

# 동적 서비스 제공을 위한 Multi-Agent 기반의 P2P 분산 시스템 설계

배명훈<sup>o</sup> 국윤규 김운용 정계동 최영근  
광운대학교 컴퓨터과학과  
mhsh1006@kw.ac.kr<sup>o</sup>

## Design of Multi-Agent System for Dynamic Service based on Peer-to-Peer

Myeong-Hun Bae<sup>o</sup> Youn-Gyou Kook, Woon-Yong Kim, Kye-dong Jung, Young-Keun Choi  
Department of Computer Science, KwangWoon University

### 요 약

유무선 인터넷 기술의 발전은 인터넷을 통한 개인 정보의 효율적인 공유 및 교환을 가능하게 하였다. 최근 이러한 분산 정보의 공유를 위한 네트워킹 기술로 P2P(Peer-to-Peer)가 많은 주목을 받고 있다. 현재 국내외의 많은 대학 및 기관에서 P2P에 관한 연구가 활발히 진행 중 이다. 하지만, 대부분의 P2P 시스템들은 파일공유 위주의 서비스를 제공하며 SETI@HOME을 필두로 한 일부 @HOME 프로젝트들만이 자원 공유 서비스를 제공하고 있다. 그러나 기존의 자원공유 P2P 서비스들은 특정한 목적을 위해 구성됨으로써 자원을 제공하는 일반 사용자는 단순히 자원을 제공할 뿐 그 이상의 역할을 수행할 수가 없다. 이에 본 논문에서는 P2P 시스템에 참여한 모든 사용자가 P2P의 자원 네트워킹을 사용할 수 있도록 멀티 에이전트 기반의 자원 공유 P2P 시스템을 제안한다. 일반 사용자는 서비스 생성 프레임워크를 사용하여 자신에게 필요한 테스크 에이전트를 생성할 수 있으며, 스케줄러 및 분배 에이전트, 테스크 에이전트에 의해 수행되어진다. 또한 본 시스템은 group 및 peer의 관리를 위해 특성 학습 에이전트(Specific Learning Agent)의 학습기능을 사용함으로써 P2P가 가지는 불안정한 환경 및 신뢰성 문제를 해결하였다.

### 1. 서론

P2P 네트워크 환경이란 각 피어들이 가지고 있는 자원 또는 제공하는 서비스를 피어들 상호간의 직접적인 연결을 통하여 교환할 수 있도록 지원하는 네트워크 환경이라 정의할 수 있다[1][3]. 이러한 P2P 시스템의 응용분야로는 일반적으로 알려져 있는 파일공유와 컴퓨팅 파워를 공유하는 분산 컴퓨팅 분야로 크게 나눌 수 있다[4][5]. 컴퓨팅 파워를 공유하기 위한 P2P 시스템으로는 SETI@HOME을 필두로 한 @HOME 프로젝트들이 존재한다[2]. 하지만, @HOME 프로젝트를 비롯한 일반적인 자원 공유 P2P 시스템들에서의 참여자의 역할은 극히 제한되어 왔다. P2P 참여자들은 자신의 자원을 공유를 위해 사용할 뿐 그 이상의 역할은 수행할 수 없다.

만약, P2P 시스템에 참여한 사용자에게 대용량의 데이터 처리와 같이 많은 자원을 필요로 하는 작업이 발생 할 경우 사용자는 자신이 참여한 P2P 시스템의 대규모 자원 네트워킹을 사용할 필요성을 느끼게 될 것이다. 하지만, 기존의 자원 공유 P2P 시스템에서는 이러한 상황이 발생할 경우 사용자는 자신의 업무를 처리하기 위해서 다른 방법을 찾아야만 할 것이다. 이것은 대부분의 자원공유 P2P 시스템들이 특정한 목적을 위해 개발되어 참여자의 다양한 요구를 처리할 수 없기 때문이며 또한 참여자의 다양한 요구를 정형화 시킬 수 있는 방법을 제공하지 못하였기 때문이다.

이에 본 논문에서는 서비스가 필요한 모든 참여자에게 적절한 서비스를 제공할 수 있도록 멀티 에이전트 및 서비스 생성 프레임워크를 이용한 동적 서비스 생성을 제공한다. 또한, 작업 스케줄링 및 분배시 각 그룹 및 peer들의 특성 프로파일을 이용하여 최적의 수행 성능을 꾀하였다.

본 논문은 2장에서 관련연구에 대하여 살펴보고, 3장에서 본 논문에서 제안한 Multi-Agent P2P 시스템에 대하여 살펴보고, 마지막으로 결론으로 구성된다.

