

# MANET망에서 효율적인 QoS 서비스의 지원 방법에 관한 연구

정찬혁\*, 김현욱\*, 이광배\*, 박경배\*, 유충렬\*, 오세덕\*, 배진승\*, 조영태\*

\*명지대학교

A Study on the Useful QoS support Service in Mobile Ad Hoc Networks

Chan-Hyuk Jung\* · Hyun-Uk Kim\* · Kwang-Bae Lee\* · Chung-Ryuel You\* · Kyung-In Kang\* ·

Kyung-Bae Park\* · Se-Duck Oh\* · Jin-Seung Bae\* · Young-Tae Jo\*

\*Myoungji University

## Abstract

In this paper, we evaluated two main QoS supporting routing protocol on wireless ad hoc network. At presence, wireless mobile communication focuses on how to efficiently support mobility of users more than QoS guarantee. However, in order to satisfy requirement of various applications which have been or will be served, QoS support service between source and destination becoming a very important issue. Of all routing protocols, DSR and AODV are very important routing protocol in MANET. So we simulated DSR and AODV QoS Routing Protocol Through simulation evaluation tool NS(Network Simulation) based on various environments.

## 키워드

ad hoc, DSR, MANET, QoS

## 1. 서 론

Ad hoc 네트워크는 고정된 네트워크 기반시설의 도움이나 중앙 통제없이 일시적으로 요구되는 경우에 응용이 가능하며, 이러한 네트워크를 구성하기 위해서는 네트워크에 참가하는 이동 호스트들이 라우터로서의 기능을 제공할 수 있다. 이러한 형태의 무선네트워크를 ad hoc 네트워크라고 한다 [1-4]. 현재까지 이동 ad hoc 네트워크에서의 통신은 voice(음성)와 문자데이터(data)통신을 제공하는 Best effort 서비스를 제공해오고 있기 때문에 이동 네트워크를 사용하는 사용자가 많은 양의 자원을 차지하는 VOD 와 같은 멀티미디어 데이터를 보다 빠르고 정확하고 신속하게 전송하기 위해서는 기존의 Best effort 방식으로 전송되는 라우팅 프로토콜에는 많은 한계가 있었다. 최근 들어 이러한 점들을 개선하기 위해 QoS(Quality of Service)를 고려한 다양한 프로토콜들이 개발되고 있는 실정이다. 본 논문에서는 ON DEMAND(특정 목적지에 대한 경로를 요구하였을 때만 경로 설정 단계가 수행되거나 새로운 경로가 발견되면 경로 유지 단계가 수행된다. 경로 유지는 목적지에게 더 이상의 요구 패킷이 없거나, 목적지까지의 경로를 사용할 수 없을 때까지 계속 수행된다.) 라우팅 프로토콜 중 CBRP, DSR, AODV, TORA, DSR의 QoS지원

서비스의 성능평가와 비교를 통해 통해 다양한 환경에 알맞은 라우팅 프로토콜을 제안한다.

## II. QoS 방식을 이용한 DSR 라우팅프로토콜

### 2.1. DSR 프로토콜

#### (1) 경로 발견

RREQ(Route REQuest)를 브로드캐스트(broadcast)한 노드의 전송영역 내에서 RREQ를 수신한 노드들은 중복된 경로와 루프를 제거하기 위해 다음과 같은 단계를 수행한다. 1) 수신된 RREQ가 현재 노드의 <소스주소, 요구 식별자> 목록에서 발견될 경우는 수신된 RREQ는 이미 수신된 것으로 간주하여 중복된 RREQ로 판단해 폐기한다. 2) 수신노드의 <소스주소, 요구식별자> 목록에 없는 경우, 노드는 RREQ 상의 경로 레코드(route record)내에서 자신의 주소가 발견된 경우는 루프로 간주해 폐기한다. 3) RREQ 상의 경로 레코드에서 자신의 주소가 발견되지 않은 경우, 현재의 노드가 RREQ의 목적지노드일 경우는 RREQ 상의 route record에 기록된 경로를 경로응답패킷(route reply packet : RREP)에 복사한 후, 그 발견된 경로의 역방향 경

로를 이용하여 소스노드로 전송한다. 4) 만약 자신이 RREQ의 목적지노드가 아닐 경우, 자신의 주소를 RREQ의 경로 레코드에 추가시키고 RREQ를 다시 브로드캐스트한다.

