
JXTA 네트워크 환경에서 효율적인 자원 검색을 위한 DHT 기반 프락시 피어 알고리즘 설계

이 광* · 이 준**

The Design of Proxy Peer Algorithm based on DHT for Effective Resource Searching on JXTA Network Environments

Gwang Lee* · Joon Lee**

이 논문은 충주대학교 대학구조개혁지원사업비(교육인적자원부 지원)의 지원을 받아 수행한 연구임

요 약

P2P와 같은 분산 컴퓨팅환경에서는 분산된 자원의 효율적인 검색이 매우 중요하다. 그러나 분산된 자원의 검색은 수많은 피어를 순회하며 정보를 검색해야 하므로 검색 횟수의 증가에 따른 시스템 부하와 많은 검색 시간을 소요하게 된다. 본 논문에서는 JXTA 네트워크 환경에서 분산된 자원의 효율적인 검색을 위해 DHT(Distributed Hash Table)를 기반으로 한 프락시 피어 알고리즘을 설계하였다. 랑데부 피어들의 정보를 프락시 피어에 유지하고 검색 성공 확률이 높은 랑데부 피어들을 우선 검색함으로써 검색 횟수를 줄여 발생될 수 있는 오버헤드를 최소화 할 수 있었다.

ABSTRACT

Searching distributed resources efficiently is very important in distributed computing environments like P2P. But distributed resource searching may have system overheads and take a lot of time in proportion to the searching number, because distributed resource searching has to circuit many peers for searching information. In this paper, we design a proxy peer algorithm based on DHT(Distributed Hash Table) for efficient distributed resource searching in JXTA network environments. By containing the rendezvous information in proxy peer and searching a rendezvous peer firstly which has higher hit ratio, we can reduce the searching number and minimize system overheads.

키워드

P2P, 분산 컴퓨팅, HDT, Proxy Peer

I. 서 론

최근 수년간 클라이언트 모델에서 발생하는 서버 병목 현상, Dos공격, 그리고 시스템의 확장에 따른 비용 증

가 등의 문제를 해결하는 방법으로 P2P에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 최근의 P2P 기술은 초기 단계의 단순 작업의 범주를 벗어나 하나의 핵심 요소 기술로 사용되거나 총체적인 솔루션으로 개발되는 방향으로 발

* 충주대학교 전기전자정보공학부

** 조선대학교 전자정보공과대학 컴퓨터공학과

전되고 있다[1]. P2P와 같은 분산 컴퓨팅 환경에서는 분산된 자원의 효율적인 검색이 무엇보다 중요하지만 분산된 자원을 검색할 때 각 피어를 순회하며 수많은 자원 정보를 검색해야 하며 이로 인한 네트워크 트래픽 증가와 검색 시간의 증가는 많은 비용을 발생시키게 된다[2].

본 논문에서는 플랫폼에 독립적이고 네트워크 디바이스에 독립적인 환경을 지원하는 JXTA 네트워크 환경에서 분산된 자원을 효율적으로 검색하는 DHT(Distributed Hash Table) 기반 프락시 피어 알고리즘을 설계하였다. 프락시 피어는 랑데부 피어 검색에 따른 부하를 최소화하기 위해 랑데부 피어의 이름, 랑데부 피어가 소유한 피어 수, 랑데부 피어 정보의 갱신 시간을 프락시 피어에 유지하여 피어 검색에 사용함으로써 검색 비용에 가장 큰 부분을 차지하는 랑데부 피어 순회 탐색 횟수를 줄일 수 있었다.

II. JXTA와 순회 탐색 알고리즘 분석

2.1 Peer To Peer 프로토콜

클라이언트/서버 모델과 같은 서버에 종속되는 환경을 벗어나 각 클라이언트가 동등한 위상을 가지는 P2P 프로토콜은 네트워크의 구조에 따라 혼합형 P2P 네트워크 구조와 순수형 P2P 네트워크 구조로 분류된다[3].

