

COACHES: robot sociali cooperativi in ambienti pubblici

Maria Teresa Lázaro, Luca Iocchi
DIAG, Sapienza Università di Roma, Italia

Abstract

Il progetto COACHES ha studiato la realizzazione di robot sociali per l'interazione con utenti non esperti all'interno di ambienti pubblici. Diversi aspetti di ricerca sono stati affrontati per risolvere i problemi principali dovuti alla difficoltà per i robot di prevedere le intenzioni degli utenti e di fornire un supporto adeguato ed efficace, mantenendo un corretto comportamento sociale. L'articolo discute brevemente alcuni problemi e le relative soluzioni sperimentate durante il progetto.

1 Introduzione

Il progetto internazionale COACHES¹ ha portato alla realizzazione di un sistema distribuito di robot autonomi aventi capacità cognitive di alto livello, in grado di interagire con utenti non esperti e di navigare in sicurezza in ambienti reali e popolati. La motivazione principale del progetto è stata il miglioramento dell'uso degli spazi pubblici da parte degli utenti, per rendere tali spazi più facili da fruire per i cittadini e più accessibili per i visitatori, oltre che più sicuri per la popolazione anziana e per i cittadini con disabilità. I recenti, notevoli sviluppi nella realizzazione di singoli robot in grado di agire in ambienti complessi e dinamici, permettono di ipotizzare come prossima e immediata sfida per il futuro la creazione di reti di robot cooperanti in ambienti pubblici, che possano svolgere servizi di pubblica utilità e supportare gli utenti del sistema nelle loro attività.

Il progetto COACHES ha studiato e sperimentato le tecniche necessarie per la realizzazione delle capacità cognitive di alto livello dei robot, cioè la modellazione e la comprensione dell'ambiente operativo, il meccanismo decisionale distribuito per raggiungere i propri obiettivi, e le interazioni sociali con gli utenti. Il progetto COACHES è stato sviluppato in collaborazione tra Sapienza Università di Roma (Italia), University of Caen (Francia), Vrije Universiteit Brussel (Belgio) e Sabanci University (Turchia) nel triennio 2014-2017. Diverse sperimentazioni con due robot COACHES in ambienti pubblici (un esempio è presente in Figura 1) hanno consentito di effettuare una attenta e completa valutazione delle componenti sviluppate in un ambiente reale.

¹<http://coaches.greyc.fr/>



Figura 1: Robot COACHES nel centro commerciale in Caen (Francia).

In questo articolo, viene offerta una panoramica dei problemi affrontati e delle soluzioni proposte relativi ai temi di ricerca principalmente investigati dal gruppo di ricerca della Sapienza Università di Roma. In particolare, i principali obiettivi di ricerca e di sviluppo sono stati: 1) formalismi di rappresentazione dell'ambiente e degli utenti basati su rappresentazione esplicita della conoscenza; 2) metodi di interazione multi-modale e di breve durata per l'interazione tra robot e utenti non esperti; 3) meccanismi di decisioni e ragionamento distribuito, che possa essere impiegato in condizioni di incertezza per la pianificazione collettiva di azioni di assistenza, guida e consegna; 4) algoritmi di navigazione sicura ed efficiente per robot mobili operanti in ambienti pubblici popolati.

2 Contributi principali

L'architettura generale del sistema e lo sviluppo delle sue componenti sono descritte in maggior dettaglio in [4; 5]. In questo articolo, forniremo una breve descrizione delle tecniche di ragionamento distribuite, di interazione uomo-robot e di navigazione sicura in ambienti popolati sviluppate e sperimentate durante il progetto.

2.1 Tecniche decisionali decentralizzate per sistemi multi-robot cooperativi

Il formalismo di modellazione e le procedure di ragionamento per lo sviluppo della componente di decision making distribuito dei robot usano su un modello innovativo basato su Markov Decision Process (MDP) opportunamente integrato con un sistema di esecuzione e monitoraggio dei piani potente e robusto [2]. Il metodo proposto consente di generare piani complessi e robusti mediante le seguenti fasi: 1) creazione di un modello basato su MDP, 2) generazione della policy ottima, 3) trasformazione in un piano usando il formalismo Petri Net Plans (PNP), 4) applicazione di regole di esecuzione per trasformare il piano ottenuto nella fase precedente in un piano robusto che tiene conto di incertezze e imprecisioni nel modello, 5) esecuzione del piano robusto. Un simile approccio è stato studiato utilizzando pianificatori condizionali per la generazione dei piani [6]. Diverse sperimentazioni hanno dimostrato l'efficacia dell'approccio nella generazione di piani molto complessi, ma allo stesso tempo robusti, ovvero in grado di portare a termine il compito in maniera efficace anche al verificarsi di situazioni non modellate e non previste al momento della pianificazione.

