

# 이동 에이전트 기반의 P-그리드 환경에서 서비스 에이전트의 효율적인 이주 기법

국윤규<sup>\*</sup> · 임영현<sup>\*</sup> · 정계동<sup>\*</sup> · 최영근<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>광운대학교

## Efficient Migration of Service Agent in P-Grid Environments based-on Mobile Agent

Youn-Gyou Kook<sup>\*</sup> · Young-Hyun Uem<sup>\*</sup> · Gye-Dong Jung<sup>\*</sup> · Yung-Geun Choi<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Kwangwoon University, <sup>\*\*</sup>Hongik University

E-mail : ykkook@cs.kw.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 이동 에이전트 기반으로 구축된 P-그리드 환경에서, 그리드 서비스 에이전트가 각 피어에게 효율적으로 이주할 수 있는 방법에 대하여 연구한다. 서비스 요청에 따른, 서비스 에이전트를 전달하기 위한 이주 방법은 피어의 논리적인 네트워크 위상에 기반한다. 본 시스템에서 사용되는 네트워크 위상은 스타형 위상, 링형 위상, 트리형 위상으로 구성되어, 마스터/슬레이브 방식과 직렬 및 병렬 전송 방식으로 에이전트를 이주시킨다. 요청된 서비스의 수행 범위 및 특성에 따라 서비스 에이전트의 이주 방식을 선택한다. 또한 네트워크 위상을 구성하는 피어의 성능과 에이전트 이주 순서에 의해 서비스 전체 수행 시간이 영향을 받는다. 따라서 피어의 성능을 모니터링하고, 히스토리를 분석 및 학습하여 에이전트의 이주 우선순위를 결정한다. 서비스 에이전트의 이주 방식의 결정과 이주하려는 피어의 우선순위 결정을 통하여 효율적으로 서비스 수행 시간을 절감할 수 있다.

### ABSTRACT

This paper describes the efficient peer-to-peer migration method of Grid service agent on the mobile agent based P-Grid. The migration mechanism for transmitting service agent upon the service request is based on the peer's logic network topology. The network topologies that this system uses are organized as star topology, ring topology and tree topology, and agents are migrated by the master/slave method and serial/parallel method. The migration method of services is chosen based on the execution range and characteristic of the requested service. Also, the entire execution time of service is affected by the performance of peer that is a part of network topology, and the migration order. Therefore, the system monitors the performance of peers, and determines the migration priority based on analyzing and learning history. The system can reduce service execution time efficiently with decisions of migration method for service agent and priority of peers.

### 키워드

이동 에이전트, P-그리드, 이주 기법, 그리드 서비스

### 1. 서 론

P-그리드 시스템은 많은 수의 컴퓨터들이 하나의 공동 작업에 참여하여, 요청된 협력 작업을 수

행하기 위하여 구축된 시스템[3]으로서, 데스크탑으로 이루어진 그리드 시스템, P2P 기술을 이용한 그리드 시스템 등을 일컫는다. 이러한 P-그리드 시스템을 구축하기 위하여 이동 에이전트를 이

용하였다. 이동에이전트는 현재의 자원이 이용할 수 없을 때까지 사용 가능한 자원을 탐색하고 하나의 피어로부터 다른 피어로 이주하면서, 자율적으로 네트워크를 돌아다니면서 작업을 수행한다.[1, 4]

본 논문에서는 이동에이전트 기반으로 구축된 P-그리드 환경에서, 그리드 서비스를 수행하기 위하여 이동하는 에이전트의 효율적인 이주 기법에 대하여 설명한다. 그리드 서비스를 수행하기 위한 이동에이전트(이하, 서비스 에이전트)는 P-그리드 시스템을 구성하는 피어들의 논리적인 네트워크 위상을 기반으로 이주한다. 서비스 에이전트의 이주방식은 논리적인 네트워크 위상이 스타형일 경우엔 마스터/슬레이브 방식의 이주를 하고, 링형일 경우엔 직렬전송방식의 이주를 한다. 또한 계층으로 이루어진 트리형일 경우엔 병렬전송방식의 이주를 한다. 서비스 에이전트의 이주 방법은 요청된 서비스의 수행범위와 특성에 따라 결정된다.

