

# L'Intelligenza Artificiale a supporto di monitoraggio, assistenza e riabilitazione a domicilio: l'esperienza nel progetto AMICO

**Antonio Coronato, Giuseppe De Pietro, Massimo Esposito, Ignazio Infantino**

Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni, Consiglio Nazionale delle Ricerche

antonio.coronato@icar.cnr.it, giuseppe.depietro@icar.cnr.it, massimo.esposito@icar.cnr.it,

ignazio.infantino@icar.cnr.it

## Abstract

Il contributo descrive le attività di ricerca svolte dall'Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni del Consiglio Nazionale delle Ricerche (ICAR-CNR) per la definizione e realizzazione di sistemi cognitivi e di Intelligenza Artificiale (IA) embodied, applicati al dominio medico per supportare il monitoraggio, l'assistenza e la riabilitazione a domicilio. Tra gli aspetti innovativi di tali sistemi, vi sono le capacità di interagire in linguaggio naturale con il paziente, comprenderne attività quotidiane e stato emozionale, effettuare il monitoraggio dello stile di vita e delle condizioni di salute, e supportarne trattamento e riabilitazione personalizzata sulla base delle sue specificità. Tali sistemi di IA sono integrati all'interno di ambienti strumentati con dispositivi IoT e /o di sistemi robotici. Le attività di ricerca alla base di queste soluzioni insistono su: i) sistemi ad auto-apprendimento; ii) sistemi conversazionali; iii) sistemi per l'estrazione di conoscenza; iv) sistemi intelligenti basati su architetture cognitive per robot umanoidi. Tali attività sono svolte nell'ambito del progetto nazionale AMICO partito nel 2018 e che si concluderà nel 2020.

## 1 Attività di ricerca e competenze

Le attività di ricerca qui descritte sono svolte dai laboratori "Sistemi Cognitivi" e "Robotica e Social Sensing" dell'ICAR-CNR, localizzati presso le sedi di Napoli e Palermo, rispettivamente.

In particolare, il laboratorio di Sistemi Cognitivi si occupa di sviluppare soluzioni di IA innovative in grado di integrare, gestire ed analizzare l'enormità di dati sanitari e comportamentali, generati da dispositivi ed applicazioni eterogenee, al fine di poterli interpretare, ricercare correlazioni, e costruire modelli predittivi per screening, diagnosi, cura e prevenzione di malattie. Il laboratorio si occupa, inoltre, di realizzare soluzioni in grado di integrare IA e interazione naturale multimodale per supportare processi di riabilitazione motoria e/o cognitiva ed assistenza domiciliare, interagendo con il paziente in maniera semplice, adattiva e personalizzata. D'altra parte, il laboratorio di Robotica e Social Sensing si occupa di realizzare soluzioni di IA avan-

zate in grado di consentire complesse interazioni uomo-robot basate su modelli cognitivi umani che includano emozioni, motivazioni, creatività oltre che una percezione e comprensione delle attività umane da molteplici sensori.

Per quanto concerne gli obiettivi specifici di monitoraggio, assistenza e riabilitazione a domicilio di pazienti, le attività di ricerca dei Laboratori si concentrano sulla definizione e realizzazione di differenti sistemi innovativi, tra cui:

- *Sistemi per il supporto decisionale personalizzato*, in grado di integrare informazioni eterogenee e riprodurre procedure decisionali definite da esperti o apprese dai dati [De Pietro et al., 2011; Esposito et al., 2017].
- *Sistemi per la riabilitazione*, che integrano, in ambienti domestici e/o virtuali, tecnologie di IA per personalizzare i percorsi riabilitativi del paziente e supportare il recupero di funzionalità motorie e/o cognitive e lo svolgimento di task fisioterapici [Esposito et al., 2019].
- *Sistemi per la telemedicina e il tele-monitoraggio*, in grado di favorire cura e assistenza domiciliare, integrando parametri biomedicali, stato emozionale, attività, comportamenti e storia clinica del paziente, per generare suggerimenti e/o allarmi personalizzati [Infantino, 2012; Infantino et al., 2018; Coronato et al., 2018a; Coronato et al., 2018b].
- *Sistemi per l'estrazione di nuova conoscenza e/o di modelli predittivi* da dati clinici e socio/sanitari (ad es. per la diagnosi o previsione dell'efficacia terapeutica) [De Pietro et al., 2011; Esposito et al., 2017].

