

데이터 전달 성능 향상을 위한 공유 그룹 구성 기법에 관한 연구

양 환 석*

A Study on Share Group Configuration Technique for Improving Data Transmission Performance

Yang Hwanseok

〈Abstract〉

The various services applied internet have been provided by the rapid development of wireless networks and providing multimedia contents are also increasing. It is caused a number of problems such as increasing of network traffic rapidly. P2P technique is gaining popularity for solving these problems. In particular, P2P technique in a wireless network environment has gained much popularity. Among them, MANET-based P2P techniques has been studied actively. It is not easy to be applied the existing technique as it is due to the dynamic topology and low bandwidth by moving nodes in MANET that is consisted of only mobile nodes. In this paper, we proposed sharing group construction technique for providing a stable connection between mobile nodes and reducing the load of network traffic and overhead of sharing group reconfiguration in order to improve data transmission performance between mobile nodes. The sharing group member nodes applied virtual sharing group generation technique with neighboring nodes of 1-hop distance in order to reduce traffic for file sharing. We performed comparative experiments with DHT technique to evaluate the performance of the proposed technique in this paper and the excellent performance is confirmed through experiments.

Key Words : Peer-to-Peer, Share Group, Hierarchical Structure, MANET

I. 서론

모바일 단말기의 광범위한 보급으로 인하여 무선 컴퓨팅 환경에 많은 변화를 가져왔으며, 이를 활용한 인터넷 서비스가 다양해지면서 사용자들에게 다양한 콘텐츠 제공이 이루어지고 있다. 이로 인해 네트워크

트래픽이 증가하면서 P2P 기술에 대해 많은 관심이 모아지고 있다. 하지만 기존의 P2P 기술은 이동 노드로만 구성된 MANET(Mobile Ad Hoc Network)에 그대로 적용될 수 없다[1-2]. 왜냐하면 기존의 유선 네트워크 P2P 기술은 무선망에서와 같이 피어들이 연결될 수 있는 다양한 네트워크를 고려하지 않았고, 이동 노드간의 전송 링크의 유지가 어렵기 때문이다.

* 중부대학교 정보보호학과 조교수

MANET은 고정된 인프라스럭처 없이 이동 노드로만 구성되기 때문에 데이터 송수신을 위해서 모바일 노드들이 라우터 역할을 수행해야만 한다. 하지만 노드들의 이동으로 인하여 토폴로지가 동적으로 변화하기 때문에 경로 설정에 어려움이 많고 무선 네트워크의 특성상 낮은 대역폭을 가지고 있다. 따라서 MANET에서 데이터 전달 성능을 향상시키고 네트워크 대역폭을 줄이면서, 컴퓨팅 자원을 절약하기 위해서는 P2P 기술이 반드시 필요하다[3-4]. 하지만 MANET 환경에서 이웃 노드들과 안정된 데이터 교환을 위해서는 많은 요구사항이 발생하게 된다. 그중에서도 이동 노드들과의 원활한 연결 문제와 노드들의 부하 발생이 큰 문제로 야기되고 있는 실정이다[5].

본 논문에서는 이동 노드들간의 데이터 전달 성능 향상을 위하여 공유 그룹 구성 기법을 제안하였다. 그리고 공유 그룹 재구성 오버헤드를 줄이기 위하여 가상 공유 그룹 구조를 제안하였다. 본 논문에서 제안한 계층형 공유 그룹을 구성하기 위하여 네트워크를 클러스터 형태로 구성하였으며, 공유 그룹내에서 연결성이 가장 높은 노드를 공유 그룹 헤더로 선출하였다, 그리고 공유 그룹 헤더는 공유 그룹 노드들의 지속적인 모니터링과 스트리밍 데이터 중계 역할을 수행한다. 또한 네트워크 트래픽을 줄이면서 신속한 파일 공유를 위하여 공유 그룹 멤버 노드가 자신과의 1-hop 거리의 노드들과 가상 공유 그룹 구성 기법을 적용하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 무선 환경에서의 파일 공유 기법에 대하여 살펴보고 3장에서는 본 논문에서 제안한 공유 그룹 구성 기법에 대하여 설명하였다. 4장에서는 실험을 통해 제안한 기법의 성능평가를 수행하였고 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

