

논문 2009-46TC-5-18

# MANET에서 가상위치를 이용한 P2P 데이터 배포 방법

## ( A P2P Content Distribution Method Using Virtual Location in MANET )

고 석 갑\*, 오 승 훈\*\*, 김 영 한\*

( Seok Kap Ko , Seung Hun Oh, and Young Han Kim )

### 요 약

최근 P2P 네트워크 및 그 응용은 다양한 분야로 확장, 적용되고 있다. 그러나 P2P 네트워크 구성이 하부 네트워크 토폴로지 및 특성을 반영하지 못하여, 비효율적인 면이 있었다. 특히 협소한 대역폭과 에너지 제약을 가지고 있는 MANET에서는 이와 같은 문제의 영향이 크다. MANET에서 선행적 라우팅 프로토콜을 사용하면 노드 간의 홉 수 정보를 알 수 있으므로, 이를 이용하여 P2P 오버레이 네트워크를 구성할 수 있다. 그러나 단순히 홉 수 정보만을 가지고 P2P 오버레이 네트워크를 구성하는 경우, 간접 경로 선택 문제 및 지그재그 전송 문제를 피할 수 없다. 본 논문에서는 노드 간의 홉 수 정보를 이용한 삼각법을 통해 가상 위치를 계산하고, 이를 이용해 피어를 선택함으로써, 간접 경로 선택 문제 및 지그재그 전송 문제를 피할 수 있는 방법을 제안한다. 제안하는 방법을 통해 네트워크 토폴로지 정보를 P2P 오버레이 네트워크 구성에 반영할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 방법은 가상 위치 기반 라우팅 또는 선행적 라우팅, 반응적 라우팅 프로토콜을 사용하는 네트워크에 적용될 수 있다. 본 논문에서 시뮬레이션을 통하여 제안하는 방식이 효율적인 P2P 데이터 전달을 제공함을 보였다.

### Abstract

Recently P2P (Peer-to-Peer) networks and applications have been expanded to various field. However, because the construction of P2P network did not influence a underlying network topology or property, it may be inefficient. Especially, this inefficiency is more serious in MANET because MANET has narrow bandwidth and energy constraint. When we use a proactive routing protocol in MANET, we can know hop counts between two nodes. And, we can construct a P2P overlay network using this hop count information. However, In case of using hop count only, we can avoid a interference path selection problem and a zig-zag problem. We propose a method of improving P2P contents distribution using virtual positions. We calculate virtual positions from hop counts using the trigonometry. This method solves a interference path selection problem and a zig-zag problem. This method also allows a P2P network to influence underlying network topology. We adopt this method to a network which uses a virtual geographic routing, a proactive routing protocol, or a reactive routing protocol. We show that our proposed methods improve P2P contents distribution performance over MANET through a simulation.

**Keywords :** Peer-to-Peer(P2P), MANET, Virtual-Location, Duplicate Detection

### I. 서 론

P2P 기술의 다양한 확장에 따라, MANET에서 P2P

\* 정희원, 송실대학교 정보통신공학부  
(Soong Sil University)

\*\* 정희원, 한국전자통신연구원  
(ETRI)

※ 본 연구는 지식경제 프론티어기술개발사업의 일환으로 추진되고 있는 지식경제부의 유비쿼터스컴퓨팅 및 네트워크원천기술개발사업의 09C1-C2-20S 과제로 지원된 것임.

접수일자: 2009년3월11일, 수정완료일: 2009년5월18일

서비스를 적용하려는 연구가 진행되었다. 기존의 많은 연구는 MANET 상에서 P2P 데이터 정보의 분산 저장과 검색 문제에 주로 관심을 갖고 있었다<sup>[1~4]</sup>. 예를 들면, 어떤 파일을 누가 가지고 있는지에 대한 정보를, 피어들이 구성하는 분산 데이터베이스에 저장하고, 이를 효율적으로 찾아내는 방법에 관한 연구가 진행되었다. 이러한 연구는 효율성을 위해서 P2P 오버레이 네트워크와 MANET 네트워크를 통합하는 교차 계층적 접근 방법으로 발전되었다<sup>[5~7]</sup>. 그러나 본 논문에서는 P2P 데이터 분산 저장 및 검색 문제보다는 P2P 데이터를

효율적으로 전달하는 문제에 초점을 둔다. 즉, P2P 데이터를 가지고 있는 피어들과 이 데이터를 받기 원하는 피어들이 있을 때, P2P 데이터를 어떤 순서로 전달하는 것이 효율적인가 하는 문제를 다룬다.

