

애드혹 망에서 효율적인 P2P 시스템

준회원 최 현 덕*, 학생회원 박 호 현*, 종신회원 우 미 애*

An Efficient Peer-to-Peer System in Ad-Hoc Networks

Hyun-Duk Choi* Associate Member, Ho-Hyun Park* Student Member,
Miae Woo* Lifelong Member

요 약

최근에 인터넷에서는 많은 Peer-to-Peer (P2P) 시스템이 등장하여 자료 공유가 활발히 이루어지고 있다. P2P 시스템은 자가 형성, 자가 치료, 분산처리와 같은 특징을 지니고 있어, 그러한 특징을 공유하는 애드혹 환경에서도 적절한 응용 프로그램으로 인식되고 있다. 본 논문은 가장 널리 사용되는 P2P 시스템중의 하나인 Gnutella를 애드혹 망에서 보다 효율적으로 동작할 수 있도록 개선하여 시스템 수명 연장, 오버헤드 감소, 향상된 성능을 제공하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 계층적 피어를 사용하는 Gnutella 방식에 계량값을 이용한 울트라피어 선택방안, 능동적 울트라피어 정보제공 방안 등을 도입하였다. 모의실험 결과, 본 논문에서 제안한 방안은 Gnutella 보다 망을 더욱 효율적으로 사용함으로써 검색 성공률을 높이고, 응답시간을 줄였으며, 오버헤드 측면에서도 훨씬 좋은 결과를 보였다. 또한 애드혹 망 및 P2P 시스템의 지속시간에 영향을 미칠 수 있는 노드들의 잔여 에너지를 높일 수 있었다.

Key Words : Peer-to-Peer, Ad-hoc Networks, Performance Analysis

ABSTRACT

Many P2P systems which are designed to implement large-scale data sharing have been introduced in Internet recently. They exhibit interesting features like self-configuration, self-healing and complete decentralization, which make them appealing for deployment in ad hoc environments as well. This paper proposes an Gnutella-based P2P system that can operate efficiently in ad hoc networks. The objectives of this paper are to extend the overall system lifetime, to reduce overheads, and to provide enhanced performance. The proposed system uses an ultrapeer election scheme based on metric values and proactive distribution of ultrapeer information. According to the simulation results, the proposed system can provide better performance than Gnutella in terms of query success rate, query response time, overhead and residual battery power by utilizing network resources efficiently.

I. 서 론

현재 대부분의 인터넷 기반 서비스는 클라이언트-서버 관계를 통하여 이루어지고 있다. 이러한 서버

스 패러다임은 광대역 네트워크가 제공됨에 따라 변하고 있어, 미국의 스프린트 백본에서 패킷을 측정 한 바에 의하면 Peer-to-Peer (P2P)나 알 수 없는 서비스의 패킷양이 전체 트래픽의 최대 80%까지 차

※ 본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스컴퓨팅및네트워크원천기반기술개발사업의 지원에 의한 것임.

* 세종대학교 정보통신공학과 (mawoo@sejong.ac.kr)

논문번호 : KICS2007-01-002, 접수일자 : 2007년 1월 2일, 최종논문접수일자 : 2007년 4월 4일

지할 정도로 증가하였다^[1]. 이러한 추세에 근거하여 유추해 보건대, 유비쿼터스 환경은 모든 엔터티들이 자유롭게 상대방과 접속하며 상호 협력하는 유비쿼터스 사회로 진화할 것으로 추정된다^[2]. 따라서 유비쿼터스 환경을 실현하기 위해서는 무선 환경과 P2P 기술을 결합하는 방향으로 나아가갈 것으로 기대된다.

애드혹 망과 P2P 시스템은 각각의 엔터티들이 스스로 망을 구성하고, 망의 토폴로지가 동적으로 변화하며, 분산 환경에서 라우팅 질의를 통하여 동작이 이루어지는 등의 공통점을 갖고 있다^[3]. 이러한 공통점은 특정 관리 환경 없이 어떻게 양방향으로 단말기 대 단말기 통신을 가능하게 할 것인가에 대한 문제를 제기한다. 유선 인터넷과는 달리 애드혹 망에서는 무선 링크를 사용하기 때문에 링크의 신뢰성이 낮고, 메모리, 프로세서, 지원 장치, 전송 대역폭 같은 가용자원이 한정된다. 이러한 애드혹 망의 특징 때문에, P2P 시스템의 파일 검색 성공률이 감소하고 노드의 연결성이 떨어진다.

