

MANET에서 P2P 성능 향상을 위한 위치기반 라우팅 기법에 관한 연구

양 환 석*

A Study on Location-based Routing Technique for Improving the Performance of P2P in MANET

Yang Hwanseok

〈Abstract〉

The technology development of MANET and dissemination of P2P services has been made very widely. In particular, the development of many application services for the integration of P2P services in MANET has been made actively. P2P networks are commonly used because of the advantages of efficient use of network bandwidth and rapid information exchange. In P2P network, the infrastructure managing each node in the middle does not exist and each node is a structure playing a role as the sender and receiver. Such a structure is very similar to the structure of the MANET. However, it is difficult to provide reliable P2P service due to the high mobility of mobile nodes. In this paper, we propose location-based routing technique in order to provide efficient file sharing and management between nodes. GMN managing the group is elected after network is configured to the area of a certain size. Each node is assigned an identifier of 12 bit dynamically to provide routing which uses location information to the identifier. ZGT is managed in the GMN in order to provide management of group nodes and distributed cache information. The distributed cache technique is applied to provide a rapid retrieval of the sharing files in the each node. The excellent performance of the proposed technique was confirmed through experiments.

Key Words : P2P, Location-based Routing, Distributed Cache, MANET

I. 서론

Mobile Ad Hoc Network(MANET)은 모바일 노드들이 무선을 통해 연결된 자체 시스템이다. 이러한 MANET은 자기 조직화, 분산 컴퓨팅 측면에서 Peer to Peer(P2P)와 개념이 같다. 게다가 중앙 관리 주체

의 부재와 동적인 토폴로지와 같은 특성에서도 공통점이 있다[1]. P2P는 고성능 중앙 서버 없이도 각 피어들 간의 직접적인 연결을 통하여 부하 분산, 풍부한 리소스 그리고 높은 전송 효율로 널리 사용되고 있다. 이와 같은 특징 때문에 모바일 노드로만 구성되어 있는 MANET에서도 P2P 기법의 적용이 널리 사용되고 있다. 분산 환경에서의 안정적인 P2P 서비

*중부대학교 정보보호학과 조교수

스 제공을 위해 분산 해시 테이블에 기초하여 수많은 자원에 대하여 정보교환 요구를 만족시키고 있다. 하지만 이러한 비슷한 특성에도 불구하고 P2P 패러다임을 MANET에 적용하기에는 통신 단절, 서비스 품질 저하 등 많은 문제점이 야기되고 있다[2,3]. 따라서 MANET 환경에서 안정된 P2P 서비스 제공을 위해서는 모바일 노드들에 이동을 고려한 라우팅 기법이 필요하다.

본 논문에서는 안정된 P2P 서비스 제공을 위하여 위치기반 라우팅 제안하였다. 그리고 분산 캐시 기법을 통해서 공유 파일 전송의 효율성을 높였다. 위치기반 라우팅을 위하여 네트워크를 중첩되지 않는 일정 크기 영역으로 분할한 후, 영역 ID를 부여하였다. 각 영역에는 Group을 관리하는 Group Manager Node(GMN)를 연결수와 에너지를 고려하여 선출하게 된다. 그리고 각 모바일 노드들에게는 영역 ID, Group ID, 일련번호로 이루어진 식별자를 할당하였다. Group ID는 공유 데이터 요청이 있는 노드가 GMN에게 요청하면, ZGT 검색을 통해 Group ID를 발급하게 된다. 이렇게 발급된 식별자를 이용한 라우팅을 통하여 공유 파일의 위치 탐색에 우수한 성능을 갖게 된다. 그리고 3단계 분산 캐시 기법을 통하여 파일 검색, 관리 성능을 향상시켰다. 본 논문에서 제안한 기법의 성능 평가를 위하여 Chord 기법과 비교 실험하였으며, 이를 통해 우수한 성능을 확인할 수 있었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 P2P의 대표적인 기법들에 대하여 살펴보고 3장에서는 본 논문에서 제안한 위치기반 라우팅 기법에 대하여 상세히 설명하였다. 4장에서는 비교 실험을 통해 제안한 기법의 성능평가를 수행하였고 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련연구

