

# 분산 이동 컴퓨팅 환경에서의 다중 이동 에이전트 시스템 모델

신동길<sup>0</sup> 정동원 백두권  
고려대학교

{dkshin<sup>0</sup>, withimp, baik}@software.korea.ac.kr

## A Multiple Mobile Agent System Model for Distributed Mobile Computing Environment

Dongkil Shin<sup>0</sup> Dongwon Jeong Dookwon Baik  
Korea University

### 요약

분산 시스템 아키텍처에 기반한 이동 에이전트는 현재 클라이언트/서버 패러다임을 이어갈 새로운 패러다임으로 인식되고 있다. 이에 따라, 분산 컴퓨팅 환경에 적합한 시스템 구성을 위해 에이전트와 이동 에이전트 등에 대한 많은 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 그러나 지금까지 에이전트, 이동 에이전트, 다중 에이전트에 대한 연구들이 기능적인 특성에만 집중되어 왔다. 기능적인 특성은 에이전트와 이동 에이전트가 가지는 기본적인 특성으로서 에이전트들 간의 협동, 협력, 지능을 위한 합리성, 지식 모델링, 추론 방법이다. 그러나 분산 컴퓨팅 환경에서 분산 시스템 구성을 위해 전체 시스템의 성능(Performance), 확장성(Scalability), 안정성(Stability) 등이 간과되어서는 안된다. 이런 연구 영역은 기능적인 특성을 다루는 연구영역에 비해 실용적인 면에서 더욱 중요하며, 그 중요성이 점점 더 증가하고 있다. 본 논문은 시스템 성능 향상을 위해 에이전트 간 협력과 협의의 레벨의 계층 구조에 중점을 둔다.

### 1. 서론

DAI(Distributed Artificial Intelligence)의 연구영역은 70년대에 형성된 이후로 AI(Artificial Intelligence)와 DCE(Distributed Computing Environments)의 이론과 기술을 적용하고자 하는 연구들이 계속되어 왔으며 에이전트에 대한 개념은 DCE에서 처음 소개되었다[1,6].

지금까지 지능에 대한 연구, 지식 표현에 대한 방법들, 에이전트간의 상호교류를 위한 에이전트 통신 언어, 이동성을 지니고 있는 이동에이전트 및 에이전트를 이용하여 협동을 통해 문제를 해결하는 다중 에이전트의 연구들도 활발히 진행되어왔다[1,4,5]. 그러나 실질적으로 에이전트를 이용하여 분산시스템의 전체적인 성능향상을 위한 전체 시스템 구조에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 따라서 본 논문에서는 다중 에이전트와 이동 에이전트의 아키텍처를 이용하여 전체 시스템 성능을 자동적으로 관리할 수 있는 MMAS 모델을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 MMAS 모델은 시스템 성능관리를 위해 에이전트의 계층 구조 및 통신구조에 중점을 둔다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2절에서는 일반적인 MMAS의 아키텍처에 대한 설명을 하고, 3절에서는 제안된 MMAS 모델과 간단히 주어진 제약사항을 설명하고, 마지막으로 4절에서는 연구에 대한 앞으로의 방향과 개선사항을 설명한다.

### 2. 다중 이동 에이전트

#### 2.1 다중 이동 에이전트란 무엇인가?

다중 이동 에이전트는 이동성을 지니며, 이동성을 지니고 있는 에이전트 사이에서 협동과 상호 작용을 통해

서 문제를 해결한다. 상황에 따라 다중 이동 에이전트는 시스템에서 클러스터링과 그룹화 기능을 지닌다. 또한, 마스터 에이전트는 많은 에이전트들을 효율적으로 관리하기 위해 관리 에이전트를 생성한다. 관리 에이전트는 에이전트를 생성하고 관리하며 에이전트간의 협동과 상호 작용을 위해 하나 혹은 그 이상의 통신 풀을 제공한다. 관리 에이전트는 에이전트들을 그룹화하는 단위로서 이용된다. 관리 에이전트들 간 협동 작업은 마스터 에이전트 통신 풀 혹은 상위의 관리 에이전트에서 수행된다. 이러한 정책에 따라, 시스템의 모든 에이전트는 분리되고 분산관리되며 이러한 정책은 분산 환경에서 효과적으로 전체 시스템의 부하를 조절 할 수 있다.

