

## 이동 애드 혹 네트워크에서 QoS를 지원하는 라우팅 프로토콜

강경인\*, 박경배\*\*

# Routing Protocol Supporting QoS in Mobile Ad-hoc Network

Kyung-In Kang\*, Kyung-Bae Park\*\*

### 요약

본 논문에서는 AODV(Ad hoc On demand Distance Vector)에 근간을 두고 QoS(Quality of Service)를 지원하는 이동 애드 혹 라우팅 프로토콜을 제안했고 시뮬레이션을 통하여 성능을 평가했다. 각 노드에서 사용 가능한 통신 자원을 미리 고려하여 QoS 지원에 적합한 최단 경로를 설정함으로써 자원 소비를 줄일 수 있다. 성능 평가를 위해, 노드들의 이동성과 최선형 및 QoS 지원형 서비스 흐름의 수를 고려하여 평균 데이터 수신율을 분석했다. 이동 애드 혹 네트워크에서 특정 흐름들에 대한 QoS 지원형 서비스는 QoS 지원형 흐름들의 평균 데이터 수신율을 증가시켰다.

### Abstract

In this paper, we proposed a mobile ad hoc routing protocol based on AODV(Ad hoc On demand Distance Vector) with QoS(Quality of Service) support and evaluated the performance through simulation. The waste of communication resources is reduced by establishing the shortest route suitable to QoS support, considering in advance the usable communication resources at each node. For performance evaluation, we analyzed the average data reception rate, considering the node mobility and the number of best effort/QoS data flows. We found that in the mobile Ad Hoc networks the QoS service for some specific data flows increased the average data reception rate for the QoS data flows.

▶ Keyword : QoS, Mobile ad-hoc network, AODV

---

• 제1저자 : 강경인

• 접수일 : 2007.3.16, 심사일 : 2007.4.11, 심사완료일 : 2007. 5.10.

\* 여주대학 모바일통신과 부교수, \*\* 여주대학 인터넷정보처리과 부교수

## 1. 서론

현재 대부분의 무선이동통신 분야는 기반(infrastructure) 네트워크에 기초해 있다.[1] 그렇지만 기반 네트워크가 갖추어지지 않은 전쟁터, 재난 구조지역, 산간지역 등에서의 통신을 위해서는 종단 시스템 사이의 직접적인 통신이 필요할 수 있다. 종단 시스템 사이의 직접적인 통신을 위해 개발되어진 네트워크가 바로 이동 애드 혹 네트워크(MANET : Mobile Ad-hoc NETwork)이다[2,3]

이동 애드 혹 네트워크는 자치 분산 시스템(autonomous distributed system)으로서 모든 이동 노드(mobile node)들은 무선으로 연결되어져 있다. 이동 노드들은 호스트(host)와 라우터(router)의 기능을 동시에 갖고 있다. 호스트로서는 송신 노드와 수신 노드로서 동작하며 반면에 라우터로서는 송신 노드와 수신 노드 사이를 연결하는 중간 노드로서 동작하게 된다.[4]

이동 애드 혹 네트워크의 통신 환경은 각 노드들의 이동이 네트워크 도처에 편재하고 있으며 이로 해서 네트워크 토폴로지(topology)가 변하게 되고 결과적으로 네트워크상의 각 흐름(flow)들의 경로(route)에 에러가 발생하게 되면 통신을 지속적으로 지원하기 위해 라우팅이 다시 시도되어진다.[4]

현재 인터넷에서는 VOD(Video On Demand), VoIP(Voice over Internet Protocol), 전자상거래, 화상회의, 네트워크 게임, 가상현실 등과 같은 새로운 응용들이 사용되어지면서 인터넷 자원의 효율적인 사용에 대한 문제가 심각하게 대두되고 있다.[5,6]

또한 이러한 응용들의 대부분이 QoS(Quality of Service)지원을 고려하고 있기 때문에 자원의 효율적인 사용의 문제는 차세대 인터넷에서 가장 중요한 과제의 하나로 등장하고 있다.[5]

현재의 인터넷은 서로 다른 응용 패킷들의 흐름을 동일하게 취급해서 전송하는 최선형 서비스(BE : Best Effort)만을 제공하는 것이 일반적이다.