P2P 서비스는 중앙에서 관리하는 서버의 존재 여부에 따라 구분된다. 즉, 모든 이용자가 직접 접속해 릴레이 방식으로 서로의 정보를 전달하는 pure P2P 방식과 중앙 서버가 클라이언트의 IP주소와 파일 목록 등의 P2P 목록을 유지하면서 사용자들을 연결해주는 hybrid P2P 방식이 있다. Pure P2P 방식은 전적으로 사용자들에게 의존하고, 어떠한 중앙 서버에도 의존하지 않고 작동한다. 사용자가 네트워크에 존재하는 다른 사용자를 찾고 직접 통신하는 방식이다. 이 모델은 네트워크에 접속함으로써 바로 이용할 수 있다는 관점에서 높은 확장성을 가지는 장점이 있다. 하지만 필요한 정보를 위해 피어들 간의 질의를 보내는 작업이 중복해서 발생하므로 대역폭의 증가와 검색의 효율성이 저하될 수 있는 단점이 있다[4]. Hybrid P2P는 현재 네트워크에 접속되어 있는 피어들의 식별정보나 공유 자원들의 목록과 같은 정보를 서버에서 관리함으로써 피어들간의 검색을 용이하게 하는 특징을 가지고 있다. 중앙 서버는 기본적으로 다른 서버에 대한 목록과 목록상에 있는 서버의 콘텐츠 접근만을 관리한다[5]. 7DS(Seven Degrees of Separation)는 모바일 노드가 인터넷에 연결되어있지 않아도 주위의 인터넷에 연결된 모바일 노드와 데이터 공유를 통해 인터넷, 이메일 전송 등을 가능하게 하는 XML 메시지 기반 프로토콜이다. 7DS를 이용하면 인터넷에 연결되어 있는 애플 모바일 노드가 인터넷, 이메일 전송 등 자신이 수행하고자 하는 작업을 XML 메시지 형식으로 작성하여 이웃 모바일 노드에 전송한다. 7DS는 모바일 P2P를 통하여 자료의 공유를 가능하게 하지만 필요한 자료를 다른 모바일 노드가 직접 가지고 있거나, 다른 모바일 노드가 인터넷에 연결되어 있어야 전송이 가능한 한계가 있다. 그리고 P2P 구성이 부모-자식 관계이기 때문에 모바

일 노드간 평등한 서비스 제공은 어렵다. DHT(Distributed Hash Table)기법은 네트워크의 확장성을 높이고 파일 검색시 확률적으로 정해진 홉 수 안에서 적은 라우팅으로 파일을 찾을 수 있는 기법이다[6]. DHT를 이용한 검색 기법이나 DHT 관리 기법에 따라 Pastry, Tapestry, Chord 기법 등이 있다[7-9]. Chord 시스템은 해시 함수를 이용하여 데이터의 삽입과 탐색을 수행하며, 시스템내에 존재하는 각 노드는 시스템 내의 모든 노드들에 대한 정보를 유지하지 않고 다른 노드들에 대한 일정한 수의 라우팅 정보만을 유지하여 시스템의 확장성을 제공한다. 그리고 원형 식별자 공간을 사용하며, 160비트의 SHA-1 해시 함수로 해시하여 노드 ID를 할당받는다. 데이터의 위치 정보는 (키, 값)쌍으로 표현되며 데이터가 저장될 노드의 위치는 키를 SHA-1 해시 함수로 해시한 값에 의해 정해진다. 각 노드는 successor, predecessor의 정보를 유지하여 링 형태의 오버레이 구조를 형성한다. 공유 파일을 요청하는 노드는 키를 해시한 값을 관리하는 successor를 탐색할 때, 먼저 노드의 successor에 원하는 키가 존재하는지 확인하고, 그렇지 않다면 자신의 라우팅 테이블을 통해 키가 포함되는 successor에게 키에 대한 요청 메시지를 보낸다. 이러한 과정을 반복하여 자원을 관리하는 노드에게 메시지를 전달하게 된다.

