

# Ad Hoc 네트워크에서 QoS에 관한 연구

이송희, 이근호, 김정범, 김태윤  
 고려대학교 컴퓨터학과  
 e-mail:pine@korea.ac.kr

## A Study on QoS for Ad Hoc Networks

Song-Hee Lee Keun-Ho Lee Jeong-Beom Kim Tai-Yun Kim  
 Dept. of computer Science Engineering, Korea University

### 요 약

Ad Hoc 무선 네트워크는 중앙 집중화된 관리나 고정된 기반망없이 모바일 노드들로 구성된 네트워크이다. 또한 모바일 노드들이 이동함으로써 잦은 위상 변화가 나타나는 동적인 네트워크이다. 이러한 무선 Ad Hoc 네트워크에서 신뢰성있는 QoS는 중요한 문제이다. 따라서 본 연구에서는 동적인 네트워크 환경에서 QoS를 제공하기 위해 ABR 라우팅 프로토콜하에서 기존의 QoS 모델인 DiffServ를 적용한 메카니즘을 제안한다.

### 1. 서론

이동 Ad Hoc 네트워크는 이동 노드들로 고정된 기반망에 독립적으로 무선 인터페이스를 이용하여 자율적으로 구성하는 임시적인 네트워크이다. 이동 Ad Hoc 네트워크는 기반망이 존재하지 않거나 기반망에 기초한 네트워크의 전개가 용이하지 않은 지역에서 임시적으로 네트워크를 구성하기 위해 개발된 기술이다[1][2].

이동 Ad-Hoc의 큰 특징은 무선 링크 노드들의 이동성에 따라 네트워크의 토폴로지가 동적으로 변하는 것이다. 이러한 토폴로지의 동적인 변화로 루트 관리를 위한 라우팅 프로토콜에 직접적인 영향을 주고 있다. 따라서 토폴로지가 동적으로 변화는 이동 Ad Hoc 환경에서는 재라우팅(rerouting)이 빈번히 일어난다. 이러한 트래픽 로드나 이동성이 증가함에 따라 서비스의 질이 낮아지며, 멀티 홉(Multi Hop) 무선링크에서 패킷 손실이 우려된다.

이 또한 모바일 노드들이 이동함으로써 잦은 위상 변화가 나타나는 동적인 네트워크이다. 이러한 무선 Ad Hoc 네트워크에서 신뢰성있는 QoS는 중요한 문제이다. 따라서 본 연구에서는 동적인 네트워크 환경에서 QoS를 제공하기 위해 ABR 라우팅 프로토

콜하에서 기존의 QoS 모델인 DiffServ를 적용한 메카니즘을 제안한다.

Routing Header Field	Function
SRC ID	Packet Forwarding
DEST ID	Route Identification
Sequence No.	Duplicates Prevention, Uniqueness
Service Type	Packet Priority
Last IN	Passive Acknowledgement
Next IN	Duplicates Prevention, Routing
Current IN	Acknowledgement, Routing

그림 1 ABR 패킷 헤더

### 2. ABR Protocol(Associativity Based on long lived Routing Protocol)

ABR 라우팅 프로토콜의 핵심은 Loop, Deadlock, Packet 중복을 제거하고 Ad Hoc 네트워크에서 오래 지속되는 경로를 사용하는 것이다. Ad Hoc 네트워크는 잦은 위상 변화로 기존의 QoS 모델을 적용하기 위해서

동적인 네트워크 하에서도 시간, 공간적, 그리고 연결의 지속성을 유지하는 특성을 가지고 있는 ABR 프로토콜을 기반으로 하였다.

오래 지속되는 경로는 이동성이 적은 이동 단말들로 이루어진 경로이기 때문에 계속적으로 유지할 가능성이 크고 경로 재설정 가능성이 적으므로 높은 효율을 기대할 수 있으며 또한 오래 지속되는 경로 하나만을 관리하기 때문에 Packet 중복을 피할 수 있다[1][4][5]

ABR 프로토콜은 세 단계로 구성된다.

Route Discovery 단계, Route Reconstruction 단계, Route Deletion 단계이다.

Route Discovery 단계는 broadcast query(BQ)와 await reply(REPLY)의 사이클로 구성되어 있다.

목적지 노드(DEST)에서 BQ메시지를 받으면 최적의 경로를 설정하여 REPLY 하며 그림2과 같은 형식으로 이루어져 있다.