따라서 본 논문은 이동 애드 혹 네트워크상에서 단방향 링크를 지원하는 라우팅 프로토콜에 노드들의 이동과 변화기 쉬운 각 노드에서의 유용한 자원을 고려한 QoS 지원을 위한 전처리 과정을 삽입함으로써 신속하고 정확한 QoS 지원과 라우팅 프로토콜 수행 시 자원 소비를 줄일 수 있는 방법을 제안한다.

## II. 이동 애드 혹 네트워크

### 2.1 기본 개념

기반 네트워크를 설치하기 어려운 전쟁터, 기반 네트워크가 태풍, 지진, 화재 등으로 손실된 재난 지역, 소수의 사용자들을 위해 설비를 투자하기 어려운 산간 지역과 같은 오지, 계획되지 않은 임시회의, 기반 네트워크가 설치되어 있으나 한 지역 내에서의 소수의 사용자들에 의한 적은 양의 주기적인 통신 시 기반 네트워크를 사용하는 경우의 비용 문제로 상대적으로 비용이 적은 네트워크를 사용하기를 원하는 경우 등에서 종단 시스템들이 고정된 중계국이 없이도 서로 통신할 수 있는 또 다른 특성의 네트워크의 구성이 필요하다. 이러한 요구에 의해 구상된 네트워크가 바로 이동 애드 혹 네트워크이다.[7-9]

이동 애드 혹 네트워크의 통신 환경은 각 노드들의 이동이 시간적으로 변해 네트워크 토폴로지가 동적으로 변하게 된다. 경로를 구성하는 노드들의 이동이 빈번한 환경에서 통신을 지속하기 위해서는 송신 노드와 수신 노드 사이에 재 라우팅과 같은 추가적인 과정이 필요하게 된다.

### 2.2 라우팅 프로토콜

현재 이동 애드 혹 네트워크에 제안된 라우팅 프로토콜은 일반적으로 테이블 구동(table driven) 방식과 요구 기반 구동(on demand driven) 방식으로 나눌 수 있다.[10,11]

테이블 구동 라우팅 프로토콜은 각 노드로부터 네트워크 내의 다른 모든 노드로 일관되게 갱신되는 라우팅 정보를 유지한다.

이러한 프로토콜은 라우팅 정보를 저장하기 위하여 하나 또는 그 이상의 테이블을 필요로 하며, 네트워크 정보를 전송하여 모든 노드들이 일관된 네트워크 토폴로지에 대한 정보를 갖도록 테이블을 갱신한다.

테이블 구동 방식은 DSDV(Destination Sequence Distance Vector)와 CGSR(Clusterhead Gateway Switch Routing)과 WRP(Wireless Routing Protocol) 등으로 구분할 수 있다.[12,13]

요구 기반 구동 라우팅 프로토콜은 테이블 구동 라우팅 프로토콜과는 다른 접근 방식을 사용한다.

이러한 방식의 경우, 소스 노드의 필요에 따라 경로가 설정된다. 목적지 노드로의 경로가 필요하다면, 네트워크 내의 경로 발견 과정을 수행한다.

이 과정은 경로가 발견되거나, 모든 가능한 경로 가능성에 대한 검사가 끝난 후에 완료된다. 이 경로는 목적지 노드로 접근 불가능하게 되거나, 경로가 더 이상 필요 없을 때까지 유지된다.

요구 기반 구동 방식은 DSR(Dynamic Source Routing), AODV(Ad hoc On demand Distance Vector), TORA(Temporally Ordered Routing protocol) 및 ABR(Associativity Based Routing) 등이 있다.[12,13]

### 2.3 AODV 라우팅 프로토콜

AODV 프로토콜은 DSDV 알고리즘을 사용한다. DSDV가 전체 경로에 대한 라우팅 정보를 유지하는데 비하여 AODV는 필요한 경로에 대한 라우팅 정보를 유지한다는 점에서 향상되었다고 할 수 있다. 선택되지 않은 노드들은 라우팅 테이블에 포함되지 않고 그에 대한 정보가 전송되지 않는다.[14,15]

소스 노드에서 목적지 노드까지의 경로가 없다면, 경로 발견 과정을 수행한다. 경로 요구 패킷을 이웃 노드들에게 브로드캐스트하고, 이웃 노드들은 다시 그 이웃 노드들에게 브로드캐스트하는 방식으로 경로를 찾아간다.