III. 위치기반 라우팅 알고리즘

본 장에서는 MANET에서 안정된 P2P 서비스 제공을 위하여 공유 파일의 효율적인 분산 캐시를 통한 파일 공유 및 관리 성능 향상과 위치기반 라우팅 기법에 대하여 설명하였다.

3.1 시스템 구조

모바일 노드로만 구성되어 있는 MANET에서 P2P를 이용한 파일 공유를 위해서는 모든 모바일 노드들이 peer로서의 역할을 수행해야 한다. 따라서 모든 노드들은 동등한 권한과 책임을 가지고 동작하며, 신속한 정보 교환과 비용 절감, 통신 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있다. 특히 MANET은 특정 어플리케이션을 지원하기 위하여 구성되는 경우가 많기 때문에 P2P 지원이 확실하게 이루어지기 위해서는 다음과 같은 문제가 해결되어야 한다.

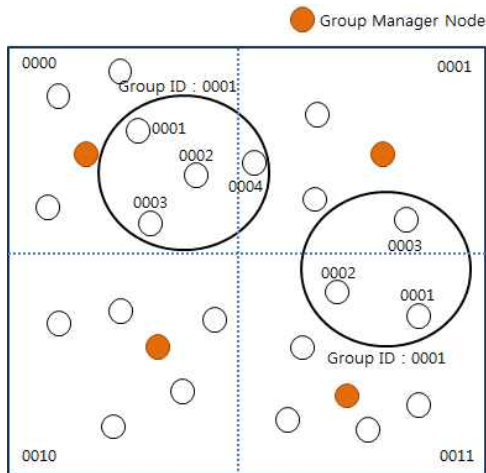
- ① 라우팅 계층에서 모바일 어플리케이션의 서비스를 제공할 수 있어야 한다.
- ② 모바일 노드들의 이동성을 고려한 라우팅 프로토콜이 지원되어야 한다.

하지만 P2P에 참여하는 모바일 노드들의 행동을 관리하고 캐시 정보 등을 관리할 수 있는 중앙관리 기관이 존재하기 않기 때문에 신뢰성에 많은 문제가 발생할 수 있다. 특히 악의적인 노드들에 의한 잘못된 데이터 공유나 공유 데이터 내에 악성코드 추가 등은 P2P의 신뢰성을 떨어뜨리고 공유 데이터의 QoS를 저하시키는 결과를 야기하게 된다. 그런데 전체 네트워크가 하나의 구조로 되어 있다면 모바일 노드들 간의 라우팅과 공유 데이터의 신뢰를 효율적으로 지원해 줄 수 없게 된다. 그리고 모바일 노드들에 대한 제한된 정보 수집만으로는 효율적인 데이터 공유가 이루어질 수가 없게 된다. 따라서 본 논문에서는 모바일 노드들에게 대한 정확한 파일 공유 정보 및 위치 기반 라우팅을 제공하기 위하여 전체 네트워크를 중복되지 않는 일정 크기의 영역으로 분할하였다. 이러한 네트워크 구조는 노드 수가 많거나 이동이 빈번한 경우에도 데이터 공유 성능을 보장할 수 있기 때문이다. 이렇게 일정한 크기로 분할된 영역 내부의 모바일 노드들 중에서 그룹 관리를 위한 Group

Manager Node(GMN)를 선출하게 된다. GMN을 선출하기 위해서 식 1에 의한 각 노드들의 연결수와 에너지를 기반으로 하였다.

$$GMN = C_{Link} / R_{Energy} \quad (1)$$

여기서 C_{Link} 는 각 모바일 노드에서 자신의 이웃 노드들과의 연결수를 나타내고, R_{Energy} 는 모바일 노드의 남아있는 에너지양을 의미한다. 에너지 양을 반영한 이유는 많은 모바일 노드들의 위치 정보를 유지하기 위해서이다. 각 영역 내부의 모바일 노드들에게 할당되는 식별자는 4bit의 영역 ID와 4bit의 Group ID 그리고 4bit의 일련번호로 이루어져 있다. Group ID는 GMN 노드에 의해서 동적으로 발급 및 관리된다. 이렇게 동적으로 할당된 식별자를 이용한 파일 공유는 위치기반 라우팅을 제공하기 위해 사용된다. <그림 1>는 위치기반 라우팅을 제공해주기 위하여 본 논문에서 형성한 네트워크 구조 및 노드들의 위치기반 식별자 할당 구조를 보여주고 있다.