또한 네트워크 위상을 구성하는 피어의 성능과 이주 순서에 의해 서비스 전체 수행시간이 영향을 받는다. 따라서 각 피어의 성능을 모니터링하고, 히스토리를 분석 및 학습하여 서비스 에이전트의 이주 우선순위를 결정한다. 이러한 서비스 에이전트의 이주방식과 이주하려는 피어의 우선순위 결정을 통하여 효율적으로 서비스 수행시간을 절감할 수 있다.

본 논문은 2장에서 서비스 에이전트의 이주방식과 이주 우선순위를 결정하기 위한 메카니즘을 설명하며, 3장에서는 P-그리드 시스템에 대하여 설명한다. 4장에서는 P-그리드 시스템을 구현한 결과와 실험 결과를 보여주며, 마지막으로 5장에서는 결론을 기술한다.

## II. 서비스 에이전트의 이주

### 2.1. 논리적인 네트워크 위상에 따른 이주방식

P-그리드 시스템에서 서비스 에이전트를 이주시키기 위하여, 참여하는 피어의 논리적인 네트워크 위상은 스타형, 링형, 트리형 위상으로 구성한다. P-그리드 시스템에 참여하는 피어의 수가 n일 때, 서비스 에이전트는 그림 1과 같이 3가지 방식으로 전송된다.

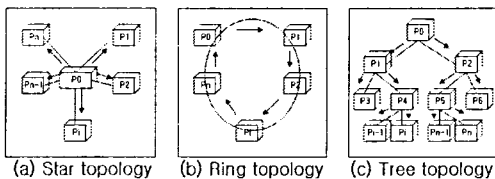


그림 1. P-그리드 시스템의 논리적인 네트워크 위상

그리드 서비스를 수행하기 위하여, 서비스 에이전트는 P0 피어에서 이주한다. 그림1의 (a)처럼 스타형 위상에서는 피어 P0에서 작업 수행하기 위한 모든 피어로 이주하는 마스터/슬레이브 방식의 이주를 하게 된다. 마스터/슬레이브 방식의 이주는 모든 피어로의 이주를 하게 되므로  $O(n)$ 의 수행시간이 걸리게 된다. 또한 (b)와 같은 링형 위상에서의 전송방식은 피어 P0에서 서비스 에이전트를 전송하게 되면, 이후 Pn까지 직렬전송 방식으로 이주하게 된다. 직렬전송 이주방식의 수행시간도  $O(n)$ 이 걸리게 된다. (c)의 트리형 위상에서의 전송방식은 병렬전송 방식을 사용하므로 수행시간을 절감할 수 있다. 하지만, 본 논문에서는 트리형 위상을 구성하기 위하여 바이노미얼 트리를 이용한다. 이를 통하여  $O(\log_2 n)$ 의 시간이 걸리므로 앞선 이주방식보다는 시간을 절감할 수 있다.

서비스 에이전트의 이주방식은 작업수행시간보다는 작업 수행의 범위와 작업 특성에 따라 선택된다. 작업의 특성상, 요청된 서비스 에이전트를 하나의 피어에서만 전송하거나 작업 수행범위가 적고 많은 양의 데이터를 동반하는 작업 등에는 마스터/슬레이브 이주방식을 선택한다. 또한 작업을 전송한 후, 작업 수행 결과만을 원할 경우이거나 작업 수행결과 이후 이주하는 데이터의 양이 적을 경우엔 직렬전송 이주방식을 선택한다. 마지막으로 보다 빠른 작업 수행을 원할 경우나 작업 수행범위가 커질 경우엔 병렬전송 이주방식을 선택한다. 본 논문에서는 서비스 에이전트의 이주에 따른 결함허용에 대한 정책은 논하지 않으며, [8]에서 기술한 기본적인 이동에이전트 이주에 따른 결함허용 방식에 따른다.

