

Robocare, un progetto pilota su tecnologie intelligenti per aiutare anziani in casa

Questo breve articolo descrive risultati del progetto RoboCare finanziato dal Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca (MIUR) presso il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR). Il progetto ha visto la partecipazione di vari gruppi di ricercatori italiani sia CNR che Universitari nel periodo 2003-2006 – per informazioni di dettaglio si acceda il link <http://robocare.istc.cnr.it>. RoboCare aveva l'obiettivo di analizzare come varie tecnologie di intelligenza artificiale possano essere combinate con sensori intelligenti e la robotica autonoma allo stato dell'arte per creare dimostratori integrati innovativi per compiti di monitoraggio ed assistenza ad anziani in casa. Questo breve articolo descrive alcuni dei risultati ottenuti e fa il punto su promesse e difficoltà di queste applicazioni.

Le statistiche più recenti rilevano come la popolazione europea sta invecchiando progressivamente. Da questo dato inequivocabile segue la crescente attenzione a fattori come il "vivere indipendente" e "l'invecchiamento" in casa. Da dati disponibili da tempo si sa che la popolazione anziana preferisce invecchiare in casa propria e nel proprio ambiente proseguendo le proprie abitudini. Vari stimoli per la ricerca tecnologica vengono dall'obiettivo di facilitare l'indipendenza delle persone anziane per garantire loro una migliore qualità della vita.

Le motivazioni per RoboCare nascono da questa problematica ed il progetto ha perseguito l'obiettivo di sviluppare tecnologia informatica di supporto con lo scopo di facilitare fatto le persone anziane nel continuare a vivere nella loro casa nonostante sia l'età ma anche l'insorgenza di anomalie della salute. Il progetto si è concentrato nello sviluppo di un sistema multiagente in cui componenti specializzate, agenti software o robotici, possono essere integrate in varie configurazioni per fornire esempi significativi di servizi intelligenti utili ad un utente che necessita assistenza. L'architettura ad agenti consente l'integrazione di componenti stato dell'arte in intelligenza artificiale, robotica e sensoristica.

Centrale in RoboCare l'attenzione per particolari ambienti fisici in cui i servizi intelligenti sono erogati. In particolare sono stati considerati: un ambiente domestico, che è stato anche ricostruito in laboratorio ed una residenza sanitaria assistita di cui è stata sviluppato un simulatore completo e riprodotti in laboratorio dei sottoscenari parziali.

L'ambiente domestico, denominato RDE (RoboCare Domestic Environment), è un laboratorio sperimentale che riproduce un appartamento di tre stanze (figura 5). È utilizzato come ambiente di verifica per le capacità delle varie tecnologie domestiche messe appunto dalle varie unità di ricerca. L'ambiente, ricostruito presso i laboratori dell'ISTC-CNR in Roma, ha consentito di creare dimostratori per vari servizi innovativi quali il monitoraggio software non invasivo, la robotica autonoma sicura, l'elaborazione artificiale di segnali visivi.

La residenza sanitaria assistita è stata studiata come esempio di ambiente cui meglio si adattavano alcune delle piattaforme robotiche facenti parte delle competenze del progetto, tipicamente quelle più adatte al trasporto pesante, capaci di muoversi in spazi ampi, scortare persone da un luogo all'altro. Il particolare scenario ha anche consentito di sviluppare la tecnologia multiagente in grado di integrare sia robot che operatori umani e servizi specializzati software. Un esempio di agente software in questo scenario è il sistema di supervisione in grado di coordinare in modo continuo flussi complessi di attività tipiche di queste strutture del mondo reale. Il coordinamento può contemplare attività eseguite sia dai diversi robot che dagli operatori umani in servizio, un originale sistema per la diagnosi di sistemi multiagente è in grado di interpretare dati sensoriali provenienti da sensori ambientali e dai robot per identificare discostamenti da andamenti previsti e garantire opportunamente la sicurezza costante di queste infrastrutture innovative.