II. 관련연구

2.1 파일 공유 기법

DTN(Delay/Distribution Tolerant Network)은 멀티 홉 MANET 기반 파일 공유 기법으로서 모바일 노드들간 파일 공유를 통해 콘텐츠 서버의 트래픽을 감소시킨다[6]. 소스 노드와 목적 노드 사이에 연결성이 없더라도 중간 노드가 데이터를 저장했다가 이동하며 다른 노드에게 전송함으로써 최종 목적 노드에게 파일을 전송하는 기법이다. 하지만 모바일 노드들간의 연결이 확립되지 않은 상태에서 파일 전송이 시작되기 때문에 네트워크 지연시간이 발생하게 된다. 따라서 DTN은 노드의 이동성을 활용하여 파일을 공유하기 때문에 서비스의 실시간성을 보장하지 못하여 파일 공유에는 적합하지 않고 네트워크 지연에 크게 영향을 받지 않는 응용 분야에 유용하다.

DHT(Distributed Hash Table)기법은 P2P 오버레이 네트워크에서 네트워크의 확장성을 높이고 파일 검색시 확률적으로 정해진 홉 수안에서 적은 라우팅으로 파일을 찾을 수 있는 기법이다[7]. DHT 기법은 해시 테이블을 네트워크에 적용한 기법으로서 모든 데이터는 키(key)와 값(value) 쌍으로 표현된다. 즉, 네트워크상의 노드들이 전체 해시 테이블 중의 일부가 되며, 이들이 모이면 전체 네트워크가 하나의 해시 테이블로 표현된다. 모든 노드들은 자신이 가지고 있는 데이터를 해시하여 키를 구하고, 오버레이 네트워크에서 그 키가 속한 구역을 담당하는 노드에게 전달한다. 노드가 원하는 데이터를 검색할 때도 키 값을 이용하여 같은 방식으로 검색 메시지를 전달하게 된다. 이러한 데이터 등록 및 검색 메시지는 네트워크상의 특정 노드에게 전달되어야 하는데 이를 위하여 노드들은 물리적인 네트워크의 라우팅 테이블과 별도로 오버레이 네트워크상에서의 라우팅을 위한

논리적인 라우팅 테이블을 두어 논리적인 이웃 노드들의 정보를 관리한다. DHT 기법은 적은 수의 파일 라우팅 정보를 통해서 쉽게 파일을 찾을 수 있기 때문에 주로 P2P 확장성을 개선하는 장점이 있다. 하지만 해시 테이블을 작성하고 분산시키는데 오버헤드가 발생하고 해시 함수를 이용한 데이터 검색이 이루어지기 때문에 정확한 명칭을 알고 있어야 하는 단점도 있다[8].

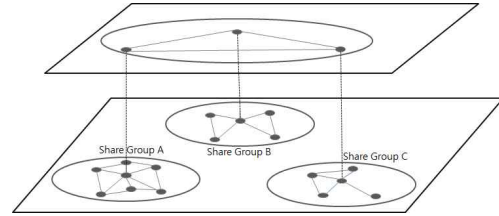
PSDR은 MANET 라우팅 프로토콜인 DSR(Dynamic Source Routing)을 개선시킨 라우팅 프로토콜이다[9]. DHT 방식인 chord 시스템의 naming 메커니즘을 사용하고, 원하는 노드를 탐색할 때, chord의 라우팅 방식을 사용한다. 각 노드는 DSR의 source route를 탐지하여 라우팅 테이블에 NHSR(Next Hop Source Route)라는 필드를 통해 chord의 라우팅 방식에 반영한다. 그리고 AODV의 HELLO 메시지와 유사한 PHELLO를 이용하여 NHSR안에 경로상의 노드들이 PHELLO 메시지를 1-hop 이웃 노드에게 방송하여 이웃 노드는 찾아간다.

III. 제안한 공유 그룹 구성 기법

본 장에서는 네트워크 트래픽의 부하를 줄이면서 이동 노드간의 안정된 연결을 통해 데이터 전송 성능을 향상시키기 위한 공유 그룹 구성 기법을 제안한다.