다음 그림은 다중 이동 에이전트 시스템 아키텍처를 보여준다.

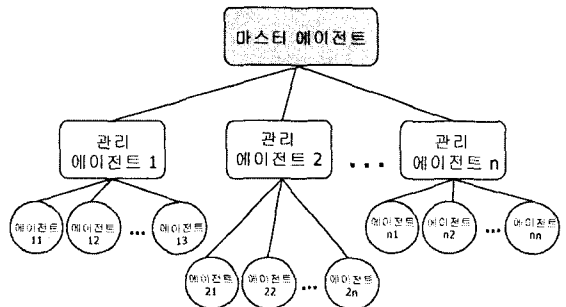


그림 1 일반적인 다중 이동 에이전트 아키텍처

#### 2.2 에이전트의 기능적 및 비기능적 특성

지금까지의 에이전트, 이동 에이전트, 다중 에이전트

에 대한 많은 연구들은 대부분 기능적인 특성을 중심으로 연구되었다. 기능적인 특성들은 기본적인 에이전트의 특성인 합리성, 지능에 대한 지식 모델링 및 에이전트들 간의 협력(coordination)과 협의(negotiation) 등을 의미한다[5].

그러나 분산 컴퓨팅 환경에서 시스템의 운영 및 활용을 위해서는 성능(performance), 확장성(scalability), 안정성(stability) 등에 대한 연구가 간과되어서는 안된다. 이러한 연구영역은 기능적인 특성에 대한 연구보다 실용적인 측면에서 더욱 중요하며 이러한 특성을 에이전트의 비기능적인 특성이라 정의한다[5].

본 논문에서는 이러한 비기능적인 특성들 중에서 분산 환경하에서 운영되는 분산시스템의 전체적인 성능 향상을 위한 시스템 모델 정의를 목적으로 하며 특히 에이전트의 계층 구조와 통신 레벨을 이용한 성능 최적화에 중점을 둔다.

### 3. MMAS 모델

#### 3.1 MMAS 모델의 제약사항

본 논문에서 제안하는 MMAS(Multi Mobile Agent System)의 성능은 많은 요인들에 의존한다. 이러한 요인들의 상태에 따라서 MMAS 모델은 다양하게 구조화 되어야 한다. 다음은 이러한 요인들에 대한 요약이다.

- 작업 특성  
동일한 적용 도메인에서 통신 구조는 분산된 작업 특성에 따라 변화된다. 작업을 수행하는 에이전트들은 작업의 특성에 따라 협력과 협의 과정을 위한 통신 구조에 변화를 갖는다.
- 에이전트의 지능성  
지능은 에이전트 설계 단계에서 고려되며 에이전트의 작업 처리 능력을 의미한다.
- 네트워크 전송 속도  
에이전트들 간의 통신이 요구되는 상황이 발생할 수 있으며, 네트워크 전송 속도에 따라 전체 시스템 성능에 영향을 준다.
- 클라이언트 시스템 성능  
이동 에이전트가 이동하여 작업을 수행하는 클라이언트 시스템 성능에 따라 에이전트의 처리 속도가 달라지며, 따라서 전체 시스템 성능에 영향을 준다.
- 에이전트의 자원 점유  
에이전트의 크기에 따라 에이전트가 동작하는 클라이언트 시스템의 자원 점유율이 달라지게 된다. 크기가 클수록 클라이언트는 시스템의 처리 능력 저하를 초래하며 이는 전체 시스템의 성능 저하로 이어진다.
- 통신 레벨과 차수  
시스템의 성능은 동일한 도메인에서 통신 구조의 레벨에 의해 다양하다. 동일한 수의 에이전트를 관리하는데 있어서 레벨과 차수의 변화는 각 관리 에이전트에 의해 제어되는 에이전트 개수를 변화시킨다. 이것은 관리 에이전트와 전체 시스템 성능에 영향을 준다.