<그림 1> 네트워크 구조 및 식별자 할당

3.2 위치기반 라우팅

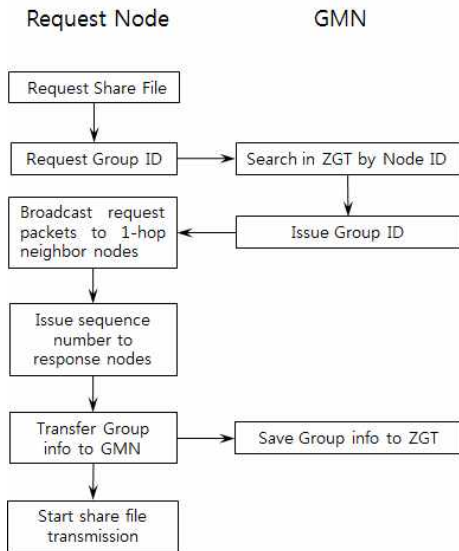
네트워크를 구성하는 모바일 노드들에게는 위치기반 라우팅을 위하여 12bit의 식별자를 이용하였다. 그 중의 4bit는 모바일 노드들이 속해있는 영역 정보를 의미하고, 4bit는 파일 공유를 위해 동적으로 생성된 그룹 정보를 나타낸다. 그리고 4bit의 일련번호는 동적으로 생성된 그룹에 속하는 노드들에게 할당되는 번호이다. 각 노드들에 부여하는 Group ID는 GMN에 의해서 발급되며, 발급된 Group ID 및 Group에 속하는 멤버 노드들의 정보를 Zone Group Table(ZGT)에 저장 및 관리한다. 먼저 영역내의 모바일 노드들 중에서 공유 파일의 요청이 필요한 노드는 자신이 속한 영역의 GMN에게 Group ID를 요청하게 된다. 요청을 받은 GMN은 자신이 관리하는 ZGT에서 Group ID를 요청한 모바일 노드가 등록되어 있는지 검사한다. 만약 해당 모바일 노드가 등록되어 있지 않다면 4bit의 Group ID를 동적으로 생성하여 발급하게 된다. <그림 2>는 GMN에서 관리하는 ZGT의 구조를 보여주고 있다.

Node ID	Group ID	Node Info	Start Time	File Info
j	0001	000000010001 000000010010 000000010011	20:09:12	P2p.avi
...
a	0101	000001010001 000001010010 000001010011	20:12:16	share.avi

<그림 2> ZGT 테이블 구조

Group ID를 부여받은 모바일 노드는 자신과 1-hop 거리에 떨어져 있는 이웃 모바일 노드들에게 파일 요청 패킷을 브로드캐스트한다. 이 요청 패킷을 수신한 이웃 모바일 노드들 중에서 파일을 제공해 줄 수 있는 모바일 노드들은 이에 대한 응답 메시지를 전송해주고, 이렇게 응답한 모바일 노드들에게 응답

