

이동 에이전트 기반의 Peer-to-Peer 네트워킹 프레임워크

강미연^o 김운수 정원호
(주)ICANTEK 기술연구소^o
덕성여자대학교 컴퓨터과학부
mykang@icantek.com^o, whchung@center.duksung.ac.kr

A Framework of Peer-to-Peer Networking Using Mobile Agents

Mi-Yeon Kang^o Yoon-Soo Kim and Won-Ho Chung
Research Center, ICANTEK Co.^o
School of Computer Science, Duksung Women's University

요약

유무선 인터넷 기술의 발달로 인해, 네트워크 전반에 걸쳐 산재해 있는 개인 정보에 대한 공유 및 교환에 대한 요구가 점차로 증가하고 있다. 본 논문에서는 이동 에이전트 기반의 peer-to-peer(P2P) 네트워킹을 위한 새로운 기법이 설계되고 구현된다. 설계된 시스템은 이동 에이전트를 사용함으로써, 냅스터 및 그누텔라로 대표되는 기존의 혼합형 P2P와 순수형 P2P에서 발생하는 문제점들을 보완시킨 새로운 기법이며, 혼합형과 순수형 모두에 적용이 가능하다. 또한 분산 정보 공유 및 교환을 위한 응용 개발의 용이함을 위해 다양한 고급의 API들을 제공하고 있다.

1. 서론

유무선 인터넷 기술의 발달로, 인터넷을 통한 풍부한 개인 정보의 효율적인 공유와 교환을 위한 시스템들이 속속 등장하고 있으며, 그러한 시스템들은 분산 정보의 공유와 교환을 위한 네트워킹 기술로 대부분 P2P를 표방하고 있다. P2P 시스템은 동일한 기능 및 역할을 가지는 네트워크 상의 노드들이 서로 직접적으로 정보를 공유하고 교환할 수 있도록 하고 있다. 서로 다른 용용을 가진 다양한 P2P 시스템들이 개발되고 사용되고 있다. 대표적인 예로 주로 음악 파일을 공유하고 교환하는 냅스터(Napster)와 그누텔라(Gnutella) 그리고 Freenet을 들 수 있다[1 - 3]. 이 외에도 ICQ[4]와 SETI@home[5]과 같은 메신저 교환 및 상대방 컴퓨터의 성능을 공유하는 P2P 시스템들이 있다. 이들 접근 방식은 각 peer들간의 혹은 다른 네트워크 컴포넌트, 예를 들면, 탐색 기능을 제공하는 인덱스 서버간의 접속 기법에 따라 분류되며, 냅스터처럼 중앙의 인덱스 서버를 운용하는 혼합형(hybrid) P2P와 중앙 서버 없이 네트워크 상의 peer들간 정보 검색 및 교환이 이루어지는 순수형(pure) P2P가 있으며 Gnutella가 대표적인 순수형 P2P 시스템이라 할 수 있다.

이동 에이전트는 높은 비동기성, 비접속 동작성, 지능성 및 고장 감내성 등으로 네트워크 대역폭을 절약할 수 있는 좋은 분산 기술이다[6]. 또한 클라이언트/서버, 애플릿/서블릿 등을 총괄하는 포괄적 분산 동작 패러다임으로, 정보 탐색, 필터링 및 추출, 전자상거래 등 다양한 분산 응용에 적용되었다.[7 - 9]

본 논문에서는, 이동 에이전트를 이용한 새로운 P2P 네트워킹을 위한 프레임워크인 Yamus가 설계, 구현된다. Yamus는 혼합형(hybrid)과 순수(pure) P2P를 모두 지원할 수 있으며, 기존의 시스템이 작업의 완료 시까지 TCP 연결을 지속해야하는