#### (2) 경로 유지

1) IEEE 802.11에서처럼 연결 계층에서 응답 신호를 사용하는 경우, 패킷을 전송한 노드가 다음 노드로부터의 응답 신호가 도착하면 자신과 다음 노드 사이의 경로에는 문제가 없음을 인식한다. 2) 경로 에러를 탐지하기 위하여 감청 모드를 사용하는 것이다. 패킷을 전송한 노드에서 다음 노드가 자신이 전송한 패킷을 그 다음 노드로 전송하는 것을 감청 모드를 통해 수신하면 자신과 다음 노드 사이의 링크에 문제가 없는 것으로 인식한다. 3) 명백한 응답 신호를 요구하는 방법이 있다. 패킷을 다음 노드로 전송하기 전에 송신 노드는 확인 요구(acknowledgement request) 필드를 세팅하여 전송한다. 패킷을 수신한 노드는 반드시 이전 노드로 응답 신호를 보내주어야 한다. 만일 송신 노드에서 응답 신호를 수신하지 못한다면 송신 노드는 자신과 다음 노드 사이의 링크에 에러가 발생한 것으로 인식한다.

#### 2.2. QoS 지원 DSR 프로토콜

1) 수신된 RREQ-S가 노드의 <소스 주소, 요구 식별자> 목록에 포함되어 있는지를 확인하고, 목록에서 발견되면 RREQ-S를 폐기한다. 2) 수신 노드의 <소스 주소, 요구 식별자> 목록에 없는 경우, 노드는 RREQ-S 상의 경로 레코드 내에 자신의 주소가 있는지를 확인한다. 만약, 자신의 주소가 발견된 경우는 루프로 간주해 폐기한다. 이 과정은 소스 노드에서만 수행된다. 3) REQ-S 상의 경로 레코드에서 자신의 주소가 발견되지 않은 경우 자신의 경로 캐쉬에 목적지 노드까지의 경로가 저장되어 있고 그 경로의 유용한 자원 값이  $R_{min}$  이상인 경우는 목적지 노드까지 RREQ-S를 유니캐스트한다. 완전한 경로의 유용한 자원 값은 현재 노드에서 목적지 노드까지의 경로의 유용한 자원 값과 현재 RREQ-S의 PAR 필드를 비교해서 적은 값이 유용한 자원 값이 된다. 4) 목적지 노드까지의 경로가 없고 또는 경로가 있더라도 유용한 자원 값이  $R_{min}$  미만인 경우에는 자신의 이웃 노드로 브로드캐스트한다.

RREQ-S를 수신한 노드가 목적지 노드인 경우, 1) RREQ-S를 처음으로 수신한 목적지 노드는 RREQ-S 안의 순방향 경로를 RREP-D에 저장하고 역방향 경로를 발견하기 위해서 RREQ-D를 소스 노드로 브로드캐스트한다. RREQ-D에는 RREP-D가 피기백(piggyback)되어진다. 2) RREQ-D를 수신한 소스 노드는 RREP-D에 저장되어 있는 순방향 경로를 자신의 경로 캐쉬에 저장하고 RREQ-D에 저장되어 있는 역방향 경로를 RREP-S에 저장하여 순방향 경로를 이용해서 목적지 노드로 유니캐스

트한다. 4) RREP-D를 수신한 소스노드는 먼저 RREP-D를 통해 얻은 목적지노드까지의 순방향 경로가 자신의 라우팅 캐쉬정보로 사용될 수 있는지 점검하고 그러한 경우 자신의 캐쉬에 순방향 경로 정보를 추가시킨다. 만약, 소스노드가 RREP-D와 함께 RREQ-D를 수신했다면, RREQ-D에 포함된 역방향 경로를 RREP-S 패킷에 복사시킨 후, RREP-S를 목적지노드까지 유니캐스트 방식으로 전송한다. RREP-S 패킷을 수신한 목적지노드는 그 패킷으로부터 목적지노드로부터 소스노드까지의 역방향 경로정보를 추출하여 목적지노드 자신의 캐쉬에 추가시킨다.