현재까지 애드혹 라우팅 프로토콜과 P2P 시스템을 종합적으로 연구한 결과는 그리 많지 않다. P2P 시스템 중 가장 널리 사용되는 것 중 하나인 Gnutella^[4]를 애드혹 망 환경에서 고려한 연구에는 다음과 같은 것들이 있다. 애드혹 망에 P2P 시스템을 적용하여 애드혹 라우팅 프로토콜인 DSDV, DSR, AODV에 대해 부하, 이동성, 망의 밀도, 피어(peer) 수 등에 따른 성능을 분석한 결과가 있다^[5]. 애드혹 망이 P2P 시스템에 미치는 영향에 대해 검색 성공률, 응답 시간, 오버헤드의 관점에서 평가한 결과도 있다^[6]. Cross-layer의 개념을 피어간의 연결에 적용한 방안도 있다^[7].

본 논문에서는 Gnutella를 기본으로 하여 애드혹 망에서의 효율적으로 동작하는 P2P 시스템을 제안한다. 본 논문에서는 Gnutella를 애드혹 망에 적용했을 때 발생할 수 있는 문제점들을 고려하여 P2P 노드간의 연결성, 노드들의 잔여 에너지양 및 프리로더(freeloader) 여부를 고려한 계량값을 이용한 피어 간 연결 설정 규칙, 울트라피어(ultrapeer) 간 사용하는 새로운 메시지 정의, 효율적인 울트라피어 선택 방안을 제안한다. 모의실험 결과, 본 논문에서 제안한 방안은 Gnutella보다 망을 효율적으로 사용함으로써 검색 성공률을 높이고, 응답시간을 줄였으며, 오버헤드 측면에서도 훨씬 좋은 결과를 보였다. 또한 애드혹 망의 지속시간에 영향을 미칠 수 있는 노드들의 잔여 에너지양을 높일 수 있었다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서

는 Gnutella에 대해 설명한다. 3장에서 본 논문에서 제안하는 P2P 시스템에 대해 소개한다. 4장에서는 본 논문의 제안방안에 대한 성능분석을 위해 설정한 모의실험 환경을 소개하고, 그 결과를 분석한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. Gnutella 시스템 동작 방식 및 문제점

Gnutella 망에 연결된 피어들은 다른 피어를 탐색하기 위해 Ping 메시지를 전송한다. Ping을 수신한 노드들은 Pong 메시지로 응답하며, 핸드셰이킹을 통해 서로 연결한다. Pong 메시지는 응답하는 노드의 톱 캐쉬에 있는 항목 수만큼 발생된다. 파일 검색을 위해 Query 메시지를 보내고, 해당 파일을 공유하고 있는 노드로부터 QueryHit 메시지를 수신하면, 그 노드와 직접 연결하여 HTTP를 통하여 파일을 다운로드 한다.

Gnutella에서 망을 효율적으로 운용하기 위하여 피어들을 울트라피어와 리프(leaf)의 계층구조로 나눌 수 있다. 리프들은 울트라피어와만 연결을 맺는다. 울트라피어들은 다른 울트라피어나 리프와의 연결을 유지하며, 자신과 연결되어 있는 리프들에 대해 프록시처럼 동작한다. 이 방안은 메시지 처리와 라우팅 동작을 많이 하는 노드를 줄임으로써 Gnutella 망을 효율적으로 만든다.

Gnutella 망에 있는 모든 피어들은 연결을 맺고 있는 피어의 수가 충분해질 때까지 Ping과 Pong을 사용하여 다른 피어와 무작위로 연결을 맺는다. 이 방법을 그대로 애드혹 망에 적용하면 Ping-Pong으로 인한 트래픽이 상당히 많이 발생하기 때문에 비효율적이다. 톱 캐쉬와 울트라피어 시스템을 통하여 트래픽을 줄일 수 있다 하더라도 유선환경에 비해 환경이 열악한 애드혹 망에 그대로 적용시키기에는 무리가 있다. Gnutella는 오버레이 망에서 동작하는 응용시스템인데, Pong에서 제공하는 내용만으로는 어떤 노드가 연결하기에 좋은 노드인지 판단할 수 있는 척도가 없다. 따라서 어느 노드와 연결을 맺어야 망을 더욱 효율적으로 사용할 수 있는지에 대한 고려를 배제한 채 비효율적인 연결을 유지하는 상황이 발생할 수 있다. 또한 애드혹 망에서는 모든 노드들이 무선으로 동작하고 끊임없이 이동하기 때문에 에너지 문제가 고려되어야 한다.

III. 애드혹 망에서 효율적인 P2P 시스템 제안

본 절에서는 앞 절에서 지적한 Gnutella의 문제

점을 보완하기 위하여 애드혹 망에서 효율적으로 동작할 수 있는 Gnutella 기반 P2P 시스템을 아래와 같이 제안한다.