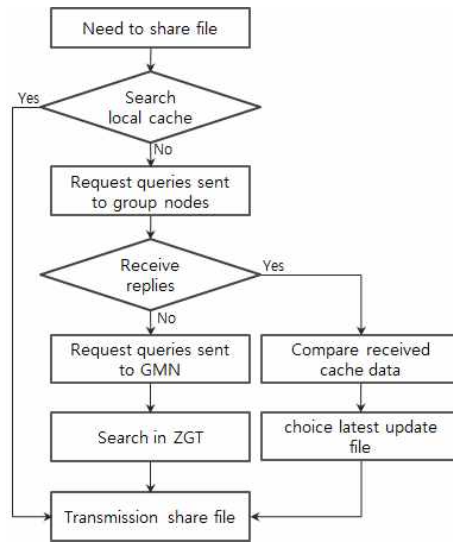
메시지 도착 순서에 따라 일련번호를 부여하게 된다. 이렇게 일련번호를 전송한 모바일 노드들에 대한 정보를 GMN에게 전송하게 되면 해당 노드들에 대한 정보를 ZGT에 저장하여 관리하게 된다. 이 정보는 파일 공유의 효율성을 높이기 위하여 캐싱 정보로 활용된다. 만약 파일 요청을 수신한 모바일 노드들이 자신의 로컬 캐시 검색 후 존재하지 않는다면 자신의 1-hop 주변으로 요청 패킷을 포워딩하게 된다. 이러한 과정을 통해 자신이 원하는 공유 파일을 검색하게 된다. 만약 이렇게 요청 패킷을 브로드캐스트하게 된다면 플러딩에 의한 트래픽 오버헤드가 발생하여 네트워크 성능이 크게 떨어지게 된다. 따라서 같은 Group ID에 속하는 이웃들에게는 포워딩하지 않음으로써 트래픽의 양을 현저하게 줄일 수 있게 된다. 이러한 위치기반 라우팅 기법을 이용함으로써 트래픽 감소 및 신속한 파일 공유가 이루어질 수 있게 된다. <그림 3>은 위에서 설명한 위치기반 라우팅 과정을 보여주고 있다.



<그림 3> 위치기반 라우팅 과정

3.3 분산 캐시 기법

모바일 노드들은 자신이 원하는 공유 파일이 발생하게 되면, 해당 공유 파일의 캐시를 찾기 위하여 3단계 처리 과정을 거치게 된다. <그림 4>에서는 모바일 노드들간의 분산 캐시 검색 과정을 보여주고 있다.



<그림 4> 분산 캐시 검색 과정

본 논문에서 제안한 분산 캐시 기법에서는 파일 요청이 발생한 모바일 노드는 자신의 로컬 캐시를 검사한다. 만약 자신의 로컬 캐시에서 검색되지 않는다면 자신이 속해있는 그룹의 멤버 노드들에게 요청 쿼리를 전송하게 된다. 만약 여러 이웃 노드로부터 요청 쿼리에 대한 응답을 수신하게 된다면 데이터에 대한 정보를 비교하게 된다. 이 정보가 일치하지 않는다면 업데이트 시간을 비교하여 가장 최신의 모바일 노드의 데이터를 이용하며, 데이터의 일관성으로 인한 문제가 발생되지 않도록 하기 위하여 나머지 노드들에게 해당 데이터의 업데이트를 요청하게 된다. 만약 위 2단계의 과정에 의해서 원하는 요청이 해결되지

않는다면 GMN에서 관리되는 ZGT를 이용한 캐시 검색이 이루어진다. 즉, 모바일 노드가 공유 파일 요청이 발생하였을 때 GMN에게 Group ID를 요청하였으며, 그에 응답하는 멤버 노드들에 대한 정보를 관리하고 있기 때문에 해당 멤버 노드는 공유 파일에 대한 정보를 로컬 캐시에 저장하고 있기 때문이다. 그리고 각 모바일 노드에서는 캐시 관리를 위하여 캐시 데이터에 TTL 값을 부여하였다. 캐시 데이터의 일관성 유지를 위하여 초기 TTL 값은 30초로 하였으며 캐시 데이터의 요청이 발생하면 TTL 값은 재설정하게 되며, 만약 TTL 값이 만료될 때까지 캐시 요청이 이루어지지 않는다면 해당 캐시를 삭제하게 된다. <그림 5>는 캐시 발견 과정을 위한 알고리즘을 보여주고 있다.

```

request = true
while request = true do
  for each entry in routing table
    do
      if srcFile = reqFile
        dest = nodeInfo
      else
        broadcastToGroup(reqFile)
      else
        sendToGMN(reqFile)
      end if
    end for
  end while
end while
    
```