### 2.2 피어의 성능 정보를 고려한 이주기법

서비스 에이전트의 이주를 통한 작업수행시, 이주하려는 피어의 성능과 순서에 의해 전체 작업 수행시간이 영향을 받는다[5, 6]. 서비스 에이전트의 이주방식이 결정되면, 이주경로를 설정하기 위하여 이주순서를 결정한다. 서비스 에이전트의 이주 순서는 각 피어의 성능에 따라 이주 우선순위를 결정한다.

Peer Name	CPU	Memory	Network Bandwidth	Priority	Used	Fault Frequency
-----------	-----	--------	-------------------	----------	------	-----------------

그림 2. 피어 정보 레지스트리

서비스 에이전트를 전송하기 전에 이주시키기 위한 피어들의 성능을 모니터링한다. 현재 이주시키기 위한 피어들의 성능의 요소는 CPU, Memory, Network Bandwidth로 구성된다. 이러한 성능의 요소를 분석하여 서비스 에이전트의 이주 우선순위를 결정한다. 이주 우선순위를 토대로 이주경로를 결정한다.

이주 경로를 결정함에 있어, 두 가지 고려사항이 있다. 첫 번째는 다른 서비스 에이전트의 이주 여부를 파악하는 것이고, 두 번째는 기존의 작업 수행하면서 발생하는 결함률을 고려해야 한다. 이는 피어 성능 레지스트리의 Used, Fault Frequency에 기록되어 있다.

또한 피어 성능 레지스트리를 통해서 지속적인 서비스 에이전트 이주에 따른 기록을 갱신 및 학습함으로써 이주경로의 순서를 재배치할 수 있다. 본 논문에서 거론된 피어 성능 요소는 6가지를 고려함으로써 효율성을 높였으나, 자원의 원활한 할당과 작업수행의 안정성을 위하여 더 많은 요소가 포함되어야 한다. 이는 향후 계속적으로 연구될 것이다.

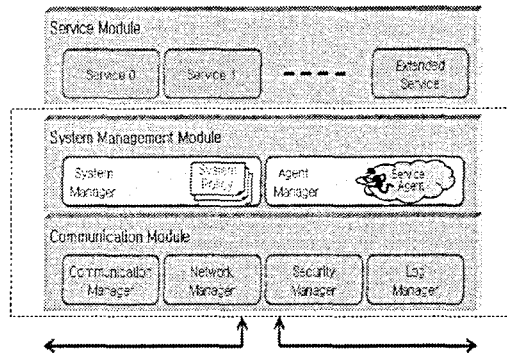


그림 4. P-그리드 시스템 구성요소

### III. 시스템 구성

#### 3.1 시스템 개요

본 논문의 P-그리드 시스템은 공동 작업에 참여하기 위하여 모든 피어들이 이동 에이전트 시스템을 갖추고 있다. 이동 에이전트 시스템은 KMAS[7]로 명명된 이동 에이전트 시스템을 응용한 것이다. 그림 3은 하나의 P-그리드 시스템의 개요를 보여주며, 화살표는 피어 0에서 서비스 에이전트를 전송하여 각 피어가 작업을 수행하는 흐름을 나타낸 것이다.

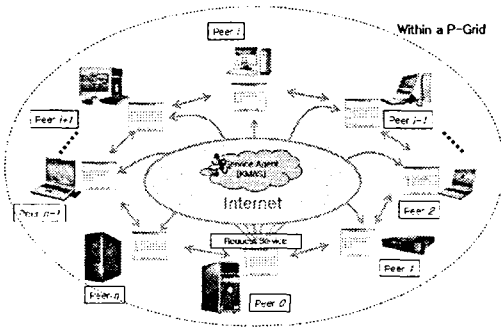


그림 3. P-그리드 시스템 구성도

#### 3.2 시스템 구조

본 논문에서 이용한 이동 에이전트 시스템은 Communication 모듈, System Management 모듈, Service 모듈로 구성되며, KMAS의 구성은 그림 4와 같다.