### 2. 관련 연구

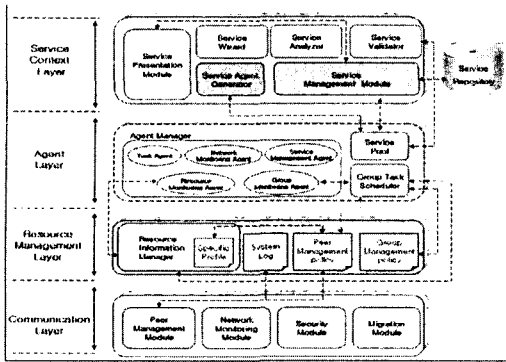
#### 2.1 P2P(Peer-to-Peer)

P2P는 네트워크의 구조에 따라서 혼합형 P2P 네트워크(Hybrid P2P Network)와 순수 P2P 네트워크(Pure P2P Network)로 분류된다.[4]

혼합형 P2P 네트워크는 서비스를 제공할 수 있는 중앙 서버(centralized server)와 실질적인 공유 자원을 가지고 있는 피어들로 이루어진다. 중앙 서버는 각 피어들로부터의 네트워크 연결 세션을 유지함으로써 각 피어들간의 통신에 대한 중재 역할을 한다. 이러한 구조를 갖는 P2P 네트워크 시스템으로는 대표적으로 Napster가 있다. 순수 P2P 네트워크는 피어들에게 서비스를 제공하는 특정 서버를 두지 않고, 모든 피어들로 하여금 서버와 클라이언트의 기능을 동시에 가지게 하는 방식으로 Gnutella와 Freenet등이 대표적으로 이러한 구조를 갖는다.

### 3. Multi-Agent P2P System

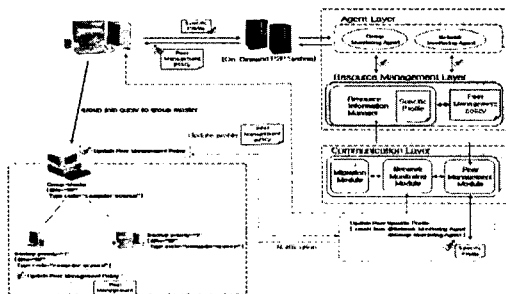
본 논문에서 제안하는 시스템은 사용자가 요청한 서비스를 생성 및 관리하는 서비스 컨택스트 레이어, 각 피어들의 자원을 관리하는 자원 관리 레이어, 작업 스케줄링 및 분배, 멀티 에이전트를 관리하는 에이전트 레이어, 그리고 각 그룹간의 통신 및 네트워크를 관리하는 통신 레이어로 구성되어 있다. (그림 1)



(그림 1) Multi-Agent P2P 시스템 구성도

P2P 시스템에 참여한 일반 사용자는 P2P 자원 네트워크를 이용해야 할 필요가 있을 때 서비스 컨텍스트 레이어를 통해 자신에게 필요한 서비스를 동적으로 생성하게 된다. 요청된 서비스는 이동 에이전트 코드로 생성되어지며, 에이전트 관리 모듈에서 생성된 에이전트를 각 피어 그룹에게 보내기 위한 스케줄링을 하게 된다.

스케줄링시에는 자원 관리 레이어에서 관리하는 각 피어 그룹별 특성 프로파일에 근거하여 처리할 수 있는 적정 작업량을 분배하게 된다. 작업 분배시에는 P2P를 구성하는 모든 피어에게 일괄적으로 전송하지 않고, 각 피어 그룹별 작업그룹을 전송하게되며, 각 피어 그룹들은 전송되어진 작업그룹에 대해 각 피어별 특성 프로파일을 적용하여 재분배하게 된다. 이는 작업 분배시 모든 피어로 전송하게 될 경우 발생할 수 있는 메인 시스템의 트래픽 및 부하를 감소시키기 위해서이다.



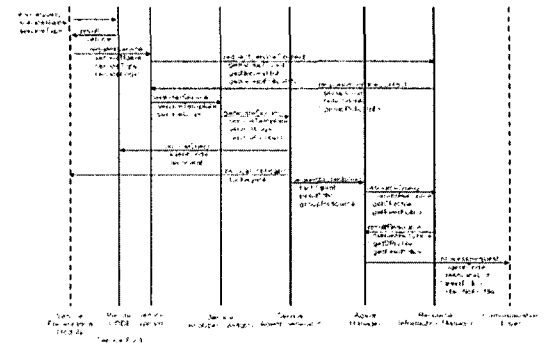
(그림 2) Peer의 Multi-Agent P2P System 등록 과정

(그림 2)는 일반 peer가 Multi-Agent P2P 시스템에 참여하는 일반적인 순서를 나타낸다. 최초 사용자가 P2P 시스템에 접속하기 위한 기본적인 설정을 하면 피어 관리 에이전트가 특성 프로파일과 함께 Multi-Agent P2P 시스템으로 전송되어진다. 사용자는 특성 프로파일에 명시된 지역과 관심분야 정보를 기반으로 특정 그룹에 할당되어 지게 된다. 특정 그룹에 할당되어진 사용자는 네트워크 및 시스템의 성능을 고려하여 해당 그룹의 backup list에 추가되어지며 설정된 그룹에 접근하기 위한 정보를 담고 있는 피어 관리 정책파일을 받게 된다.