- 피어에 대해 우열을 가릴 척도로 계량값 도입
- 울트라피어 광고(Ultrapeer Advertisement: UADV) 메시지를 사용하여 울트라피어가 자신에 대한 존재를 알리는 방식 채택
- UADV 메시지와 계량값을 이용하여 각 노드들이 울트라피어 여부를 스스로 결정하는 울트라피어 선발 동작

각 피어의 계량값은 잔여 에너지양, 울트라피어의 연결성, 프리로더 여부로 정해진다. 본 논문에서는 피어의 계량값이 높을수록 울트라피어의 기능을 수행하기에 적절하다는 것을 의미한다. 노드 i 의 계량값을 W_i 라 했을 때, 계량값은 식 (1)과 같이 노드 i 의 잔여 에너지비율인 E_i 와 노드 i 의 연결성을 나타내는 C_i 를 고려하여 계산한다.

$$W_i = f(\beta E_i + (1 - \beta) C_i), \quad W_{min} < \beta \leq 1 \quad (1)$$

식 (1)에서 f 는 노드 i 의 프리로더 여부를 나타내는 지시자로서, 프리로더이면 0, 프리로더가 아니면 1로 정의된다. 결과적으로 노드 i 가 프리로더인 경우에는 계량값 W_i 가 0이 된다. 이것은 프리로더가 전체 시스템의 성능을 저하시키기 때문에 울트라피어로 사용되지 않게 하기 위함이다.

노드 i 의 현재 남아있는 에너지양을 $E_{i_{cur}}$ 라 하고, 최대 에너지양을 $E_{i_{max}}$ 라 했을 때, 잔여 에너지 비율을 나타낸 E_i 는 식 (2)와 같다.

$$E_i = E_{i_{cur}} / E_{i_{max}} \quad (2)$$

U_i 를 노드 i 와 연결을 맺고 있는 울트라피어들의 수라 하고, U_{max} 는 연결을 맺을 수 있는 최대 울트라피어 수라고 하면, 노드 i 의 연결성 C_i 는 식 (3)과 같이 정의된다.

$$C_i = U_i / U_{max} \quad (3)$$

C_i 는 노드 i 와 울트라피어와의 연결성을 나타낸

비율이다. 다른 울트라피어와 연결성이 높으면 그만큼 메시지를 플러딩할 때 많은 노드에게 알릴 수 있다. 그러므로 이 값이 높은 노드와 연결을 맺을수록 새로운 노드를 알아내기 수월해져 노드들의 연결성이 좋아진다.

식 (1)에서 β 는 E_i 와 C_i 에 가중치를 두는 역할을 한다. 이렇게 계산된 W_i 는 0 ~ 1 사이의 값이 되며 노드 i 에 대해 우열을 가릴 수 있는 척도가 된다.

본 논문에서 제안하는 방안이 동작하기 위해서는, 각 노드들은 계량값을 계산, 유지해야 하며 다른 노드의 계량값을 가능한 한 정확하게 알고 있어야 한다. 이를 위하여 기본적으로 Pong과 UADV 메시지를 통하여 다른 노드에게 자신의 계량값을 알려준다. 이러한 방식을 구현하기 위하여 본 논문에서는 Pong 메시지에 계량값을 포함할 수 있는 필드를 추가시켰으며, Pong 메시지를 변형하여 UADV 메시지를 새로 정의하였다. 또한 부트스트래핑, 부트캐쉬 갱신, 핸드셰이킹 동작 시에 자신의 계량값을 전달하여 알릴 수 있다. 단, 리프는 최초 부트스트래핑 시에 계량값을 0으로 설정하여 보내고, 부트스트래핑 서버는 계량값 0을 받으면 해당 노드에 대한 정보는 자신의 캐쉬에 저장하지 않는다. 하지만 부트캐쉬 갱신 시에는 리프의 경우에도 실제 계량값을 알린다. 부트스트래핑 서버가 새로 참여하는 노드에게 현재 활동 중인 피어들의 주소를 보낼 때는 계량값이 높은 주소를 우선적으로 보낸다. 이로 인하여 부트스트래핑을 하는 노드는 계량값이 높은 노드에게 우선적으로 연결을 맺을 수 있다. 각 노드들은 연결을 요청하려는 노드의 계량값이 W_{min} 보다 작으면 연결하지 않고, 울트라피어들은 자신과 연결되어 있는 리프들에게 Pong을 보낼 때 계량값이 W_{min} 보다 작은 노드에 대한 Pong은 제외시킨다.