Le principali tecnologie, metodi ed algoritmi di IA adoperati per la realizzazione di tali sistemi riguardano:

- Tecniche di Self-Learning (SL) basate su Reinforcement Learning e Learning by Demonstration, per la personalizzazione di trattamento e cura di pazienti.
- Tecniche di Natural Language Processing (NLP) e Deep Learning (DL) per realizzare sistemi conversazionali in grado di comprendere e instaurare dialoghi in linguaggio naturale con il paziente.
- Tecniche di Machine Learning (ML) per l'estrazione di conoscenza, nella forma di regole o correlazioni,

e di DL per la costruzione di modelli predittivi per diagnosi, trattamento o prevenzione di malattie.

- Tecniche di rappresentazione della conoscenza mediante spazi concettuali e reti neurali, di elaborazione dei dati percettivi-sensoriali per sistemi artificiali somato-sensoriali, e di apprendimento mediante algoritmi genetici interattivi per comportamenti adattativi e creativi.

## 2 Il progetto AMICO

Le attività sopradescritte trovano applicazione nel progetto AMICO<sup>1</sup> (Assistenza Medica In COntextual awareness), il cui obiettivo è realizzare un'infrastruttura (Fig. 1) in grado di offrire sia servizi orientati alla persona in ambiente domestico, monitorandone comportamenti e stato psico-fisico, sia servizi di telemedicina per il monitoraggio remoto di pazienti con patologie cardiovascolari sottoposti a terapie riabilitative personalizzate da parte di medici o caregivers.

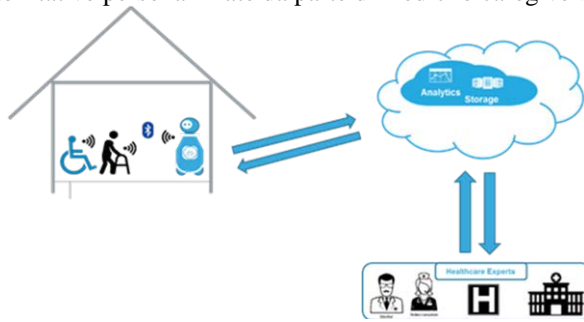


Figura 1: Schema dell'infrastruttura del progetto AMICO

L'infrastruttura mira a gestire un complesso *ambiente instrumentato* che prevede: i) sensori ambientali e/o wearable; ii) un robot in grado di interagire verbalmente con il paziente e comprenderne lo stato emotivo, a partire da espressioni facciali, postura e azioni; iii) una piattaforma di servizi intelligenti di telemedicina, atti a fornire feedback e supporto decisionale nei processi per il trattamento; iv) una piattaforma di servizi di data analytics atti ad estrarre correlazioni nascoste sulla patologia in esame o modelli predittivi in merito alla insorgenza di nuove patologie o comorbidità.

Le sfide tecnologiche del progetto in cui l'IA assume un ruolo fondamentale riguardano: i) la gestione del ciclo "percezione-comprensione-azione" nel robot; ii) il perseguimento di un'interazione mediante linguaggio naturale con il paziente; iii) la definizione di meccanismi di apprendimento e di estrazione sia di conoscenza che di modelli predittivi.