3.1 계층구조 네트워크

MANET 환경에서 P2P의 안정된 데이터 전송을 위해서는 트래픽을 줄이는 것과 이동 노드들의 연결 유지가 매우 중요하다. 특히 MANET에서는 이동 노



<그림 1> 제안한 네트워크 구조

드들의 수가 증가할수록 네트워크 유지 오버헤드가 크게 발생하는 단점이 있다. 그리고 노드들의 이동으로 인한 연결 단절과 네트워크 대역폭이 가변적이기 때문에 원하는 QoS가 보장될 수 없으며 지속적인 모바일 스트리밍 서비스가 원활하게 이루어지 어렵다. 따라서 본 논문에서는 노드들간의 데이터 전달 성능을 향상시키고 네트워크 트래픽의 부하를 줄이기 위하여 계층구조 공유 그룹 구성 기법을 제안하였다. 이를 위하여 네트워크를 클러스터로 구성하였다. 이렇게 구성된 클러스터는 하나의 공유 그룹이 된다. 공유 그룹내의 이동 노드들중에서 연결성이 가장 높은 노드를 공유 그룹 헤더로 선출하였다. 연결성이 가장 높은 노드를 공유 그룹 헤더로 선출한 이유는 공유 그룹에 속한 모든 이동 노드들과 원활한 통신이 가능해야하고 이동 노드 탐색을 위해 지속적으로 모니터링 해야 하기 때문이다. 그리고 각 공유 그룹 헤더들 중에 연결수가 가장 높고 그룹내에 모바일 노드 수가 가장 많은 공유 그룹 헤더를 최상위 공유 그룹 헤더로 설정한다. 최상위 공유 그룹 헤더는 네트워크 전체의 이동 노드 탐색을 위해 노드들에 대한 정보를 관리하게 된다.

<그림 1>은 본 논문에서 사용한 계층구조 네트워크를 보여주고 있다. 최상위 공유 그룹 헤더는 각 공유 그룹 헤더들과 통신하면서 공유 그룹 헤더들이 특정 모바일 노드에 대한 위치 정보를 요청하는 경우, 노드 탐색 관리 모듈을 이용하여 해당 모바일 노드의 위치 정보를 검색한 후 이를 전달해준다. 따라서 최

상위 공유 그룹 헤더는 주기적으로 모든 공유 그룹 헤더들로부터 공유 그룹내의 노드 정보를 전송 받아 관리한다. 그리고 공유 그룹 헤더는 공유 그룹에 속한 모든 이동 노드들과 통신하면서 지속적인 모니터링을 실시한다. 그리고 공유 그룹에 속한 모바일 노드들에게 스트리밍 데이터를 중계하는 서버 역할을 수행한다. 공유 그룹 멤버 노드는 멤버 노드는 공유 그룹 헤더로부터 스트리밍 데이터를 수신한다. 그리고 자신의 1-hop 주변의 노드들과 가상 공유 그룹을 재형성하여 공유 그룹 헤더의 트래픽 부하를 줄이고 공유 그룹 재형성 오버헤드를 줄이면서 파일 전송을 수행할 수 있게 된다.

3.2 공유 그룹 구성 방법

1) 계층 공유 그룹 형성

이동 노드들간의 효율적인 데이터 전송과 트래픽을 줄이기 위하여 계층구조 공유 그룹을 구성하였다. 계층구조 공유 그룹은 안정된 데이터 전송을 위해 적합한 구조이기도 하다. 먼저, 전체 네트워크를 구성하는 노드들은 공유 그룹인 클러스터를 구성하게 된다. 이렇게 구성된 공유 그룹내의 노드들은 자신의 연결수를 기초로 하여 가장 높은 연결수를 가지는 노드가 공유 그룹 헤더가 된다. 공유 그룹 헤더 선출시 가장 높은 연결수를 이용하는 이유는 공유 그룹 헤더가 그룹 내 이동 노드들과 통신하면서 모니터링이 가능해야하기 때문이다. 각 공유 그룹에서 선출된 공유 그룹 헤더들 중에서 공유 그룹의 노드가 가장 많은 공유 그룹 헤더를 최상위 공유 그룹 헤더로 선출한다. 최상위 공유 그룹 헤더는 전체 네트워크에 참여하는 노드들에 대한 정보를 저장하고 있는 위치정보 관리 테이블을 가지고 있다. 만약 최상위 공유 그룹 헤더가 공유 그룹 헤더로 부터 파일 공유를 위하여 특정

