

CONFORMISMO ED INDIPENDENZA SOCIALE PER IL CONTROLLO DI ROBOT SIMULATI IN COMPITI COLLETTIVI

Gianluca Baldassarre*^o, Stefano Nolfi*

**Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione, Consiglio Nazionale delle Ricerche*

^oFacoltà di Psicologia, Seconda Università di Napoli

baldassarre@ip.rm.cnr.it

Introduzione

Negli ultimi anni l'intelligenza artificiale ha iniziato a dedicare notevole attenzione allo studio di comportamenti collettivi di agenti artificiali. Spesso il mondo animale è stato la fonte di ispirazione primaria per la formulazione di meccanismi di controllo degli agenti stessi (Reynolds, 1993; Werner e Dyer, 1993; Ward et al., 2001). Questa ricerca è stata motivata dall'intento di utilizzare il mondo delle relazioni sociali umane come universo da cui attingere idee per risolvere compiti di intelligenza artificiale collettiva. La ricerca si è focalizzata sulla possibilità di utilizzare meccanismi di conformismo sociale per consentire il coordinamento dell'azione di alcuni robot simulati, e meccanismi di indipendenza sociale (qui intesa come tendenza opposta al conformismo) per la soluzione di compiti dove sono presenti forze che si oppongono all'azione di gruppo.

Metodo

La ricerca ha utilizzato un gruppo di quattro robot simulati attraverso VortexTM, un insieme di librerie commerciali, scritte in linguaggio C++, che consentono di riprodurre le interazioni dinamiche di corpi fisici in tre dimensioni. Il problema studiato prende in considerazione dei robot fisicamente agganciati l'uno all'altro così da formare una fila il cui compito consiste nello "scegliere" una direzione di movimento comune e muoversi il più velocemente possibile in quella direzione. Ogni robot è costituito da uno chassis con due ruote motrici laterali e due ruote passive omnidirezionali davanti e dietro. Montata sullo chassis vi è una "torretta" cilindrica dotata di un "braccio" con cui il robot può essere agganciato alla torretta di un altro robot. La torretta può ruotare facendo perno sullo chassis, in modo che quando il robot è agganciato ad un altro robot lo chassis sia comunque libero di orientarsi e muoversi verso una qualsiasi direzione. L'aspetto più interessante dei robot, e della ricerca stessa, è costituito dal loro apparato sensoriale costituito da un unico sensore. Questo sensore indica a ciascun robot l'intensità e la direzione (sul piano) della forza che la torretta esercita sullo chassis.

L'informazione prodotta da questo sensore è molto importante in quanto riesce a sintetizzare la discrepanza esistente tra la direzione in cui lo chassis sta cercando di muoversi e quella in cui si sta muovendo il resto del gruppo di robot. Infatti la torretta integra fisicamente tutte le forze con cui il robot viene tirato o spinto dagli altri robot agganciati ad esso.

Ogni robot è controllato da una rete neurale a due strati a propagazione in avanti del segnale. La rete neurale ha due unità di uscita sigmoidali con bias che codificano l'attivazione delle due ruote motrici, e quattro unità di input che codificano la direzione e l'intensità rilevate dal sensore di trazione. I pesi di questa rete neurale sono evoluti mediante un algoritmo genetico (Nolfi e Floreano, 2000) funzionante come segue: (a) viene generata una popolazione casuale di 100 DNA, ognuno codificante i pesi della rete neurale descritta; (b) vengono creati 100 gruppi di robot, ciascuno corrispondente ad un DNA: ogni robot del gruppo è controllato da una identica rete neurale corrispondente a questo DNA (il fatto che un DNA codifichi il sistema di controllo di tutti i robot di un gruppo favorisce l'emergenza comportamenti cooperativi all'interno del gruppo stesso); (c) ogni gruppo viene testato con il compito descritto, ed i migliori 20 gruppi (DNA) sono utilizzati per creare una seconda generazione di

gruppi (DNA) mutati casualmente rispetto alla generazione precedente; (d) questo processo di creazione dei gruppi, test e selezione è ripetuto per 100 generazioni.

Risultati

I risultati mostrano l'emergere di una strategia comportamentale (sistema di controllo neurale) per la soluzione del problema del coordinamento basata sul conformismo. Dei test sul comportamento mostrano che quando i robot sono fatti partire da una situazione in cui i loro chassis hanno degli allineamenti diversi scelti a caso, essi iniziano a muoversi in diverse direzioni ma poi cercano di orientare il proprio chassis nella direzione di marcia prevalente nel gruppo e rilevata dal sensore di trazione. Questo porta rapidamente all'emergere di una direzione comune di movimento per l'intero gruppo (e diversa per ogni test) per un meccanismo di feedback positivo che amplifica i minimi allineamenti iniziali esistenti tra gli chassis dei robot per ragioni casuali. Altri test condotti con un numero superiore di robot e con formazioni diverse mostrano che questa strategia continua a funzionare anche in situazioni molto diverse da quelle in cui è stata evoluta.

Durante questi test si è notato che accanto al prevalente comportamento conformista descritto, ciascun robot era caratterizzato anche da una certa "indipendenza sociale" manifestata con il perseveramento del movimento in una certa direzione finché l'intensità della trazione non superava una certa soglia. Questa tendenza ha suggerito la possibilità di utilizzare la strategia evoluta per risolvere un altro problema, quello in cui dei robot sono direttamente agganciati ad un oggetto ed il loro compito è quello di trascinarlo il più lontano possibile in qualsiasi direzione. In effetti un test con questo compito ha mostrato che le tendenze conformistiche consentono ai robot di coordinare la direzione del moto tirando e spingendo l'oggetto in diverse direzioni, mentre l'indipendenza sociale consente ad essi di trascinare l'oggetto nonostante questo eserciti una certa resistenza al moto. Senza indipendenza sociale il conformismo renderebbe impossibile la soluzione del compito in quanto la minima resistenza al moto incontrata a causa dell'oggetto indurrebbe i robot a cambiare immediatamente la direzione del moto stesso, e non consentirebbe ad essi di convergere su un'unica direzione.

Conclusioni

I risultati mostrano che le interazioni umane costituiscono un' importante fonte di ispirazione per la ricerca di meccanismi da utilizzare per la soluzione di problemi di intelligenza artificiale collettiva.

Riferimenti bibliografici

- Baldassarre G., Nolfi S., Parisi D. (2003). Evolution of collective behaviour in a team of physically linked robots. In Gunther R., Guillot A., Meyer J.-A. (eds.), *Applications of Evolutionary Computing - Proceedings of the Second European Workshop on Evolutionary Robotics (EvoROB)*, pp. 581-592. Berlin: Springer Verlag.
- Nolfi S. & Floreano D. (2000). *Evolutionary Robotics*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Reynolds C.W. (1993). An evolved, vision-based behavioral model of coordinated group motion. In Meyer J.A., Roitblat H.L., Wilson S.W. (eds.), *From Animals to Animats 2: Proceedings of the second international conference on the simulation of adaptive behaviour*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Ward C.R., Gobet F. & Kendall G. (2001). *Evolving collective behavior in an artificial ecology*. Artificial Life. Vol. 7, pp. 191-209.
- Werner G.M. & Dyer M.G. (1993). Evolution of herding behavior in artificial animals. In Meyer J.A., Roitblat H.L., Wilson S.W. (eds.), *From Animals to Animats 2: Proceedings of the second international conference on the simulation of adaptive behaviour*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.