AODV는 목적지 노드 시퀀스 수를 이용하여 루프에 자유로운 최선 라우팅 정보를 갖도록 한다.[16]

경로 요구 패킷을 전송하는 동안, 중간 노드들은 패킷을 브로드캐스트한 이웃 노드의 주소를 라우팅 테이블에 기록함으로써 역 경로를 만든다.

이후에 받게 되는 동일한 경로 요구 패킷들은 폐기된다. 경로 요구 패킷이 목적지 노드에 도달하게 되면, 목적지 노드와 중간 노드들은 경로 요구 패킷 전송 중에 만들어진 역 방향 경로로 경로 응답 패킷을 전송한다.

## III. QoS를 지원하는 AODV 라우팅 프로토콜

### 3.1 경로 탐색 단계

먼저 경로설정에서 사용되는 경로요구패킷(Route REQuest packet : RREQ)과 경로응답패킷(Route REPLY packet :

RREP)을 생성한 노드를 정확히 구별하기 위해서 소스노드에서 생성되는 RREQ와 RREP에는 S(Source)를 붙이고, 목적지노드에서 생성되는 RREQ와 RREP에는 D(Destination)를 붙인다. 또한, 경로 상에 있는 중간노드에서 생성되는 RREQ와 RREP에는 I(Intermediate)를 붙여서 표시한다. 또한 소스노드에서 목적지노드까지의 전체 연결을 경로라고 표현하며, 이웃 노드간의 연결은 링크로 표현한다.

기존의 AODV는 라우팅 테이블 내에 목적지 주소에 대한 정보가 없을 때 소스는 RREQ를 생성해 주변 노드들에게 브로드캐스트하였다. 그러나, 본 논문에서 제안한 라우팅 프로토콜은 QoS 서비스를 지원하기 위해 소스에서 생성한 RREQ-S를 목적지노드까지 전송하면서 해당되는 각 노드에 QoS 자원 값을 설정한다. 이에 따른 경로 설정 단계를 다음과 같이 수행한다.

첫째, 자원 값 필드에 QoS가 요구하는 자원 값을 설정한 후 주변 노드들에게 RREQ-S를 브로드캐스트로 전송한다.

둘째, RREQ-S의 수신 노드가 목적지 노드가 아닌 경우 RREQ-S가 수신한 노드의 목록에 포함되어 있는지를 확인하고, 목록에서 발견될 경우 RREQ-S는 이미 수신한 것으로 간주하여 폐기한다.

셋째, 수신 노드의 목록에 없는 경우, 수신 노드는 RREQ-S 상의 경로 레코드 내에 자신의 주소가 있는지 확인한다. 만약, 자신의 주소가 발견된 경우 루프로 간주해 폐기한다.

넷째, RREQ-S 상의 경로 레코드 내에 자신의 주소가 없을 경우 자신의 주소를 RREQ-S의 경로 레코드에 추가시키고, RREQ-S를 다시 브로드캐스트한다.

(그림 1)은 QoS 서비스의 RREQ-S의 경로 발견을 보여주고 있다.

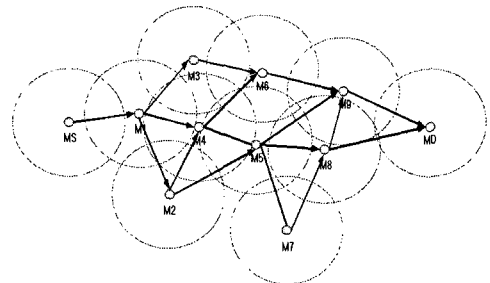


그림 1. QoS 경로 발견  
Fig. 1. Path discovery of QoS.

이러한 경로 발견과정에서 각 노드들은 RREQ-S 패킷의 서비스 종류 값 필드를 검사하여 QoS 서비스인지 BE서비

스인지를 확인해야 하고, QoS 서비스인 경우 자신의 유용한 자원 값을 고려하여 서비스 할 수 있는지 없는지를 결정한다.