모바일 노드에 대한 탐색 요청을 수신하였을 경우 위치정보 관리 테이블을 검색하여 해당 모바일 노드에 대한 위치 정보를 제공하게 된다. <그림 2>는 최상위 공유 그룹 헤더에서 관리하는 위치정보 관리 테이블을 보여주고 있다.

Node ID	Current Group ID	Entrance Time	Location History	Share List
D	3	15:10:08	1->6->3	sample.avi edu.mp3
A	7	15:11:50	2->4->1->7	test.mp3 mobile.avi
...
F	1	15:12:30	5->1	Test.mp3

<그림 2> 위치정보 관리 테이블

공유 그룹 헤더는 공유 그룹내의 노드들에게 스트리밍 데이터를 중계해주는 서버 역할을 수행하며, 각 모바일 노드들에 대한 모니터링 정보를 관리하는 멤버 노드 관리 테이블을 관리하고 있다. 멤버 노드 관리 테이블에는 공유 그룹내 노드들이 공유하는 파일 정보와 공유 그룹으로 들어오고 나간 시간 정보 등을 가지고 있다. 이러한 정보는 <그림 3>과 같은 구조의 테이블에 저장 및 관리 된다.

Node ID	Previous ID	Entrance Time	Out Time	Share FileList
C	2	11:10:08	11:11:38	P2p.avi Test.mp3
G	5	11:11:50	-	Edu.mp3 Mobile.avi
...
D	1	11:12:30	-	Test.mp3

<그림 3> 멤버 노드 관리 테이블

공유 그룹 헤더에서 그룹내 노드들과 모바일 P2P 파일 공유를 위해서는 전송 파일의 크기, 대역폭, 전송받는 노드들의 수와 같은 요소들을 고려해야만 한다. 즉, 특정 파일을 전송받은 모바일 노드의 수가 너무 많거나 파일의 크기가 너무 크다면, 공유 그룹 헤더의 대역폭으로는 이를 지원할 수 없게 된다. 따라서 식 1을 만족하는 경우에만 공유 그룹 헤더를 통해

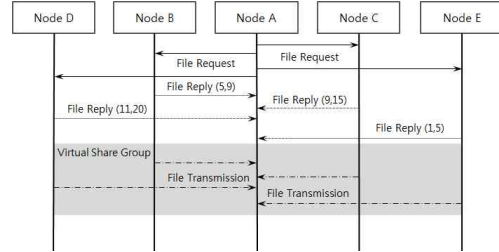
스트리밍 데이터 전송이 원활하게 이루어 질 수 있다.

$$\frac{GH_{bandwidth}}{\sum_{i=1}^n SG(Node_i)} \times r \quad (1)$$

여기서, GH는 그룹 헤더의 대역폭, r 은 GH가 파일 전송시 할당된 대역폭의 비율을 의미한다. 따라서 그룹 헤더는 스트리밍 데이터 전송 후에도 일정한 시간마다 식 1을 이용하여 계산하여 네트워크 대역폭, 파일 공유에 참여하는 모바일 노드 수가 최대치를 초과하지는 여부를 검사하게 된다.

2) 가상 공유 그룹 형성

공유 그룹내의 이동 노드가 파일 공유를 원하는 경우 자신과 1-hop 거리에 떨어져 있는 이웃 노드들에게 파일 요청 패킷을 방송한다. 이때 파일 요청 패킷을 수신한 모바일 노드들중에서 파일을 제공해줄 수 있는 노드들은 이에 대한 응답 메시지를 전송해주고, 이렇게 응답한 모바일 노드들로만 가상 공유 그룹이 재형성된다. 이렇게 형성된 서브 공유 그룹 노드들은 자신이 보유하고 있는 패킷 번호와 전송받아야 할 패킷 번호가 포함되어 있다. 그리고 이동 노드는 파일을 모두 전송받을 때까지 일정한 간격으로 주변 이웃 모바일 노드들에게 파일 요청 패킷을 방송한다. 이와 같은 방법으로 자신이 필요한 파일 전송이 완료되면 가상 공유 그룹은 해체된다. 이러한 방법으로 이웃 노드들과 가상 공유 그룹을 형성하여 파일을 공유함으로써 공유 그룹 헤더의 트래픽을 줄여주고, 신속한 파일 공유가 이루어질 수 있는 장점을 갖게 된다. <그림 4>는 가상 공유 그룹 형성과정을 보여주고 있다.