혼합형 P2P 네트워크 모델은 서버를 통해 각 피어들에게 자원을 공유하는 서비스를 제공하는 중앙 서버와 공유 자원을 소유한 피어들로 이루어진다. 이러한 구조를 갖는 대표적인 시스템은 Napster이다[4]. 그림 1은 혼합형 P2P 네트워크 모델인 Napster의 구조를 나타내고 있다.

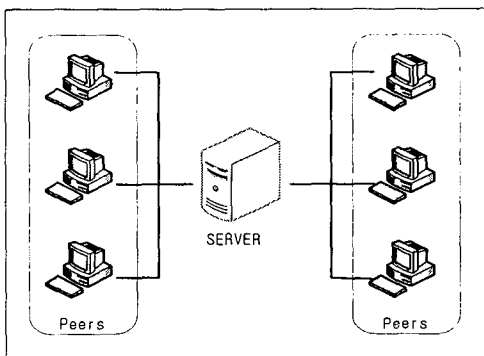


그림 1. 혼합형 P2P의 기본 구조(Napster)
Fig. 1 Hybrid P2P Structure (Napster)

혼합형 구조는 피어들이 특정 파일을 중앙 서버로부터 받음으로써 발생하는 네트워크 트래픽을 일반 피어들에게 분산시키기 때문에 빠른 속도로 자원을 공유할 수 있다는 장점이 있지만 자원의 공유를 위해서는 모든 피어들이 중앙 서버에 종속되어야 하는 클라이언트/서버 모델의 일부 단점을 계속 가지게 된다.

순수 P2P 네트워크 모델은 중앙 서버 없이 모든 피어들로 하여금 서버와 클라이언트의 기능을 동시에 가지게 하는 방식으로 대표적인 예로 Gnutella를 들 수 있다. 그림 2는 순수형 P2P 네트워크 모델인 Gnutella의 구조를 나타내고 있다.

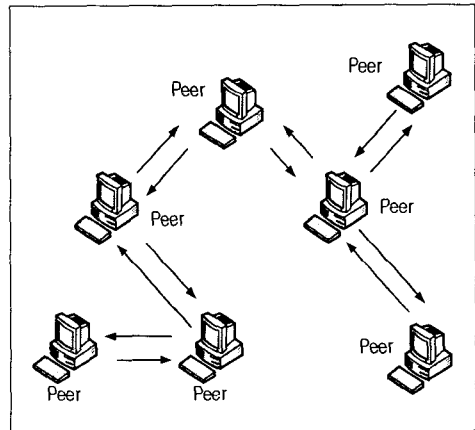


그림 2. 순수형 P2P의 기본 구조(Gnutella)
Fig. 2 Pure P2P Structure (Gnutella)

이 방식은 모든 피어들이 서로 연결되어 자료를 공유하게 되며 중앙 서버 없이 운영이 가능하다는 장점을 가진다. 하지만 검색을 위한 피어들 간의 통신량 증가로 각 피어들에 오버헤드가 발생할 수 있으며 네트워크상의 효과적인 패킷 관리가 이루어지지 않으면 네트워크 전체에 오버헤드가 발생할 수 있는 단점을 가진다.

2.2 JXTA 플랫폼의 구조

JXTA 플랫폼은 클라이언트/서버 모델을 지원하면서 PC/PC, PC/가전제품, PC/PDA와 연결될 수 있는 애플리케이션 개발환경을 제공하는 것을 목표로 오픈소스 개발 형식으로 진행되고 있다[5]. 그림 3은 JXTA 플랫폼의 계층 구조를 나타내고 있다.