<그림 5> 캐시 발견 알고리즘

IV. 성능분석

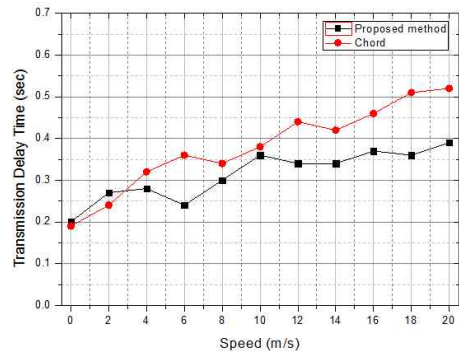
4.1 실험 환경

이 장에서는 본 논문에서 제안한 위치기반 라우팅 프로토콜의 성능을 평가하였으며, 이를 위하여 ns-2 시뮬레이터를 이용하였다. 실험에 사용한 네트워크

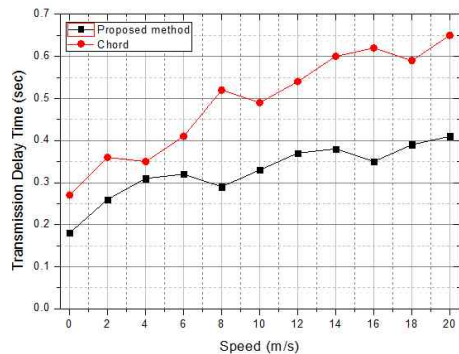
크기는 1000×1000 , 모바일 노드 수는 100, 400개, 이동 속도는 0~20m/s로 하였다. 그리고 각 모바일 노드들의 위치는 랜덤으로 변화시켜 네트워크를 자유롭게 이동하면서 20개의 노드가 공유 파일을 요청하도록 하였다. 실험 시간은 300초로 하였으며, 모바일 노드간의 통신 거리는 100m로 하였다.

4.2 성능 평가

본 논문에서 제안한 위치기반 라우팅 프로토콜의 성능 평가를 위하여 Chord 기법과 비교 실험하였으며, 성능 평가의 기준은 전송 지연 시간, 경로 길이, 전송 성공 비율로 하였다.



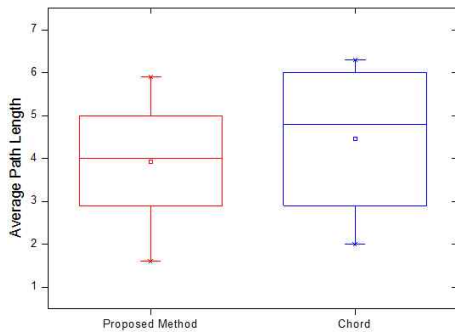
(a) 100 Nodes



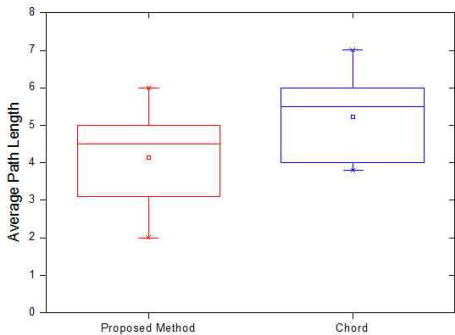
(b) 400 Nodes

<그림 6> 노드 수에 따른 전송 지연 시간

<그림 6>에서는 모바일 노드에서 5MB 크기의 공유 파일 전송시 모바일 노드 수에 따른 전송 지연 시간 결과를 보여주고 있다. 모바일 노드 수와 전송 시간은 크게 비례하지는 않았지만, 밀집도가 증가하여 다소 좋은 결과를 확인할 수 있다. 특히 Chord 기법에서는 노드들의 이동 속도가 빨라질수록 키 값을 관리하는 successor 탐색과 원하는 키를 가지고 있는지 확인하고 포함되어 있지 않다면 라우팅 테이블을 통한 요청 메시지를 보내야하기 때문에 지연 시간이 길게 나타났으며, 제안한 방법에서는 위치정보를 갖는 식별자를 이용하여 공유 파일을 관리하기 때문에 노드들이 이동 속도가 빨라져도 우수한 성능을 보여주었다.