단점을 가지고 있는 반면, 설계된 시스템은 일단 에이전트 이동이 완료되면 작업이 완료될 때까지 TCP 접속을 유지할 필요가 없어, 네트워크 대역폭 절감 및 네트워크의 부분적 분리 현상에 정상 동작을 유지할 수 있게 하는 장점을 가지고 있다. 또한 혼합형 Yamus의 경우, IPServer라고 하는 중앙 서버를 가지고는 있으나, 공유 정보 탐색은 각 peer의 이동 에이전트에 의해 이루어지므로 중앙 서버의 부하를 대폭 감소시키는 장점을 가지고 있다. 순수형 Yamus의 경우, 기존의 순수 P2P가 TTL(Time-To-Live) 값에 따라, 기하 급수적인 TCP 접속 수의 증가와 탐색 정보의 전달을 위한 커다란 전달 지연을 야기시킬 수 있어 scalability 문제점을 가지고 있으나, 순수형 Yamus는 이동 에이전트를 통해 이러한 문제점을 개선시키고 있다. Yamus 시스템은 책과 PC 등과 같은 개인 물품의 교환을 위한 정보 공유 시스템의 구현에 적용되었다.

2. 연구 배경

P2P 서비스는 크게 2가지 방식이 있다. 하나는 상대자의 접속 상태 및 요청 자료의 검색을 중앙서버를 이용하여 제공해주는 혼합형 P2P 방식이고, 다른 하나는 최초의 상대자 정보를 가지는 peer들이 상호간에 IP 주소 리스트 등 개인 정보를 공유하여 서버 없이 직접 연결하는 순수 P2P 방식이다. 혼합형의 경우에도 접속 및 검색 단계 이후는 순수 P2P와 동일하게 peer들간에 직접 정보를 교환한다. 혼합형의 대표적인 예로 냅스터(Napster)와 한국의 소리바다 등을 들 수 있고, 순수 방식으로는 그누텔라(Gnutella)가 대표적이다. 혼합형은 중앙서버에 공유 정보가 집중되어 있어, 서버가 정보의 중개자 역할을 하고 있기 때문에 저작권 문제에서 자유로울 수 없고, 서버의 부하로 인한 속도 저하 등의 문제점을 안고 있다. 반면에 순수 P2P와 같은 peer 간의 직접 연결 방식에서는 자료의 검색이 용이하지 않고, 수많은 TCP 접속을 유지하고 있어야하며, 이로 인한 네트워크 대역폭의 낭비 등 해결해야 하는 문제점이 있

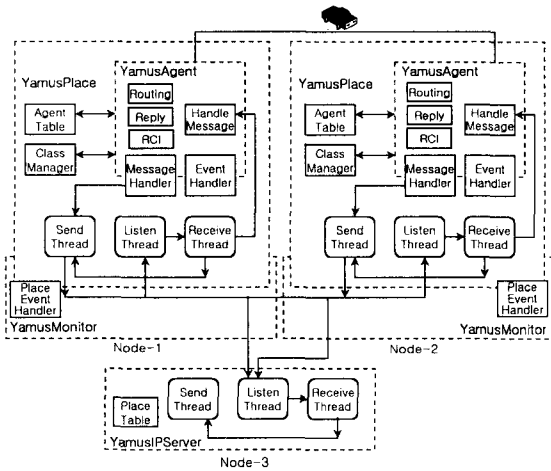
본 연구는 한국과학재단 목적기초연구 (R06-2002-003-01003-0) 지원으로 수행되었음.

다. 이에 따라 본 논문에서는 혼합형 P2P의 경우, 서버의 기능을 최소화하여 부하를 줄이고, 최소의 정보인 IP 주소만 보관하고 있어, 저작권 문제를 해결하고, 순수 P2P의 경우, 이동 에이전트를 이용함으로써 전달 지연을 줄인 P2P 시스템인 Yamus(You-And-Me-US)가 설계, 구현된다.

3. Yamus 시스템의 구성 및 동작

3.1 Yamus 시스템의 구성

Yamus 시스템은 [그림-1]과 같이 IP 서버, 모니터 서버, 에이전트 서버 등 3개의 서버 그룹 및 에이전트 프로그래밍을 위한 API 모음인 에이전트 그룹, 총 4개의 그룹으로 구성된다.



