

동적 확장성을 지원하는 이동에이전트 기반 협업 그룹관리 기법 설계

조현진*, 김구수*, 엄영익*

*성균관대학교 컴퓨터공학과

e-mail : {hjcho, gusukim, yieom}@ece.skku.ac.kr

Design of Mobile Agent Based Cooperation Group Management Scheme for Dynamic Scalability

Hyun Jin Cho*, Gu Su Kim*, Young Ik Eom*

*Department of Computer Engineering,
Sungkyunkwan University

요 약

에이전트 협업은 다수의 에이전트가 하나의 업무에 참가하는 것을 말한다. 물리적인 위치 제약에서 자유로운 이동 에이전트는 네트워크상의 여러 호스트 들을 이동하면서 작업을 수행할 수 있다. 이러한 이동 에이전트로 협업을 할 때 멤버 에이전트의 위치와 할당된 업무를 제어하는 중앙 관리 에이전트가 필요하다. 중앙 관리 에이전트는 요청 받은 업무를 분할하여 이 업무를 수행할 수 있는 에이전트들과 협업을 한다. 중앙 관리 에이전트 역시 이동에이전트 라는 점을 이용하여 한 장소에서만 협업을 하는 것이 아니라 협업 수행 중 또 다른 협업이 필요하게 되면 다른 네트워크로 이동하여 협업 그룹을 생성할 수 있다. 본 논문에서는 이동에이전트를 이용해서 위치에 제약을 받지 않는 협업과 로컬/리모트 상의 중앙 관리 에이전트간 통신을 통해 협업 그룹을 동적으로 확장할 수 있는 그룹관리 기법을 제안한다.

1. 서론

에이전트란 사용자를 대신해서 어떠한 작업을 자동으로 해결하여 주는 소프트웨어라고 할 수 있다[1]. 이러한 기본적인 에이전트의 특성을 확장한 개념의 하나인 이동 에이전트(mobile agent)는 분산 컴퓨팅 환경에 동적으로 이식이 가능하며(portability), 사용자가 요구하는 작업을 특정한 호스트로 이동하여(code mobility) 수행할 수 있으며 다른 에이전트의 직접적인 지시나 간섭 없이도 스스로 판단하여 행동하는 자율성을 가진다[2]. 이동 에이전트는 사용자의 작업을 자율적으로 수행하는데 있어서 에이전트 단독으로 해결할 수 없을 만큼 큰 업무를 수행해야 되는 경우도 있다. 이런 상황이 발생하면 다른 에이전트와의 협업을 통해서 문제를 해결할 수 있다.

에이전트는 자신들의 정보를 공유하기도 하고, 다른 에이전트가 가지고 있는 메소드를 호출하면서 자

신들의 업무를 수행한다. 즉, 에이전트간 협업 시스템(cooperative System)은 하나의 업무를 여러 에이전트들 간 업무 분할이나 정보 공유를 통해서 해결해 나가는 것을 말한다[3].

본 논문에서는 이동 에이전트간 협업을 하기 위한 그룹 관리 기법에 대해서 설명한다. 2 장에서는 에이전트 협업 시스템의 관련연구와 필요한 기술들에 대하여 설명 하겠으며, 3 장에서는 본 논문의 핵심 주제라고 할 수 있는 에이전트 그룹관리에 대해서 기술 하겠다. 마지막으로 4 장에서는 그룹관리 시스템의 결론과 향후 연구과제에 대해서 기술한다.

2. 관련연구

2.1 에이전트 협업 시스템

에이전트 협업 시스템은 하나의 에이전트로 해결하지 못하는 복잡한 문제의 해결을 위하여 여러 에이전트간의 협력을 통해 작업을 수행하는 것을 말한다

** 이 논문은 2003년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2003-041-D20420).

[3][4]. 독립적인 에이전트는 사용자의 명령이나, 주위 상황을 인식한 정보에 따라서 문제를 해결하는데 하나의 에이전트가 모든 기능과 정보들을 다 갖출 수는 없으므로 자신이 해결하지 못하는 부분은 다른 에이전트와 협업을 통해 해결 해야 한다. 협업 수행 시 독립적인 에이전트간 통신을 통해 협력 업무를 수행할 수도 있지만, 하나의 업무를 세세한 부분으로 나누고 각 세부 기능마다 별도의 에이전트를 구성해 작업의 최종 목표에 달성할 수도 있다. 이러한 다중에이전트를 이용한 협업시스템에 대한 연구는 계속 진행되고 있으며 관련연구로 EMAF, ARCHON, JATLite, FIPA, ICOMA, General Magic 등이 있다. 이 중 EMAF, JATLite는 협업을 관리하는 에이전트가 있는 중앙 집중형 협업 시스템이며 나머지 시스템은 중앙 관리자가 없는 자율적 개방 시스템이다.