BitTorrent는 최근에 가장 잘 알려진 P2P 파일 공유 시스템이다<sup>[8~9]</sup>. BitTorrent는 공정하면서도 효율적으로 P2P 데이터를 서로 교환할 수 있도록 한다. 이러한 BitTorrent를 MANET에 적용하려는 몇몇 연구가 진행되었다<sup>[10~11]</sup>. 이 연구에서는 일차원적인 두 피어 간의 홉 수를 이용하는 피어 선택 방법을 사용한다. 그런데 이러한 기존 방법들은 피어들 간의 토폴로지 정보를 충분히 반영하지 않으므로, 동일한 경로 상에 있는 두 피어에게 중복된 데이터를 전송하거나, 인접한 피어에게 동시에 데이터를 전송하여 간섭을 야기하는 등의 문제를 가지고 있다. 또한 기존 연구들은 기본적으로 OLSR<sup>[12]</sup>과 같은 선행적 라우팅 프로토콜을 사용하는 것만을 고려하고 있으므로 반응적 라우팅 프로토콜 또는 가상 위치기 기반 라우팅을 사용하는 네트워크에 적용하기 어려운 문제를 가지고 있다.

본 논문에서는 P2P 데이터를 가지고 있는 피어와 요청하는 피어들 간의 가상 위치를 계산하여, 효율적인 데이터 배포를 할 수 있는 피어 선택 방법을 제안한다. 이 방법은 가상 위치 기반 라우팅 또는 선행적 라우팅, 반응적 라우팅 프로토콜을 사용하는 네트워크에 적용될 수 있다.

본 논문의 나머지 부분은 다음과 같이 구성된다. II장에서는 MANET에 BitTorrent를 적용하는 기존 연구들을 요약한다. III장에서, 토폴로지를 고려하지 않았을 때 생기는 비효율성에 대해 설명한다. IV장에서, 제안하는 방법인, 가상 위치를 이용한 피어 선택 방법을 설명한다. V장에서, 가상 위치 기반 라우팅을 사용하는 네트워크와 선행적 라우팅 프로토콜을 사용하는 네트워크, 반응적 라우팅 프로토콜을 사용하는 네트워크에 제안하는 피어 선택 방법을 적용하는 방법에 대해 설명한다. VI장에서, 시뮬레이션을 통하여 제안하는 방법이 더욱 효과적으로 P2P 데이터를 배포함을 보인다. 마지막으로 VII장에서, 결론을 맺고 향후 연구를 제시한다.

## II. 기존 연구

BitTorrent의 P2P 파일 공유 과정은 다음과 같다. 먼저 '시드(Seed)'라고 불리는 소스 피어가 공유할 파일에

대한 정보를 트래커 서버에 등록한다. 공유할 파일은 청크(Chunk)라고 불리는 조각들로 나뉘어진다. 각 피어들은 자기가 가지고 있는 조각을 나타내는 청크맵(Chunk Map)을 가진다. 파일을 다운로드하고자 하는 피어는 트래커(Tracker) 서버에 접속하여 피어 리스트를 얻는다. 다른 피어들과 청크맵을 교환한 다음, 피어는 상대방에게 청크를 달라는 제공 요청(Offer Request) 메시지를 전송한다. 요청 메시지를 수락한 피어는 요청한 청크를 전송해 준다. BitTorrent에서는, 되갚음(Tit-for-Tat) 전략에 따라, 요청 수락의 우선 순위와 업로드 속도를 이전에 다운로드 받은 기록에 따라 결정한다.

기존의 MANET에 BitTorrent를 적용하는 연구는 먼저 MANET에서 오버레이 구성에 초점을 두었다. MANET에서는 고정된 트래커가 없으므로, 이를 대신하는 오버레이를 구성하는 방법을 제안하였다. 여기서 오버레이 구성은 네트워크 계층 플러딩에 기반한 확장링 검색 방법(expanding ring search)을 사용하고, P2P 정보 검색은 오버레이 상에서 플러딩에 기반한 방법을 사용한다.