자원 값이 얼마인지를 확인 한 뒤 현재 자신의 노드가 제공 가능한 자원 값과 비교하여 만약 그 패킷이 QoS 패킷이고 현재 자신이 제공 가능한 자원 값이 패킷의 요구 자원 값보다 작다면 현재 수신한 패킷을 폐기한다. 그러나 수신한 RREQ-S가 QoS 패킷이고 자신의 자원 값이 패킷의 요구자원 값보다 크거나 같으면 패킷을 수신한다.

목적지 노드가 RREQ-S 패킷을 수신하는 경우에는 일단 패킷의 목적지가 현재 자신의 노드와 맞는지를 검사 한 뒤 일치하는 경우에는 중간노드에서 행하였던 방식과 동일하게 수행한다.

RREQ-S 패킷의 자원 값 필드를 검사하여 패킷의 자원 값과 현재 목적지 노드의 자원 값을 비교하여 목적지 노드의 자원 값이 요구한 자원 값 보다 작다면 폐기한다. 노드의 자원 값이 RREQ-S 패킷의 자원 값보다 큰 경우에 한해 RREQ-S 패킷을 수신한다.

이 과정이 끝난 뒤 목적지 노드는 RREP-D 패킷을 전송한다. 이때 RREP-D 패킷에 설정된 순방향 경로의 자원 값을 저장한 뒤 역방향 경로 상의 이웃노드로 RREP-D 패킷을 유니캐스트한다.

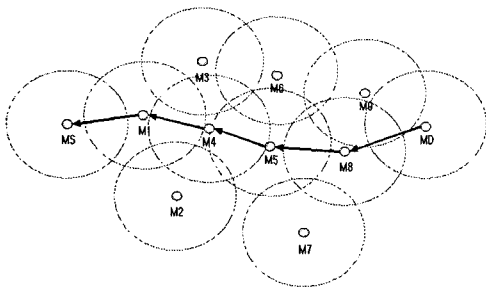


그림 2. 역방향 경로 발견  
Fig. 2. Reverse path discovery.

(그림 2)는 RREP-D 패킷이 유니캐스트로 목적지노드 MD에서 소스노드인 MS 방향으로 전송되는 모습을 나타낸 것이다. 전송 경로는 MD, M8, M5, M4, M1, MS와 같다.

### 3.2 경로 유지 단계

데이터 전송 중 소스 노드가 이동하게 되면 소스 노드는 경로 발견 단계를 다시 초기화함으로써 새로운 목적지에 대한 경로를 설정 할 수 있다. 그러나 목적지나 중간 노드가

이동하게 되면 특수한 RREP 메시지가 소스 노드로 전달되게 된다. 헬로우(hello) 메시지로 불리는 주기적 메시지는 현재의 링크가 양방향 링크라는 것을 보장해줄 뿐만 아니라 링크 실패도 감지할 수 있도록 해 준다. 어떤 노드가 이동해서 목적지 노드로 데이터를 전달할 수 없게 되면 경로 실패 (RERR : Route ERRor) 메시지를 전파한다.

이러한 과정은 소스 노드가 RERR 메시지를 수신 할 때까지 계속 전파된다. 노드가 여전히 목적지까지의 경로를 필요로 하면, 소스 노드는 RERR 메시지를 수신하자마자 또다시 경로 발견 단계를 시작한다. 이 때 새로운 RREQ 메시지는 현재 설정하는 경로가 이전에 사용하던 경로가 아니라 새로 설정되는 경로이며, 유효한 경로라는 것을 알리기 위해 이전에 알고 있던 목적지 순서 번호보다 하나 더 큰 목적지 순서 번호와 브로드캐스트 ID로 설정하여 경로 발견 단계를 시작한다.

제안한 AODV 라우팅 프로토콜에서 경로 유지는 헬로우 메시지를 통해 이루어진다.

자원 값 변화 전달을 통한 경로 유지는 헬로우 메시지 전송 간격을 통해 경로 설정이나 경로 유지를 확인한다. 헬로우 메시지를 수신한 노드들은 이웃 노드와의 연결을 확인한다. 이 메시지를 수신한 노드는 먼저 자신의 라우팅 테이블을 찾아 자신이 관리하는 이웃 노드들인지를 확인하고, 테이블 내에 이웃 노드 정보가 있다면 정보를 갱신하고 수신한 노드가 자신이 관리하는 이웃노드가 아니라면 갱신하지 않는다.