본 논문에서 제안하는 방안은 울트라피어들 간에 Ping-Pong 동작 대신 각 울트라피어가 자신에 대한 존재를 알리는 UADV 메시지를 플러딩하는 방식을 사용한다. UADV 메시지를 받은 노드들은 Pong을 받았을 때와 동일하게 동작하여 해당 노드와 연결을 시도한다. UADV 동작은 자신의 정보만을 전송하기 때문에 풍 캐쉬안의 여러 노드에 대한 정보를 모두 보내는 Pong의 동작보다 오버헤드 측면에서 훨씬 효율적이다. 리프와 울트라피어 사이에서는 그대로 Ping-Pong 방식이 사용된다.

본 논문에서는 계량값이 W_{min} 보다 작은 울트라

피어를 WeakUltrapeer 라고 한다. 울트라피어는 UADV 메시지를 보내기 전에 자신이 WeakUltrapeer인지 판단한다. 만약 자신이 WeakUltrapeer라고 판단되면 자신과 연결을 맺고 있는 울트라피어는 물론 리프를 포함한 모든 이웃 노드에게 UADV 메시지를 브로드캐스트하고, 그 후에는 리프로 동작한다. WeakUltrapeer로부터 UADV를 받은 울트라피어는 WeakUltrapeer를 리프로 인식하기 위한 설정을 하고, 자신의 톱 캐쉬에서 WeakUltrapeer에 해당되는 항목을 삭제한다. 리프가 UADV 메시지를 수신한 경우에는 해당 WeakUltrapeer와의 연결을 끊는다. 그 결과로 울트라피어와의 연결이 모두 없어지면 톱 캐쉬의 내용을 사용하여 새로운 울트라피어와 연결을 하기 위한 동작을 수행한다. 만약 새로운 울트라피어와 연결할 수 없는 경우에는 부트스트래핑을 시도한다.

처음 Gnutella에 참여하는 피어는 연결성 C_i 가 0이다. 따라서 식 (1)의 β 가 W_{min} 보다 작거나 같은 경우에는 울트라피어로 설정된 노드 i 의 잔여 에너지 비용인 E_i 가 1이다라고 처음 Gnutella 망에 참여하자마자 리프로서 동작하게 된다. 결국에는 모든 피어가 리프가 되어 망 전체에 울트라피어가 존재하지 않게 되어 Gnutella 망 생성 자체가 어려워진다. 이런 현상을 해결하기 위해 β 값은 W_{min} 값보다 크도록 지정하였다.

리프는 부트스트랩 서버로 자신의 존재를 알리는 부트캐쉬 갱신동작을 수행하거나 다른 울트라피어와의 핸드셰이킹 과정을 통해 자신의 계량값을 알린다. 리프의 계량값이 상대적으로 높아지면 다른 피어들로부터 연결요청을 받는 경우가 발생한다. 이러한 리프는 연결요청을 받아들여 울트라피어로 동작하고, 곧바로 UADV 메시지를 발생시켜 자신과 연결되어있는 울트라피어에게 앞으로 울트라피어로 동작하겠다는 것을 알린다.

IV. 모의실험 환경 및 결과

4.1 모의실험 환경

모의실험에 사용한 시뮬레이터는 NS-2^[8]를 사용하였다. NS-2에서 Gnutella 모듈을 적용하기 위해 GnutellaSim^[9]을 사용하였다.

기본적인 애드혹 망 환경은 다음과 같이 설정하였다^[10]. 1500 m × 300 m의 직사각형 공간에서 이동하는 50개의 무선 노드들로 이루어진 애드혹

망을 구성하였으며 총 모의실험 시간은 300초로 하였다. 애드혹 라우팅 프로토콜은 DSDV, DSR, AODV를 사용하였다. 링크계층은 IEEE 802.11 MAC 프로토콜 표준을 사용하였으며, 대역폭 및 전송 도달 범위 등의 값은 NS-2의 기본 값인 2 Mbps와 반경 250 m로 설정하였다. 시뮬레이션에서 노드들은 random waypoint 모델^[11]에 따라 움직이도록 하였다. 각 노드들은 1500 m × 300 m 공간에서 정지시간 (pause time) 만큼 머물고 있다가 임의로 선택된 목적지점까지 [0~최대속도] 사이의 유니폼 분포의 속도로 이동한다. 이러한 동작을 실험이 끝날 때까지 반복한다. 노드들의 이동성을 여러 가지 패턴으로 분석하기 위해 노드의 최대속도는 1 m/sec와 20 m/sec 두 가지 경우를 고려하였고, 정지시간은 0, 30, 60, 120, 300 초의 5가지 경우를 고려하였다.