기존 연구에서 MANET에서 BitTorrent의 P2P 파일 공유 방식은 청크 선택 방법과 피어 선택 방법의 두 가지 부분에서 보완되었다.

청크 선택 방법: 청크 선택 방법은 상대 피어들에게 어떤 청크를 달라고 요청할 것인지 결정하는 방법을 말한다. 기존 연구에서는 BitTorrent에서 사용하고 있는 LRF(Local Rarest First, 지역적으로 가장 드문 청크 먼저)에 기반한 선택 방식을 사용하였다. 비록 이 방식은 경험적 방법이지만 “마지막 조각 문제”를 해결할 수 있고 충분히 효율적임을 보였다<sup>[13]</sup>. 논문 [11]에서는 가까운 피어들에 대해서는 LRF 방식을 사용하지만, 멀리 있는 피어에 대해서는 APF(Absent Piece First)를 사용하였다. 이는 가까이 있는 피어들로부터는 빠르게, 언제든지 받을 수 있기 때문에 인접한 피어들을 하나의 그룹으로 생각하고, 그룹 내에서 없는 청크를 먼저 가져오는 방식이다. 그러나 이 방식 역시 LRF와 크게 다르지 않다.

피어 선택 방법: 청크를 가지고 있는 피어는 다른 피어로부터 제공 요청 메시지를 받게 된다. 그러나 사용자 또는 BitTorrent 프로그램이 설정한 최대 연결 개수를 넘어서는 경우, 요청 메시지는 대기큐에 들어가게 된다. 기존 방식은 되갚음(Tit-for-Tat) 전략에 따라 다

운로드를 받은 피어를 먼저 선택한다. 여기에 추가적으로 초기 배포를 위해 가까운 피어의 요청을 먼저 수락한다. 또한, 동시 전송을 하기 위해 매 q번마다 멀리 떨어져 있는 피어들 중 랜덤하게 선택하여 요청을 수락한다. 이 q 값은 네트워크의 크기와 밀도에 따라 결정된다<sup>[11]</sup>.

### III. 피어 선택 문제

그림 1은 비효율적인 전달이 나타나는 경우로 데이터 트래픽이 지나왔던 경로로 되돌아가는 지그재그 문제를 보인다. 피어 1과 피어 3 경로 상에 피어 2가 위치한다고 하자. 예를 들어 피어 3이 피어1에게 청크 9번을 보내 달라고 요청하고, 피어 1이 그 요청을 수락하여 청크 9 데이터를 전송한다. 청크 9 데이터는 실제로는 피어 2를 통해 전달되지만, 피어 2의 P2P 응용 프로그램은 그 사실을 알지 못한다. 따라서 뒤늦게 피어 2는 피어 3에게 청크 9 데이터를 보내줄 것을 요청하게

된다. 피어 3은 청크 9 데이터를 피어 2에게 전송한다. 청크 9 데이터의 흐름을 보면 피어 2와 피어 3 사이에서 중복되어 있음을 알 수 있다. 만약 피어 1이 경로 상에서 피어 3이 피어 2의 뒤에 있다는 사실을 알고 있다면, 피어 3의 요청을 거부할 것이고, 그러면 나중에 피어 2가 피어 1에게 요청을 보낼 것이다. 그렇게 되면, 데이터는 피어 1에서 피어 2로 전달된 후, 다시 피어 2에서 피어 3으로 전달되므로, 중복된 전송이 생기지 않는다.

그림 2는 피어가 인접하고 있거나 경로 상에 인접하고 있을 때, 동일한 데이터가 같은 경로로 여러 번 전달되는 문제를 보인다. 그림 2(1)과 같은 경우, 피어 1이 피어 2에게 먼저 전달하고 그다음 피어 2가 피어 3에게 전달하는 것이 더욱 효율적이다. 또한 그림 2(2) 역시 마찬가지로 피어 3의 경로 가까이 있는 피어 2에게 먼저 데이터를 전송하고 피어 2가 다시 피어 3에게 전달하는 것이 더욱 효율적이 된다.

### IV. 가상 위치 기반 피어 선택 방법

노드 간의 홉 수는 거리에 대응된다. 소스 피어와 어떤 피어와의 거리만 알고 있을 때는, 피어들 간의 위치 관계를 알 수 없으므로, III 장에서 설명한 지그재그 문제나 경로 중복 문제를 피할 수 없다. 하지만, 피어들의 가상 위치를 이용하면 노드들이 경로 상에 중복되어 있는지 검출할 수 있다. 검출 방법은 다음과 같다.