#### • 통신 레벨과 클러스터링

통신 풀은 에이전트의 통신을 위한 공유공간이며 다양한 레벨의 에이전트내에 존재한다. 그리고 에이전트는 특별한 목적을 위해 관련 없는 유닛을 클러스터링한다. 통신 풀에는 세 가지 타입이 있다. 첫째, 관리 에이전트는 단순히 하위 에이전트들을 그룹화하고 모니터 하기 위해 사용되고, 실제 통신은 마스터 에이전트의 공간에서 실행된다. 둘째, 각 관리 에이전트는 마스터 에이전트로 전체 결과를 전달하기 위해 통신 풀을 제공한다. 또한, 동일한 레벨의 에이전트들 간 통신을 위해 사용된다. 마지막으로, 모든 에이전트들은 마스터 에이전트의 제어 아래 통신 풀을 직접 이용해 통신한다.

#### 3.2 그룹핑과 클러스터링

그룹핑과 클러스터링은 마스터 서버의 부하 균형을 위해 생성된 에이전트를 관리하는데 이용된다. 그룹핑과 클러스터링은 성능이 향상 되도록 전체시스템의 구조를 재구성하여 특정 서버 시스템 부하를 분산시키는 관리 메커니즘을 제공한다. 이는 대용량 관리시스템을 보다 효율적으로 관리하고 구성하는데 이용된다.

그룹핑은 논리적 관리개념으로서 단순히 에이전트들을 분류하는 기능이다. 그룹핑 권한을 지닌 관리 에이전트는 에이전트 생성, 에이전트 간 통신 공간 등의 기능을 제공하지 않는다. 따라서 추가적으로 요구되는 에이전트들은 상위 마스터 에이전트에 의해 생성되며 에이전트들간 통신 또한 마스터 에이전트를 통해 이루어진다.

클러스터링은 그룹핑 처럼 논리적인 관리를 제공하지만 클러스터링은 마스터 에이전트의 허가 없이 에이전트를 생성하고 이동시킬 수 있다. 즉, 클러스터링은 물리적인 에이전트 관리 메커니즘을 제공한다. 클러스터링 메커니즘을 보유하고 있는 관리 에이전트는 다른 관리 에이전트와 직접 통신할 수 있고 마스터 에이전트 허가 없이 독립적으로 그룹내의 에이전트를 생성하고 관리할 수 있다.

#### 3.3 다중 이동 에이전트 시스템 모델

도메인의 특성에 따라 MMAS 모델은 세 가지 타입으로 분류될 수 있다. 또한 MMAS 모델은 에이전트, 클러스터링과 그룹화 사이의 통신에 많은 영향을 받는다.

첫 번째 모델은 모든 에이전트가 마스터 에이전트의 통신 풀을 통해 직접 통신하는 시스템이다. 모든 에이전트들이 마스터 에이전트의 통신 풀을 이용하여 직접 통신을 하는 구조로서 [5]에서 언급된 모델과 유사하다. 이러한 경우 만약 레벨이 2라면 마스터 에이전트는 에이전트들 간의 통신을 위한 공간인 통신 풀을 제공하고 모든 에이전트를 제어한다. 이는 중앙집중형 MMAS 모델이라 정의한다. 그림 2는 중앙집중형 MMAS 모델 구조를 나타낸다.

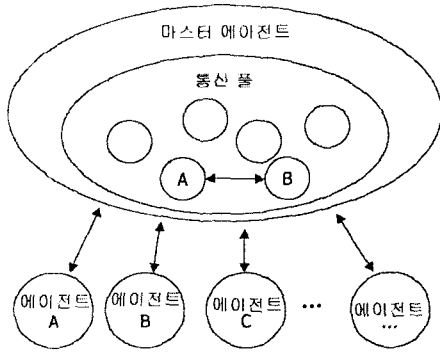


그림 2 레벨=2, 차수=n, 1:1 통신

두 번째 모델은 계층적인 통신 구조를 위한 시스템 모델이다. 관리 에이전트는 단순히 그룹화를 위한 에이전트 규칙을 생성하고 에이전트들 간의 통신은 최상위에 있는 마스터 에이전트의 통신 풀에서 이루어진다. 즉, 그룹핑 모델에서의 관리 에이전트는 에이전트의 생성기능 및 통신 풀을 제공하지 않는다. 단지 에이전트들을 모니터링하고 결과를 마스터 에이전트에 보고하는 역할을 수행한다. 이 모델의 경우 에이전트들이 독립적 역할을 수행하고 상호연산결과에 영향을 받지 않는 어플리케이션에 적합하다.