2.2 에이전트 협업 시스템 필요 요소

하나의 업무를 수행하기 위해 다중 에이전트를 그룹으로 생성해서 협업 시스템을 구성하는데 가장 어려운 점은 에이전트간 이형질성(heterogeneity)이라고 할 수 있겠다. 하나의 에이전트 기반 구조는 이러한 이형질성을 극복하기 위해 에이전트간 협조를 위한 통일된 통신언어와 에이전트간의 상호참조를 지원하기 위한 조정 에이전트(coordination agent)들, 그리고 이들을 이용한 체계적인 참조 프로토콜(reference protocol)을 기본적으로 지원해야 한다[5].

2.3 협업 분산 에이전트 시스템의 종류

협업 분산 에이전트를 정의하면 하나의 에이전트로 해결하지 못하는 복잡한 문제 해결을 위하여 협력하는 다중 에이전트 시스템이라고 할 수 있다. 이러한 협동 에이전트를 분류해 보면 3 가지로 구분할 수 있다[6]. 협업 시스템의 분류는 <표 1>과 같다.

<표 1> 분산 협업 시스템의 종류

협동 에이전트 시스템의 종류	특징
specification sharing agent system	한 에이전트가 문제 분할, 다른 에이전트에 할당, 질의가 세분되어 모두 동등한 자격으로 작업 수행한다.
contract agent	한 에이전트가 문제분할, 해당 정보요구 브로드캐스팅, 해결능력이 있는 에이전트들이 참가 모두 동등한 자격으로 작업 수행한다.
federated system	계층적으로 배열된 구조로, 중앙 관리 에이전트에 의해 통제됨, 관리 에이전트들이 정보 요구를 브로드캐스팅 하고, 해결능력이 있는 에이전트들이 수행한다.

specification sharing agent system 은 단일 에이전트가 자신에게 할당된 업무를 분할하여 다른 에이전트들에게

분할된 업무를 강제적으로 할당시키는 기법이다. contract agent 역시 자신의 업무를 에이전트들에게 분할시키는 방법을 통해 협업을 수행하는데 첫 번째 협업 시스템과 다른 점은 업무를 할당하는 데 있어 강제적이 아닌 자신이 필요한 업무를 브로드캐스팅 해서 응답이 오는 에이전트들과 업무를 수행하는데 있다. federated system 은 업무를 할당하는데 있어서 두 번째 방법과 동일하지만, 앞의 방법들과 가장 큰 차이점은 중앙에서 에이전트들을 관리하는 중앙 관리 에이전트(facilitator)를 두고 있다는 것이다. 세 가지 협업 시스템 모두 분할업무의 결과는 맨 처음 업무를 분담한 에이전트가 취합한다. 본 논문에서는 그룹을 이루는 에이전트들이 이동성을 가진다는 점을 고려하여 3 번째인 중앙 통제 식 협동 시스템을 선택하였다. 이동 에이전트로 이루어진 환경에서 중앙의 관리 없이 에이전트간 통신을 할 경우에는 멤버간 변경될 수 있는 위치를 저장하고 있어야 하기 때문이다. 협업 수행 중 멤버가 다른 지역으로 이주할 경우에 통신이 끊어 질 수 있고, 주기적으로 서로의 위치 정보를 주고 받아야 한다. 그룹 내 멤버 에이전트끼리의 통신은 정해진 상대와 하는 게 아니기 때문에 멤버 에이전트 이동 시 변경된 위치를 멤버 전체에게 알려야만 한다. 하지만 에이전트의 정보를 유지하는 중앙 관리 에이전트가 존재할 경우에는 위치 정보를 관리에이전트에게만 알리면 되고, 나머지 멤버 에이전트는 관리에이전트에게 상대 에이전트의 정보를 요청하기만 하면 된다.