[그림-1] Yamus 시스템 구성

Yamus 모니터 서버(YamusMonitorServer)는 사용자 인터페이스를 제공하며, 에이전트의 상태를 사용자로 하여금 확인할 수 있도록 해주는 역할을 한다.

Yamus 에이전트 서버(YamusAgentServer)는 YamusPlace라고 하며, 모든 응용 에이전트는 YamusPlace 상에서 운용된다. 즉, 모든 에이전트는 YamusPlace를 통해 동작하고, 또 에이전트간의 통신도 이루어진다. Yamus 네트워크에서 YamusPlace와 YamusMonitorServer만 구성된 노드를 Peer라고 한다.

Yamus IP 서버(YamusIPServer)는 온라인 된 Peer를 등록하는 Super-Peer 역할을 한다. IPServer는 YamusPlaceTable에 온라인 된 Peer들의 IP 주소만 저장하고 있으며, Peer로부터의 요청이 있을 경우에 온라인 주소 리스트를 제공해준다. 각 YamusIPServer는 등록 가능한 최대 Peer의 수가 지정되어 있으며, 그 수가 넘으면 자신에게 등록된 Peer 중 하나를 새로운 Super-Peer로 지정한다.

Yamus 에이전트(YamusAgent)는 생성, 이동, 작업수행, 결과물 응답, 그리고 소멸의 단계를 가지는 능동 객체이다. Yamus 시스템에서는 에이전트 이동과 결과물 응답 시에 발생할 수 있는 여러 상황에 유연하게 대처할 수 있도록 다양한 이동 방법과 응답 방법을 제공하고 있으며, 또한 프로그래머가 응용 에이전트를 수월하게 작성할 수 있도록 에이전트의 작업 수행에 필요한 유용한 유틸리티를 제공하고 있다.

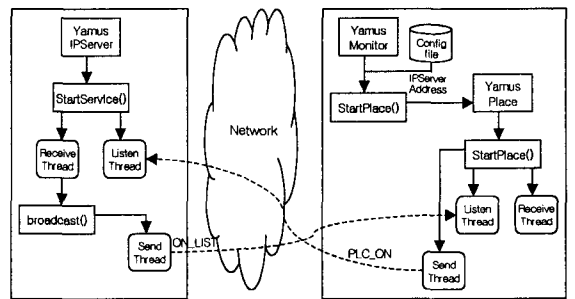
3.2 Yamus 에이전트 여정 및 응답 방식

Yamus 시스템에서는 에이전트 이동시에 발생할 수 있는 여러 상황을 고려하여 3가지 형식의 여정 방식을 지원하고 있다. 그것들은 단순 디스패치(simple dispatch), 동적 디스패치(dynamic dispatch), 다중 디스패치(multiple dispatch)이다. 여정 방식은 YamusMonitorServer가 제공하는 사용자 인터페이스를 통해 사용자에게 의해 지정되며, 이동 대상 노드들이 우선순위로 지정된 우선순위 여정 리스트(Priority Itinerary List, PIL)에 기반을 두고 있다. 자세한 사항은 [8]에 기술되어 있다.

Yamus 시스템에서는 이동 에이전트가 작업을 완료한 후 결과물을 응답 할 시점에서 발생할 수 있는 여러 상황을 고려하여 고정 응답(fixed reply), 동적 응답(dynamic reply), 다중 응답(multiple reply)등 3가지 다른 방식을 제공하고 있다. 응답 방식 또한 라우팅과 동일하게 YamusMonitorServer가 제공하는 사용자 인터페이스를 통해 사용자에게 의해 지정되며, 응답 대상 노드들이 우선순위로 지정된 우선순위 응답 리스트(Priority Reply List, PRL)에 기반을 두고 있다. 자세한 사항은 [10]에 기술되어 있다.