본 논문에서는 노드들의 에너지를 고려하기 때문에 실험 시 에너지 모델을 적용하였다. 모든 노드의 초기 에너지를 100 J로 설정하고, 나머지 파라미터들은 NS-2에서의 권장 값으로 패킷을 전송할 때 소비되는 에너지는 0.660 J, 패킷을 수신할 때 소비되는 에너지는 0.395 J, 휴지 상태에서 소비되는 에너지는 0.035 J로 설정하였다.

애드혹 망 설정에서의 50개의 노드 중 30개의 노드가 P2P 노드로 동작하게 하였다. 나머지 20개의 노드들은 P2P 노드가 발생하는 메시지를 라우팅하는 역할을 하게 된다. 울트라피어와 리프의 비율은 1:4로 설정하였고, 프리로더의 비율은 P2P 노드 중 50%로 정하였다.

P2P 시스템에서 노드가 Ping 메시지를 발생시킬 수 있는 최소 간격인 PING_TIMEOUT을 30초로 설정하였다. 또한 본 논문에서 제안하는 방안에서 사용하는 UADV 메시지를 발생시킬 수 있는 최소 간격인 UADV_TIMEOUT도 30초로 설정하였다. 각 P2P 메시지가 발생될 때의 초기 TTL값은 7로 설정하였다^[12]. 울트라피어나 리프가 연결을 맺을 수 있는 최대 울트라피어의 수인 U_{max} 는 4로 설정하였다. W_{min} 은 Gnutella를 애드혹 망에 적용한 실험을 통해 측정된 울트라피어의 최소 잔여 에너지양을 고려하여 0.15로 설정하였다. 식 (1)에서 사용하는 가중치 β 값은 모의실험 결과를 토대로 좋은 검색 성공률을 보인 0.7로 정하였다.

4.2 모의실험 결과

본 절에서는 애드혹 망에서의 Gnutella와 본 논

문에서 제안한 방안의 성능을 비교하기 위해 모의 실험한 결과를 제시하고 분석한다. 제안한 방안의 성능은 아래와 같은 항목에 대하여 분석하였다.

- P2P 오버헤드: Gnutella의 경우에는 발생된 Ping과 Pong 메시지를, 제안한 방안인 경우에는 Ping, Pong, UADV 메시지를 고려
- 노드들의 잔여 에너지양: 애드혹 망이 지속될 수 있는 시간에 영향을 미치는 노드들의 잔여 에너지양을 측정하기 위해 피어들의 평균 잔여 에너지 비율과 울트라피어의 최소 잔여 에너지 비율을 측정
- Query 성공률: Query를 보낸 노드가 하나이상의 QueryHit 메시지를 수신하는 비율
- Query 응답시간: 성공한 query에 대하여 Query를 발생시킨 시점부터 QueryHit을 받는 시점까지 걸린 시간

그림 1은 발생된 P2P 오버헤드를 대역폭으로 계산한 결과이다. 본 논문에서 제안한 방안이 Gnutella 보다 현저하게 낮은 오버헤드가 발생한 것을 볼 수 있다. 이는 본 논문에서 울트라피어 간에 Ping-Pong 대신 UADV를 사용하여 정보를 교환하도록 제안한 방안이 Pong 메시지 발생을 감소시켜 망을 효율적으로 사용할 수 있도록 동작함을 증명한다. AODV