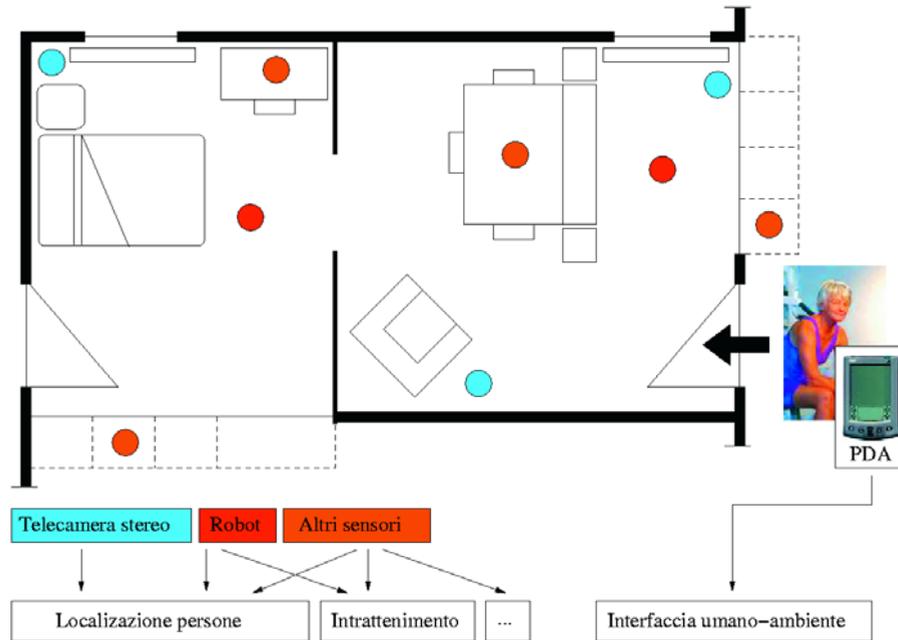


Figura 5. L'ambiente domestico usato come riferimento nel progetto RoboCare

Le piattaforme robotiche sviluppate in RoboCare hanno posto particolare attenzione alle problematiche di robustezza del funzionamento. Si può facilmente immaginare come il problema del funzionamento affidabile e sicuro dei robot autonomi sia fondamentale in ambienti in cui il contatto con gli umani è diretto. In RoboCare sono stati anche studiati aspetti più strettamente psicologici legati alla percezione dei robot da parte degli anziani per identificare i vari fattori che possono influenzare la accettazione di questa tecnologia quando sarà pronta per la produzione in serie.

Dal progetto sono scaturiti diversi risultati di ricerca che riguardano la robotica autonoma e in aggiunta si è sviluppata esperienza in esperimenti di integrazione con altre componenti. È stato possibile verificare come le tecnologie software e quelle robotiche hanno ancora velocità di crescita diverse, a vantaggio del software, ma gli enormi investimenti sulla robotica autonoma a livello internazionale, stanno creando le precondizioni per una crescita di prestazioni significative a tempo medio. Un aspetto da sottolineare sull'uso di robot nella assistenza agli anziani, è legato al fatto che essi sono dotati di "presenza fisica", un corpo, e quindi sono percepiti dagli esseri umani come delle entità con cui interagire. Per questo motivo le tematiche di ricerca

legate alla interazione uomo-robot stanno meritando crescente attenzione, conferenze specializzate ed iniziative industriali dedicate.

Un diverso tema di ricerca si è interessato di sensori per gli utilizzi più vari. La ricerca in tecnologia pervasiva sta infatti creando possibilità molto interessanti anche nell'utilizzo domestico.

In RoboCare si è dedicata attenzione all'uso di sensori per la visione artificiale sviluppando tecniche per la identificazione di persone, il tracciamento della loro posizione nell'ambiente, la identificazione di particolari loro gesti. Particolare attenzione è stata posta nel sviluppare servizi avanzati facendo uso di sensori disponibili sul mercato a costi relativamente contenuti.

Data l'enfasi del progetto sull'integrazione, uno degli obiettivi primari di RoboCare è quello di sviluppare una infrastruttura software di interfaccia fra assistenti, assistito, e l'ambiente intelligente. Questo "controllore" è composto da una varietà di algoritmi di Intelligenza Artificiale in particolare quelli per la pianificazione e il sequenziamento di attività. Lo sforzo di integrazione nasce dall'obiettivo di rendere queste funzionalità accessibili e controllabili in modo intuitivo, sotto forma di una "caregiver console". Il tool software di supervisione, esemplificato in figura 6, mette a disposizione un gruppo di interfacce che permettono all'utente non esperto di acce-

dere alle succitate funzionalità in modo indipendente dalla tecnologia, fornendo un pannello di controllo altamente configurabile per il controllo totale della casa intelligente.