### III. QoS 방식을 이용한 AODV 라우팅프로토콜

#### 3.1 AODV 프로토콜

1) RREQ가 소스노드에서 목적지노드까지 찾은 동안에 자동적으로 모든 노드는 소스노드로 역방향 경로를 설정한다. 모든 노드는 이 정보를 이용해 수신할 수 있는 이웃노드를 기록하는데, 보다 최신의 정보를 유지하기 위해 두 개의 순서번호(목적지, 소스)를 사용한다. 또한 역방향 경로설정은 적어도 망을 가로지를 수 있을 정도로 충분한 시간 동안 진행되어야 한다. 2) RREQ를 수신한 노드는 먼저 양방향 링크의 여부를 판단한 후, 중간노드인 경우는 자신이 갖고 있는 정보와 RREQ 목적지에 대한 순서번호의 크기를 비교하여 경로설정 여부를 결정한다. 즉, 현재 수신한 RREQ의 순서번호가 더 작은 경우는 이미 수신한 것으로 판단되어 버려지며, 크거나 같을 경우는 정보를 기록하고 다시 방송한다. 이때, 중간노드에서 목적지노드까지의 경로를 발견한 경우, RREP를 생성해 소스노드로 유니캐스트한다. RREP는 소스주소, 목적지주소, 목적지 순서번호, 홉 수, 생존시간(lifetime)의 정보를 포함한다. 최종적으로 목적지노드에 도착한 경우, RREP를 생성하여 소스노드로 전송한다. 순방향 경로는 RREQ에 의해 성립된 경로를 따라 RREP가 전송되면서 설정된다. 이때, 각 노드의 정보는 갱신되며, timeout 방식을 이용하여 목적지노드를 찾지 못한 경로를 제거한다. RREP는 RREQ와 마찬가지로 최신의 정보를 유지하기 위하여 목적지 순서번호를 비교하며, 추가적으로 홉 수를 이용해 최단경로를 설정한다. 최초의 RREP를 수신한 소스노드는 데이터 전송을 개시한다. 만약, 더 좋은 경로를 발견하면 라우팅 정보를 갱신할 수 있다. 이 방식은 최신의 라우팅 정보를 빠르게 갱신할 수 있을 뿐만 아니라, RREP의 수를 감소시켜 망 전체의 부하를 감소시킨다.

#### 3.2 QoS 지원 AODV 프로토콜

##### 3.2.1 경로 탐색 단계

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 최대 자원 값을 설정한 후 주변 노드들에게 RREQ-S를 브로드캐스트로 전송한다. 이때 QoS 필드 설정은 특정 플로우를 QoS 플로우로 선택하고, CBR에서 공급되는 플로우값을 설정한다. 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.

### 3.2.2 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. 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, 상황 스트림이 파괴된 이전의 노드는 새로운 순서번호와 ∞의 홉 카운트를 가지는 경로 실패 (RERR: Route ERRor) 메시지를 전파한다[2]. 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 방송 ID로 설정하여 경로 발견 단계를 시작한다.

## IV. 성능평가

에드혹 라우팅 프로토콜중 DSR과 AODV 라우팅 프로토콜의 QoS 지원 서비스를 다음과 같은 평가방식을 이용하여 두 라우팅 QoS 프로토콜의 성능 평가를 비교하였다.

