III anno di dottorato
  - Valutazione sperimentale del prototipo;
  - Affinamento e test del framework.

Il prototipo realizzati e gli articoli scientifici che riporteranno i risultati della ricerca costituiranno i risultati miliari del lavoro di dottorato.

## 9 Valutazione dei risultati

Per valutare i prototipi che si svilupperanno sono previste valutazioni sia di tipo formativo che di tipo sommativo, coinvolgendo utenti reali. Tali valutazioni saranno effettuate mediante triangolazione di metodi quali: studi con utenti sia in laboratorio sia sul campo, interviste e/o questionari. L'obiettivo di tali valutazioni è avere una stima del grado di usabilità dei prototipi sviluppati e della User Experience complessiva che i prototipi forniscono ai loro utenti finali. A tale scopo, saranno raccolti sia dati quantitativi (e.g. il tasso di completamento dei task, il tempo di esecuzione dei task), sia dati qualitativi (e.g. problemi di usabilità, commenti degli utenti sul livello di soddisfazione e di coinvolgimento del sistema, ma anche di frustrazione nell'uso del sistema).

L'originalità, l'innovatività e la validità dei risultati ottenuti nella ricerca svolta durante il corso di dottorato saranno ovviamente valutabili tenendo conto della rilevanza delle sedi di pubblicazione degli articoli che riporteranno tali risultati.



## Riferimenti bibliografici

- [1] M. F. Costabile, D. Fogli, P. Mussio e A. Piccinno, «End-user development: The software shaping workshop approach», in *End user development*, Springer, 2006, pp. 183–205.
- [2] H. Lieberman, F. Paternò, M. Klann e V. Wulf, «End-user development: An emerging paradigm», in *End user development*, Springer, 2006, pp. 1–8.
- [3] G. S. Stergiou, I. I. Skeva, N. M. Baibas, C. B. Kalkana, L. G. Roussias e T. D. Mountokalakis, «Diagnosis of hypertension using home or ambulatory blood pressure monitoring: Comparison with the conventional strategy based on repeated clinic blood pressure measurements», *Journal of hypertension*, vol. 18, n. 12, pp. 1745–1751, 2000.
- [4] B. M. Buurman, J. L. Parlevliet, B. A. van Deelen, R. J. de Haan e S. E. de Rooij, «A randomised clinical trial on a comprehensive geriatric assessment and intensive home follow-up after hospital discharge: The transitional care bridge», *BMC health services research*, vol. 10, n. 1, p. 1, 2010.
- [5] A. F. Molisch, K. Balakrishnan, D. Cassioli, C.-C. Chong, S. Emami, A. Fort, J. Karedal, J. Kunisch, H. Schantz, U. Schuster et al., «Ieee 802.15. 4a channel model-final report», *IEEE P802*, vol. 15, n. 04, p. 0662, 2004.
- [6] K. Ducatel, M. Bogdanowicz, F. Scapolo, J. Leijten e J.-C. Burgelman, *Scenarios for ambient intelligence in 2010*. Office for official publications of the European Communities, 2001.
- [7] S. D. T. Kelly, N. K. Suryadevara e S. C. Mukhopadhyay, «Towards the implementation of iot for environmental condition monitoring in homes», *Sensors Journal, IEEE*, vol. 13, n. 10, pp. 3846–3853, 2013.
- [8] E. I. Konstantinidis, G. Bamparopoulos, A. Billis e P. D. Bamidis, «Internet of things for an age-friendly healthcare», *Studies in health technology and informatics*, vol. 210, n. 2014, pp. 587–591, 2014.
- [9] C.-L. Wu, Y.-S. Tseng e L.-C. Fu, «Spatio-temporal feature enhanced semi-supervised adaptation for activity recognition in iot-based context-aware smart homes», in *Green Computing and Communications (GreenCom), 2013 IEEE and Internet of Things (iThings/CPSCoM), IEEE International Conference on and IEEE Cyber, Physical and Social Computing*, IEEE, 2013, pp. 460–467.
- [10] A. J. Botia, A. Villa e J. Palma, «Ambient assisted living system for in-home monitoring of healthy independent elders», *Expert Systems with Applications*, vol. 39, pp. 8136–8148, 2012.
- [11] A. Ghose, C. Bhaumik, D. Das e K. A. Agrawal, «Mobile healthcare infrastructure for home and small clinic», *Proceedings of the 2nd ACM international workshop on Pervasive Wireless Healthcare*, pp. 15–20, 2012.