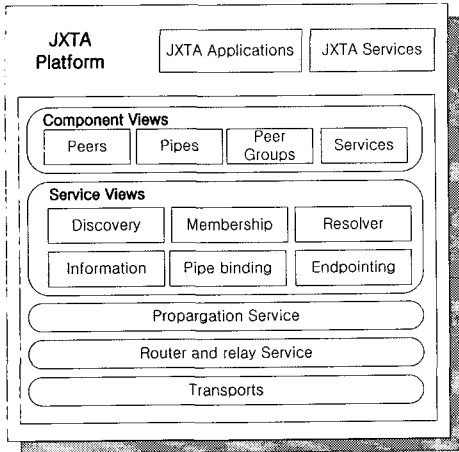


그림 3. JXTA의 계층 구조
Fig. 3 JXTA Hierarchy

JXTA 플랫폼은 컴포넌트 관점과 서비스 관점으로 나누어 볼 수 있다. 컴포넌트 관점에서 JXTA 플랫폼은 Peer, Peer Group, Pipe, Service로 구성된다. Peer는 JXTA 네트워킹에서 서비스를 제공하거나 서비스를 이용하는 클라이언트를 의미하며 Peer Group이란 피어들의 집합을 의미한다. Pipe는 각 피어들의 엔드포인트에 동적으로 바인딩되는 가상 통신 채널을 의미하며 Service는 피어 그룹 단위에서 이루어지는 기본적 또는 추가적인 통신을 의미한다.

그리고 서비스 관점에서 JXTA 플랫폼은 Discovery, Membership, Resolver, Information, Pipe Binding, Endpoint 서비스로 구성된다. Discovery는 피어, 파이프, 피어 그룹을 검색하는 서비스이며 Membership은 한 피어 그룹에 속한 피어들의 관리를 수행하는 서비스이다. Peer Information은 다른 피어들 간의 연결 상태 정보를 제공하는 서비스이며 Pipe Binding은 피어의 파이프와 물리적인 엔드포인트를 동적으로 연결시켜주는 서비스이다. Peer Endpoint는 피어가 다른 피어에게 메시지를 보내 라우팅 정보를 요구하는 서비스이다.

2.3 랑데부 P2P 자원 탐색 알고리즘 분석

각 피어들은 자신이 찾고자 하는 자원 정보를 찾을 때까지 랑데부 피어들을 순회하면서 검색하며 소요되는 검색 비용은 랑데부 피어의 순회 탐색 횟수에 따라 비례한다. JXTA는 대규모 네트워크상에서 랑데부 피어들의

연결 상태를 이용해 자신이 소유하지 않은 피어의 자원 정보를 검색한다. 그림 4는 랑데부 피어 순회 탐색 메커니즘을 나타내고 있다.

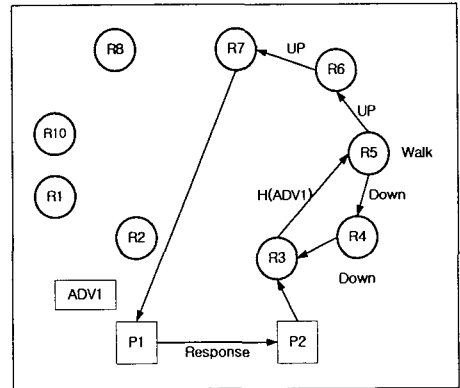


그림 4. 랑데부 피어 순회 탐색 메커니즘
Fig. 4 Rendezvous peer circuit searching mechanism

피어 P1은 자신이 소속된 랑데부 피어 R7에게 자신의 자원 정보를 광고하고 P1의 자원 정보를 소유한 R7은 P1의 자원 정보를 요구하는 모든 피어의 질의를 받아 포워딩한다. P2가 P1의 자원 정보를 이용하고자 할 경우 P2는 자신이 소속되어 있는 R3에게 P1의 정보 검색 질의를 전송한다. R3은 자신이 소유한 피어들의 정보를 검색한 결과 P1이 요구한 정보가 없을 경우 R5에게 질의를 전송한다. 질의를 전달받은 R5에도 요구되는 정보가 없을 경우 R5는 R6과 R4에게 동시에 질의를 하여 빠른 결과 값을 얻을 수 있게 한다. 하지만 하나의 랑데부 피어가 두 개 이상의 랑데부 피어에게 동시에 질의를 전달하여 빠른 결과는 얻을 수 있다 해도 이로 인해 많은 양의 자원 정보 검색 질의가 발생하게 된다.