첫째, Communication 모듈은 피어들이 통신하기 위한 모듈로서 P-그리드 시스템을 구성하기 위한 중요한 모듈이다. 서비스 에이전트의 이주 전에 통신 조정을 하며, 각 피어의 성능요소를 모니터링한다. 또한 서비스 에이전트의 인증처리를 담당하며, 시스템에서 발생하는 모든 이벤트를 기록한다. 본 논문에서는 Security Manager의 인증

처리를 위하여 Java에서 제공되는 기본적인 보안 관련 패키지를 이용하여 서비스 에이전트의 인증을 처리한다. 둘째 모듈인 System Management 모듈은 시스템의 기초적인 정보를 명시하고, 각 피어에 접근하기 위한 정보를 설정한다. 또한 Network Manager에 의해서 수집된 피어 성능 요소들을 기반으로 작성된 피어 정보 레지스트리를 바탕으로 구성된 이주방식과 이주경로를 설정한다. Agent Manager는 서비스 에이전트를 송수신을 담당한다. 마지막으로, Service 모듈은 P-그리드 시스템에서 제공하는 다양한 서비스들을 선택한다. 현재 P-그리드 시스템에서 제공되는 서비스는 데이터 접근 및 수집 서비스와 간단한 연산을 수행할 수 있는 서비스이다. 하지만 작업 수행할 서비스의 생성은 작업 및 자원 할당과 피어의 작업 수행 능력이 고려되어야 하므로, 많은 연구가 필요하다.

### IV. 구현 및 결과분석

본 장에서는 이동 에이전트를 이용한 P-그리드 시스템을 구현한 결과를 보여준다. 또한 서비스 에이전트의 이주 방식에 따른 성능과 피어 정보에 대한 고려 여부에 따른 성능을 분석한다.

#### 4.1 시스템 구현

P-그리드 시스템을 구성하는 KMAS의 구현 결과는 다음과 같다. 먼저 시스템의 정책이 되는 기초 정보를 설정한다. 그림 5-(a)는 데이터 접근을 위한 관련 정보를 설정하며, 그림 5-(b)는 시스템의 호스트 정보 및 기초적인 정보를 설정한다. 그림 5-(c)는 P-그리드 시스템의 Network Manager에서 수집한 피어의 정보에 의하여 설정된 이주 우선순위를 보여주며, 그림 5-(d)는 서비스 에이전트를 이주시키기 위한 서비스 에이전트 관리자를 보여준다. 또한 그림 6은 모든 피어에서 서비스 에이전트의 작업이 완료된 결과를 보여준다.

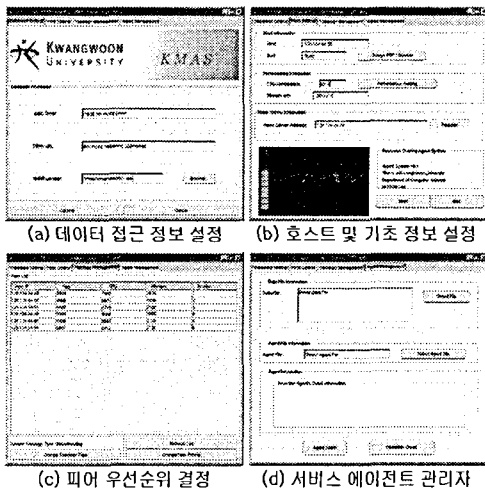


그림 5. 시스템 정보 설정 및 서비스 에이전트 관리자

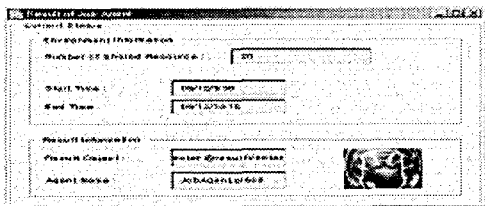


그림 6. 서비스 에이전트 작업 완료

4.2 결과 분석

본 논문에서 제안한 P-그리드 시스템에서 간단한 계산 서비스 작업을 수행하여 성능을 테스트 하였다. 성능 측정을 하기 위하여, P-그리드 시스템이 구축된 환경은 기본적으로 윈도우를 바탕으로 실험하였다.