(a) 100 Nodes

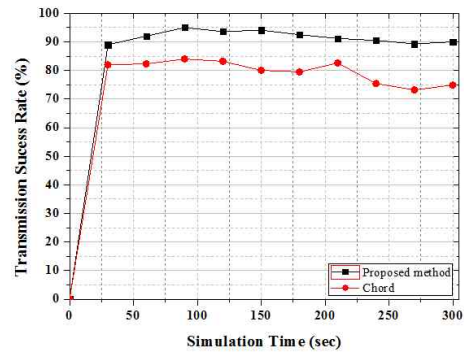


(b) 400 Nodes

<그림 7> 평균 경로 길이

<그림 7>은 모바일 노드가서 5MB 공유 파일을 수신시 측정된 경로 길이를 보여주고 있다. 이 측정 결

과는 라우팅 프로토콜의 성능을 의미하는 지표로서 MANET에서 얼마나 좋은 P2P 서비스가 가능한 지를 보여주는 결과이다. 이 측정 결과는 모바일 노드들의 이동이 빈번해질수록 그 결과에 비례하였다. 그림에서 확인할 수 있듯이 Chord 기법은 이동에 따른 공유 파일의 키를 관리하는 successor 탐색을 위해 모든 노드에 대한 라우팅 테이블 검색으로 인한 오버헤드가 발생하고 경로 길이가 길게 나타났으며, 제안한 방법에서는 GMN에서 공유 파일과 모바일 노드들의 위치정보를 ZGT에서 관리하고 있기 때문에 공유 파일을 가지고 있는 모바일 노드까지의 경로를 빠르게 재설정함으로써 우수한 성능을 보여주었다.



<그림 8> 공유 파일 전송 성공 비율

<그림 8>에서는 MANET에서 안정적인 P2P 서비스 제공 능력을 측정하기 위하여 공유 파일 전송 성공 비율의 측정 결과를 보여주고 있다. Chord 기법은 공유 파일에 대한 키가 분산되어 successor에 관리되기 때문에 모바일 노드들의 빈번한 이동으로 인한 정보 관리가 어렵고, 이로 인해 공유 파일 전송 비율이 다소 떨어졌지만, 제안한 기법에서는 공유 그룹을 이용한 공유 파일 전송과 분산 캐시를 이용한 공유 파일 검색을 통해 트래픽 감소 및 공유 파일 전송 성공 비율로 좋은 결과를 보여주고 있다.

V. 결론

컴퓨팅 환경의 많은 변화속에서 분산처리 모델인 P2P 서비스는 많은 인기를 얻고 있다. P2P 서비스는 중앙 서버를 거치지 않고 정보를 찾는 사용자와 정보를 가진 사용자의 컴퓨터를 직접 연결하여 서로의 자원을 공유할 수 있도록 해주는 기술로 그 기술을 응용하여 만든 서비스의 집합이라 할 수 있다. 이러한 구조적 특징은 MANET과 매우 유사하여 MANET에서의 P2P 서비스에 대한 연구도 활발하게 이루어지고 있다. MANET에서의 P2P는 이동 노드로만 구성되어 있기 때문에 모바일 노드들에 대한 위치정보와 공유 파일들에 대한 정보관리가 매우 중요하다고 할 수 있다.