3. 이동 에이전트를 위한 협업 그룹관리 기법

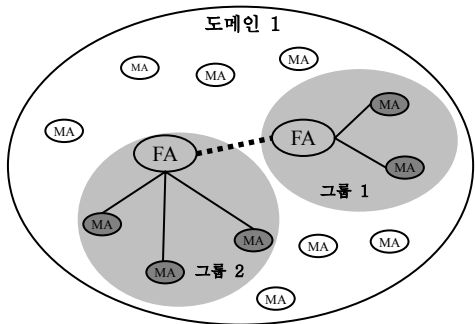
3.1 협업 분산 에이전트

위치적으로 분산되어 있는 다수의 에이전트를 하나의 가상 그룹으로 결성하고 업무를 분담해서 수행한다면 업무를 마칠 때까지 그룹을 유지할 수 있는 관리가 필요하다. 분산되어 있는 이동 에이전트들간 그룹 관리를 위해서는 그룹에 참가한 에이전트의 위치를 항상 알고 있어야만 한다. 이러한 그룹 관리는 중앙 관리 에이전트라는 중재자를 통해서 이루어 지며, 중앙 관리 에이전트는 멤버 에이전트에 대한 관리를 수행하게 된다. 따라서 중앙 관리 에이전트는 가상 에이전트 그룹의 생성과, 에이전트의 그룹참여, 그룹탈퇴의 기본적인 그룹관리 업무를 수행한다. 또한 모든 에이전트가 이동성을 가지고 있기 때문에 협업을 수행하는 도중에도 에이전트가 다른 그룹으로도 이동할 수도 있는 상황을 고려해야 한다.

3.2 시스템 구성

이동 에이전트는 하나의 도메인에 소속되어 있다. 여기서 도메인이란 중앙 관리 에이전트가 필요한 자원을 찾기 위해 브로드캐스팅을 하는 과정에서 이 신호가 미치는 범위를 말한다. 일반적으로는 다른 장치를 거치지 않고 바로 통신할 수 있는 영역을 말하며, 실 생활에서는 하나의 사무실 공간이나 집이 될 수 있다. 다중 에이전트 간 하나의 가상 그룹을 구성하는 시스템은 (그림 1)과 같다. 하나의 도메인 내 다수의

이동 에이전트들이 존재하고 있으며, 업무를 지시 받은 이동 에이전트는 중앙 관리 에이전트가 되어 업무를 분담할 수 있는 에이전트를 찾아 그룹을 생성한다.



FA: Facilitator (중앙 관리 에이전트)
 MA: Mobile Agent (도메인 내 모바일 에이전트)
 (그림 1) 에이전트 가상 그룹

또한 하나의 도메인 내 다수의 중앙 관리 에이전트가 존재할 수 있고, 관리 도메인들간의 통신을 통해서 협업 그룹의 확장도 가능하다.

3.3 중앙 관리 에이전트

3.3.1 관리에이전트의 기능

네트워크 상에 분산되어 있는 이동 에이전트들의 그룹을 관리하기 위해 관리 에이전트는 다음과 같은 기능들을 가지고 있어야 한다. 에이전트 그룹을 처음 생성하기 위해선 자신에게 할당 받은 업무를 나누거나 필요한 업무를 제공해 줄 수 있는 에이전트들의 정보를 검색해야 한다. 즉, 그룹을 생성하기 위해서는 업무를 처리하기 위한 에이전트를 찾고 그 에이전트들을 그룹에 참가시키는 기능이 필요하다. 이때 사용하는 방법이 자신이 필요한 에이전트를 찾는 메시지를 로컬 내 브로드캐스팅 하는 것이다. 만약 업무가 로컬상의 에이전트들로만 해결될 수 없다면 자신이 알고 있는 원격 도메인의 중앙 관리 에이전트에게 업무 처리를 요청하거나 새로운 중앙 관리 에이전트를 복제(clone)해서 원격 도메인으로 이주시킬 수도 있다. 중앙 관리 에이전트가 수행하는 메소드는 <표 2>에서 보인다.

<표 2> 중앙 관리 에이전트의 기능

메소드 명	기능 설명
divide_work	할당 받은 업무를 분할한다
broadcast_work	분할한 업무를 브로드캐스팅한다
result_work	업무 결과를 수신, 취합한다
init_group	새로운 그룹을 생성한다
release_group	그룹을 해제한다
send_memagt	타 그룹으로 에이전트 전송
receive_memagt	타 그룹으로부터 에이전트 수신
trace_agent_loc	멤버 에이전트의 위치를 파악한다
create_master	관리 에이전트를 새로 생성한다
migration_master	관리 에이전트를 이주시킨다

그룹 관리에서 가장 중요한 점이라 할 수 있는 것은 생성된 그룹이 업무를 마칠 때까지 그룹의 상태를 유지하는 것이라고 할 수 있다. 그룹에 참가하는 에이전트가 이동성을 가지는 이동 에이전트라는 점을 고려해서 그룹에 참가하고 있는 동안 자신의 위치를 바꿀 수 있다는 점을 염두 해 두어야 한다. 따라서 중앙 관리 에이전트는 그룹 멤버들의 정확한 위치 정보를 파악하고 있어야 한다. 멤버 에이전트는 위치가 변경되었을 때 마다 새로운 위치 정보를 중앙 관리 에이전트에게 통보한다.