먼저, 요청을 보낸 피어들을 소스와의 거리에 따라

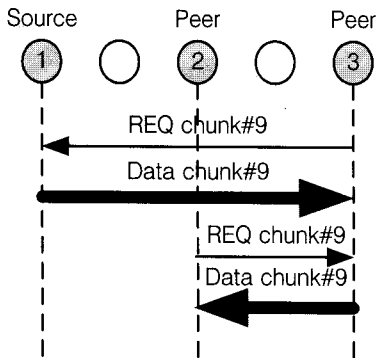


그림 1. 지그 재그 문제  
Fig. 1. Zig-Zag Problem

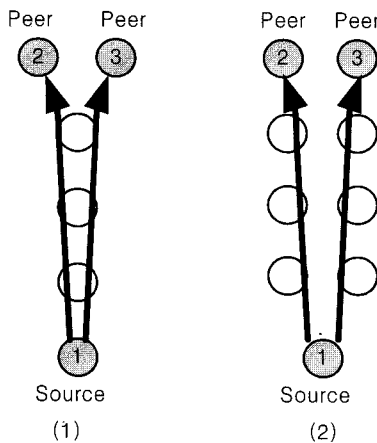


그림 2. 경로 중복 문제  
Fig. 2. Path overlap problem.

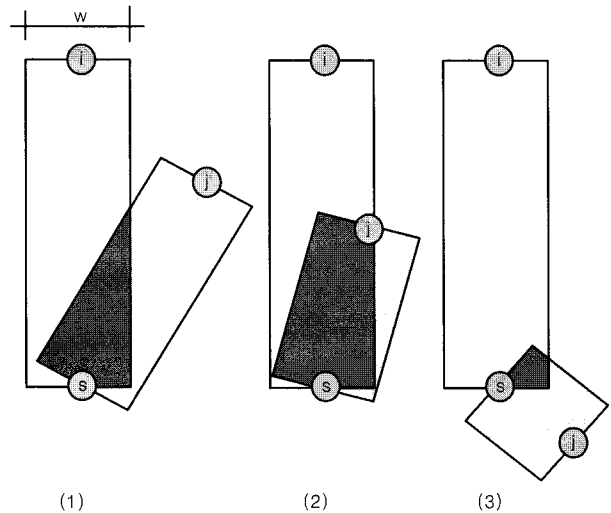


그림 3. 경로 상자를 이용한 중복 검출  
Fig. 3. Overlap detection using path box.

정렬한다. 소스 피어와 피어  $i$ 와의 거리는 소스 피어와 피어  $j$ 와의 거리보다 크다고 하자. 가상 좌표 상에 각 피어들을 위치시킨다. 소스 피어로부터 피어  $i$ 로의 경로를 그린다. 이때 이 경로는 두께는  $w$ 인 상자로 나타낸다. 여기서는 경로 좌우측으로 1홉 영역 중복을 고려하기 위하여  $w$  값으로 2를 적용한다. 여기에 소스 피어로부터 피어  $j$ 로의 경로 상자를 그린다. 피어  $j$ 의 경로 상자의 영역과 피어  $i$ 의 경로 상자와 피어  $j$ 의 경로상자가 겹치는 영역의 비율  $R_i$ 가 일정 기준 비율  $R_{th}$ 보다 큰 경우 중복 경로로 판단한다. 여기서  $R_{th}$ 를 “중복 경로 판단 기준 비율”이라한다. 중복 경로로 판단이 되면, 피어  $i$ 로부터의 요청은 거부한다. 그림 3은 가상 좌표 상에 경로 상자들을 표시한 예를 보인다. 그림 3(2)의 경우 피어  $j$ 로의 경로가 피어  $i$ 로의 경로와 많이 중첩되어 있다. 이 경우 피어  $i$ 로의 요청은 거부하고 먼저 피어  $j$ 의 요청을 수락하여 데이터가 피어  $j$ 를 통해 피어  $i$ 로 전달되도록 한다.