그림 3은 에드혹 네트워크 영역이 1500mx300m으로서 전체 50개의 에드혹 단말기중 통신에 참여

하는 이동 노드수는 30개로써 AODV 와 DSR 라우팅 프로토콜 QoS 서비스 지원 알고리즘을 사용하였을때의 데이터 수신율의 결과값을 보여주고 있다. x축의 좌표는 노드의 정지시간을 나타내고 있다. 노드 정지시간이란 전체 시뮬레이션 시간을 900으로 놓고 보았을 때 노드 정지시간이 0라면 시뮬레이션 시간 동안 노드들이 한번도 정지하지 않고 움직이고 있다는 것을 의미한다. 위의 결과값을 전체적으로 살펴본다면 통신에 참여하는 이동노드수가 30개인 경우 QoS 지원서비스인 경우에는 DSR 라우팅 프로토콜이 더 뛰어난 성능을 보임을 알수 있다. 일반 BE(Best Effort)서비스 지원 같은 경우에는 노드 정지시간 60인 경우를 기점으로 DSR 라우팅이 더우수한 데이터수신율을 보이고 있다.

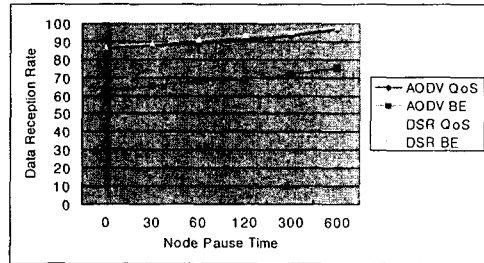


그림 1. 데이터 수신율-1

그림 4는 에드혹 네트워크 영역이 1500mx300m으로 전체 50개의 에드혹 단말기중 통신에 참여하는 이동 노드수는 20개로 AODV 와 DSR 라우팅 프로토콜 QoS 서비스 지원 알고리즘을 사용하였을 때의 데이터 수신율의 결과값을 보여주고 있다. 통신에 참여하는 FLOW 가 20개인 경우에는 FLOW 가 30개인 경우와 비교해볼 때 AODV QoS 지원 서비스가 수신율이 더 뛰어난 성능을 보이고 있다. AODV BE 서비스인 경우에는 노드 정지시간이 증가할수록 즉 안정도가 늘어날수록 DSR BE 서비스와 비교해볼 때 더욱 우수한 수신율을 보여주고 있다.

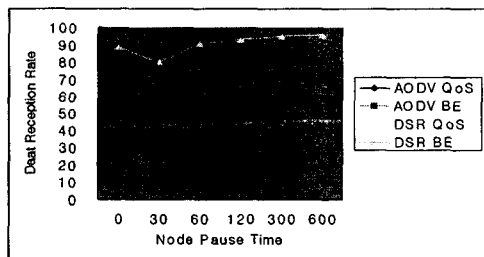


그림 2. 데이터 수신율-2

그림 5는 애드혹 네트워크 영역이 1500mx300m 으로 전체 50개의 애드혹 단말기중 통신에 참여하는 이동 노드수는 10개로 AODV 와 DSR 라우팅 프로토콜 QoS 서비스 지원 알고리즘을 사용하였을 때의 데이터 수신율의 결과값을 보여주고 있다. FLOW 의 수가 10개인 경우는 그림에서도 알수 있듯이 AODV QoS 지원서비스와 DSR QoS 지원서비스를 비교해볼 때 그리 많은 차이를 보이지 않고 있다. BE 서비스를 살펴본다면 AODV BE서비스가 DSR BE 서비스보다 좀더 우수한 데이터 수신율을 보여주고 있다.