<그림 4> 가상 공유 그룹 형성 과정

IV. 성능분석

4.1 실험 환경

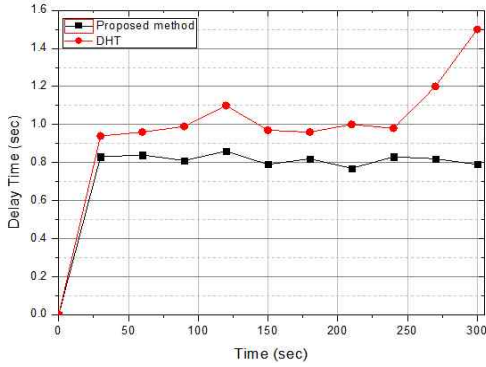
본 논문에서 제안한 공유 그룹 구성의 성능평가를 위하여 ns-2 시뮬레이터를 이용하였다. 그리고 각 모바일 노드들은 위치를 랜덤으로 변화시켜 공유 그룹의 가입 및 탈퇴가 반복되도록 하면서 성능 평가를 하였다. 실험 시간은 300초로 하였으며, 모바일 노드 간의 통신 거리는 블루투스 최대통신거리를 고려하여 100m로 하였다. 그리고 모바일 노드들의 이동 속도는 0 ~ 20m/s로 하였다. 단 성능 평가를 위해 실험에 사용한 환경변수 값은 <표 1>에서 보여주고 있다.

<표 2> 실험에 사용한 환경 변수

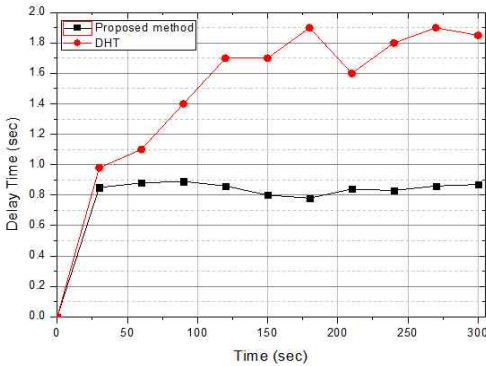
Parameter	Value
Network Size	1000 × 1000
Number of Nodes	100, 200
Pause Time(Sec)	20
MAC Protocol	IEEE 802.11 DCF

4.2 성능 평가

이 장에서는 제안한 계층구조 공유 그룹 구성 및 가상 공유 그룹 형성 기법의 성능 측정 결과에 대하여 설명하며, 성능 측정은 DHT 기법과 비교 실험하