- [12] H. Oh, H. Bahn e K.-J. Chae, «An energy-efficient sensor routing scheme for home automation networks», *Consumer Electronics, IEEE Transactions on*, vol. 51, n. 3, pp. 836–839, 2005.
- [13] V. Bevilacqua, F. Cassano, E. Mininno e G. Iacca, «Optimizing feed-forward neural network topology by multi-objective evolutionary algorithms: A comparative study on biomedical datasets», in *Advances in Artificial Life, Evolutionary Computation and Systems Chemistry*, Springer, 2015, pp. 53–64.
- [14] M.-Z. Poh, K. Kim, A. D. Goessling, N. C. Swenson e R. W. Picard, «Heartphones: Sensor earphones and mobile application for non-obtrusive health monitoring», in *2009 International Symposium on Wearable Computers*, IEEE, 2009, pp. 153–154.
- [15] V. Bevilacqua, G. Dimauro, A. Brunetti, F. Cassano, F. G. Trotta, E. Nasca, A. Di Maio, F. Girardi, A. Ostuni e A. Guarini, «A novel approach to evaluate blood parameters using computer vision techniques», *Memea 2016*, to appear.
- [16] G. Dimauro, D. Caivano, F. Girardi e M. M. Ciccone, «The patient centered electronic multimedia health fascicle-emhf», in *Biometric Measurements and Systems for Security and Medical Applications (BIOMS) Proceedings, 2014 IEEE Workshop on*, IEEE, 2014, pp. 61–66.
- [17] A. Kalache e A. Gatti, «Active ageing: A policy framework.», *Advances in gerontology= Uspekhi gerontologii/Rossiiskaia akademiia nauk, Gerontologicheskoe obshchestvo*, vol. 11, pp. 7–18, 2002.
- [18] G. Fischer, E. Giaccardi, Y. Ye, A. G. Sutcliffe e N. Mehandjiev, «Meta-design: A manifesto for end-user development», *Communications of the ACM*, vol. 47, n. 9, pp. 33–37, 2004.
- [19] L. Buys, G. Boulton-Lewis, J. Tedman-Jones, H. Edwards, M. Knox e C. Bigby, «Research: Issues of active ageing: Perceptions of older people with lifelong intellectual disability», *Australasian Journal on Ageing*, vol. 27, n. 2, pp. 67–71, 2008.
- [20] A. Kalache, «Active ageing makes the difference», *Current Opinion in Psychiatry*, vol. 12, n. 4, pp. 449–450, 1999.
- [21] D. Kairy, M. Veras, P. Archambault, A. Hernandez, J. Higgins, M. F. Levin, L. Poissant, A. Raz e F. Kaizer, «Maximizing post-stroke upper limb rehabilitation using a novel telerehabilitation interactive virtual reality system in the patient’s home: Study protocol of a randomized clinical trial», *Contemporary clinical trials*, vol. 47, pp. 49–53, 2016.
- [22] M. R. Golomb, B. C. McDonald, S. J. Warden, J. Yonkman, A. J. Saykin, B. Shirley, M. Huber, B. Rabin, M. AbdelBaky, M. E. Nwosu et al., «In-home virtual reality videogame telerehabilitation in adolescents with hemiplegic cerebral palsy», *Archives of physical medicine and rehabilitation*, vol. 91, n. 1, pp. 1–8, 2010.
- [23] P. L. T. Weiss, Y. Naveh e N. Katz, «Design and testing of a virtual environment to train stroke patients with unilateral spatial neglect to cross a street safely», *Occupational therapy international*, vol. 10, n. 1, pp. 39–55, 2003.