### 3.1 서비스 컨텍스트 레이어(Service Context Layer)

서비스 컨텍스트 레이어는 서비스를 요청하는 일반

peer에게 서비스를 동적으로 검색 및 생성할 수 있는 환경을 제공한다. 최초 일반 peer가 서비스 프리젠테이션 모듈을 통해 수행하려는 서비스가 이미 서비스 저장소(Service Repository)에 존재하는지 검색한 후 존재하지 않을 경우 서비스 마법사를 실행시킨다. 서비스 마법사를 통해서 생성된 사용자 서비스는 서비스 분석기를 통해 지정된 형식으로 변환된 후 서비스 검증기에서 수행의 정확성을 검증받게 된다. 정상적으로 서비스가 생성되었을 경우 해당 서비스는 자원공유 네트워크의 모든 peer에서 수행될 수 있도록 에이전트 생성기를 통해 이동 에이전트 코드로 생성되어진 후 에이전트 레이어로 넘어가게 된다. (그림 3)은 요청된 서비스의 생성 및 스케줄링의 전체적인 흐름을 나타낸다.



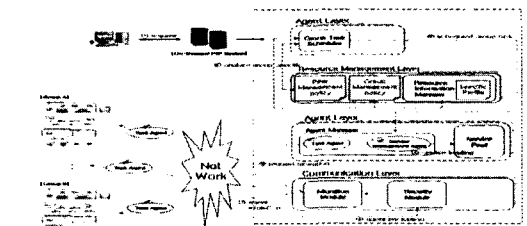
(그림 3) Multi-Agent P2P System 흐름도

### 3.2 에이전트 레이어(Agent Layer)

에이전트 레이어는 멀티 에이전트를 관리하기 위한 에이전트 관리자와 생성된 서비스를 저장/관리하기 위한 서비스 풀, 생성된 서비스의 동적 스케줄링 및 분배를 위한 그룹 태스크 스케줄러로 구성되어진다.

에이전트 관리자는 생성된 서비스의 분산처리를 위한 태스크 에이전트와 각 group 및 peer들의 네트워크 상태를 관리하기 위한 네트워크 모니터링 에이전트, 요청 및 생성된 서비스에 대해 서비스 저장소로부터 검색 및 저장, 관리를 담당하는 서비스 관리 에이전트, 각 group 및 peer들의 자원관리를 담당하는 자원 모니터링 에이전트, 각 group의 정보를 관리하게 되는 그룹 모니터링 에이전트로 구성되어진다.

그룹 태스크 스케줄러는 작업 분배시 각 group 및 peer의 상태정보를 나타내는 특성 프로파일(Specific Profile)을 참조하여 각 group 및 peer에게 가장 효율적인 작업 스케줄링 및 분배를 하게 된다. 태스크 스케줄러에 의해 각 그룹별로 스케줄링 된 작업은 통신 관리 레이어의 이주 모듈에 의해 각 그룹으로 전송되어 지게 된다.



(그림 4) 서비스 스케줄링 및 전송 과정

(그림 4)은 요청된 서비스가 그룹 데스크 스케줄러에 의해 분할되고 각각의 group peer로 전송되어지는 과정을 나타낸다.

### 3.3 리소스 관리 레이어(Resource Management Layer)

리소스 관리 레이어에서는 group 및 peer 관리를 위한 정책과 각 group 및 peer의 상태정보를 관리하기 위한 특성 프로파일, 피어 관리 정책, 그룹 관리 정책등을 유지 및 관리한다. 특성 프로파일은 P2P를 구성하는 각 peer들의 자원 정보 및 네트워크 정보, 그룹관리를 위한 정보들이 포함된다. (그림 4)는 특성 프로파일을 나타낸다.

피어 관리 정책은 통신 레이어의 피어 관리 모듈에 의해서 생성 및 관리되어지며, 그룹 관리 정책은 각 그룹별 성능 정보 및 구성 peer의 간략한 정보를 포함한다.

(그림 5)는 그룹 관리 정책을 나타낸다.

```

(그림 4) 특성 프로파일 정보
(그림 5) 그룹 관리 정책
    
```

(그림 4) 특성 프로파일 정보 (그림 5) 그룹 관리 정책

### 3.4 통신 레이어(Communication Layer)

통신 레이어는 다른 peer들과의 실제적인 네트워크 통신을 담당한다. 통신 레이어는 각각의 그룹을 구성하는 group 및 peer를 관리하기 위한 피어 관리 모듈, 각 peer들의 네트워크 상태를 관리하는 네트워크 모니터링 모듈, 생성된 서비스 에이전트를 전송하는 이주 모듈, 신뢰성을 위한 보안 모듈로 구성되어 있다.