만약 요구되는 정보가 마지막 랑데부 피어에 존재할 경우 랑데부 피어 순회탐색 메커니즘은 많은 질의 발생으로 인한 과도한 네트워크 트래픽으로 인해 검색 비용 상승과 검색 시간이 증가하게 된다. 또한 순회 탐색을 수행하기 때문에 질의의 전송과정에서 많은 시간이 소요되며 질의의 전송도중 랑데부 피어에 장애가 발생되면 검색 과정이 중단되는 현상까지 발생하게 된다.

또한 피어를 확장하여 검색하기 위해 발생된 질의가 자신에게 돌아오는 롤백(Roll-back) 현상이 발생될 수 있다. 그림 5는 랑데부 피어 순회 탐색 메커니즘의 롤백 현상을 나타낸 것이다.

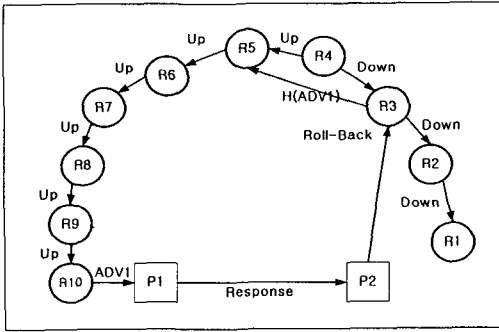


그림 5. 랑데부 피어 순회 탐색 메커니즘의 Roll-back 현상
Fig. 5 Roll-back phenomenon in rendezvous peer circuit searching

이러한 롤백 현상이 발생할 경우 인접한 랑데부 피어에 자신이 찾은 자원이 없는 것으로 간주하여 검색 영역을 확장하게 된다. 피어의 정보 검색 질의를 받은 랑데부 피어는 피어에게 재검색 영역의 범위를 질의를 하게 되며 이로 인해 비용검색은 물론 검색 시간이 더욱 증가하게 된다.

III. 프락시 피어 탐색 알고리즘 설계

3.1 릴레이 서버의 구성

릴레이 서버는 모바일 피어와 같이 지속적으로 액세스할 수 없는 피어에게 보내지는 메시지를 저장하고 포워딩 해주는 서버로 모바일 기기에서 할 수 없는 작업을 피어에게 제공한다.

그림 6은 릴레이 서비스에서의 메시지 전송을 나타낸 것이다.

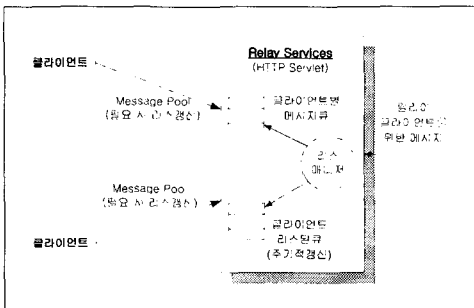


그림 6. 릴레이 서버의 메시지 전송
Fig. 6 Relay service message forwarding

모바일 클라이언트가 지속적으로 네트워크에 액세스할 수 없으며 P2P 네트워크에 대한 접속을 해지할 수도 있기 때문에 릴레이 서비스는 모바일 클라이언트를 대신해서 메시지 큐를 유지하고 관리한다. 릴레이 서버는 직접 네트워크에 참여할 수 없는 모바일 피어와 같은 네트워크 피어를 위하여 사용되며 HTTP 전송을 사용하여 메시지를 처리한다. 그림 7은 릴레이 서버의 구조를 나타낸 것이다.