본 논문에서는 MANET에서 안정된 P2P 서비스 제공을 위하여 위치기반 라우팅 기법과 3단계 분산 캐시 기법을 제안하였다. 먼저 위치기반 라우팅을 위하여 전체 네트워크를 중첩되지 않는 일정 크기 영역으로 분할한 후, 영역 ID를 부여하였다. 각 영역에는 Group을 관리하는 Group Manager Node(GMN)를 연결수와 에너지를 고려하여 선출하게 된다. 모바일 노드에서 공유 파일을 요청하기 위해서는 자신이 속한 GMN에게 Group ID를 요청하면 ZGT 검색을 통해 모바일 노드들에게는 영역 ID, Group ID를 할당하게 된다. 식별자를 할당받은 모바일 노드에서는 자신과 1-hop 거리에 있는 노드들에게 공유 파일 요청 패킷을 발송한 후 응답을 한 노드들에게 일련번호를 추가한 식별자를 할당하고, 이 정보를 ZGT에게 전송하게 된다. 이렇게 발급된 식별자를 이용한 라우팅을 통하여 공유 파일의 위치 탐색에 우수한 성능을 보여 주었으며, 3단계 분산 캐시 기법을 통하여 파일 검색, 관리 성능을 향상시켰다. 본 논문에서 제안한 기법의 성능 평가를 위하여 Chord 기법과 전송 지연 시간, 경로 길이, 전송 성공 비율을 비교 실험하였으며, 각

부분에서 평균 8~13% 우수한 성능을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] B. Xu and O. Wolfson, "Data Management in Mobile P2P Networks," Springer Verlag Lecture Notes in Computer Science, Proc. of the 2nd International Workshop on Databases, Information Systems, and P2P Computing (DBISP2P'04), Toronto, Canada, Aug 2004.
- [2] M. Ripeanu, I. Foster, and A. Iamnitchi, "Mapping the Gnutella Network: Properties of Large-Scale Peer-to-Peer Systems and Implications for System Design," IEEE Internet Computing Journal, Vol. 6, No. 1, 2002.
- [3] K. Takeshita, M. Sasabe, H. Nakano, "Mobile P2P Networks for Highly Dynamic Environments," in Proc. Of the 6th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, Hong Kong, 2008, pp. 453-457.
- [4] 홍록지, 문일영, "P2P 오버레이 네트워크에서 효과적인 Peer 검색을 위한 B-Chord," 디지털산업정보학회지, 제7권, 제4호, 2011, pp. 1-6.
- [5] A. I. Wang, T. Björnsgzerd, and K. Saxlund, "Peer2Me - rapid application framework for mobile peer-to-peer applications," in The 2007 International Symposium on Collaborative Technologies and Systems (CTS 2007), 2007, pp. 21-25.
- [6] 왕중수, 서두옥, "극단적인 네트워크 환경을 위한 효율적인 라우팅 알고리즘," 디지털산업정보학회

- 지, 제8권, 제1호, **2012**, pp. 171-179.
- [7] Ion Stocia, Robert Morris, David Karger, Frans Kaashoek, and Hari Balakrishnan, "Chord: A scalable Peer-To-Peer lookup service for internet applications," In Proceedings of the ACM SIGCOMM Conferences, **2001**, pp. 149-160.
- [8] Antony Rowstron and Peter Druschel, "Pastry: Scalable, decentralized object location and routing for large-scale peer-to-peer systems," IFIP/ACM International Conference on Distributed System Platforms (Middleware), **2001**, pp. 329-350.
- [9] B. Y. Zhao, L. Huang, J. Stribling, S. C. Rhea, A. D. Joseph, and J. Kubiatowicz, "tapestry: A Resilient Global-scale Overlay for Service Deployment," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 22, No. 1, **2004**, pp. 41-53.

■ 저자소개 ■



양 환 석
Yang Hwanseok

2011년 9월~현재
중부대학교 정보보호학과 조교수

2006년 2월~2011년 2월
호원대학교 사이버수사경찰학과
연구교수

2005년 2월 조선대학교 전산통계학과(이학박사)
1998년 2월 조선대학교 전산통계학과(이학석사)

관심분야 : 정보보호, 침입탐지시스템, MANET
E-mail : yanghs@joongbu.ac.kr

논문접수일: 2015년 5월 25일
수정일: 2015년 6월 5일
게재확정일: 2015년 6월 8일