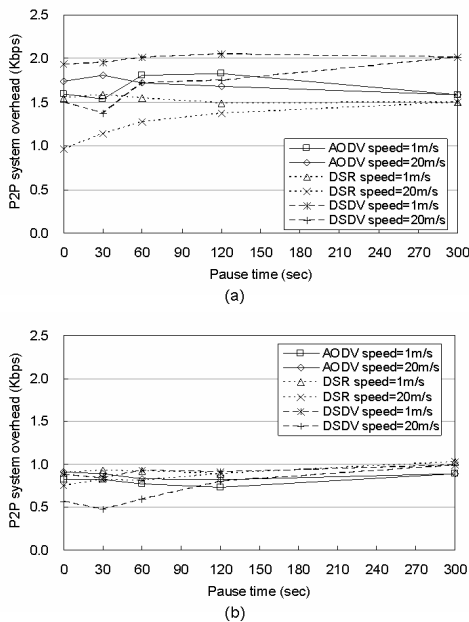


그림 1. P2P 오버헤드의 비교 (a) Gnutella (b) 제안한 방안

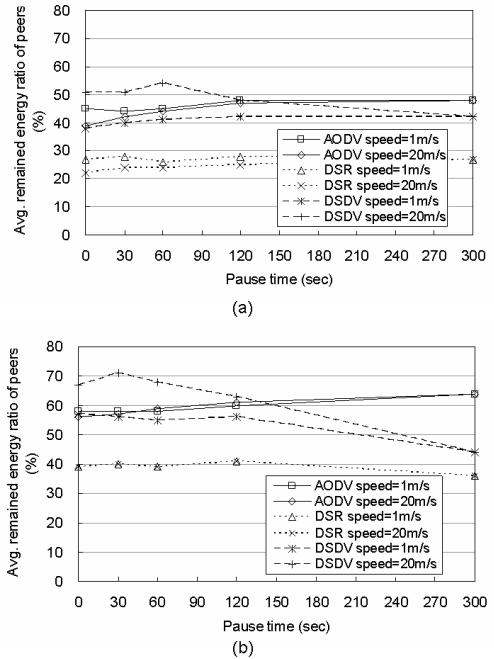


그림 2. P2P 노드들의 평균 잔여 에너지 비율 비교 (a) Gnutella (b) 제안한 방안

를 애드혹 라우팅 프로토콜로 사용한 경우 제안한 방안이 Gnutella보다 50.5% 적은 양의 P2P 오버헤드가 발생되었으며, DSDV를 사용한 경우는 56.8%, DSR을 사용한 경우는 35.1% 적게 발생되었다.

그림 2는 실험 종료 후 P2P 망에 참여하는 30개의 P2P 노드들에게 남아있는 평균 잔여 에너지 비율을 보여준다. 평균적으로 제안한 방안이 Gnutella에 비하여 잔여 에너지 비율이 37.8% 더 많았다. 이러한 결과는 그림 1에서 보여주듯이 P2P 시스템에서 발생하는 오버헤드가 감소함에 따라 각 노드들이 송수신해야하는 메시지가 감소하여 에너지 절감이 일어난 것이다. 또한 실험 결과로 DSR을 애드혹 라우팅 프로토콜로 사용하는 경우에는 라우팅 오버헤드로 인하여 잔여 에너지 비율이 낮음을 볼 수 있다.

그림 3은 실험 종료 후 모든 울트라피어들 중 남아있는 잔여 에너지가 가장 낮은 노드에 대한 잔여 에너지 비율을 보여준다. 이 결과 역시 제안한 방안이 Gnutella에 비하여 전체적으로 123.2%의 높은 최소 잔여 에너지 비율을 보여주었다. Gnutella와 같이 노드의 잔여 에너지를 고려하지 않은 채 특정 노드가 계속 울트라피어로 동작하게 되면 메시지 송수신의 부담이 많은 울트라피어들의 에너지 소모

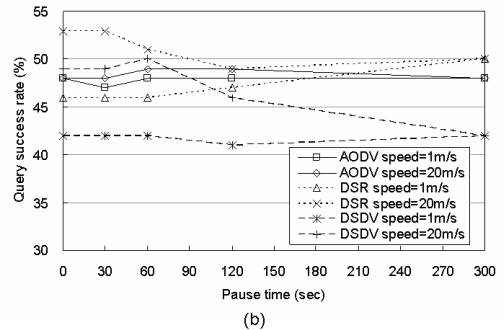
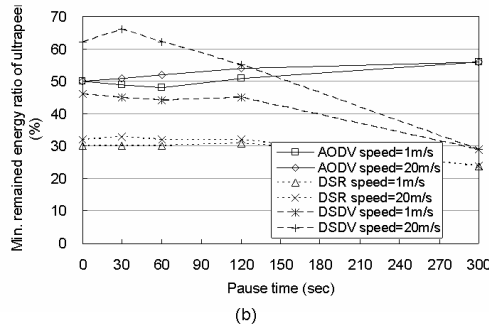
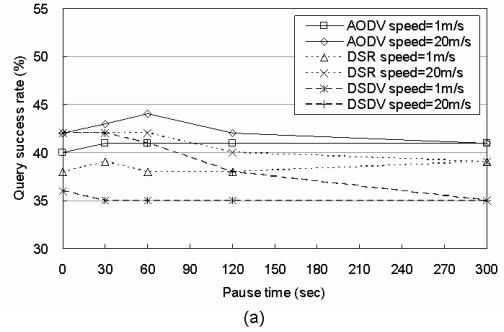
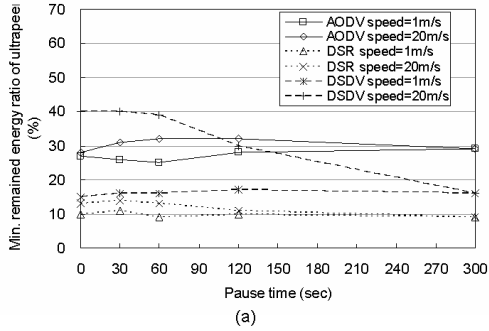