피어 관리 모듈에서는 P2P 시스템의 불안정한 환경에 적절하게 대응할 수 있도록 peer 관리 에이전트 및 각 peer들의 네트워크 정보, peer의 특성에 따라서 group을 관리하게 된다. Peer 관리 에이전트는 시스템 로그를 분석하여 각 peer의 사용자 특성을 학습하게 되며, 학습 결과를 바탕으로 보다 안정적인 group peer의 선출 및 backup peer 리스트를 작성하게 된다. 따라서, 기존의 일률적인 group peer 및 backup peer 선정방식에 비해 group 및 backup peer의 결함 발생 확률을 최소화 시킬 수 있다. 또한, backup peer 리스트를 구성하는데 있어 그룹 내의 하나의 peer만을 선택하는 방식이 아닌 전체 peer에 대해서 각 peer들의 성능 및 사용자의 특성을 고려하여 구성함으로써 group peer 및 backup peer가 동시에 결함을 발생시킨 경우에도 효과적으로 대처할 수 있다.

```

(그림 6) Peer 관리 에이전트의 사용자 특성 학습 알고리즘
    
```

(그림 6) Peer 관리 에이전트의 사용자 특성 학습 알고리즘

(그림 6)는 Peer 관리 에이전트의 사용자 특성 학습 알고리즘을 나타낸다.

피어 관리 모듈에 의해서 학습된 정보는 group peer의 선정 및 backup peer의 우선순위 기반 선정에 사용되어진다.

```

(그림 7) 특성 학습에 의해서 재구성된 backup list
    
```

(그림 7) 특성 학습에 의해서 재구성된 backup list

(그림 7)은 각 peer별 특성 학습에 의해서 구성되어지는 backup list의 예이다.

피어 관리 에이전트는 주기적으로 각 peer들의 특성 학습 결과를 바탕으로 backup list를 갱신한다.

## 4. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 현재 많은 연구가 진행중인 자원 공유 P2P 시스템에서의 사용자 편의성을 개선하기 위한 멀티 에이전트 기반의 P2P 시스템을 설계하였다.

Multi-Agent P2P 시스템은 참여자가 자신이 필요할 경우 서비스를 동적으로 생성할 수 있도록 서비스 생성 프레임워크를 제공한다. 또한, 기존의 여러 P2P 시스템과는 달리 group peer 및 backup peer의 선정시 각 peer의 특성 프로파일 및 사용자의 특성을 학습하여 선정함으로써 보다 효율적이고 안정적인 환경을 구성하였다.

향후 과제로는 사용자의 서비스 요청을 보다 정확하게 생성하기 위한 서비스 생성 프레임워크의 지속적인 연구가 필요하다.

## 5. 참고 문헌

- [1] Open P2P, <http://www.openp2p.com>
- [2] SETI@HOME Project, <http://setiathome.berkeley.edu>
- [3] D. S. Milojkic, et. al. "Peer-to-Peer Computing", HP Technical Report, HP Laboratories. Mar. 2002
- [4] R. Schollmeier. "A definition of peer-to-peer networking for the classification of peer-to-peer architectures and applications.", in Proc. IEEE Conference P2P 2001.
- [5] D.P. Anderson, J. Cobb, E. Korpela, M. Lebofsky, and D. Werthimer, "SETI@HOME: an experiment in public-resource computing", Communications of the ACM, Vol.45, No.11, pp56-61, Nov.2002
- [6] David Barkai, "Peer-to-Peer Computing: Technologies for Sharing and Collaborating on the Net.", Intel-Press, 2002
- [7] Andy Oram, "Peer-to-Peer Harnessing the Power of Disruptive Technologies", O'Reilly, September, 2001.
- [8] V. Kalogeraki, D. Gunopulos, and D. Zemanou-Yazti, "A Local Search Mechanism for Peer-to-Peer Network.", Proc. of the 11th International Conference on Information and Knowledge Management, McLean, Virginia USA, Nov.2002.
- [9] 배명훈, 국윤규, 김운용, 정계동, 최영근, "특성 프로파일을 이용한 이동 에이전트의 효율적인 전송 및 이주보장 시스템", JCCI 2004.
- [10] 배명훈, 국윤규, 김운용, 정계동, 최영근, "분산 UDDI 상에서의 신뢰성 보장을 위한 웹 서비스 정보관리 시스템", 정보과학회 2004년 춘계 학술대회.
- [11] 배명훈, 국윤규, 김운용, 최영근, "이동 에이전트 기반의 웹서비스 가용성 측정 시스템", 정보처리학회 2004년 춘계 학술대회.