- [24] A. Sedda, N. Borghese, M. Ronchetti, R. Mainetti, F. Pasotti, G. Beretta e G. Bottini, «Using virtual reality to rehabilitate neglect», *Behavioural neurology*, vol. 26, n. 3, pp. 183–185, 2013.
- [25] E. Bisson, B. Contant, H. Sveistrup e Y. Lajoie, «Functional balance and dual-task reaction times in older adults are improved by virtual reality and biofeedback training», *Cyberpsychology & behavior*, vol. 10, n. 1, pp. 16–23, 2007.
- [26] V. Bevilacqua, A. Brunetti, D. de Biase, G. Tattoli, R. Santoro, G. F. Trotta, F. Cassano, M. Pantaleo, G. Mastronardi, F. Ivona et al., «A p300 clustering of mild cognitive impairment patients stimulated in an immersive virtual reality scenario», in *Intelligent Computing Theories and Methodologies*, Springer, 2015, pp. 226–236.
- [27] S. Okahashi, K. Seki, A. Nagano, Z. Luo, M. Kojima e T. Futaki, «A virtual shopping test for realistic assessment of cognitive function», *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, vol. 10, n. 1, p. 1, 2013.
- [28] V. Bevilacqua, G. Tattoli, D. Buongiorno, C. Loconsole, D. Leonardis, M. Barsotti, A. Frisoli e M. Bergamasco, «A novel bci-ssvep based approach for control of walking in virtual environment using a convolutional neural network», in *Neural Networks (IJCNN), 2014 International Joint Conference on*, IEEE, 2014, pp. 4121–4128.
- [29] S. M. Slobounov, W. Ray, B. Johnson, E. Slobounov e K. M. Newell, «Modulation of cortical activity in 2d versus 3d virtual reality environments: An eeg study», *International Journal of Psychophysiology*, vol. 95, n. 3, pp. 254–260, 2015.
- [30] M. Burnett, C. Cook e G. Rothermel, «End-user software engineering», *Communications of the ACM*, vol. 47, n. 9, pp. 53–58, 2004.
- [31] M. García-Herranz, P. A. Haya e X. Alamán, «Towards a ubiquitous end-user programming system for smart spaces.», *J. UCS*, vol. 16, n. 12, pp. 1633–1649, 2010.
- [32] C. Ardito, P. Bottoni, M. F. Costabile, G. Desolda, M. Matera, A. Piccinno e M. Picozzi, «Enabling end users to create, annotate and share personal information spaces», in *International Symposium on End User Development*, Springer, 2013, pp. 40–55.
- [33] A. L. Simeone e C. Ardito, «Eud software environments in cultural heritage: A prototype», in *International Symposium on End User Development*, Springer, 2011, pp. 313–318.
- [34] N. Ahmadi, «Beyond upload and download: Enabling game design 2.0», in *International Symposium on End User Development*, Springer, 2011, pp. 371–374.
- [35] A. Repenning, N. Ahmadi, N. Repenning, A. Ioannidou, D. Webb e K. Marshall, «Collective programming: Making end-user programming (more) social», in *International Symposium on End User Development*, Springer, 2011, pp. 325–330.

- [36] L. Beckwith, J. Cunha, J. P. Fernandes e J. Saraiva, «End-users productivity in model-based spreadsheets: An empirical study», in *International Symposium on End User Development*, Springer, 2011, pp. 282–288.
- [37] P. Sestoft e J. Z. Sørensen, «Sheet-defined functions: Implementation and initial evaluation», in *International Symposium on End User Development*, Springer, 2013, pp. 88–103.
- [38] S. Carmien, M. Dawe, G. Fischer, A. Gorman, A. Kintsch e J. F. Sullivan Jr, «Socio-technical environments supporting people with cognitive disabilities using public transportation», *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, vol. 12, n. 2, pp. 233–262, 2005.
- [39] D. Fogli e A. Piccinno, «Co-evolution of end-user developers and systems in multi-tiered proxy design problems», in *End-User Development*, Springer, 2013, pp. 153–168.
- [40] F. Benzi, F. Cabitza, D. Fogli, R. Lanzilotti e A. Piccinno, «Gamification techniques for rule management in ambient intelligence», in *Ambient Intelligence*, Springer, 2015, pp. 353–356.