Infine l'integrazione tra il sistema decisionale multi-robot e le componenti di navigazione e di interazione uomo-robot è stata realizzata mediante l'interfaccia tra il sistema di esecuzione dei piani basato su Petri Net Plans (PNP) e le componenti di navigazione e interazione uomo-robot in esecuzione sul robot, implementate come servizi software nel robot.

2.2 Interazione uomo-robot multi-modale

Una funzionalità principale dei robot COACHES è stata quella di interazione uomo-robot, in particolare basata su riconoscimento vocale, per il quale, sulla base dell'esperienza in lavori precedenti, si è scelto di usare un approccio a grammatiche. In aggiunta al riconoscimento vocale, sono state implementate altre modalità interattive (in particolare una GUI sul touch screen del robot) e una tecnica per definire e produrre interazioni personalizzate, in base a lingua, età, genere, e altre informazioni possibilmente disponibili sugli utenti [3]. Il vantaggio principale dell'uso di interazioni multi-modali e personalizzate consiste nell'aumento del coinvolgimento degli utenti nell'interazione.

Tutte le funzionalità sviluppate nell'ambito del progetto sono state raccolte nel software open-source MODIM (Multi-Modal Interaction Manager). MODIM è indipendente dall'applicazione ed è stato usato anche in altri scenari applicativi [1], risultando molto utile ed efficace per realizzare interazioni uomo-robot multi-modali complesse anche da parte di persone non esperte di robotica e di sviluppo di interfacce uomo-macchina.

2.3 Navigazione sicura e robusta in ambiente popolato da persone

Data la presenza di molte persone nell'ambiente, la componente di navigazione è particolarmente importante per poter avvicinare le persone in maniera appropriata e invitarle all'interazione. D'altra parte, si riscontra ovviamente una fondamentale e imprescindibile necessità di garantire la massima

sicurezza del robot quando si muove negli ambienti pubblici. Tali necessità sono a volte contrastanti in quanto una navigazione efficace per l'interazione richiede velocità e avvicinamento alle persone, che però sono elementi critici per la sicurezza. La componente di navigazione robusta e sicura è stata quindi progettata e realizzata con particolare attenzione, utilizzando una opportuna fusione di tutti i segnali provenienti dai sensori del robot e una particolare cura allo sviluppo degli algoritmi di navigazione. La componente di navigazione sviluppata è stata sperimentata con successo in diverse dimostrazioni pubbliche nelle quali non si è verificato alcun problema di sicurezza del robot nei confronti delle persone o dell'ambiente.

3 Conclusioni

Il progetto COACHES ha consentito di studiare il problema dell'intelligenza sociale di robot operanti in ambienti pubblici, consentendo di individuare quali siano i principali argomenti di ricerca che richiedono ancora approfondimenti sia di tipo scientifico che di tipo tecnologico.

Riferimenti bibliografici

- [1] P. Ferrarelli, M. T. Lázaro, and L. Iocchi. Design of robot teaching assistants through multi-modal human-robot interactions. In *Proc. of 8th Intern. Conf. on Robotics in Education (RiE)*, pages 274–286, 2017.
- [2] L. Iocchi, L. Jeanpierre, M. T. Lazaro, and A.-I. Mouaddib. A practical framework for robust decision-theoretic planning and execution for service robots. In *Proceedings of the Twenty-Sixth International Conference on Automated Planning and Scheduling, ICAPS 2016, London, UK, June 12-17, 2016.*, pages 486–494, 2016.
- [3] L. Iocchi, M. T. Lázaro, L. Jeanpierre, and A.-I. Mouaddib. Personalized short-term multi-modal interaction for social robots assisting users in shopping malls. In *Social Robotics - 7th International Conference, ICSR 2015, Paris, France, October 26-30, 2015, Proceedings*, pages 264–274, 2015.
- [4] L. Iocchi, M. T. Lázaro, L. Jeanpierre, A.-I. Mouaddib, E. Erdem, and H. Sahli. COACHES cooperative autonomous robots in complex and human populated environments. In *AI*IA 2015, Advances in Artificial Intelligence - XIVth International Conference of the Italian Association for Artificial Intelligence, Ferrara, Italy, September 23-25, 2015, Proceedings*, pages 465–477, 2015.
- [5] L. Iocchi M.T. Lazaro A. Pennisi H. Sahli E. Erdem E. Demirel V. Patoglu L. Jeanpierre, A.-I. Mouaddib. COACHES: An assistance multi-robot system in public areas. In *Proc. European Conference on Mobile Robots (ECMR)*, 2017.
- [6] V. Sanelli, M. Cashmore, D. Magazzeni, and L. Iocchi. Short-term human-robot interaction through conditional planning and execution. In *Proceedings of the Twenty-Seventh International Conference on Automated Planning and Scheduling, ICAPS 2017, Pittsburgh, Pennsylvania, USA, June 18-23, 2017.*, pages 540–548, 2017.