

Compartilhamento de informação na coordenação de sistemas multi-robóticos

Antonio Luiz Basile
Prof. Flávio Soares Corrêa da Silva
IME - USP

3 de abril de 2004

1 Introdução

Na última década houve intensa pesquisa em sistemas multi-robóticos, seja por serem estes uma extensão natural de sistemas multi-agentes, seja pela demanda por sistemas capazes de realizar tarefas perigosas (recolhimento de lixo atômico, vigilância, exploração planetária, busca e resgate, etc) bem como realizar tarefas fatigantes aos humanos (manutenção industrial, manufatura, etc) [Par00, DJMW96, CFK95, INS01, Par98, GM00, GVS⁺01, GM01, GM02a, GM02b, GM03]. O uso de vários robôs ao invés de um robô monolítico capaz de se encarregar de tudo parece mais adequado a muitas destas tarefas, até porque muitas delas são atualmente realizadas por grupos de humanos. Algumas alternativas para um projeto de sistemas multi-robóticos são:

- 1) Se o sistema será composto por robôs que cooperam para a realização da tarefa ou se competem entre si.
- 2) Se os robôs realizam coordenadamente a tarefa ou não.
- 3) Se o sistema é homogêneo ou heterogêneo, quanto aos modelos de robôs.

2 Motivação

No estudo de sistemas multi-robóticos cooperativos heterogêneos, um ponto de grande relevância para o sucesso na realização das tarefas é a escolha de qual robô deve realizar qual tarefa (ou tarefas) e aos que já encontram-se alocados, se há a necessidade de realocação.

Para incrementar a eficiência do sistema, muitos pesquisadores utilizam alguma métrica para efetuar a escolha do robô para determinada tarefa em conjunto a um esquema de leilões inspirado no contract net protocol [Smi80, San93, Zlo04]. A métrica mais usualmente utilizada é alocar-se o robô mais apto, onde por "mais apto" entende-se o robô que possua as características mais adequadas na realização da tarefa, em relação a seus pares. Esta característica do robô pode ser desde uma aptidão nata (se pode ou não locomover-se, qual sua velocidade de locomoção, qual o custo para efetuar a locomoção, comunicação, etc) até seu status corrente (a que distância encontra-se o robô do alvo, se está ou não impossibilitado de sair de uma sala, etc).

3 Plano de Estudos

Este trabalho explorará uma forma de avaliação (métrica) pouco usual em alocação de tarefas para sistemas multi-robóticos heterogêneos [Bot98, SB99]. Pesquisarei a viabilidade ou não do uso do plano que cada robô efetua para realizar dada tarefa, como métrica, ou seja, compararei os planos dos robôs entre si, escolhendo o robô que parece ter o melhor plano. Será também discriminado os pontos fortes e fracos de tal abordagem se comparada com outras abordagens. A escolha de uma linguagem de programação mais adequada para o domínio escolhido [GLL00, GL99, GLLS02], e a justificativa de tal escolha, também fazem parte deste documento, bem como uma rápida descrição dos tipos de leilões mais adotados em sistemas multi-robóticos [San00, San98, Smi80, San93, Zlo04].

Referências

- [Bot98] Silvia Botelho. A distributed scheme for task planning and negotiation in multi-robot systems, 1998.
- [CFK95] Yu Uny Cao, Alex S. Fukunaga, and Andrew B. Kahng. Cooperative mobile robotics: Antecedents and directions. Technical Report 950049, 1995.
- [DJMW96] G. Dudek, M. Jenkin, E. Milios, and D. Wilkes. A taxonomy for multi-agent robotics, 1996.
- [GL99] G. De Giacomo and H. Levesque. An incremental interpreter for high-level programs with sensing, 1999.

- [GLL00] Giuseppe De Giacomo, Yves Lesperance, and Hector J. Levesque. Congolog, a concurrent programming language based on the situation calculus. *Artificial Intelligence*, 121(1-2):109–169, 2000.
- [GLLS02] Guiseppe De Giacomo, Yves Lespérance, Hector J. Levesque, and Sebastian Sardiña. On the semantics of deliberation in indigolog - from theory to implementation (extended abstract), 2002.
- [GM00] Brian P. Gerkey and Maja J. Matarić. Murdoch: Publish/subscribe task allocation for heterogeneous agents. In *International Conference on Autonomous Agents*, pages 203–204, Barcelona, Spain, Jun 2000. (Also appears as a Student Abstract in Proc. of the National Conf. on Artificial Intelligence (AAAI), Austin, Texas, Aug 2000).
- [GM01] Brian P. Gerkey and Maja J. Matarić. Principled communication for dynamic multi-robot task allocation. In D. Rus and S. Singh, editors, *Experimental Robotics VII, LNCIS 271*, pages 253–362. Springer-Verlag, Berlin, 2001. (Also appears in Proc. of the Intl. Symp. on Experimental Robotics (ISER), Waikiki, Hawaii, Dec 2000).
- [GM02a] Brian P. Gerkey and Maja J. Matarić. Pusher-watcher: An approach to fault-tolerant tightly-coupled robot coordination. In *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, pages 464–469, Washington, DC, May 2002. (Also Technical Report IRIS-01-403).
- [GM02b] Brian P. Gerkey and Maja J. Matarić. Sold!: Auction methods for multi-robot coordination. *IEEE Transactions on Robotics and Automation, Special Issue on Multi-Robot Systems*, 18(5):758–768, Oct 2002. (Also Technical Report IRIS-01-399).
- [GM03] Brian P. Gerkey and Maja J. Matarić. Multi-robot task allocation: Analyzing the complexity and optimality of key architectures. In *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Taipei, Taiwan, Sep 2003. (Also Technical Report CRES-02-005).
- [GVS⁺01] Brian P. Gerkey, Richard T. Vaughan, Kasper Stoy, Andrew Howard, Gaurav Sukhatme, and Maja J. Matarić. Most valuable player: A robot device server for distributed control. In

IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robotics and Systems, pages 1226 – 1231, 2001.

- [INS01] Luca Iocchi, Daniele Nardi, and Massimiliano Salerno. Reactivity and deliberation: A survey on multi-robot systems. *Lecture Notes in Computer Science*, 2103:9–??, 2001.
- [Par98] L. Parker. Alliance: An architecture for fault-tolerant multi-robot cooperation, 1998.
- [Par00] Lynne E Parker. Current state of the art in distributed autonomous mobile robotics. In George Bekey Lynne E Parker and Jacob Barhen, editors, *Distributed Autonomous Robotic System 4*, pages 3–12. Springer-Verlag, Tokyo, October 2000. ISBN: 4-431-70295-4.
- [San93] T. W. Sandholm. An implementation of the contract net protocol based on marginal cost calculations. In *Proceedings of the 12th International Workshop on Distributed Artificial Intelligence*, pages 295–308, Hidden Valley, Pennsylvania, 1993.
- [San98] T. Sandholm. Contract types for satisficing task allocation: I theoretical results, 1998.
- [San00] Tuomas Sandholm. Issues in Computational Vickrey Auctions. *International Journal of Electronic Commerce*, 4(3):107–129, 2000.
- [SB99] R. Alami Silvia Botelho. M+: a scheme for multi-robot cooperation through negotiated task allocation and achievement, 1999.
- [Smi80] R. Smith. The contract net protocol: High-level communication and control in a distributed problem solver. *IEEE Transactions on Computers*, 29(12):1104–1113, 1980.
- [Zlo04] Robert Zlot. Complex task allocation for multirobot coordination. A thesis proposal, March 2004.