Un aspetto importante nel progetto è quello dell'integrazione delle informazioni. L'importanza di questo aspetto risiede nel fatto che la tecnologia sensoristica messa a punto permette di costruire informazioni simboliche sempre più numerose e complesse (e.g., oggetti, persone, situazioni composte...). Ciò è foriero di capacità di ragionamento automatico potenzialmente più complesso, e di conseguenza potrà permettere di realizzare comportamenti più incisivi dell'ambiente intelligente al fine di dare supporto in situazioni di vita quotidiana. Il nostro lavoro in RoboCare ha reso possibile la messa a punto di un ciclo chiuso fra sensori e supervisore piuttosto stabile, rendendo possibile il monitoraggio di alcuni aspetti fondamentali della vita quotidiana. Mentre lo stato dell'arte della tecnologia di ragionamento automatico adoperata finora possiede capacità di calcolo e di rappresentazione largamente sufficienti per affrontare i problemi combinatoriali del RDE, è plausibile che una crescita delle funzionalità del sottosistema sensoristico possa richiedere forme di rappresentazione e ragionamento automatico più elaborate. In particolare, i risolutori odierni sono derivati piuttosto diretti di prototipi di ricerca, e come tali essi non sono "tirati" all'uso nel contesto applicativo specifico. Uno degli sforzi maggiori probabilmente consisterà nell'aumentare le capacità di rappresentazione al fine di poter catturare in modo più accurato le esigenze proprie della supervisione domestica.

Un esempio di dimostratore integrato

Avendo introdotto lo spettro piuttosto ampio di temi affrontati in RoboCare vorremmo dare una idea più tangibile del tipo di servizi integrati che abbiamo sperimentato nell'ultimo anno di progetto. Nell'ottica di integrazione i lavori dell'ultimo anno di RoboCare sono dedicati a produrre una dimostrazione in cui si esibisca l'integrazione di agenti software risolutori di problemi, robotici e sensoristici. La dimostrazione fa riferimento all'allestimento in laboratorio dell'RDE.

Abbiamo considerato la messa a punto dei seguenti agenti:

- Due telecamere stereo fisse che forniscono il servizio di localizzazione e tracciamento dei movimenti delle persone (people localization and tracking – PLT) ed il servizio di riconoscimento di posture di persone (posture recognition – PR).
- Un robot di servizio domestico capace di *navigare* nell'ambiente, di *processare semplici comandi* attraverso un sistema di riconoscimento vocale a bordo, ed infine di *parlare* all'assistito a mezzo di un sintetizzatore vocale.
- Un analizzatore/registratore di attività giornaliera di (ADL - activities of daily living monitor), costituito da un sistema per la rappresentazione, sequenziamento e monitoraggio dell'esecuzione di sequenze di azioni. Questo sistema si fa carico di monitorare le attività quotidiane e di valutare la loro aderenza ai vincoli comportamentali stabiliti da un assistente (ad esempio un medico o familiare).
- Un calcolatore palmare (personal digital assistant – PDA) dotato di una semplice interfaccia a quattro bottoni. L'interfaccia permette di (1) chiamare il robot, (2) fare una richiesta all'ADL monitor, (3) mandare il robot in un luogo specifico indicato su una planimetria interattiva, e di (4) richiedere la riproduzione sul PDA del video stream della telecamera a bordo del robot.

Gli agenti all'interno dell'ambiente sono una combinazione di sensori (telecamere), attuatori (robot, PDA), o entrambi (ADL monitor). La ragione per cui l'ADL monitor può essere considerato sia un sensore che un attuttore risiede nella sua duplice funzionalità: l'anziano assistito può chiedere "ho preso la pillola del pomeriggio?", dando luogo al ruolo più "sensoristico" dell'ADL; d'altra parte, l'ADL ha la facoltà di dedurre autonomamente che l'assistito non ha preso una pillola importante, dando luogo ad un comportamento proattivo dell'ambiente, e.g., causando la verbalizzazione di un suggerimento o lo scoccare di un allarme.