중복 검출을 통해 중복 피어의 요청을 제거한 다음, 나머지 피어의 요청은 소스에 가까운 피어의 요청을 먼저 처리한다. 가까운 피어일수록 더 빨리 데이터를 전송할 수 있기 때문이다.

## V. 피어 선택 방법의 적용

MANET에서 라우팅 프로토콜로 위치기반 또는 가상 위치기반의 라우팅 프로토콜을 사용할 수 있다<sup>[14~18]</sup>. 위치 기반 라우팅에서는 각 노드들이 자기의 위치를 알고 있다. 따라서, 데이터를 받고자 하는 피어는 요청 메시지에 자기의 위치 정보를 포함시킨다. 요청을 받은 피어는 IV장에서 설명한 피어 선택 방법을 그대로 적용할 수 있다. BVR<sup>[17]</sup>이나 LCR<sup>[18]</sup>과 같은 가상 좌표계를 사용하는 경우에는 가상 좌표계의 좌표를 직교 좌표계로 매핑한 다음 앞에서 제안한 방법을 사용하면 된다. 매핑 방법은 논문 [19]에서 설명한 것처럼, 3개 이상의 기준 Beacon 노드 또는 Landmark 노드를 이용하여 직교 좌표 축을 형성하고, 삼각법을 이용하여 직교 좌표계의 좌표를 구한다.

OLSR과 같은 선행적 라우팅 프로토콜을 사용하는 경우, 노드들은 좌표계에 관한 정보를 가지고 있지 않다. 대신 피어들은 다른 피어와의 홉 수를 알고 있다. 따라서, 데이터를 받고자 하는 피어는 요청 메시지에 다른 피어와의 홉 수를 포함하여 전달한다. 만약 피어

의 수가 너무 많은 경우에는 처음 요청에만 보내고, 그 다음에는 변경된 사항만 전송한다. 요청을 받은 피어는 피어들 간의 거리(홉수)를 알고 있으므로, 삼각법을 이용하여 상대적인 좌표를 형성할 수 있다. 이를 이용하여 IV장에서 설명한 피어 선택 방법을 적용할 수 있다.

AODV, DYMO와 같은 반응적 라우팅 프로토콜을 사용하는 경우, 다른 피어로의 경로가 있을 수도 있고 없을 수도 있다. 다른 피어로의 경로가 없는 경우, 최근에 사용하였던 다른 피어로의 거리를 사용한다. 만약 한 번도 다른 피어와 통신한 적이 없는 경우에는 거리를 무한대로 가정한다. 이렇게 되면 처음에는 중복된 경로가 나타날 수 있지만, 어느 정도 시간이 지난 다음에는 피어로의 경로와 거리를 알게 되므로 중복경로를 피할 수 있다.

여기서 설명한 피어 선택 방법은, 데이터를 가지고 있는 피어가 다른 피어로부터 받은 요청을 처리하는 순서를 결정하는 데 사용될 수 있을 뿐만 아니라, 다른 피어들에게 요청 메시지를 보낼 때도 적용할 수 있다. 즉, 동일한 데이터를 가지고 있는 피어가 중첩되어 있을 경우 가까운 피어에게 요청메시지를 보낸다.

## VI. 모의 실험

본 논문에서는 성능평가를 위하여 Qualnet 4.5<sup>[20]</sup>를 사용하여 모의실험을 수행하였다. 시뮬레이션 파라미터는 기존 논문<sup>[11]</sup>과 유사하게 설정하였으며, 표 1과 같다. 기존 TCP는 패킷 손실율이 높고 경로 유지가 불안

표 1. 시뮬레이션 파라미터  
Table 1. Simulation parameters.

매개변수	값
시뮬레이션 영역	1500 x 1500m
시뮬레이션 시간	1000초
전송범위	230m
MAC	CSMA/CA 802.11g, 2.4GHz 802.11e
데이터율	36Mbps
안테나 모델	Omni
노드 수	50~140개
P2P 피어 수	10~30개
P2P 데이터 크기	2MB
P2P 청크 크기	50KB
라우팅 프로토콜	OLSRv2
TCP	Lite, retx32