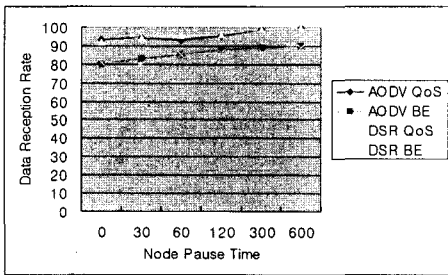


그림 3. 데이터 수신율-3

그림 6은 애드혹 네트워크 영역이 1500mx300m 으로 전체 50개의 애드혹 단말기중 통신에 참여하는 이동 노드수는 10개로 AODV 와 DSR 라우팅 프로토콜 QoS 서비스 지원 알고리즘을 사용하였을 때의 부하패킷중 소스노드에서 목적지노드로 전송되는 경로요구패킷인 RREQ(Route Request)패킷의 부하량을 보여주고 있다. 노드의 정지시간이 증가할수록 QoS 와 BE 서비스 모두 RREQ-S 패킷의 부하량이 감소되고 있음을 확인할수 있다. AODV QoS RREQ-S패킷과 DSR QoS RREQ-S 패킷부하량을 살펴본다면 AODV QoS RREQ-S 패킷이 더 적은 부하패킷을 이용하여 전송된 것을 알 수 있다. 위의 데이터 수신율을 가지고 본다면 AODV QoS 서비스인 경우에는 DSR QoS 서비스 보다 좀더 안정적으로 더 적은 부하량을 발생시켜 서비스를 지원 할수 있음을 알 수 있다.

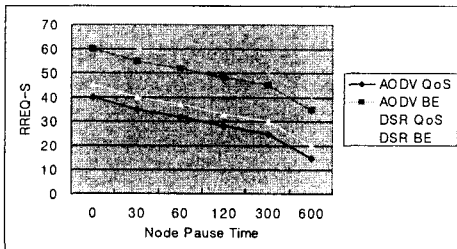


그림 4. RREQ-S 부하패킷

그림 7은 애드혹 네트워크 영역이 1500mx300m 으로 전체 50개의 애드혹 단말기중 통신에 참여하는 이동 노드수는 10개로 AODV 와 DSR 라우팅

프로토콜 QoS 서비스 지원 알고리즘을 사용하였을 때의 부하패킷중 중간 노드에서 목적지노드로 전송되는 경로요구패킷인 RREQ(Route Request)패킷의 전체 부하량을 보여주고 있다. 위의 결과값과 유사하게노드의 정지시간이 증가할수록 QoS 와 BE 서비스 모두 RREQ-S 패킷의 부하량이 감소되고 있음을 확인할수 있다. AODV QoS RREQ-S패킷과 DSR QoS RREQ-S 패킷부하량을 살펴본다면 AODV QoS RREQ-S 패킷이 더 적은 부하패킷을 이용하여 전송된 것을 알 수 있다.

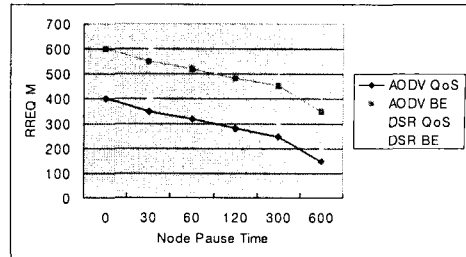


그림 5. RREQ-M부하패킷

## V. 결 론

최근들어 QoS 에 대한 중요성이 인터넷 분야 뿐만 아니라 MANET 에서도 그 중요성이 부각되고 있는 실정이다. 본 논문은 MANET에서 활용되고 있는 라우팅 프로토콜중 On Demand 방식인 AODV 와 DSR 라우팅 프로토콜의 QoS 지원 알고리즘을 사용하여 두 라우팅 프로토콜의 QoS 지원 성능 비교평가를 통해 다양한 환경에서 장단점을 살펴보았다. MANET 환경에서 실질적으로 QoS를 지원하는 데는 실제 여러 가지 어려움이 따르게 된다. 본논문을 통해 여러환경에서 발생할 수 있는 상황을 미리 판단 예지 하여 차후의 QoS 지원응용 서비스를 제공하는데 큰 발전을 기여할 것이라 판단한다.

## 참고문헌

- [1] Tony Larsson, and Nicklas Hedman, "Routing Protocols in Wireless Ad-hoc Networks : A Simulation Study," Master's thesis, Lulea University of Technology, Stockholm, 1998.
- [2] Herik Gulbrandsen, Ericsson, "Active Routing for Ad Hoc networks", IEEE Communications Magazine, April, 2000.
- [3] "An Architecture for Differentiated Services", IETF RFC2475
- [4] Charles E. Perkins, "Ad Hoc Networking", Addison- Wesley, pp. 29-51, 2001.