

슈퍼 피어를 이용한 모바일 P2P 시스템에서의 에너지 효율성을 고려한 라우팅 프로토콜

한정석, 이주희, 송진우, 이광조, 김지훈, 양성봉
연세대학교 컴퓨터과학과

e-mail : {leohan, happy1024, fantaros, kjlee5435, barampow, yang}@cs.yonsei.ac.kr

Energy-Efficient Routing Protocol for Mobile P2P System using Super Peers

Jung-Suk Han, Ju-Hee Lee, Jin-Woo Song, Kwang-Jo Lee, Ji-Hoon Kim, Sung-Bong Yang
*Dept. of Computer Science, Yonsei University

요 약

모바일 기기 보급이 급증함에 따라 모바일 환경에서 이루어지는 Peer-to-Peer(P2P)방식에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 모바일 기기는 무선통신이라는 특성이 있기 때문에, 이동하는 peer 의 에너지 절약이 항상 요구된다. Peer 에 저장된 에너지를 모두 사용하게 되면 네트워크에 참여할 수가 없고, 에너지가 없는 peer 수가 지속적으로 증가되면 파일 탐색이 불가능하게 된다. Super peer 를 기반으로 하는 계층적인 P2P 시스템은 기존의 단일 계층인 P2P 시스템보다 적은 양의 메시지를 이용하여 파일을 탐색할 수 있다는 장점이 있지만, super peer 로 선정된 peer 는 주변의 sub-peer 들로부터 파일 탐색 요청 메시지를 지속적으로 받게 되어 빨리 에너지가 소모되는 단점이 있다. 본 논문은 super peer 를 이용한 모바일 P2P 시스템에서 peer 들의 남은 에너지를 고려하여 에너지가 적은 peer 의 사용을 피하여 상대적으로 에너지가 많이 남은 peer 들의 사용을 유도하는 시스템을 제안하였다. 실험을 통해서 성능평가를 하였으며, 제안된 시스템의 네트워크 유지시간이 기존 super peer 를 이용한 시스템보다 오래 지속됨을 확인하였다.

1. 서론

최근 많은 사람들이 모바일 기기인 핸드폰, PDA 등을 사용하게 되면서 모바일 환경에서 이루어지는 Peer-to-Peer(P2P)가 많은 관심을 받고 있다. 모바일 기기는 이동성을 가지는 객체이고, 각각의 모바일 기기는 통신 범위라는 제약조건이 있기 때문에 기존에 많이 연구되어 왔던 유선환경의 P2P 와 다르다. 따라서 모바일 환경에 적합한 다양한 연구가 진행되어 왔고, 대표적으로 OIRON(Optimized Routing Independent Overlay Network)[1], super peer 라는 개념을 이용한 Greedy system[2]과 MIS system[3]이 있다. Super peer 를 이용한 모바일 P2P 시스템은 파일을 탐색하고자 할 때 필요한 비용이 ORION 보다 적게 들어가기 때문에 관심을 받고 있다.

대부분의 peer 들은 한정된 용량의 에너지를 가지고 있다. 한 peer 가 자신이 가지고 있는 에너지를 모두 소모하게 되면 네트워크는 정상적인 라우팅 동작을 할 수 없게 되고, 이는 성능저하로 이어지게 된다. Super peer 를 이용한 P2P 에서는 super peer 들의 에너지가 sub-peer 들보다 집중적으로 많이 소모되어 특정 peer 들이 네트워크에서 빨리 사라지게 된다. 따라서 본 논문은 위와 같은 super peer 를 이용한 모바일 P2P 시스템의 비효율적인 에너지 사용을 관리하고자 새로운 라우팅 알고리즘을 제안한다. 첫 번째는 super peer

의 남은 에너지가 어느 임계 값보다 적게 되면 에너지가 많이 남아있는 이웃한 sub-peer 를 자신을 대신할 super peer 로 만든다. 두 번째는 super peer 들을 연결해주는 여러 경로 중 에너지가 가장 적게 남은 sub-peer 를 포함하는 경로를 피하여 메시지 전달이 되게 만든다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서 관련연구를 조사하고, 3 장에서 에너지 효율성을 고려하는 시스템을 소개하며, 4 장에서는 실험결과를 보여주고, 5 장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 OIRON

모바일 환경에서의 P2P 로는 ORION 이 대표적이다. ORION 은 라우팅을 위한 테이블과, 파일관리를 위한 파일 라우팅 테이블을 따로 관리하여 효율적인 파일 공유를 꾀하였다. 라우팅 방법은 AODV (Ad-hoc On-demand Distance Vector)[4] 라우팅 테이블과 유사하다. ORION 은 네트워크 링크가 구축이 되면, multi-broadcasting 방식으로 사용자가 원하는 파일을 찾는다.