3.3 Yamus 시스템 동작

Yamus 네트워크를 구성하는 모든 노드에는 YamusPlace, YamusMonitorServer, YamusIPServer 등 3개의 서버 및 한 개의 API 그룹으로 구성되는 Yamus 시스템이 설치된다. Yamus 시스템은 시스템의 환경 설정을 위한 특정 파일을 제공한다. YamusMonitorServer는 이 파일로부터 등록 서버인 YamusIPServer의 주소를 할당받아 YamusPlace를 가동시킨다. [그림-2]와 같이 YamusPlace는 가동되면서 YamusIPServer로 해당 메시지를 보내어 등록을 하고, 종료 시에는 해당 메시지를 보내어 등록을 해지한다. YamusIPServer는 YamusPlace로부터 수신한 메시지를 통해, Peer의 온라인 또는 오프라인 상태 정보를 관리한다.

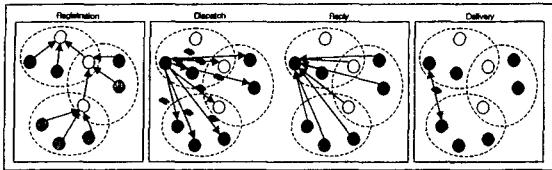


[그림-2] Peer의 등록 과정

Yamus 시스템에서 원하는 자료를 확보하는 과정은 [그림-3]과 같다.

- ① 지정된 Super-Peer에 등록한다.
- ② Super-Peer에게 온라인 리스트를 요청한다.
- ③ Super-Peer로부터 전송 받은 온라인 Peer 리스트를 기반으로, 지정된 여정 모드에 따라 이동 에이전트를 보내어 필요한 자료의 보유 여부를 검색한다.
- ④ 에이전트는 지정된 응답 모드에 따라 검색된 결과를 전송한다.

- ⑤ 자료를 보유한 Peer에게 자료 전송을 요청하는 에이전트를 보낸다.
- ⑥ 에이전트는 필요한 자료를 확보하여 자료 요청한 Peer로 재이동 한다.



[그림-3] Yamus 시스템에서 자료 확보 과정

4. Yamus 시스템의 특성

Yamus 시스템은 다음과 같은 특성을 가진다. 첫째, 기존의 혼합형 P2P 시스템에서 중앙서버는 온라인 상태에 있는 Peer들의 IP 주소 및 공유자료 목록을 보유하고 있으나, Yamus의 IPServer는 온라인 상태의 Peer들의 IP 주소만 보유하고 있다. 따라서 저작권 문제가 발생하지 않는다. 둘째, 기존의 혼합형 P2P는 검색 기능이 인덱스 서버에서 이루어지나, Yamus 시스템은 각 Peer 상에서 이동 에이전트에 의해 이루어지므로, 온라인 된 Peer의 수가 많아도 서버에 부하가 걸리지 않는다. 셋째, 기존의 P2P 방식은 메시지 기반의 RPC(Remote Procedure Call)를 사용하는 정적 에이전트를 사용하고 있어, 채널의 대역폭을 비효율적으로 사용함으로 인하여 작업 지연을 증가시키는 결과를 초래하고 있으나, Yamus 시스템에서는 이동 에이전트를 이용하여 네트워크 상의 다른 호스트로 이동하여 작업을 수행함으로써, 채널의 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있고, 또 작업 지연을 감소시키는 효과를 낼 수 있다. 또한, 에이전트가 이동되는 동안만 네트워크 접속을 유지하고, 이동이 완료된 후, 결과를 전송하기 전까지 즉, 작업을 수행하는 동안은 접속이 단절되어도 무방하므로, 부분적인 네트워크 분리(Network partition)와 같은 문제 등이 발생하여도 원하는 결과를 얻을 수 있다. 마지막으로, 순수 P2P의 경우는 TTL(Time-To-Live)을 검색 범위로 하여 검색 작업이 이루어지므로 TTL 값이 작으면 요청한 정보를 찾지 못하는 경우가 발생하며, TTL의 값이 클 경우는 대량의 메시지 중복 전달이 야기될 수 있다. 그러나, Yamus 시스템의 경우에는 YamusIPServer가 제공하는 온라인 리스트를 기반으로 검색이 이루어지므로 요청 정보를 찾지 못하는 경우가 발생할 가능성이 적으며, 메시지의 중복 전달도 발생하지 않는다.