정한 MANET 환경과는 잘 맞지 않는 부분이 있다. Qualnet에서의 기본 TCP는 12번의 재전송이후 TCP 연결을 끊도록 되어 있다. 하지만, MANET 환경에서 이 시간은 다소 짧기 때문에, 종종 TCP 연결이 끊어지곤 한다. 본 논문에서는 이러한 TCP 특성으로 인한 성능 변화를 배제하기 위하여 TCP 재전송회수를 32로 늘려서 실험하였다. 실제 적용시 TCP를 변경할 수 없다면, TCP 연결 끊김 현상을 고려하여 재연결 루틴을 구현하여야 한다. OLSR 패킷의 우선순위를 높이기 위하여 MAC 프로토콜로 802.11e를 사용하였다. 주요 성능 평가 지표는 최종 완료시간과 평균 완료 시간이다. 최종 완료시간은 모든 피어들이 P2P 데이터를 완전히 수신한 시간을 말하며, 평균 완료시간은 각 피어들이 수신 완료한 시간의 평균을 말한다. 또한 MAC 계층에서 송신한 총 패킷수를 통해 효율성을 비교한다. 제안하는 피어 선택 방법의 성능 비교를 위하여 기존의 방식<sup>[11]</sup>을 동일한 환경에서 함께 실험하였다.

그림 4는 중복 경로 판단 기준 비율  $R_{th}$ 에 따른 실험 결과를 보인다. 노드의 개수는 60개로 균일 분포를 갖도록 배치하였다. P2P 피어의 수는 16개이다.  $R_{th}$ 가 1.0인 경우, 경로가 정확히 겹치는 경우에만 요청이 거부된다. 그림 2(2)와 같은 경우를 중복으로 보지 않기 때문에, 상당한 부분이 중복되지만 경로 상에 있지 않는 경우 중복 전송의 비효율성이 존재한다. 반면  $R_{th}$ 가 0.4 이하로 작은 경우, 약간만 겹쳐도 요청이 거부되므로 뒤쪽에 위치하는 피어들은 대기 시간이 길어져 최종 완료시간이 늦어지게 된다.

그림 5는 기존의 피어 선택 방법과 제안하는 피어 선택

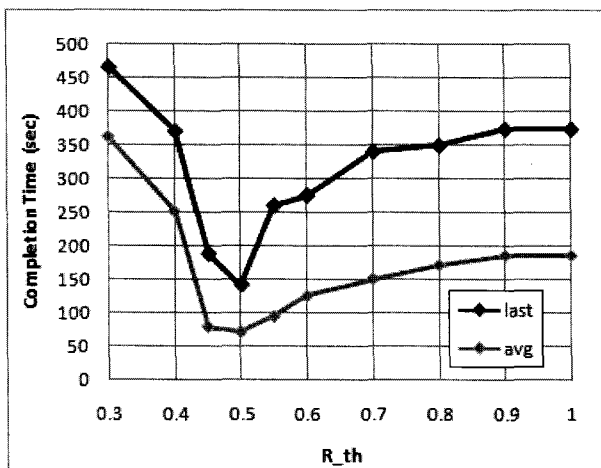


그림 4. 중복 기준 비율에 따른 완료 시간  
Fig. 4. Completion time per Duplication Threshold.

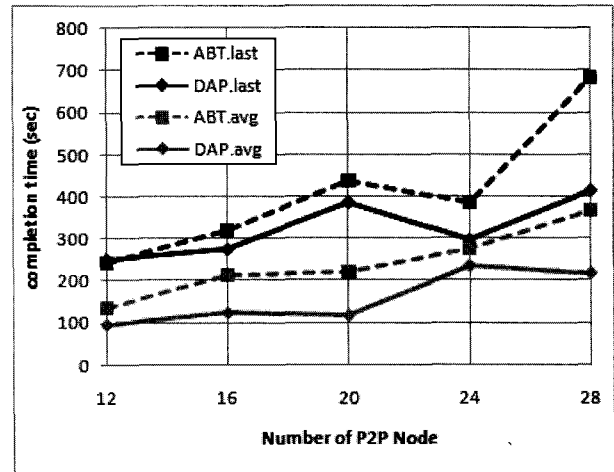


그림 5. 피어 선택 방식에 따른 최종 완료 시간  
Fig. 5. Peer Selection scheme comparison.