Uno degli aspetti più cruciali legati all'integrazione di diversi agenti è il coordinamento. Nel nostro sistema dimostrativo, la combinazione delle molteplici funzionalità implementate dagli agenti avviene tramite una infrastruttura di ragionamento a vincoli distribuita. Questo schema di

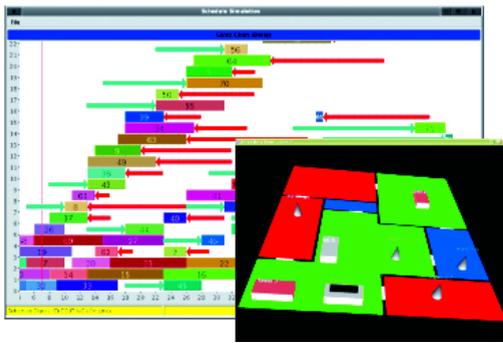


Figura 6. Il supervisore al lavoro nel simulatore della residenza sanitaria assistita.

coordinamento costituisce la coesione funzionale dei servizi elementari, definendone le regole di attivazione e di funzionamento integrato. Ogni servizio corrisponde ad un agente software a cui vengono allocati dinamicamente dei compiti in funzione dello stato corrente dell'ambiente e dell'assistito. Per esempio, se i servizi di PLT e di PR riscontrano che l'anziano assistito è steso per terra in cucina (una situazione definita come anomala nell'insieme di regole codificate sotto forma di vincoli), allora il meccanismo di coordinamento attribuirà al robot il compito di navigare verso l'assistito e di chiedere se si trova in difficoltà.

Ai fini della dimostrazione, il coordinamento dei servizi elementari descritti sopra viene definito in modo da mostrare le seguenti funzionalità globali:

- **Scenario:** la persona assistita si trova in uno stato di postura e di luogo anomalo (e.g., sdraiato in cucina). **Comportamento del sistema:** il robot naviga verso la persona, chiede alla persona se è in difficoltà, e se necessario fa partire un allarme.
- **Scenario:** l'ADL monitor riscontra che i vincoli temporali che regolano l'assunzione di una pillola sono minacciati da un comportamento non usuale dell'anziano (e.g., cominciare il pranzo troppo tardi). **Comportamento del sistema (opzione 1):** il robot raggiunge l'assistito e verbalizza un avvertimento riguardo alla possibile inconsistenza. **Comportamento del sistema (opzione 2):** l'inconsistenza è segnalata attraverso il PDA.
- **Scenario:** la persona assistita chiede al robot, attraverso il PDA oppure verbalmente al robot

stesso, di “andare a vedere se la finestra è aperta”. **Comportamento del sistema:** il robot si porta in prossimità della finestra designata (dopo averne chiesto le coordinate specifiche alla telecamera stereo) e (**opzione 1**) trasmette al PDA uno streaming video oppure una foto della finestra, oppure (**opzione 2**) registra un video/immagine della finestra, ritorna dall'assistito (richiedendone la posizione al servizio di PLT), e riporta sullo schermo di bordo le informazioni raccolte.

- **Scenario:** l'assistito chiede all'ambiente intelligente (attraverso una richiesta verbale al robot oppure tramite il PDA) se è il caso di fare la passeggiata ora o dopo cena. **Comportamento del sistema:** la richiesta è inoltrata all'ADL monitor, il quale propaga i due scenari (passeggiata ora o dopo cena) sulla rappresentazione temporale dello schedule giornaliero. Il risultato viene restituito all'assistito attraverso il PDA oppure verbalmente (e.g., “se fai la passeggiata ora non potrai iniziare la cena prima delle 22:00, e questo violerebbe i vincoli temporali della pillola del dopo cena”).

L'obiettivo di questi scenari è quello di mostrare come una collezione di agenti che forniscono servizi eterogenei (nel nostro caso specifico, ragionatori artificiali, robot e sensori) possono essere integrati al fine di ottenere un sistema il cui valore aggiunto è superiore alla somma delle sue parti. La tipologia di servizi elementari che costituiscono l'RDE rispecchia le componenti domotiche disponibili sul mercato in un futuro prossimo. L'ambiente integrato nel suo complesso, ossia l'insieme di funzionalità mostrate nella dimostrazione, forniscono una evidenza dei potenziali benefici per l'indipendenza che si possono ottenere con la tecnologia domotica del futuro.

Dal progetto emergono esempi di servizi domestici estremamente interessanti che, pur nei limiti di un prototipo di ricerca, mostrano come in un futuro prossimo un aspetto chiave sarà l'integrazione e convergenza di diverse tecnologie intelligenti armonizzate nello stesso ambiente applicativo. Da questo punto di vista RoboCare ha non solo offerto delle soluzioni innovative ma mostrato una serie di prospettive per sviluppi futuri.

Amedeo Cesta e Federico Pecora
ISTC-CNR, Roma