이웃 노드의 정보를 갱신할 때 현재 자신이 받은 제공 가능한 자원 값이 테이블 내에 유지하고 있던 제공 가능한 자원 값보다 크거나 같다면 현재 받은 값으로 갱신하지만, 값이 테이블 내에 유지하던 제공 가능한 자원 값보다 작다면 현재 값으로 갱신하면서, 동시에 노드는 연관되는 QoS 서비스를 지원할 수 없음을 소스 노드에게 RERR 메시지를 통해 알린다. 이를 수신한 소스 노드는 새로운 경로를 설정함으로써 QoS 서비스에 알맞은 경로를 재설정한다.

기존의 AODV에서 RERR 메시지가 발생하는 경우는 일정 시간 안에 패킷을 받지 못했을 경우나, 노드의 이동으로 링크가 깨졌음을 인식할 때, 소스에게 경로에러 패킷인 RERR 메시지를 전송한다.

노드가 이웃노드로부터 헬로우 패킷을 수신 할 때마다 노드는 이웃노드에 대한 경로를 가지고 있다는 것을 확인한다.

## IV. 성능 평가

### 4.1 성능 평가 환경

이동 애드 혹 네트워크에서 QoS를 지원하는 라우팅 프로토콜을 성능 평가하기 위해 이동 무선 환경을 위한 카네기 멜론 대학의 CMU 프로젝트(Carnegie Mellon University project)에 의해 개발된 이동 확장 코드를 추가한 NS 2(Network Simulator 2)를 사용한다. NS 2는 C++와 스크립트 언어인 OTcl(Object Tool command language)로 구성되어 있다.

성능 평가를 위해 이동 패턴 파일과 통신 패턴 파일을 먼저 분류하였다. 이동 패턴 파일은 노드들의 평균 정지 시간이 0(sec)와 300(sec)로 분류하고, 통신 패턴 파일은 50개의 노드들 중에서 10개의 노드들이 데이터 전송을 요구하는 것으로 분류하고 성능 평가 시간은 900(sec)로 하였다. 10개의 요구 노드들 중에서 분석의 편의를 위해서 특정한 6개의 요구 흐름에 대해 평가했다.

10개의 흐름을 가지는 통신 패턴 파일에 대해서는 QoS 지원형 서비스 흐름이 1개와 3개인 경우로 나누어서 평가하였다.

성능 평가 환경은 노드가 50개, 노드 최고 이동 속도 20[m/s], 네트워크 범위 1500(m) \* 300(m) 및 1(sec)에 4개 패킷이 소스 노드에 공급되는 형태를 사용했다.

성능 평가 파라미터인 평균 데이터 수신율은 BE 서비스와 QoS 지원형 서비스를 구분하여 평가하였다. 20개와 30개 흐름의 평균 데이터 수신율과 평균 데이터 전송 시간, 특정 흐름의 데이터 수신율과 평균 데이터 전송 시간 및 20개와 30개 흐름에서 특정 흐름을 뺀 나머지 흐름의 평균 데이터 수신율을 평가하여 서로 비교하였다.

### 4.2 성능 평가 결과

#### 4.2.1 평균 정지 시간 0(sec)

##### 4.2.1.1 QoS 흐름 1개

〈표 1〉은 평균 정지 시간 0초, QoS 흐름이 1개일 때 성능 평가한 결과이다. 10개의 흐름 중에서 특정한 6개의 흐름에 대해 BE 서비스와 QoS 서비스의 수신율을 비교하였다.

〈표 1〉에서 첫 번째 흐름 소스 노드 1과 목적지 노드 2의 BE 서비스 수신율은 72.183(%)이고 QoS 서비스 수신율은 94.276(%)이다.

표 1. 평균 데이터 수신율  
Table 1. Average data reception rate

소스 노드	목적지 노드	BE 수신율(%)	QoS 수신율(%)
1	2	72.183	94.276
7	8	69.243	93.352
10	11	74.325	96.190
13	15	72.489	95.347
16	17	75.378	96.769
18	19	70.243	94.380

##### 4.2.1.2 QoS 흐름 3개

〈표 2〉은 평균 정지 시간 0초, QoS 흐름이 3개일 때 성능 평가한 결과이다.