성능 측정은 두 가지 요소를 고려하였다. 서비스 에이전트의 이주 방식에 따른 실험과 각 피어의 정보를 고려한 실험이다. 피어의 수는 5대부터 40대의 시스템에 이주 및 서비스 작업을 수행하도록 하였다. 그림 7에서 살펴볼듯이, 간단한 계산 작업임에도 불구하고 마스터/슬레이브 방식과 직렬전송 방식은 피어의 수가 증가될수록 총 작업 수행시간이 선형적으로 증가됨을 볼 수 있다. 또한 병렬전송 방식은 서비스 에이전트의 이주 시간을 절감함에 따라 일직선에 가까운 결과를 보였다.

피어의 정보를 인지하고 실험한 결과는 전반적으로 작업수행 시간이 적게 걸림을 확인 할 수 있었다. 그러나 피어의 정보에 대한 고려사항이 많이지고, 이에 따른 메카니즘이 개선되면 작업 수행시간을 보다 절감할 수 있을 것이다.

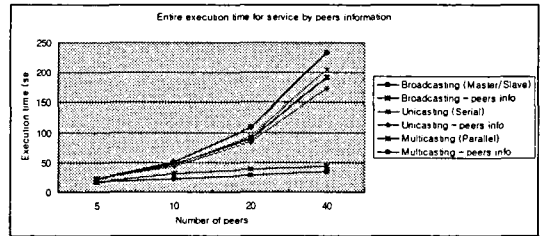


그림 7. P-그리드 시스템에서 간단한 계산 서비스의 성능 실험

V. 결론

본 논문에서는 P-그리드 환경을 구축하기 위하여 이동에이전트 시스템을 이용하였으며, 작업 수행을 하기 위한 서비스 에이전트의 효율적인 이주기법에 대하여 기술하였다. 서비스 에이전트의 이주방식은 논리적인 네트워크 위상에 따라 작업 수행시간이 다르며, 각 피어의 성능을 바탕으로 이주 우선순위를 결정하여 이동경로를 설정함에 따라 작업 수행시간을 절감할 수 있다. 향후 각 피어의 성능을 고려한 메카니즘의 개선을 통한 작업 수행시간을 절감하고, 안정적인 서비스 제공을 위한 메카니즘의 개선이 필요하다.

참고문헌

- [1] <http://www.p-grid.org/>
- [2] David Barkai "Peer-to-Peer Computing technologies for sharing and collaborating on the net", Intel Press, pp181-191, 2002
- [3] Karl Aberer, Philippe Cudre-Mauroux, Anwitaman Datta, Zoran Despotovic, Manfred Hauswirth, Magdalena Puceva, Roman Schmidt, "P-Grid: A Self-organizing Structured P2P System", SIGMOD Record, 2003
- [4] Munehiro Fukuda, Yuichiro Tanaka, Naoya Suzuki, Lubomir F. Bic, Shinya Kobayashi, "A Mobile-Agent-Based PC Grid", ISBN 0-7695-1983-0, 2003, IEEE
- [5] S. L. Johnsson and C. T. Ho, "Optimum Broadcasting and Personalized Communication in Hypercubes", IEEE Trans. Computers, Vol.38, No.9, pp.1249-1268, Sep, 1989.
- [6] Youn-gyou Kook, Woon-yong Kim, Young-keun Choi, "A Multi-Agent System based on Specific-Profile for Efficient Distributed Computing", WSEAS Transactions on Information Science and Applications, ISSN 1790-0832, pp366-372, Issue 4, Vol. 2, April 2005
- [7] Youn-Gyou Kook, R. Young-Chul Kim, Young-Keun Choi, "xMDR for Data Synchronization using Mobile Agent System", 8th Pacific-Rim International Workshop on Multi-Agents, pp387-399, Sept. 2005
- [8] 최신일, 엄영현, 국유규, 정계동, 최영근, "상대 정보 학습을 이용한 효율적인 이동 에이전트 이주기법" 한국컴퓨터종합학술대회, 2005