- *Gestione del ciclo "percezione-comprensione-azione" nel robot*: Nel progetto sono definite e realizzate sia un'architettura cognitiva che metodologie tipiche di situation awareness e human action recognition per guidare il comportamento del robot all'interno dell'ambiente. In particolare, sono utilizzati approcci ibridi che integrano metodi rule-based non supervisionati e metodi supervisionati di ML/DL per l'analisi delle espressioni facciali, di gesti, di movimenti e di posture del corpo. Inoltre, parole e frasi usate nei dialoghi con il paziente so-

no analizzate mediante tecniche di sentiment analysis per inferire ulteriori informazioni sul mood del paziente.

- *Interazione mediante linguaggio naturale*: Nel progetto è definito e realizzato un sistema conversazionale in grado di interagire verbalmente con il paziente, integrando algoritmi di NLP e di DL supervisionati per la comprensione di richieste e/o domande in linguaggio naturale, identificandone tipologia ed obiettivi e determinando entità e predicati rilevanti.
- *Meccanismi di apprendimento e di estrazione di conoscenza e di modelli predittivi*: Nel progetto sono definite e realizzate tecniche di SL per apprendere strategie ottimali per il suggerimento all'utente di azioni da compiere nell'ambiente reale, finalizzate al conseguimento di obiettivi personalizzati, nello specifico per la riabilitazione. Inoltre, sono realizzati approcci ibridi, che integrano tecniche rule-based e metodi di ML/DL supervisionati applicati a dati strutturati ed a serie temporali, per problematiche di classificazione, nello specifico dello stato di salute del paziente al primo controllo di follow-up.

## Riferimenti bibliografici

- [Coronato *et al.*, 2018a] G. Paragliola, A. Coronato, "Gait Anomaly Detection of Subjects with Parkinson's Disease Using a Deep Time Series-Based Approach" IEEE Access, 6, pp. 73280-73292, 2018.
- [Coronato *et al.*, 2018b] G. Paragliola, A. Coronato, "A Reinforcement-Learning-Based Approach for the Planning of Safety Strategies in AAL Applications". Int. Workshop on Intelligent Environments Supporting Healthcare and Well-being, 2018.
- [De Pietro *et al.*, 2011] M. Esposito, G. De Pietro "An Ontology-Based Fuzzy Decision Support System for Multiple Sclerosis", Engineering Applications of Artificial Intelligence, 24(8), 1340-1354, 2011.
- [Esposito *et al.*, 2017] M. Pota, E. Scalco, G. Sanguineti, A. Farneti, G. Cattaneo, M. Esposito, G. Rizzo, "Early prediction of radiotherapy-induced parotid shrinkage and toxicity based on CT radiomics and fuzzy classification", Art. Intelligence in Medicine, 81, 41-53, 2017.
- [Esposito *et al.*, 2019]. G. Caggianese, S. Cuomo, M. Esposito, M. Franceschini, L. Gallo, F. Infarinato, A. Minutolo, F. Piccialli, P. Romano "Serious games and in-cloud data analytics for the virtualization and personalization of rehabilitation treatments". IEEE Trans. on Industrial Informatics, 15(1), 517-526, 2019.
- [Infantino, 2012] I. Infantino, "Affective Human-Humanoid Inter-action through Cognitive Architecture", The Future of Humanoid Robots-Research and Applications, 2012.
- [Infantino *et al.*, 2018] A. Augello, E. Cipolla, I. Infantino, A. Manfré, G. Pilato, F. Vella, "Social signs processing in a cognitive architecture for an humanoid robot", Procedia Computer Science, 123, 63-68, 2018.

<sup>1</sup>I partner sono: STMicroelectronics, eHealthNet Scarl, NETCOM GROUP, CIRIAPA, Politecnico di Bari, Politecnico di Milano, Università di Firenze e Università Roma Tre. Le attività sono finanziate con decreto GU n.267 del 16-11-2018, PON R&I 2014-2020, area di specializzazione «Tecnologie per gli Ambienti di Vita», codice ARS01\_00900 - CUP B46G18000390005.