Navigazione di robot autonomi in ambienti indoor

Unità di Ricerca *Università di Parma*
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione
Viale delle Scienze - 43100 Parma - Italy
e-mail responsabile UR: conte@ce.unipr.it

1 Requisiti

Obiettivo della attività di ricerca è lo studio e la realizzazione di sistemi robotici autonomi, in grado di operare anche in ambienti dinamici o non totalmente strutturati. A tale scopo un sistema robotico deve disporre di adeguata sensorialità e mobilità, per percepire i cambiamenti nell'ambiente e reagire ad essi, e di capacità di adattamento ed eventualmente di ragionamento, per intraprendere un appropriato insieme di azioni in risposta agli eventi.

Il sistema specifico descritto in questa scheda è rivolto in particolare alla navigazione autonoma in ambienti di tipo ufficio. Lo scenario applicativo è quello della robotica di servizio, che prevede l'impiego di robot mobili per compiti di trasporto (ad es. robot "postino" o "commesso"), di assistenza (ad es. robot "ospedaliero") o di sorveglianza. L'attività di ricerca della U.R. è stata rivolta allo sviluppo di tecniche di rappresentazione topologica dell'ambiente di lavoro fondate sui comportamenti motori e le capacità percettive di base. La rilevazione dei luoghi salienti dell'ambiente (*landmark*) è ottenuta sia mediante la percezione dei sonar e degli infrarossi (per le porte) sia osservando i tratti rettilinei di traiettoria compiuti sotto il controllo del comportamento di *boundary following* (per le pareti). Sono state investigate tecniche di localizzazione (sia deterministiche che probabilistiche) e di pianificazione del percorso all'interno delle palazzine del Dipartimento.

2 Architettura di realizzazione

La U.R. dispone di due piattaforme mobili di caratteristiche simili, un Nomad 200 di Nomadic Technologies e un B14 di Real Word Interface. Entrambe le basi sono corredate da un'ampia dotazione sensoriale (16 ultrasuoni, 16 infrarossi e 20 sensori di contatto, bussola, telecamera montata su una testa a 2 gradi di libertà) e da un controllore basato su PC operante sotto Linux interconnesso alla rete locale del Dipartimento mediante un collegamento radio Ethernet.

Le due piattaforme mobili offrono ambienti di programmazione concorrente e distribuita forniti dai rispettivi costruttori. L'ambiente BeeSoft di RWI fornisce una libreria di scambio messaggi, un supporto per lo scheduling di attività di controllo ed un insieme di funzionalità avanzate (interpretazione sensoriale, mapping e pianificazione) implementate come processi Unix.

Per quanto riguarda il Nomad 200, la semplice architettura client-server preesistente è stata estesa in termini di esecuzione multithreaded e soft real-time. I supporti multithreading e lo scheduler POSIX disponibili in Linux consentono di dotare l'architettura complessiva di governo del Nomad di una elevata modularità (una o più thread per *behavior*) e reattività (circa 10 Hz per i sensori ad ultrasuoni e gli infrarossi).

3 Problemi principali nello sviluppo

Lo sviluppo di architetture logiche per il controllo di sistemi robotici autonomi in ambienti dinamici richiede di affrontare molteplici problemi che sono già stati riportati nella scheda "Robot manipolatore per compiti di assemblaggio in ambiente dinamico". È da sottolineare che, nel caso delle piattaforme mobili, tali problemi risultano ancora più accentuati a causa della più ampia dotazione sensoriale e della estrema variabilità delle condizioni operative.

3.1 Soluzioni parziali adottate

L'architettura logica utilizzata per l'organizzazione del controllo delle piattaforme mobili è di tipo ibrido ed analoga a quella utilizzata nel sistema di controllo del manipolatore. Il sistema operativo general-purpose utilizzato è in questo caso Linux, che offre solo una parte delle funzionalità orientate all'elaborazione soft real-time presenti in Solaris 2.x. L'architettura di governo della piattaforma Nomad, allo stato attuale, sfrutta solo parzialmente i supporti per la programmazione real-time e multithread offerti da questo sistema operativo. È in corso presso la UR una parziale revisione dell'architettura di governo orientata ad ottenere una maggiore integrazione dei supporti real-time e multithread di Linux.

4 Pubblicazioni e riferimenti

Dei riferimenti che seguono, [1, 2] descrivono la rappresentazione spaziale qualitativa e i comportamenti motori e sensoriali. In [3] vengono illustrate la piattaforma mobile ed una tecnica di navigazione per robot mobili basata sull'inseguimento visuale di tracce dipinte sul pavimento.

Relativamente alle problematiche di tempo reale è in corso di stesura presso la UR un lavoro, da sottoporre a sedi scientifiche, che sarà dedicato alla descrizione dell'architettura di governo multithread e soft real-time della piattaforma mobile Nomad 200.

I riferimenti [4, 5] descrivono tecniche di apprendimento spaziale, sia di tipo metrico che topologico, e modalità di navigazione probabilistica. In [6] sono illustrate le principali problematiche degli apparati sensoriali e di attuazione dei robot mobili, unitamente ad una panoramica delle tecniche di autolocalizzazione.

References

[1] G. Beccari, S. Caselli, F. Zanichelli, D. Diemmi, "Inducing Topological Maps from Task-Oriented Perception and Exploratory Behaviors", Procs. 2nd. Euromicro Workshop on Advanced Mobile Robots, EUROBOT '97, Brescia, Ottobre 1997.

[2] G. Beccari, S. Caselli, F. Zanichelli, "Qualitative Spatial Representations from Task-Oriented Perception and Exploratory Behaviors", verrà pubblicato su *Robotics and Autonomous Systems*.

[3] G. Beccari, S. Caselli, F. Zanichelli, A. Calafiore, "Vision-based Line Tracking and Navigation in Structured Environments", CIRA '97, IEEE Int. Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation, Monterey, CA, Luglio 1997.

[4] S. Thrun, "An Approach to Learning Mobile Robot Navigation", *Robotics and Autonomous Systems*, 15, p. 301-319, 1996.

[5] R. Simmons and S. Koenig, "Probabilistic Navigation in Partially Observable Environments", IJCAI '95, Montreal Canada, Luglio 1995.

[6] J. Borenstein, H.R. Everett, L. Feng, "Navigating Mobile Robots: Sensors and Techniques", A.K. Peters Ltd, Wellesley, MA, 1996.