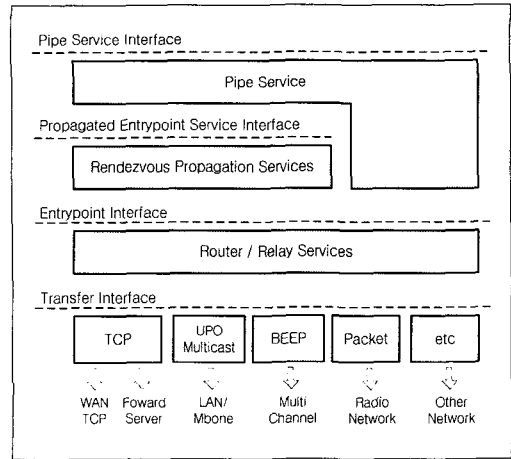


그림 7. 릴레이 서버의 구조
Fig. 7 Relay server structure

릴레이 서버는 피어의 요청에 따라 리스를 생성하고 관리하며 피어에게 전달된 메시지를 처리한 다음 해당 피어에게 전달한다. 릴레이 서비스 내에 존재하는 모든 클라이언트는 규칙적으로 리스 기한을 연장함으로써 서비스에 있는 자신의 메시지 큐가 종료되지 않도록 한다.

3.2 DHT 프락시 피어 탐색 알고리즘 설계

DHT는 해시 키 집합들을 시스템 내부의 각 노드에 분산시키고 DHT의 엔트리 포인트에 상관없이 키의 위치를 찾아갈 수 있도록 라우팅하는 알고리즘을 이용해서 시스템 내부 네트워크의 목적지를 찾아가게 된다. 즉, 해시 테이블 내부의 버킷을 그룹으로 형성하고 그룹 사이를 링크로 연결하여 자신이 원하는 정보가 있는 그룹을 찾아갈 수 있도록 해준다[6].

기존의 순회 탐색 메커니즘은 랑데부 피어간의 연결 상태 정보만을 이용하여 검색이 이루어지므로 검색 비

용의 증가는 물론 검색 시간의 지연과 과다한 트래픽이 발생하였다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 프락시 피어를 생성하여 각 랑데부 피어 간에 발생하는 검색 비용을 줄이고 정보 검색 질의의 롤백에 따른 부하의 감소와 질의 손실을 해결하는 DHT 기반 프락시 피어 탐색 알고리즘 설계하였다.

특정 피어가 찾고자 하는 정보가 자신이 속한 랑데부 피어에 존재하지 않을 경우 다른 랑데부 피어로 검색 질의를 전송한다. 랑데부 피어가 전송한 검색 질의가 자신에게 되돌아 올 경우 모든 랑데부 피어의 정보를 가지고 있는 프락시 피어로 질의를 전달한다. 프락시 피어는 소유한 랑데부 피어의 정보를 이용하여 다른 랑데부 피어로 포워딩하는데 두 가지 우선순위를 두어 전송한다. 첫째, 프락시 피어는 이미 검색한 랑데부 피어들을 제외한 랑데부 피어 중 가장 많은 피어들을 소유한 랑데부 피어에 연결되도록 한다. 둘째, 이미 검색한 랑데부 피어들을 제외 한 다른 랑데부 피어 중 최근에 변경된 랑데부 피어에 연결되도록 한다. 이와 같은 우선순위를 적용해 가장 많은 피어 정보를 가지고 있는 랑데부 피어와 가장 최근에 갱신된 랑데부 피어에 두개의 질의를 전송함으로써 검색 성공 확률을 높일 수 있다.

DHT 기반 프락시 피어 탐색 알고리즘은 기존의 방식과 동일하게 두 번의 질의가 발생되며 검색하고자 하는 정보를 찾을 때까지 동일한 질의 전송 과정을 반복한다. 만약 찾고자 하는 정보가 검색되면 랑데부 피어의 해시 테이블을 이용해 피어에 질의를 전달하게 되고 질의를 받은 피어는 질의를 전송한 피어에 응답한다. 그림 8은 DHT 프락시 피어 탐색 알고리즘을 나타내고 있다.