그림 3. 울트라피어의 최소 잔여 에너지 비율 비교 (a) Gnutella (b) 제안한 방안

그림 4. Query 성공률의 비교 (a) Gnutella (b) 제안한 방안

가 빠르게 진행되고, 결국 전체적인 망의 수명을 단축시키는 결과가 발생한다. 하지만 본 논문에서 제안하는 방안과 같이 잔여 에너지가 적은 울트라피어들이 리프로 역할 변경을 능동적으로 하고 잔여 에너지 비율과 연결성이 좋은 리프를 울트라피어로 동작하게 함으로써 망의 지속시간을 늘릴 수 있음을 그림 3의 (b)에서 확인할 수 있었다.

그림 4는 노드들의 이동성에 따른 query 성공률의 결과다. 모든 라우팅 프로토콜의 경우에 제안한 방안이 Gnutella보다 높은 query 성공률을 보였다. Gnutella와 제안한 방안 모두 노드의 이동속도가 낮은 경우인 1 m/s보다 이동속도가 높은 경우인 20 m/s일 때 더 높은 query 성공률이 측정되었음을 볼 수 있다. 이는 애드혹 망에서 망 파티션이 발생했을 때, 정지시간이 같을 경우 노드들의 이동속도가 빠른 쪽이 느린 쪽보다 더 빠르게 복구되기 때문이다. 제안한 방안은 특히 DSR을 라우팅 프로토콜로 사용하는 경우 가장 높은 query 성공률을 기록하여 최대 53%의 query 성공률을 보였고, 또한 Gnutella 대비 가장 많이 query 성공률이 개선되었다.

그림 5는 노드들의 이동성에 따른 평균 query 응답 시간의 결과이다. 노드의 이동속도가 낮은 1 m/s보다 이동속도가 높은 20 m/s일 때, 전체적으로 평균

query 응답시간이 짧은 것을 볼 수 있다. 이것 역시 망 파티션에 의한 고착상태가 노드의 이동속도가 빠를수록 빠르게 복구되기 때문이다. 이 결과 역시 본 논문에서 제안한 방안이 더욱 짧은 평균 query 응답시간을 보이며 좋은 성능을 나타냈다.

전체적으로 Query 성공률은 라우팅 방식 중 DSR이 가장 좋은 반면, reactive 방식으로 경로를 발견하는 과정으로 인하여 평균 query 응답시간은 제일 긴 것을 그림 4와 5에서 확인할 수 있다. 한편 proactive 방식인 DSDV가 평균 query 응답시간은 가장 빠른 결과를 보였다.

V. 결론

본 논문에서는 애드혹 망에 P2P 시스템을 적용하는 경우 발생할 수 있는 문제점들을 고려하여 분석하였고, 이를 개선시킬 수 있는 방법을 사용함으로써 오버헤드는 줄이고, 전체적인 성능을 높일 수 있는 방안을 제안하였다. 이를 위해 각 노드의 연결성, 노드들의 잔여 에너지 및 프리로더 여부를 고려한 계량값을 두어 그에 따른 연결설정 규칙을 사용하는 방법을 사용하였고, 오버헤드를 줄이기 위해 울트라피어 간의 UADV 메시지를 통하여 망

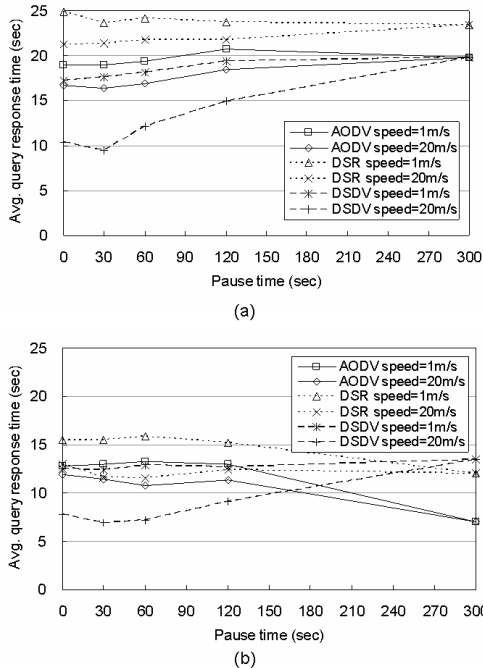


그림 5. 평균 Query 응답시간의 비교 (a) Gnutella (b) 제안한 방안

을 효율적으로 사용하였다. 또한 각 피어의 계량값과 새로운 메시지를 응용하여 효율적인 울트라피어 선택 기법을 사용하였다. 본 논문에서 제안한 방안의 검증에 대해 시뮬레이션을 통해 분석을 한 결과 애드혹 망에서 Gnutella를 사용하는 것보다 약 47.5%의 낮은 오버헤드, 약 37.8%의 높은 P2P 노드들의 잔여 에너지양, 약 19.4%의 높은 검색 성공률, 약 37.9% 빠른 응답시간 등 많은 이득을 얻을 수 있었다.