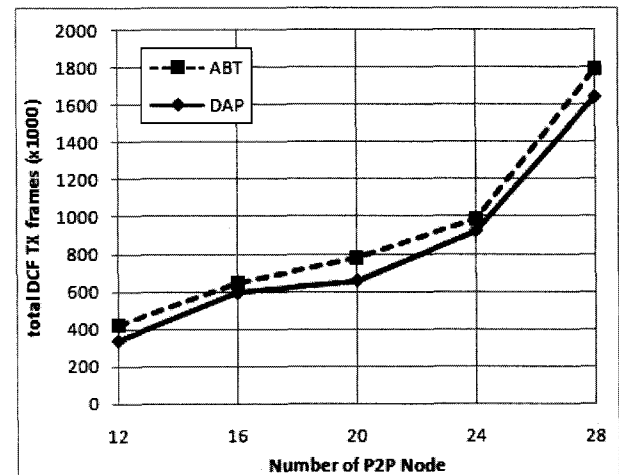


그림 6. 피어 선택 방식에 따른 패킷 전송량  
Fig. 6. Packet Sent per Peer Selection scheme.

방법을 사용하였을 때 최종 완료시간을 보인다. 기존 피어 선택 방법을 논문 제목을 이용하여 ABT (Adapting BitTorrent to wireless ad hoc networks)로 표시하고, 제안하는 피어 선택 방법을 중복 방지 피어 선택 (DAP: Duplication Avoidance Peer selection) 방법으로 표시한다. DAP의 경우  $R_{th}$ 는 0.5로 설정하였다. P2P 노드가 많은 수록 중복 경로가 많아지므로 제안하는 피어 선택 방법이 더 효율적으로 P2P 데이터를 배포함을 알 수 있다.

그림 6은 피어 선택 방식에 따른 MAC 계층 패킷 개수를 보인다. ABT 방식에 비해 DAP를 사용할 경우 더 적은 수의 패킷을 송신하는 것을 알 수 있다. 이는 DAP가 경로 중복을 줄여서 P2P 데이터를 전달하므로써 네트워크 자원을 절약하고 있음을 보인다.

## VII. 결 론

본 논문은 MANET 환경에서 P2P 데이터를 효과적으로 배포하는 방법을 제시한다. 본 논문에서 제안하는 피어 선택 방식은 각 피어들의 가상 위치를 이용하여 중복 경로를 발견하고 회피함으로써 효율적인 P2P 데이터 전달을 수행한다. 본 논문에서 제안하는 피어 선택 방식은 가상 위치 기반 라우팅을 사용하는 MANET 뿐만 아니라, OLSR과 같은 선행적 라우팅 프로토콜 또는 AODV와 같은 반응적 라우팅 프로토콜을 사용하는 환경에서도 적용할 수 있다. 모의 실험을 통한 성능 분석 결과, 최종 완료 시간, 평균 완료 시간 및 총 패킷 전송량에서 기존 피어 선택 방법을 사용했을 때 보다 향상된 성능을 보였다.