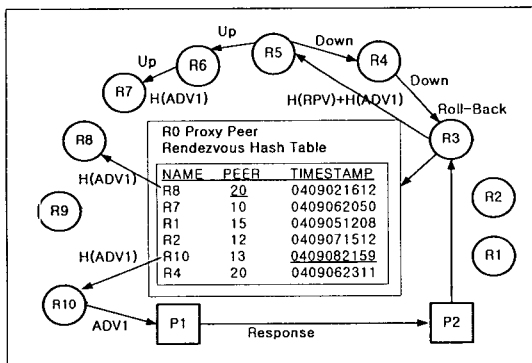


그림 8. DHT 프락시 피어 탐색 알고리즘
Fig. 8 DHT proxy peer search algorithm

피어 P1은 자신의 정보를 랑데부 피어 R10에게 전송한다. P1의 자원 정보를 관리하는 R10은 자신의 이름과 자신이 관리하는 피어 수 그리고 정보가 갱신된 시간을 프락시 피어에 저장한다. 피어 P2가 P1의 정보를 검색하고자 할 경우 자신이 소속된 R3에게 정보 검색 질의를 전송하며 R3은 정보를 검색하며 정보가 없을 경우 R5에 질의를 전달한다. R5는 자신의 정보를 검색하고 해당 정보가 없을 경우 다시 R4와 R6에 질의를 전송하며 R4와 R6은 검색 정보를 찾지 못하면 질의를 확장시켜 R3과 R7에 질의를 전송한다. 만약 R7에게 해당 정보가 존재하지 않아 R3에게 질의가 롤백되었다면 랑데부 피어의 질의를 확장을 하지 않고 모든 랑데부 피어의 정보를 가지고 있는 프락시 피어에게 질의를 전송시킨다.

프락시 피어는 자신이 소유한 랑데부 피어의 해시 테이블에 저장되어 있는 랑데부 피어의 이름과 각 랑데부 피어가 관리하는 피어의 수, 그리고 랑데부 피어의 정보를 이용하여 자원 정보 검색 질의를 전송한다. 이때 검색을 수행하지 않았던 랑데부 피어를 대상으로 피어의 수가 가장 많은 랑데부 피어 R8과 최근에 등록되거나 갱신된 R10에 질의를 전송한다. 따라서 피어 P1의 자원 정보를 가지고 있는 R10은 P1에게 질의를 전송하게 되며 질의를 전송받은 P1은 다른 랑데부 피어를 이용하지 않고 피어 P2로 직접 응답 메시지를 보내 P1과 P2가 직접 서비스를 요청하도록 한다.

IV. 실험 및 고찰

본 논문에서 제시한 프락시 피어 기반의 DHT 순회 탐색 알고리즘은 다음과 같은 조건 하에 실험되었다. 첫째, 두개 이상의 랑데부 피어를 구성하였으며 둘째, 각 피어가 가지고 있는 정보는 다른 피어에 없이 유일하게 하였다. 또한 기존 랑데부 순회 탐색 알고리즘과 DHT 순회 탐색 알고리즘의 비교 평가를 위해 다른 트래픽은 고려하지 않았다.

실험은 랑데부 피어를 각각 10, 30, 50개 씩 가진 JXTA 환경에서 실험하였다. 이때 랑데부 피어 검색 시 발생하는 질의의 수와 JXTA 네트워크상에서 정보를 검색할 때 발생한 모든 질의의 수를 조사하였다. 그림 9는 랑데부 피어 검색 시 발생하는 질의의 수를 나타낸 것이다. DHT 순회 탐색 알고리즘을 이용함으로써 질의의 수가 감소되는 것을 확인할 수 있었다.

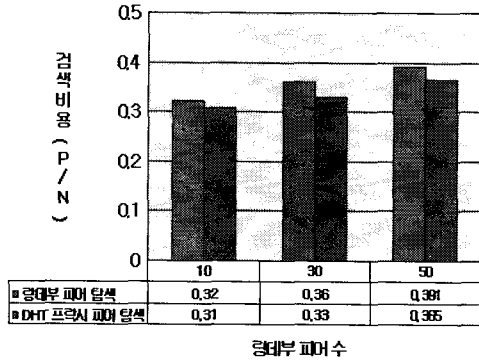


그림 9. 랑데부 피어 검색 질의 수
Fig. 9 Query counts of Rendezvous peer searching

그림 10은 JXTA 네트워크에서 정보를 검색할 때 발생 모든 질의 수를 나타낸 것으로 네트워크 전체에 발생하는 트래픽을 예상할 수 있다.

