

멀티 태스크 수행을 위한 멀티에이전트의 동적 협력그래프 생성과 MAX-PLUS 방법을 통한 행동결정

김 정국*, 임 기현, 이 상훈, 서 일홍
한양대학교

Action Selection of Multi-Agent by dynamic coordination graph and MAX-PLUS algorithm for Multi-Task Completion

Jeong-Kuk Kim*,
Hanyang University
E-mail : *jkkim@incorl.hanyang.ac.kr

Abstract

In the multi-agent system for a single task, the action selection can be made for the real-time environment by using the global coordination space, global coordination graph and MAX-PLUS algorithm. However, there are some difficulties in multi-agent system for multi-tasking. In this paper, a real-time decision making method is suggested by using coordination space, coordination graph and dynamic coordinated state of multi-agent system including many agents and multiple tasks. Specifically, we propose locally dynamic coordinated state to effectively use MAX-PLUS algorithm for multiple tasks completion. Our technique is shown to be valid in the box pushing simulation of a multi-agent system.

I. 서론

멀티에이전트 시스템(Multi-Agent System)에서 협력 공간(Coordinated State)[1], 협력그래프(Coordination Graph, CG)[3], MAX-PLUS 방법[3]을 이용하여 실시간으로 협력 행동(joint action)을 결정되도록 하는 연구가 널리 이루어

감사의 글

본 연구는 정보통신부에서 수행되고 있는 'URC 를 위한 컴포넌트 기술 개발 및 표준화' 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

어져 왔다. 이 방법은 단일 태스크(task)를 위한 멀티에이전트 시스템에서 실시간 행동결정을 할 수 있다[3].

다수의 태스크를 수행하기 위해서 멀티에이전트 시스템의 경우, 기존의 방법은 다수의 태스크를 수행하기 어렵고, 협력 그래프를 설계하는데 어려움이 많으며, 동적으로 변화하는 작업환경에서 적용하기에 어려움이 있다.

본 논문에서는 단일 협력공간을 분리하고, 에이전트의 협력공간 페이오프(payload)를 이용한 최적의 부분 협력공간 선택을 통해서 전체 협력그래프를 부분 협력 그래프로 분리하는 방법을 제안한다.

본 논문에서 제안한 방법을 멀티에이전트 박스 밀기 태스크에 적용하였다.

II. 협력공간과 협력공간 페이오프

다수의 태스크를 수행하기 위하여 Dynamic Coordinated State(DCS)를 정의 한다. DCS 는 에이전트가 수행해야 하는 다수 개 각각의 Task 를 위한 CG 중 에이전트 각각이 선택한 CG 를 가리킨다.

에이전트는 시스템 내에서 협력이 필요한 태스크마다 협력 범위를 정하고, 협력공간에 따라 CG 를 정한다. 에이전트는 정의된 모든 CG 의 페이오프(Payoff)를 구하고, 페이오프가 최대가 되는 협력공간을 선택한다.

다수의 에이전트를 포함하는 단일 협력그래프의 행

동결정보다 소수의 에이전트를 포함하는 다수의 부분 협력그래프 각각의 행동결정이 보다 효율적이며, 동적으로 변화하는 작업 환경에서 최적의 협력 공간을 선택할 수 있게 해준다.

III. 모의 실험 결과

그림 1과 같이 박스 밀기 시뮬레이터는 전체공간의 크기가 400 픽셀 x 400 픽셀, 에이전트 반지름이 15 픽셀, Box의 반지름이 30 픽셀, 배터리 충전기(BS) 반지름이 15 픽셀, 박스 협력공간의 반지름이 60 픽셀, 배터리 충전기 협력공간의 반지름은 45 픽셀로 설정한다. 에이전트는 한 스텝 타임(step time) 당 1 픽셀 전진 또는 1도 회전, 박스가 두 에이전트에 의해 한 스텝 타임 동안 밀렸을 때 1 픽셀 이동하도록 설정한다. 에이전트 배터리는 최초 100에서, 전진 또는 회전 시 한 스텝 타임 동안 0.001 감소, 20 이하가 되면, 배터리 충전기로 이동하고, 배터리 충전 후 다시 100이 되도록 설정한다.

그림 2에서 에이전트의 개수가 두 개 증가함에 따라 하나의 박스를 추가하고, 박스 하나를 미는 에이전트의 수를 두 개로 정한다. 각 에이전트 마다 가까운 이웃에이전트 두 개를 결정하여, 이 이웃들을 협력그래프상의 에이전트 별 이웃으로 정한다. 그림 2의 점선은 전체 협력그래프에 대해서 MAX-PLUS 방법을 수행한 것이고, 그림 2의 실선은 전체 협력그래프를 협력공간으로 분리한 동적 협력그래프 별로 MAX-PLUS 방법을 수행한 것이다.

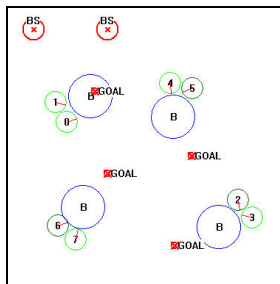


그림 1 박스 밀기 시뮬레이터

그림 2에서 단일 협력공간을 이용한 경우 에이전트의 개수가 증가할수록 태스크 수행시간이 기하급수적으로 증가하고 있다. 부분 협력공간을 이용한 경우 에이전트의 개수가 증가하더라도, 태스크 수행시간이 비교적 일정하다.

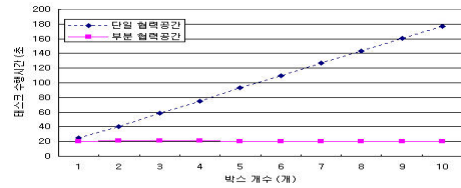


그림 2 태스크 개수의 변화

IV. 결론 및 고찰

다수 태스크를 포함하는 멀티에이전트 시스템에서 그림 2의 점선과 같이 박스의 개수가 증가할 경우, 태스크 수행시간이 기하급수적으로 증가한다. 이 문제의 해결방법으로 DCS 를 정의하였고, 에이전트가 최적의 DCS 를 선택하는 방법을 제시하였고, 이 방법을 적용한 경우, 그림 2의 실선과 같이 태스크의 개수가 증가할 경우에도 태스크 수행시간은 일정하게 유지된다. 다수 태스크를 수행하는 멀티에이전트 시스템에서 DCS 와 협력그래프, MAX-PLUS 방법을 이용하면 실시간 행동결정을 할 수 있게 된다.

DCS 와 DCS 페이오프 정의에 따라서 멀티에이전트 시스템의 성능이 달라질 수 있기 때문에, DCS 와 DCS 페이오프에 의한 시스템 성능변화에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Guestrin, C., Venkataraman, S., & Koller, D: Context-specific multiagent coordination and planning with factored MDPs. Proc. 8th Nation. Conf. on Artificial Intelligence. Edmonton, Canada, (2002b).
- [2] G.Inalhan, D.M.Stipanovic, and C.J.Tomlin. Decentralized optimization with application to multiple aircraft coordination. In Proc. IEEE Int. Conf. on Decision and Control, Las Vegas, Nevada, 2002.
- [3] N. Vlassis, R.Elhorst, J. R. Kok: Anytime algorithms for multiagent decision making using coordination graphs. IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 2004.
- [4] J. R. Kok, M. T. J. Spaan, and N. Vlassis. Multi-robot decision making using coordination graphs. In Proc. 11th Int. Conf. on Advanced Robotics, Coimbra, Portugal, June 2003.