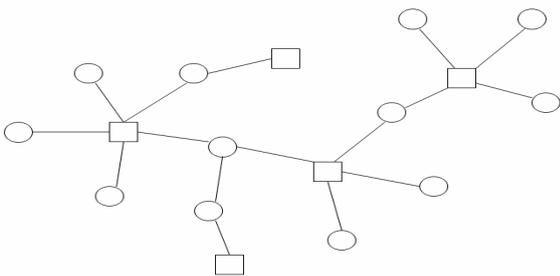
2.2 Super peer 를 이용한 모바일 P2P 시스템: Greedy system 과 MIS system

ORION 같은 기존의 단일 계층의 모바일 P2P 시스

템에서 사용되는 multi-broadcasting 의 메시지 양을 줄이기 위해 [2]와 [3]에서 각각 제안된 시스템이다. [그림 1]에서와 같이 네트워크에 산재해있는 모바일 객체들 중 일부 객체들만 super peer(사각형)가 되고 나머지 객체들은 super peer 들의 sub-peer(원형)로 종속된다. 단, sub-peer 는 하나의 super-peer 에만 종속된다. Super peer 는 자신 주변에 있는 sub-peer 들의 정보(id, 주소, 파일정보 등등)를 파일 라우팅 테이블에 저장한다. Sub-peer 는 파일을 탐색하고자 할 때 자신의 super peer 에게 파일을 요청한다. 요청을 받은 super peer 는 자신의 파일 라우팅 테이블을 살펴보고 찾하고자 하는 파일이 없으면 자신 주위에 있는 다른 super peer 들에게 파일을 요청한다. 이 시스템은 가능한 한 super peer 들만으로 통신을 하기 때문에 ORION 에서와 같은 multi-broadcasting 을 피할 수 있다.

모바일 P2P 시스템에 대하여 super peer 와 sub-peer 를 이용한 시스템으로는 Greedy system[2]과 MIS system[3]이 있다. Greedy system 은 중앙 서버가 네트워크를 그래프로 매핑하여, 그 그래프 상에서 각 peer 에 대하여 degree (peer 에 인접한 이웃 peer 들 수)를 계산한다. 이 시스템은 degree 가 가장 큰 peer 를 super peer 로 선정하며, 선정된 super peer 와 이웃하는 sub-peer 들을 제외한 나머지 그래프에서 같은 방식으로 super peer 를 순차적으로 선정한다.

MIS system 은 분산환경에 적합한 방법으로, 각 peer 가 동시에 랜덤 숫자 하나를 선택한 후, 각 peer 가 선택한 숫자가 이웃 peer 들의 숫자와 비교되어, 인접한 peer 들의 숫자보다 자신의 숫자가 큰 peer 가 super peer 가 된다. Greedy system 과 마찬가지로 선정된 super peer 와 이웃하는 sub-peer 들을 제외한 나머지 그래프에서 같은 방식으로 super peer 를 반복적으로 선정한다. 이 두 시스템 모두 super peer 들을 연결하기 위해 sub-peer 가 이용될 수도 있다.



[그림 1] 계층화된 모바일 P2P 시스템

3. 에너지 효율성을 고려한 시스템

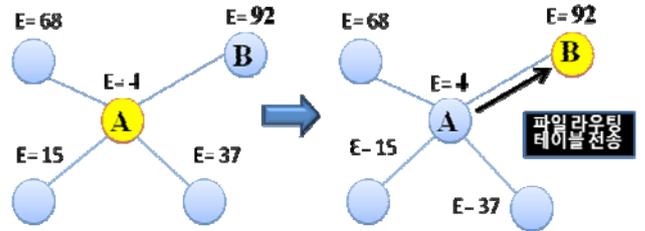
기존의 super peer 를 이용한 모바일 P2P 시스템은 super peer 가 자신의 파일 라우팅 테이블에 sub-peer 의 id, 주소, 파일에 관한 정보를 가지고 있다. 하지만 에너지 효율성을 고려한 시스템을 위해서 파일 라우팅 테이블에 각 sub-peer 의 남은 에너지에 대한 정보도 저장한다. 이는 매번 peer 들의 남은 에너지를 확인해야 하는 오버헤드를 해결해 준다. Super peer 는 자신의 파일 라우팅 테이블에 있는 sub-peer 들을 관리하기

위해 주기적으로 통신을 한다. Super peer 가 주기적으로 관리를 할 때마다 자신의 sub-peer 들의 현재의 에너지를 파일 라우팅 테이블에 기록한다면, super peer 는 다른 오버헤드 없이 sub-peer 의 에너지를 알아낼 수 있다.