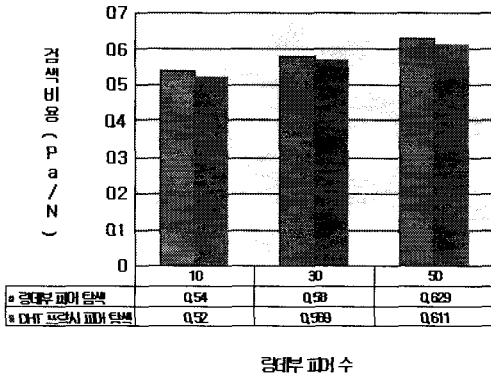


그림 10. JXTA 네트워크상의 전체 질의 수
Fig. 10 Total query count of JXTA network

V. 결 론

본 논문에서는 플랫폼과 네트워크 디바이스에 독립적인 환경을 지원하는 JXTA 네트워크 환경에서 분산된 자원을 효율적으로 검색하는 DHT 기반 프락시 피어 알고리즘을 설계하였다. 프락시 피어는 랑데부 피어 검색에 따른 부하를 최소화하기 위해 랑데부 피어의 이름, 랑데부 피어가 소유한 피어 수, 랑데부 피어 정보의 갱신 시간을 프락시 피어에 유지하여 랑데부 피어 검색에 사용함으로써 검색 비용에 가장 큰 부분을 차지하는 순회

탐색 횟수를 줄일 수 있었다.

또한 다른 랑데부 피어로 포워딩을 유도 하는데 확률적으로 높은 랑데부 피어들을 우선적으로 검색하여 검색 비용을 개선하였고 랑데부 피어 정보의 신뢰성을 기반으로 하여 효율적인 검색 결과를 얻을 수 있었다.

향후 프락시 피어의 장애에 따른 능동적이고 정확한 복구 기법에 대한 연구를 수행할 계획이다.

참고문헌

- [1] Georgios John Fakas, Bill Karakostas, "A peer to peer (P2P) architecture for dynamic workflow management". Information and Software Technology, Vol. 46, No. 6. pp. 423-431. 2004
- [2] IBM developerWorkers, "Mobile P2P messaging Part 2: Develop mobile extensions to generic P2P networks", <http://www-903.ibm.com/developerworkers/kr/>
- [3] Marcel Waldvogel, Switzerland Roberto Rinaldi, "Efficient topology-aware overlay network", ACM SIGCOMM Computer Communication Review archive, Volume 33 , pp.101-106, 2003
- [4] Bernard Traversat, "Project JXTA 2.0 Super-Peer Virtual Network", Project JXTA and Sun Microsystem Inc, 2003
- [5] Changtao Qu, "Interacting the Edutella/JXTA Peer-to-Peer Network with Web Services", SAINT'04, pp.67-73, 2004
- [6] Beverly. Garcia-Molina, "Designing a super-peer network" Data Engineering, 2003. Proceedings. 19th International Conference pp.49-60, 2003

저자소개



이 광(Gwang Lee)

1995년 조선대학교 컴퓨터공학과
(공학사)

1997년 조선대학교대학원 컴퓨터공
학과(공학박사)

2000년 조선대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

1997년-현재 충주대학교 전기전자정보공학부 부교수

※관심분야: 네트워크, 운영체제, 임베디드시스템



이 준(Joon Lee)

1979년 조선대학교 전자공학과
(공학사)

1981년 조선대학교 대학원
전자공학과(공학석사)

1997년 숭실대학교대학원 전자계산학과(공학박사)

1982년 - 현재 조선대학교 전자정보공과대학 컴퓨터
공학과 교수

※관심분야: 시스템보안, 분산운영체제, 프로그래밍