3.3.2 중앙 관리 에이전트가 유지해야 할 정보들

생성된 그룹은 기존의 네트워크에는 존재하지 않았던 하나의 새로운 객체라고 할 수 있다. 협업을 수행하기 위해 생성된 그룹은 작업을 완료할 때까지 정보가 유지되어야 하며, 그 정보는 중앙 관리 에이전트가 관리하게 된다. 중앙 관리 에이전트가 관리하는 데이터의 종류에는 <표 3>에서 보인다.

<표 3> 중앙 관리 에이전트가 관리하는 정보

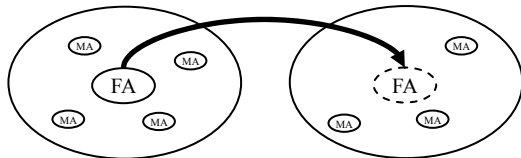
관리정보 명	정보 설명
agent_id_list	멤버 에이전트 아이디의 리스트
agent_properties	멤버 에이전트가 가지고 있는 속성
agent_assigned_work	그룹에 참가하고 있는 각 에이전트의 업무 정보
agent_location	각 에이전트의 위치 정보
agent_grpid	각 에이전트가 속한 그룹 아이디
agent_work_result	할당한 업무에 대한 결과 정보
other_facilitator_work	다른 관리 에이전트의 업무 정보
other_facilitator_loc	다른 관리 에이전트의 위치 정보

3.3.3 이동 에이전트간 협업 시나리오

도메인 내 중앙 관리 에이전트(FA: FAcilitator)와 나머지 이동에이전트는 처음부터 자신의 역할이 고정되어 있는 개체들이 아니다. 맨 처음 업무를 지시 받은 에이전트가 자신이 모든 업무를 수행 할 수 없다고 판단되면, 자신의 협업 정보를 브로드캐스팅 한다. 그 후, 이 메시지에 응답한 멤버들과 그룹이 맺어지게 되고 각 이동 에이전트(MA: Mobile Agent)에 할당된 업무와, 위치에 대한 정보를 유지하는 중앙 관리 에이전트로서의 역할을 하게 된다. 중앙 관리 에이전트는 그룹 멤버들의 정보를 유지하고 멤버 에이전트에게 동일한 그룹 아이디를 할당한다. 그룹의 업무를 총괄하기 위해서는 멤버 에이전트가 수행한 업무에 대한 결과를 유지해야 한다. 로컬/원격지에 존재하는 조정 관리 에이전트들간 통신을 해서 자신의 업무를 분담할 수 있는데 이렇게 그룹을 확장할 경우 하나의 업무를 수행하는 확장된 그룹이 되며, 더 큰 업무를 수행할 수 있다. 그룹간 업무는 중앙 관리 에이전트간 통신을 통해 이루어지며 다른 관리 에이전트의 업무나 위치에 대한 정보 역시 관리해야 한다. 협업 수행을 위해 이루어

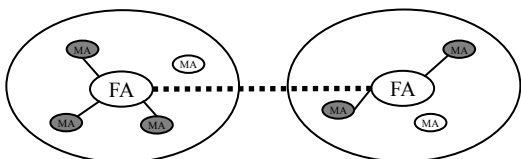
지는 시나리오는 다음과 같다.