〈표 2〉에서 소스 노드 1과 목적지 노드 2, 소스 노드 7과 목적지 노드 8 및 소스 노드 10의 목적지 노드 11의 BE 서비스 평균 수신율은 71.917(%)이고 QoS 서비스 평균수신율은93.758(%)이다.

표 2. 평균 데이터 수신율  
Table 2. Average data reception rate

소스 노드	목적지 노드	BE 수신율(%)	QoS 수신율(%)
1	2	71.917	93.758
7	8		
10	11		
13	15	72.703	95.421
16	17		
18	19		

##### 4.2.1.3 QoS 흐름 6개

〈표 3〉은 평균 정지 시간 0초, QoS 흐름이 3개일 때 성능 평가한 결과이다.

〈표 3〉에서 6개 흐름의 BE 서비스 평균 수신율은 72.310(%)이고 QoS 서비스 평균수신율은91.183(%)이다.

표 3. 평균 데이터 수신율  
Table 3. Average data reception rate

소스 노드	목적지 노드	BE 수신율(%)	QoS 수신율(%)
1	2	72.310	91.183
7	8		
10	11		
13	15		
16	17		
18	19		

4.2.2 평균 정지 시간 300(sec)

4.2.2.1 QoS 흐름 1개

〈표 4〉은 평균 정지 시간 300초, QoS 흐름이 1개일 때 성능 평가한 결과이다. 10개의 흐름 중에서 특정한 6개의 흐름에 대해 BE 서비스와 QoS 서비스의 수신율을 비교하였다.

〈표 4〉에서 첫 번째 흐름 소스 노드 1과 목적지 노드 2의 BE 서비스 수신율은 84.356(%)이고 QoS 서비스 수신율은 99.575(%)이다.

표 4. 평균 데이터 수신율  
Table 4. Average data reception rate

소스 노드	목적지 노드	BE 수신율(%)	QoS 수신율(%)
1	2	84.356	99.575
7	8	82.145	98.125
10	11	83.824	98.318
13	15	85.625	99.879
16	17	82.357	97.256
18	19	84.189	99.103

4.2.2.2 QoS 흐름 3개

〈표 5〉은 평균 정지 시간 300초, QoS 흐름이 3개일 때 성능 평가한 결과이다.

〈표 5〉에서 소스 노드 1과 목적지 노드 2, 소스 노드 7과 목적지 노드 8 및 소스 노드 10의 목적지 노드 11의 BE 서비스 평균 수신율은 83.442(%)이고 QoS 서비스 평균수신율은97.625(%)이다.

표 5. 평균 데이터 수신율  
Table 5. Average data reception rate

소스 노드	목적지 노드	BE 수신율(%)	QoS 수신율(%)
1	2	83.442	97.625
7	8		
10	11		
13	15	84.057	97.891
16	17		
18	19		

4.2.2.3 QoS 흐름 6개

〈표 6〉은 평균 정지 시간 300초, QoS 흐름이 3개일 때 성능 평가한 결과이다.

〈표 6〉에서 6개 흐름의 BE 서비스 평균 수신율은 83.749(%)이고 QoS 서비스 평균수신율은 96.382(%)이다.

표 6. 평균 데이터 수신율  
Table 6. Average data reception rate

소스 노드	목적지 노드	BE 수신율(%)	QoS 수신율(%)
1	2	83.749	96.382
7	8		
10	11		
13	15		
16	17		
18	19		

V. 결론

본 논문에서는 QoS를 지원하는 이동 애드 혹 라우팅 프로토콜과 선택된 경로의 통신 자원 변화와 에러에 신속하게 적응할 수 있는 적응형 QoS 지원 알고리즘을 제안했다.

제안한 라우팅 프로토콜은 소스 노드와 목적지 노드사이의 순방향 경로와 역방향 경로를 독립적으로 설정함으로써 노드들의 유용한 통신 자원을 고려하여 최단 경로를 설정함으로써 QoS를 지원한다.

본 논문의 성능을 평가하기 위해 사용한 환경 변수 즉, 노드 평균 정지 시간, 네트워크 내의 흐름 수 및 QoS 지원형 서비스 흐름 수를 변화시키면서 성능 평가 분석 요소인 평균 데이터 수신율을 평가한 결과는 다음과 같다.

첫째, 선택된 흐름의 특성에 따라 QoS 지원형 서비스의 효과에 차이가 많았다.