에너지 효율성을 고려하기 위해 두 가지 방식을 제안한다. Super peer 의 에너지를 고려하는 시스템과 sub-peer 의 에너지를 고려하는 시스템이다.

3.1 Super peer 에너지를 고려하는 시스템

Super peer 는 자신 주위의 sub-peer 를 관리하고, 주위의 sub-peer 들의 메시지 요청을 지속적으 받기 때문에 에너지의 소모가 크다. 따라서 전체 네트워크 시스템 수명이 super peer 들로 인해 짧아질 수 있다. 이러한 현상을 피하려면 에너지가 얼마 남지 않은 super peer 의 사용을 되도록이면 줄여야 한다. 이러한 super peer 의 사용을 줄이기 위해 해당 super peer 를 sub-peer 로 교체하는 시스템을 제안한다.

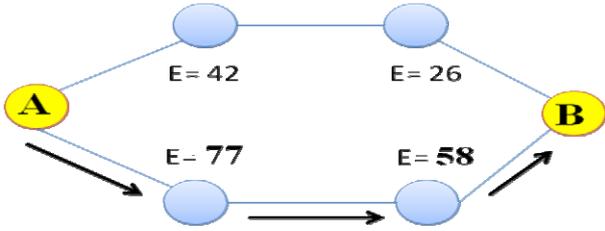


[그림 2] Super peer 의 에너지 저하에 따른 Super peer 교체

[그림 2]는 peer A 가 에너지 양이 매우 적어 peer B 가 super peer 로 교체되는 것을 보여준다. Super peer 는 자신의 남은 에너지가 부족하다고 판단이 되면 (예를 들어 전체 에너지의 5%미만일 경우) 자신의 sub-peer 들의 남은 에너지를 점검하여 가장 많은 에너지를 가지고 있는 sub-peer 에게 자신을 대신하여 super peer 가 되게 한다. 이때 이전의 super peer 는 새로운 super peer 에게 자신이 가지고 있는 파일 라우팅 테이블을 넘겨준다. 그리고 자신은 새로이 교체된 super peer 의 sub-peer 가 된다.

3.2 Sub peer 에너지를 고려하는 시스템

Greedy system 과 MIS system 에서는 super peer 들 사이의 통신을 하기 위해서 sub-peer 들이 가교 역할을 한다. 에너지가 얼마 남지 않은 sub-peer 가 super peer 들간의 연결 역할을 지속적으로 하게 되면 전체 네트워크의 수명이 역시 줄어들게 되는 요인이 될 수도 있다. 이러한 현상을 피하기 위해 같은 한 쌍의 super peer 들을 연결해주는 경로가 2 개 이상이 있을 때에는, 최소 에너지를 가지는 sub-peer 를 포함한 경로를 피해 보다 안정적인 경로를 통해 통신하도록 한다. 이렇게 하면 에너지가 적게 남은 sub-peer 의 사용을 막을 수 있어서, 전체 네트워크 유지 수명이 길어지게 된다.



[그림 3] Sub peer의 에너지를 고려한 경로 변경

[그림 3]은 super peer A, B를 연결해주는 경로가 2개인 예를 보여주고 있다. 에너지가 적은 sub-peer가 위쪽 경로에 포함되어 있기 때문에 아래의 경로가 보다 안정적이다. 따라서 아래 경로에 있는 sub-peer들을 이용하여 super peer A와 B가 연결된다.

4. 성능평가

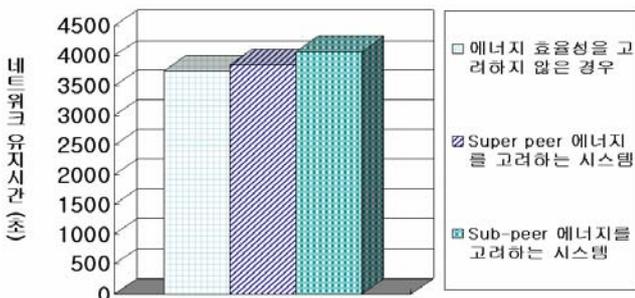
본 논문에서는 3장에서 두 개의 에너지 효율성을 고려한 계층화된 모바일 P2P 시스템을 제안하였다. 실험을 통한 시스템의 성능평가를 위하여 아래의 표에 제시된 실험 환경을 사용하였다.