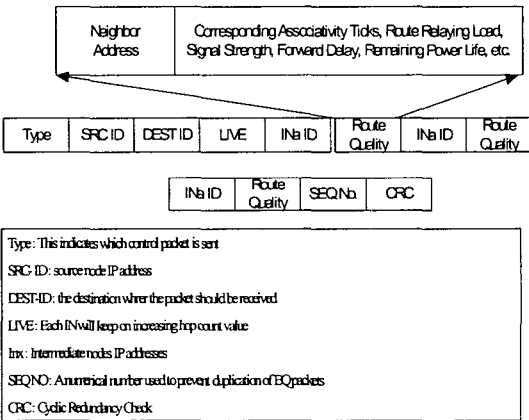


그림 2 BQ 메시지 형식

Route Reconstruction 단계는 아무리 연결 지속성이 좋은 노드들이라 할지라도 반드시 이동하게 되어 있다. 그래서 두 번째 단계는 소스 노드나 중간 노드 또는 목적지 노드가 이동하여 토폴로지가 변경이 되었을 때 인접한 노드들의 정보들도 변경이 된다. 따라서 이를 재구성하기 위한 단계이다[4][5].

Route Deletion 단계는 더 이상 선택한 경로가 필요하지 않을 때 Route Deletion(RD) 메시지를 이용하여 경로를 제거한다.

따라서 경로의 탐색 및 설정, 변경 및 재설정, 그리고 경로 삭제의 과정이 모두 존재한다. 그러나 ABR 프로토콜의 각 노드는 정기적으로 자신의 존재를 알리

는 신호(Beacon)를 보내야 한다.

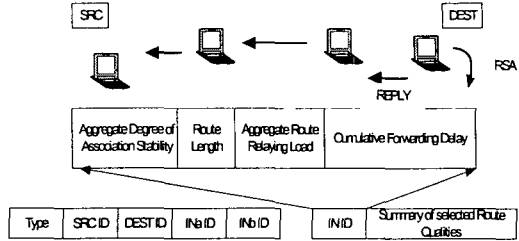


그림 3 BQ-REPLY 제어 패킷의 형식

이 신호는 인접한 이웃 노드에서 수신을 하며 이 정보에 따라서 테이블이 갱신된다. 그러므로, 이동 노드의 정확한 시·공간 및 연결 상태를 반영하기 위하여 신호간격(Beacon interval)은 작아야 하며 이는 추가적인 전력 소모를 야기한다[1][4][5].

### 3. DiffServ

차등화 서비스는 인터넷상에서 차별화된 서비스 품질을 제공할 수 있는 기술이다. 차등화 서비스는 중간 노드에서 RSVP와 같은 스케줄링 예약, 그리고 동일한 기본적인 버퍼 와 큐 형태에 의존한다. 그러나, 라우터는 세션 검색 없이 포워딩할 수 있는 간단한 표시방법을 사용한다. 차등화 서비스는 네트워크에 진입하는 트래픽을 분류하고, 서로 다른 동작 집합체를 할당하는 간단한 모델에 기반을 두고 있다. 기존의 IP의 패킷 헤더에는 TOS(Type Of Service)라는 영역이 있어서 이러한 서비스를 구현할 수 있도록 되어 있다[6].

하지만 실제 이를 이용한 기능이 현 인터넷에는 구현되어 있지 않고 각 영역의 의미에 대한 표준의 내용도 현 시점에서는 부적합한 상태이다.

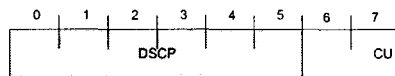


그림 4 차등화 서비스 영역 구조

이에 따라 IETF에서는 현재 이러한 우선 순위 비트들의 종류, 모양, 의미 및 그에 따른 처리 개념 등에 대한 많은 논의가 진행되고 있다. 현재 RFC 표준에 따르면, DSCP(Differentiated Service Code-Point)는 특정한 서비스 레벨과 트래픽 동작 제어와 관련된 파라미터들의 사용을 허용하기 위해

서 TOS 영역을 재구조화하고 있다. 차등화 서비스에서 정의하고 있는 TOS영역의 8비트는 패킷을 수신했을 때 per-hop behavior(PHB)를 정의하는 5비트와 망경계에서 성립된 정책을 준수하는지와 관련된 in- 또는 out-of-profile(IN)을 지시하는 1비트이다. 현재 2비트는 사용되지 않고 있다. 일반적으로 6비트의 DSCP에 의해 IP 우선권(precedence), 패기 우선권(drop preference) 및 지연 표시(delay indication)를 나타낸다[6].

4. 메카니즘

그림 3은 제안된 메카니즘에 대한 시나리오를 보여준다. 그림에서 A노드는 소스 노드는 Ingress 노드로 정하고 목적지 노드는 Egress 노드이며 중간 노드는 Core 노드이다.

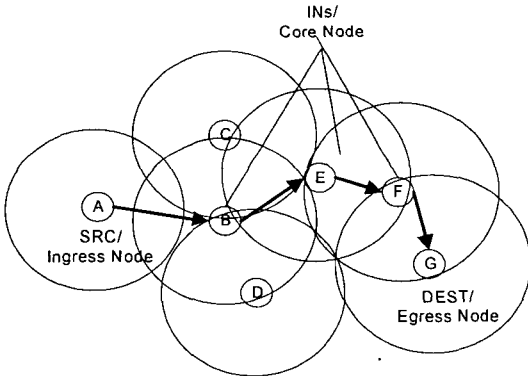


그림 5 제안된 메카니즘 구성도

그림 4는 목적지간에 경로 설정을 위해 BQ-REPLY 메시지를 처리하는 과정을 보여주고 있다.