둘째, 경로 에러가 빈번하게 발생하는 환경에서는 잘못된 경로 유지에 의해 완전한 QoS 보장은 어렵다.

셋째, QoS 지원형 서비스 흐름의 평균 데이터 수신율이 증가되었다.

넷째, QoS 지원형 서비스의 흐름의 수가 많아지면 QoS 지원 효과가 약간 떨어졌다.

앞으로 더 연구해야 하는 분야는 다음과 같다.

첫째, 이동 애드 혹 네트워크 내의 흐름들에 대한 트래픽 관리를 통해 트래픽을 분산시킴으로써 전체 흐름들의 수신율을 증가시키는 분야가 있다.

둘째, 라우팅 시 노드들의 이동성을 미리 고려하여 보다 안정적인 경로를 얻는 분야가 있다.

셋째, QoS 지원을 위해 좀 더 정확한 경로 유지의 분야가 있다.

넷째, 이동 애드 혹 네트워크 내의 단방향 링크와 양방향 링크를 구분해서 처리하는 분야 등이 있다.

### 참고문헌

- [1] Elizabeth M. Royer and et. al., "A Review of Current Routing Ptotocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks," IEEE Personal Communication, pp.46-55, Apr. 1999.
- [2] Tony Larsson, and Nicklas Hedman, Routing Protocols in Wireless Ad-hoc Networks : A Simulation Study, Master's thesis, Lulea University of Technology, Stockholm, 1998.
- [3] R. Pandya, and et al., "IMT-2000 standard: Network aspects," IEEE Personal Communication, pp.20-29, Aug. 1997.
- [4] S.Lee and A. Campbell, "INSIGNIA: In-band Signaling Support for QOS in Mobile Ad Hoc Networks," Proc of 5th International Workshop on Mobile Multimedia Communications(MoMuC, 98), Berlin, Germany, Oct. 1998.
- [5] R. Comerford, "State of the Internet : Roundtable 4.0", IEEE Spectrum, Oct. 1998.
- [6] Netreference, "The Big vs. Managed Bandwidth Debate," Business Communication Review, May 1998.
- [7] C. K. Toh, "Associativity-Based Routing for Ad Hoc Mobile Networks," Special Issue on Mobile Networking & Computing Systems, vol.4(2), pp.103-139, Mar. 1997.
- [8] David B. Johnson, "Routing in Ad Hoc Networks of Mobile Hosts," IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Application, Dec. 1994.
- [9] David F. Bantz and F. J. Bauchot, "Wireless LAN design alternative," IEEE Network, vol.8(2), pp.43-53 Mar. 1994.
- [10] J. Macker and S. C., "Mobile Ad-hoc Networks(manet)," <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html>, 1997.
- [11] S. Corson, J. Macker, "Mobile Ad hoc Networking(MANET) : Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations," Request for Comments : 2501, Jan. 1999.
- [12] V. D. Park and M. S. Corson, "Temporally-Ordered Routing Algorithm(TORA) Version1 Functional Specification," Internet Draft draft-ietf-manet-tora-spec-01.txt, Aug. 1998.
- [13] V. D. Park and M. S. Corson, "A performance comparison of TORA and Ideal Link State routing," <http://tonnant.itd.navy.mil/tora/tora.html>, 1998.
- [14] C. E. Perkins, E. M. Royer, and et. al., "Ad Hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing," Internet Draft draft-ietf-manet-aodv-02.txt, Jun. 1999.
- [15] C. E. Perkins, E. M. Royer, and et. al., "Ad Hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing," Internet Draft draft-ietf-manet-aodv-01.txt, Jun. 1999.
- [16] C. E. Perkins, " Mobile Ad Hoc Networking Terminology", Internet Draft draft-ietf-manet-term-00.txt, Jun. 1998.

### 저자 소개



강경인

2001년 명지대학교 전자공학과 공학  
박사

1998년 3월부터 현재까지  
여주대학 모바일통신과 부교수  
〈관심분야〉 이동통신, 모바일네트워크



박경배

2002년 명지대학교 전자공학과 공학  
박사

1998년 3월부터 현재까지  
여주대학 인터넷정보처리과 부교수  
〈관심분야〉 이동통신, 모바일네트워크