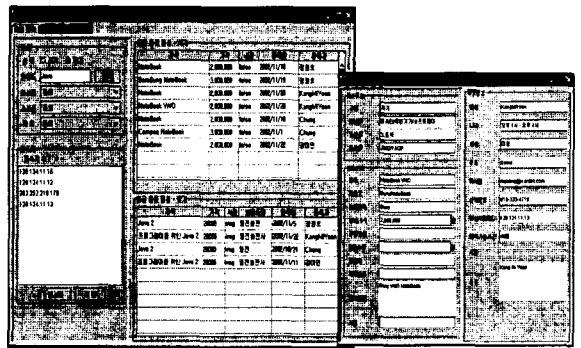
5. Yamus 응용

본 논문에서는 Yamus를 이용하여 P2P 기반의 물품거래 시스템을 개발하였다. 물품거래 시스템을 설치하여 구동시키면 지정된 YamusIPServer에 등록되고, BasicAgent가 생성된다. BasicAgent는 정적인 에이전트로 사용자 인터페이스를 제공하고, 이동에이전트인 SearchAgent를 자식 에이전트로 가진다. 거래하고자 하는 물품을 검색 요청하면 YamusIPServer로부터 온라인 리스트를 전송 받고, 검색 에이전트인 SearchAgent가 생성된다. SearchAgent는 네트워크 상의 Peer들로 이동하면서 검색을 수행하고, 물품을 보유하고 있는 Peer들의 IP 주소 및 물품의 상세 내용을 BasicAgent에게 전송한다. 사용자는 이 결과를 기반으로 적절한 물품을 보유한 Peer에게 물품거래를 요

청할 수 있다. [그림-4]는 Yamus 물품거래 시스템의 실행 예이다.

6. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 이동에이전트 기반의 peer-to-peer 네트워크 시스템인 Yamus가 설계, 구현되었다. Yamus는 Java 기반의 시스템으로, 이동에이전트를 사용함으로써, 혼합형 P2P의 경우, 중앙 서버의 부하를 줄이고, 대역폭을 효율적으로 사용하는 장점을 가지고 있으며, 순수 P2P의 경우 TCP 접속 수를 줄이고, 전달 지연을 감소시키는 장점들을 지지고 있다. 향후, serialization 및 place 기반의 에이전트 보호 및 보안에 관해 연구가 계속 진행되고 있다. 현재 본 논문에는 순수 Yamus에 대한 기술은 지면 제약으로 생략되어 있다.



[그림-4] Yamus 물품거래 시스템

참고문헌

- [1] Napster Home Page, <http://www.napster.com>
- [2] Gnutella Home Page, <http://gnutella.wego.com>
- [3] I Clarke, et al, "Freenet: A Distributed Anonymous Information Storage and Retrieval System, Proc. of the ICSI Workshop on Design Issues in Anonymity and Unobservability, 2000
- [4] ICQ Home Page, <http://www.icq.com>
- [5] SETI@home Home Page, <http://setiathome.ssl.berkeley.edu>
- [6] D. B. Lange & M. Oshima, "Programming and Deploying Java Mobile Agents with Aglets," Addison-Wesley, 1998
- [7] N. Ivezic, et al, "Agent-based Technologies for Virtual Enterprises and Supply Chain Management," A submitted paper to IEEE Internet Computing, 1999
- [8] Won-Ho Chung, et al, "A Mobile Agent Scheme with Flexible Reply and Routing for Supply Chain Management," Proc. of APCC2000, 2000
- [9] D. B. Roure, et al, "Agents for Distributed Multimedia Information Management," Proc. of the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-agents Technology, 1999
- [10] Won-Ho Chung & Hee-Jung Nam, "A Supply Chain Management based on Mobile Agents with Flexible Reply Scheme," Journal of KIPS, Vol. 8-D, No. 4, Aug. 2001