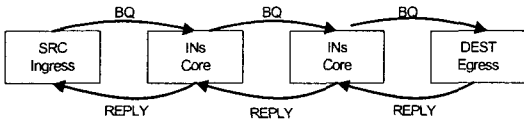


그림 6 BQ-REPLY 메시지

Ingress 노드에서 BQ 메시지를 목적지 노드인 Egress 노드에게 전송하여 BQ 메시지를 받게되면 목적지 노드에서는 최적의 경로를 설정하게 되는 메이를 설정하는 알고리즘은 아래와 같다.

```

Begin
  for each route Si
    Begin

```

```

a0
for each node j in route Si
Begin
  if (ATji > ATthreshold) Hi++; else Li ++;
  if (RLji > RLmax) Ui++; else Yi++; a++;
End
Hiave = Hi/a; Liave = Li/a; Uiave = Ui/a; Yiave = Yi/a;
End

```

Best Route Computation

Let the set of acceptable routes with  $Uiave = 0$  and  $Hiave \neq 0$  be  $P_i$ , where  $P_i \neq \emptyset$

```

Begin
  Find route with highest degree of association stability
  compute route k with  $Hkave > Hlave$ ,  $1 \leq k$ .
  or if a set of routes  $K_n$  exists s.t.  $Hk1ave = Hk2ave = \dots = Hkpave$ , where  $n = \{1, \dots, p\}$ 

```

```

Begin
  Compute min hop route without violating relaying load
  compute a route  $K_k$  with
   $Min\{K_k\} < Min\{K_m\}$ ,  $m \neq k$ .
  or if a set of routes  $K_o$  exists s.t.
   $Min\{k\} = Min\{kq\}$ , where  $o = \{1, 2, \dots, q\}$ 
  Begin
    Multiple same associativity & min hop routes exists
    arbitrarily select a min hop route  $K_k$  from  $K_o$ 
  End
End
End

```

End.

아래 표는 ABR 프로토콜에서 인접한 이웃노드들과의 관계를 나타내주는 연결 지속성(Stable) 테이블이다. Associativity tick은 인접한 노드로부터 받은 신호의 지속성을 나타내주며, 이외에도 시그널 전달 채널을 보여주는 Signal Strength와 모바일 장비의 전력량을 보여주는 Power Life, 속성 또한 ABR 프로토콜의 지속성을 결정하는 요소들이다.

Neighboring Nodes	Associativity Ticks	Link Delay	Signal Strength	Power Life	Route Relaying Load
$N_a$	30	100	0.8	0.8	3
$N_b$	10	80	0.4	0.7	1
$N_c$	19	60	0.5	0.5	0

표 1 Stable 테이블

4. 결론

현재까지 제안된 라우팅 프로토콜들이 어느 특정한 상황이나 지원이 필요한 경우가 대부분으로 Global하게 Ad Hoc 환경에 적용하기에는 아직 문제

점이 있다. 따라서 실제 Ad Hoc 환경의 특성을 충분히 이용할 수 있는 프로토콜의 더욱 많은 연구가 필요하다.

본 연구에서 기반으로하는 ABR 라우팅 프로토콜은 기존의 최단 경로를 기준으로 라우팅을 제공하는 프로토콜과 달리 동적인 네트워크를 구성하는 Ad Hoc 네트워크하에서 시간, 공간, 인접한 노드들과의 지속적인 연결성의 요소를 기준으로 하고 있다. 따라서 이러한 동적인 네트워크에서 QoS를 제공하기 위해서 기존의 DiffServ 메커니즘을 ABR 라우팅 프로토콜에 적용하였다.

다만 계속적으로 신호(Beacon)를 보내야하는 라우팅 프로토콜의 특성상 전력 소모의 비율이 높아진다는 단점이 있다. 이러한 점은 좀더 개선된 전력 소모에 대한 연구가 필요할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] C.K Toh, "Ad Hoc Mobile Wireless Networks", PH PTR.
- [2] Khurram Rafique, "A Survey of Mobile Ad Hoc Networks"
- [3] Elizabeth M.R, C.K Toh' "A Review of current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks", IEEE personal Communications Apr, 1999
- [4] C.K Toh, "Long-lived Ad Hoc Routing based on the Concept of Associativity", Internet Draft.
- [5] C.K Toh, "Associativity-Based Routing For Ad Hoc Mobile Networks", in journal on wireless personal communications, vol. 4, First Quarter, 1997.
- [6] S. Blake. "An architecture for Differentiated Services", IETF RFC2475, December 1998.