이에 따른 추후 과제로는 오버레이 망에서 동작하는 P2P 망의 특징을 고려하여 애드혹 망과 P2P 간에 cross-layer를 적용하는 방안에 대한 연구가 필요하다. 또한 애드혹 망의 특징을 장점으로 이끌어 낼 수 있는 보다 효율적인 검색 알고리즘으로 애드혹 환경에 더욱 적합한 P2P 프로토콜 개발도 필요할 것이다. 이를 위해서는 P2P 시스템의 특징과 애드혹 망의 특징을 좀 더 세밀하게 분석하는 것이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

[1] C. Fraleigh, S. Moon, B. Lyles, C. Cotton, M.

Khan, D. Moll, R. Rockell, T. Seely and C. Diot, "Packet-level traffic measurements from the sprint IP backbone", IEEE Network, vol. 17, no. 6, Nov.2003 pp.6-16.

[2] M. Takemoto, H. Sunaga, K. Tanaka, H. Matsumura and E. Shinohara, "The Ubiquitous Service-Oriented Network (USON) -An Approach for a Ubiquitous World based on P2P Technology", Proceedings of P2P'02, Sep. 2002, pp.17-21.

[3] R. Schollmeier, I. Gruber and M. Finkenzerler, "Routing in Mobile Ad Hoc and Peer-to-Peer Networks. A Comparison," in Workshop on Peer-to-Peer Computing, held in conjunction with IFIP Networking 2002, May 2002.

[4] Gnutella, <http://www.gnutella.com/>

[5] L. B. Oliveira, I. G. Siqueira and A. A. F. Loureiro, "Evaluation of Ad hoc Routing Protocols under a Peer-to-Peer Application," WCNC 2003, 2003, pp.1143-1148.

[6] Hyun-Duk Choi, Ho-Hyun Park, Miae Woo, "Performance Analysis of Peer-to-Peer Application in Ad-Hoc Networks," ITST 2005, June 2005.

[7] Marco Conti, Enrico Gregori, Giovanni Turi, "A Cross-Layer Optimization of Gnutella for Mobile Ad hoc Networks," MobiHoc '05, May 2005.

[8] "The Network Simulator ns-2," <http://www.isi.edu/nsnam/>

[9] Qi He, "Packet-level Peer-to-Peer Simulation Framework and GnutellaSim," <http://www.cc.gatech.edu/computing/compass/gnutella/gnusim.html>

[10] J. Broch, D. Maltz, D. Johnson, Y. Hu and J. Jetcheva, "A Performance Comparison of Multi-Hop Ad Hoc Network Routing Protocols," Proc. MobiCom'98, October 25-30, 1998.

[11] M. S. Corson and A. Ephremides, "A Distributed Routing Algorithm for Mobile Wireless Networks," Wireless Networks, 1(1), Feb. 1995, pp. 61-81.

[12] RFC-Gnutella 0.6: T. Klingberg, R. Manfredi, "Gnutella 0.6," June 2002. <http://rfc-gnutella.sourceforge.net/>

최 현 덕 (Hyun-Duk Choi)

준회원



2004년 2월 세종대학교 정보통신 공학과 졸업
2006년 2월 세종대학교 정보통신 공학과 석사
2006년 3월~현재 (주) 엠앰씨 테크놀로지 연구원
<관심분야> Ad-Hoc Network, Mobile IPv6, P2P Application

박 호 현 (Ho-Hyun Park)

학생회원



2005년 8월 세종대학교 정보통신공학과 졸업
2005년 9월~현재 세종대학교정보통신공학과 석사과정
<관심분야> 무선이동 네트워크, Cross-Layer Communication

우 미 애 (Miae Woo)

중신회원



1985년 2월 연세대학교 전자공학과 졸업
1991년 12월 미국 Purdue 대학교 전기컴퓨터공학과 석사
1995년 12월 미국 Purdue 대학교 전기컴퓨터공학과 박사
1985년~1989년 DACOM 연구원
1996년~1998년 삼성전자(주) 수석연구원
1998년~현재 세종대학교 정보통신공학과 부교수
<관심분야> 네트워크 구조 및 프로토콜, 이동 네트워크