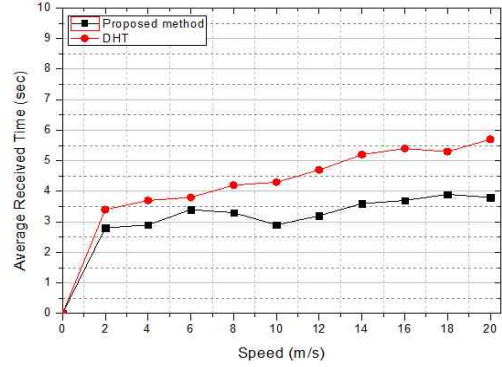


(a) 100 Nodes

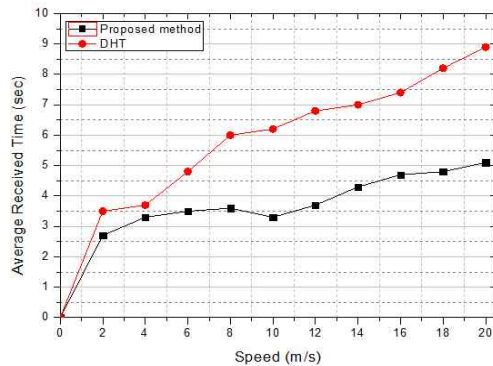


(b) 200 Nodes

<그림 5> 노드 수에 따른 전송 지연 시간



(a) 100 Nodes



(b) 200 Nodes

<그림 6> 평균 수신 시간

였다. 성능 측정을 위해 사용한 성능 평가 기준은 이동 노드 수에 따른 전송 지연 시간과 평균 데이터 수신 시간 그리고 데이터 전송 단절 비율로 설정하였다.

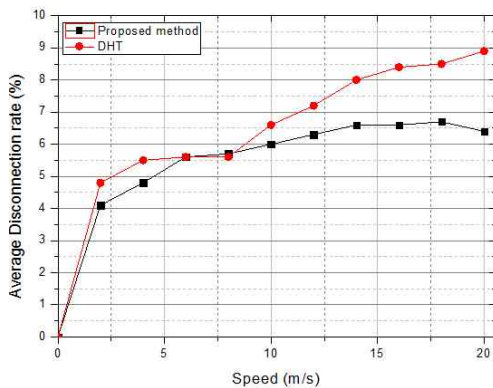
<그림 5>에서는 이동 노드 수에 따른 데이터 전송 지연 시간 측정 결과를 보여주고 있다. 이동 노드 수가 증가할수록 밀집도가 증가하여, 전송 시간이 짧아지는 것을 확인할 수 있었다. 또한 노드들의 이동 속도가 빨라질수록 DHT 기법에서는 이웃 노드들의 이동으로 인해 해시 테이블을 작성하고 분산시키는데 오버헤드가 발생하여 지연 시간이 길게 나타났으며, 제안한 방법에서는 공유 그룹에 속하는 노드들은 바뀌더라도 공유 그룹 멤버 노드들이 구성된 서버 공유

그룹에는 변화가 적어 DHT 기법에 비해 우수한 성능을 보였다. 특히 노드 수가 많아질수록 가상 공유 그룹의 구성으로 인해 지연시간에 더욱 우수한 성능을 보여 주었다.

<그림 6>은 이동 노드에서 5MB 데이터 수신시 측정된 평균 데이터 수신 시간을 보여주고 있다. 이 측정 결과는 데이터 스트리밍 서비스의 QoS를 측정할 수 있는 지표로서 이동 노드에서 얼마나 품질이 좋은 스트리밍 서비스가 가능한지를 보여주는 결과이다. 이 측정 결과는 노드들의 이동 속도에 반비례하였으며 그림에서 보여주듯이 DHT 기법은 이동 속도에 따른 해시 테이블 작성에 오버헤드가 발생하고 전송 경로 유지가 어려워 평균 데이터 수신 시간이 길게

나타났으며, 제안한 방법에서는 공유 그룹 헤더에서 이동 노드들에 대한 데이터 전송 관리가 이루어지고 가상 공유 그룹 구성으로 인해 평균 데이터 수신 시간에서도 우수한 성능을 보여주고 있다.

P2P의 안정성을 확인하기 위하여 데이터 전송 단절 비율을 측정하였으며, 그 결과는 <그림 7>에서 보여주고 있다. DHT 기법은 두 개의 라우팅 테이블을 관리해야 하기 때문에 노드들의 잦은 이동에 대해 빠른 경로 설정이 어렵고, 이로 인해 높은 트래픽이 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 제안한 방법에서는 공유 그룹 멤버 노드들이 가상 공유 그룹을 형성하기 때문에 트래픽은 높게 발생하더라도 데이터 전송 단절 비율은 상당히 낮게 나타남을 확인할 수 있다.



<그림 7> 데이터 전송 단절 비율

V. 결론

스마트폰 같은 모바일 단말의 보급이 광범위하게 이루어진 모바일 컴퓨팅 환경에서 다양한 멀티미디어 콘텐츠를 제공하는 인터넷 서비스가 증가함에 따라 네트워크 트래픽이 급증하고 있다. 이러한 콘텐츠 전송에 따른 과부하를 해결할 수 있는 기술이 P2P이다. 특히 이동 노드로만 구성되어 빠르게 네트워크를

구축할 수 있는 MANET에서의 P2P 기술에 대한 인기가 증가하고 있지만 노드들의 이동으로 인한 불안정한 데이터 전송과 낮은 대역폭으로 인해 많은 문제가 야기되고 있다.