앞으로 MANET 환경에서 이동성이나 네트워크 QoS를 고려하는 향상된 P2P 알고리즘에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] C. Cramer, T. Fuhrmann, "Proximity Neighbor Selection for a DHT in Wireless Multi-Hop Networks". *P2P'05: Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Peer-to-Peer Computing*, 2005.
- [2] G. Lau, M. Jaseemuddin, G. Ravindran, "RAON: A P2P Network for MANET", *Wireless and Optical Communications Networks, 2005. WOCN 2005. Second IFIP International Conference on*, 6-8 March 2005.
- [3] A. Duran, Chien-Chung Shen, "Mobile Ad hoc P2P File Sharing", *Wireless Communications and Networking Conference*, Volume 1, 2004.
- [4] H.J. Yoon, E.J. Lee, H. Jeong, J.S. Kim, "Proximity-Based Overlay Routing for Service Discovery in Mobile Ad Hoc Networks", *Proceedings of the 19th International Symposium on Computer and Information Sciences*, 2004.
- [5] H. Pucha, S. M. Das, Y. C. Hu. Ekta, "An Efficient DHT Substrate for Distributed Applications in Mobile Ad Hoc Networks." *In Proc. 6th IEEE WMCSA*, English Lake District, UK, Dec. 2004.
- [6] T. Zahn, J. Schiller., "MADPastry: A DHT Substrate for Practicably Sized MANETs". *In Proc. 5th ASWN 2005*, Paris, France, June 2005.
- [7] E. Borgia, M. Conti, F. Delmastro, and E. Gregori. "Experimental Comparison of Routing and Middleware Solutions for Mobile Ad Hoc Networks: Legacy vs Cross-Layer Approach." *In Proc. ACM SIGCOMM '05 Workshops*, pages 82.87, Philadelphia, PA, USA, Aug. 2005.
- [8] B. Cohen, "Incentives build robustness in bittorrent", *in P2P Economics Workshop*, Berkeley, CA, 2003.
- [9] D. Qiu, and R. Srikant, "Modeling and performance analysis of bittorrent-like peer-to-peer networks," *in SIGCOMM, ACM*, 2004.
- [10] Michiardi P., Urvoy-Keller G., "Performance analysis of cooperative contents distribution for wireless ad hoc networks", *WONS 2007*.
- [11] Mohamed K.S., Chadi B, Jaeyoung C., Anwar A.H., Thierry T., "Adapting BitTorrent to wireless ad hoc networks", pp.189-203, Vol. 5198/2008, *Ad-hoc, Mobile and Wireless Networks, LNCS*, 2008.
- [12] P. Jacquet T. Clausen. "Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)", *IETF RFC 3626*, Oct 2003.
- [13] A. Legout, G. Urvoy-Keller, and P.Michiardi, "Rarest first and choke algorithms are enough", *In Proc. ACM SIGCOMM/USENIX MIC*, 2006.
- [14] YB. Ko, NH. Vaidya, "Location-Aided Routing (LAR) in mobile ad hoc networks", *Wireless Networks*, 2000.
- [15] B. Karp, HT. Kung, "GPSR: greedy perimeter stateless routing for wireless networks", *In Proc. ACM/IEEE MobiCom*, August 2000.
- [16] A. Jadbabaie, "Geographic Routing without Location Information", *Decision and Control, 2004. CDC. 43rd IEEE Conference on*, Volume 5, 2004.
- [17] R. Fonseca, S. Ratnasamy, J. Zhao, C.T. Ee, D. Culler, S. Shenker, and I. Stoica, "Beacon vector routing: Scalable point-to-point routing in wireless sensornets", *2nd Symposium on Networked Systems Design and Implementation*, ACM Press, 2004.
- [18] Q. Cao, T. Abdelzaher, "Scalable logical coordinates framework for routing in wireless sensor networks", *ACM Transactions on Sensor Networks(TOSN)*, 2006.
- [19] 고석갑, 김영한, "MANET에서 가상 위치 기반 라우팅을 위한 지역 분산 해쉬 테이블 적용 방법",

대한전자공학회 논문지, 제 45권 TC편 제 12호,  
2008년 12월.

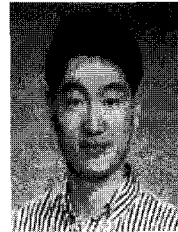
[20] QualNet 4.5, <http://www.scalable-networks.com>

저 자 소 개



고 석 갑(정회원)  
1997년 숭실대학교 정보통신  
공학과 학사 졸업.  
2002년 숭실대학교 정보통신  
공학 석사 졸업.  
2005년 숭실대학교 정보통신  
박사 수료.

2004년~2008년 다산네트웍스 책임연구원  
2008년~현재 ETRI 호남권연구센터  
광융합서비스연구팀  
<주관심분야 : 네트워크, P2P, VOIP>



오 승 훈(정회원)  
2000년 숭실대학교 전자공학과 학  
사 졸업.  
2002년 숭실대학교 정보통신공학  
석사 졸업.  
2006년 숭실대학교 정보통신공학  
박사 졸업

2006년~현재 ETRI 호남권연구센터  
광융합서비스연구팀 선임연구원  
<주관심분야 : 네트워크, P2P, IPTV, IMS>



김 영 한(정회원)-교신저자  
1984년 서울대학교 전자공학  
학사 졸업.  
1986년 한국과학기술원 전기전자  
공학 석사 졸업.  
1990년 한국과학기술원 전기전자  
공학 박사 졸업.

1987년~1994년 디지콤정보통신연구소  
데이터통신연구부장.  
1994년~현재 숭실대학교 정보통신전자공학부  
주교수.  
<주관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 인터넷 네트워  
킹, 이동 데이터 통신망>