1. 업무를 할당 받은 에이전트는 자신의 업무를 분할해서 수행할 수 있는 에이전트를 찾는다 (에이전트 요청 신호를 도메인 내 브로드캐스팅 한다).
2. 업무를 수행할 수 있는 에이전트는 브로드캐스팅 메시지에 대해 응답한다. 응답을 수신한 에이전트는 중앙 관리 에이전트가 되어 응답을 한 에이전트들과 그룹을 생성하고 정보를 유지한다. 만약 이 응답이 도메인 내 다른 관리 에이전트로부터 왔다면, 관리 에이전트들간 통신을 통해 두 그룹이 하나의 업무를 수행할 수도 있고, 필요한 에이전트를 전송 받아 그룹의 멤버로 지정할 수도 있다.
3. 관리 에이전트가 위치한 도메인 내 그룹이 모든 업무를 처리할 수 없을 경우, 중앙 관리 에이전트간 통신을 통해 협업 그룹을 확장할 수 있다. 로컬상의 중앙 관리 에이전트가 원격지의 협업 그룹과 통신을 하기 위해서는 원격지의 중앙 관리 에이전트에게 업무 처리를 요청하거나 자신을 복제해서 원격지로 이주시킨다. 또한 기존의 멤버였던 에이전트에게 업무를 분할하여 이주시킬 수 있다 (그림 2). 또 다른 협업 수행을 위해 리모트 도메인으로 이동한 에이전트는 자신의 업무를 시나리오 1 번부터 되풀이 하며 협업 업무를 수행한다.



(그림 2) 다른 도메인으로 이주한 중앙 관리 에이전트

4. 외부 도메인에 존재했던 중앙 관리 에이전트나 자신이 생성해서 다른 도메인으로 이주한 에이전트에게 협업 응답 메시지가 왔을 경우 중앙 관리 에이전트간 네트워크가 형성되고 분할 업무를 수행한다. 타 도메인간 협동 업무를 수행할 때도 도메인간 멤버 에이전트의 이동이 가능하다 (그림 3).



(그림 3) 리모트 중앙 관리 에이전트와 통신수행

5. 멤버 에이전트들의 업무 결과를 취합하여 요청 받은 업무를 모두 수행했다고 판단이 되면, 로컬/원격지 도메인 내 자신과 통신을 하고 있는

중앙 관리 에이전트에게 그룹 해제 메시지를 통보한다. 이 메시지를 전송 받은 중앙 관리 에이전트는 그룹 해지 메시지를 전송한 그룹의 존재 필요성을 판단하여 해제 메시지에 응답한다. 해제 메시지를 송신한 중앙 관리 에이전트는 이 응답에 따라 그룹을 해지 또는 유지한다.

4. 결론

본 논문에서는 네트워크 상의 분산되어 있는 이동 에이전트간 협업 업무를 수행하기 위해 이동 에이전트간 그룹을 어떻게 관리할 것인가에 대해서 설계했다. 본 논문에서 논의되는 모든 에이전트가 이동성을 가진다는 점을 고려해서 로컬/원격지에 도메인 내 존재하는 그룹간 이동을 할 수 있도록 설계하였다. 중앙 관리 에이전트는 로컬 도메인 내 원하는 에이전트가 존재하지 않을 경우나 업무 수행 중 더 많은 정보가 필요하게 될 경우가 발생했을 때 자신을 복제하여 다른 도메인으로 이주시켜 새로운 그룹을 만들 수 있다. 또는 그룹 내 멤버 에이전트에게 업무를 부여하고 다른 도메인으로 이주시켜 새로운 그룹을 생성하여 협업 업무를 확장할 수 있다. 앞으로 연구해야 할 점은 다수의 에이전트가 그룹에 참여한다는 점을 감안하여 멤버 에이전트간 신뢰할 수 환경을 위한 보안에 관련된 연구를 해야 할 것이다. 또한 이동 에이전트 협업 시스템에서 관리 에이전트가 없는 모델도 연구해야 할 분야이다.

참고문헌

- [1] Franklin S. and Graesser A., "Is it an agent, or just a program? A taxonomy for autonomous agents", Proc. of Third International Workshop on Agent Theories, Architectures, and Languages. 1996.
- [2] OMG, "Mobile Agent Facility Specification", <http://www.omg.org/>, pp12-13, 2000.
- [3] S. Baeg, J. Choi, S. Park, M. Jang, and Y. Lim, Cooperation "Multi-agent Systems", Intelligent Computer Communications (ICC 95), pp 1-12, Cluj-Napoca, Romania. 1995.
- [4] Durfee, E., Rosenschein, J., "Distributed Problem Solving and Multi-Agent Systems: Comparisons and Examples", Proceedings of Thirteen International Distributed AI Workshop. 94-104, 1994.
- [5] 최중민, 백순철, 장명옥, 박상규, 임영환, "이형 분산 환경에서 에이전트들간의 이형성을 극복하기 위한 멀티에이전트 기반 구조", 정보과학회 논문지 2 권 1 호, 1996.
- [6] Haverkamp D. S., Gauch S., "Intelligent Information Agents: Review and Challenge for Distributed Information Sources".