본 논문에서는 계층구조 공유 그룹 구성 기법을 이용하여 네트워크 트래픽의 부하를 줄이면서 이동 노드간 데이터 전달 성능을 향상시키고자 하였다. 이를 위하여 네트워크를 공유 그룹인 클러스터로 구성하였으며, 연결성을 이용하여 공유 그룹 헤더, 그리고 최상위 공유 그룹 헤더를 선출하였다. 최상위 공유 그룹 헤더는 이동 노드들의 위치 탐색을 위해 위치정보 관리 테이블을 관리하였다. 또한 데이터 전송시 트래픽을 줄이기 위하여 공유 그룹 멤버 노드들이 데이터 전송시 자신과 1-hop 떨어진 이웃 노드들과 가상 공유 그룹 형성 기법을 적용하였다. 본 논문에서는 실험을 통해 이동 노드 수에 따른 전송 지연 시간과 평균 데이터 수신 시간 그리고 데이터 전송 단절 비율을 성능평가 기준으로 하여 DHT 기법과 비교 실험하였다. 실험을 통해 제안한 기법의 우수한 성능을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] P.J. Wan, K.M. Alzoubi, and O. Frieder, "Distributed construction of connected dominating set in wireless ad hoc networks," *Mob. Netw. Appl.* 2004, Vol. 9, No. 2, pp. 141-149.
- [2] T. Ho, M. Medard, R. Koetter, D. R. Karger, M. Effros, J. Shi, and B. Leong, "A random linear network coding approach to multicast," *IEEE Trans. Inform. Theory*, 2006, Vol. 52, No. 10, pp. 4413-4430.

- [3] 홍록지, 문일영, "P2P 오버레이 네트워크에서 효과적인 Peer 검색을 위한 B-Chord," 디지털산업정보학회지, 제7권, 제4호, 2011, pp. 1-6.
- [4] Raphal Kummer, Peter Kropf, Pascal Felber, "Distributed Lookup in Structured Peer-to-Peer Ad-Hoc Networks," In Proceeding of the OTM Conferences (2) 2006, pp. 1541-1554.
- [5] Leonardo B. Oliveira, I.G. Siqueira, A.F. Loureiro, "On the performance of ad hoc routing protocols under a peer-to-peer application," Journal of Parallel and Distributed Computing Vol. 65, Issue 11, 2005, pp. 1337-1347.
- [6] 김지훈, "P2P 기반의 UCC 방송에서 협상을 통한 업로드 트래픽의 개선," 디지털산업정보학회지, 제10권, 제3호, 2014, pp. 171-179.
- [7] He Li, Kyoungsoo Bok, and Jaesoo Yoo, "Mobile P2P Social Network Using Location and Profile," Ubiquitous Information Technologies and Applications, Springer Netherlands, 2013, pp. 333-339.
- [8] C. Hoh and R. Hwang, "P2P File Sharing System over MANET based on Swarm Intelligence: A Cross-Layer Design," in Proc of WCNC, 2007, pp. 2674-2679.
- [9] Repantis T and Kalogeraki V, "Data dissemination in mobile peer-to-peer networks". In: Proc. of the 6th Int'l Conf. on Mobile Data Management Table of Contents, 2005, pp. 211-219.

■ 저자소개 ■



양 환 석
Yang, Hwan Seok

2011년 9월~현재
중부대학교 정보보호학과 조교수
2005년 2월 조선대학교 전산통계학과(이학박사)
1998년 2월 조선대학교 전산통계학과(이학석사)
1996년 2월 호원대학교 전산계산학과(이학사)
관심분야 : 정보보호, 침입탐지시스템, MANET
E-mail : yanghs@joongbu.ac.kr

논문접수일: 2015년 2월 12일
수정일: 2015년 월 일
게재확정일: 2015년 3월 4일