그림 3은 그룹화된 MMAS 모델의 구조를 보여준다.

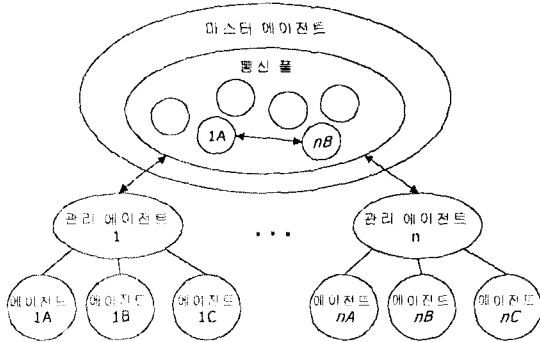


그림 3 레벨=m, 차수=n, 그룹핑

세 번째 모델은 각 관리 에이전트가 하위 에이전트를 위한 통신 풀을 직접 제공하는 시스템이다. 모델 1과 같은 경우 많은 에이전트를 이용하는 대용량 시스템에서 모든 에이전트들 간 직접적인 통신으로 인해 성능이 저하될 수 있다. 이러한 경우 관리 에이전트를 이용해 터미널 에이전트를 그룹화하고 에이전트간 통신을 구조화시켜 통신 트래픽을 줄여 성능을 향상할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 모델을 클러스터링 MMAS 모델이라고 부르며, 그림 4는 클러스터링 MMAS 모델의 구조를 보여준다.

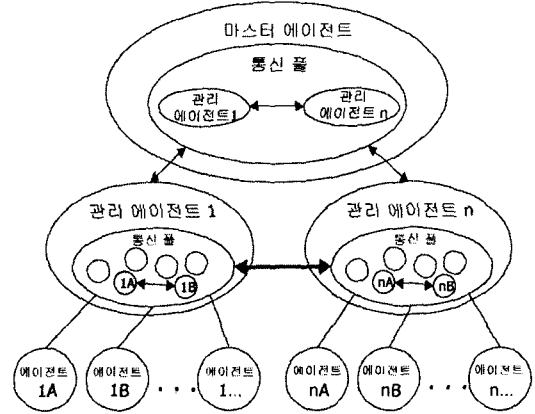


그림 4 레벨=m, 차수=n, 클러스터링

#### 4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 에이전트의 클러스터링을 통해 관리 에이전트의 분산 방법과 시스템의 더 높은 성능 향상을 위해 협동과 협의의 레벨에 따라 시스템의 모델을 논의하였다. MMAS 기반 시스템들의 성능은 에이전트의 기능적인 특성뿐만 아니라 일반적으로 시스템의 구조에 따라 다르다. 향후 연구 방향으로 시뮬레이션을 통한 모델의 정확성 검증이 요구된다. 또한 보다 많은 요인들을 고려한 모델의 확장 또는 경제화 작업이 필요하다. 마지막으로 다양한 요인들을 이용하여 최적의 시스템 구조를 생성할 수 있는 정형화된 평가 알고리즘 개발이 요구된다.

#### 참고 문헌

- 1 N. C. Loble, "Intelligent mobile systems", BT Technology Journal, Vol. 13, No. 2, April 1995
- 2.H. S. Nwana, L. Lee and N. R. Jennings, "Co-ordination in software agent systems", BT Technology Journal, Vol. 14, No. 4, October 1996
- 3.L. A. Zadeh, "The roles of fuzzy logic and soft computing in the conception, design and deployment of intelligent systems", BT Technology Journal, Vol. 14, No. 4, October 1996
- 4.J. F. Baldwin, T. Martin and B. Azvine, "Soft computing for intelligent knowledge-based systems", BT Technology Journal, Vol. 16, No. 3, July 1998
- 5.L. C. Lee et al, "The stability, scalability and performance of multi-agent systems", BT Technology Journal, Vol. 16, No. 3, July 1998
- 6.S. J. T. Cordie, "Distributed computing, tomorrow's panacea - an introduction to current technology", BT Technology Journal, Vol. 17, No. 2, April 1999
- 7.Danny B. Lange and Mitsuru Oshima, "Seven Good Reasons for Mobile Agents, Vol. 42, No. 3, Communications of the ACM, March 1999