변수	값
Peer의 개수	100 (개)
Peer의 통신범위	100 (m)
Peer가 가질 수 있는 최대 에너지 양	100 (J)
Message를 보낼 때 소모되는 에너지 양	20 (mW)
Message를 받을 때 소모되는 에너지 양	10 (mW)

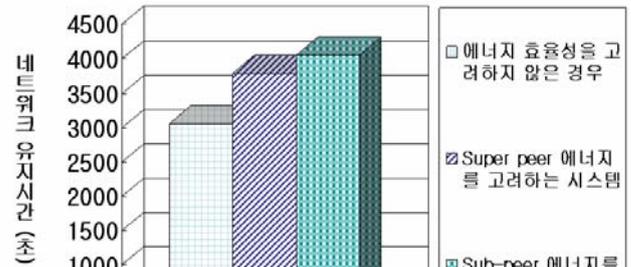
<표 1> 실험환경

네트워크를 구성하는 peer들을 위한 입력파일인 text file에는 전체 peer들의 id, 주소, 파일 목록, 초기 생성시 가지고 있는 에너지의 양이 기록되어 있다. Text file을 한 줄씩 읽어가며, 한 peer를 생성하고 1000*1000m² 지역에 추가한다. 또한 실험에는 1000개의 임의의 파일 탐색을 요청(query)하는 입력파일인 query file을 만들어 사용하였다. Peer는 처음에 생성될 때, 임의의 에너지를 가지게 되며 최소 20%이상의 에너지를 가지게 하였다.

본 실험에서는 에너지 효율성을 고려하지 않은 Greedy system, MIS system과 에너지효율성을 고려한 Greedy system과 MIS system을 비교해보았다.



[그림 4] Greedy System에서의 성능비교



[그림 5] MIS System에서의 성능비교

위의 실험결과에서 알 수 있듯이, 에너지 효율성을 고려한 라우팅 시스템의 네트워크 유지시간이 더 향상되었으며, 위의 두 실험 모두 sub-peer의 에너지를 고려한 경우가 super peer의 에너지를 고려한 경우보다 성능이 더 좋았다. 그 이유는 Greedy system과 MIS system 모두 메시지 전송을 위해 super peer와 sub-peer를 사용하기 때문이다. 즉, super peer의 남은 에너지가 부족하여 sub-peer로 상태가 전환되어도 다른 super peer들 사이의 경로로 사용될 수 있기 때문에 에너지 소모가 계속된다. 하지만 super peer가 sub-peer로 상태 전환을 했기 때문에 사용 횟수를 줄일 수 있었고 그 결과 네트워크 유지시간을 늘릴 수 있었다.

5. 결론

본 논문에서는 네트워크 유지시간을 연장시키기 위하여 super peer를 보다 안정적인 에너지를 지닌 이웃한 sub-peer와 교체하는 시스템과 super peer와 sub-peer의 남은 에너지를 고려하여 라우팅 경로를 변경하는 시스템을 제안하였다. 그 목적은 주로 사용되는 peer들의 사용을 자제하고, 사용이 비교적 덜 되는 peer들을 사용하게 만들어 전체 네트워크의 유지시간을 늘리기 위함이었다. 실험결과가 Sub-peer의 에너지를 고려한 시스템이 가장 좋은 성능을 보여주었다. 향후 제안된 두 개의 알고리즘을 하나로 합한 알고리즘과 피어들의 계층구조를 변형시키는 다른 방법의 알고리즘 제안이 이루어질 것이다.

6. 사사

이 논문은 교육인적자원부지원 연세대학교 BK21 지능형 모바일 서비스를 위한 차세대 단말 소프트웨어 사업단의 지원을 받아 연구되었음.

참고문헌

[1] A. Klemm, C. Lindemann, and O. Waldhorst, "A Special-Purpose Peer-to-Peer File Sharing System for Mobile Ad hoc Networks," *Proceedings on Vehicular Technology Conference*, Vol.4, pp.2758-2763, Oct. 2003.

- [2] 한정석, 이광조, 송진우, 양성봉, “Mobile 환경에서 Super peer 를 이용한 Mobile Peer-to-Peer system”, 정보과학회 춘계학술대회 2007 년 10 월 pp.142 -143.
- [3] 한정석, 이광조, 송진우, 양성봉, “분산 네트워크 환경에서 Super peer 를 이용한 Mobile Peer-to-Peer system”, 정보처리학회 춘계학술대회 2007 년 11 월 pp.932 - 935.
- [4] C. Perkins, E. Royer, and S. Das, Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing, <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-manetaodv-11.txt>, IETF Internet Draft (work in progress), June 2002.