

AODV 와 Multicast AODV 에 대한 연구

임헌정*, 이종혁*, 한영주*, 정태명**

*성균관 대학교 컴퓨터공학과

**성균관 대학교 정보통신공학부

e-mail : *{hylim99, jhlee, yjhan}@imtl.skku.ac.kr

**tmchung@ece.skku.ac.kr

A Study on Ad hoc On-Demand Distance Vector and Multicast AODV routing protocols

Hun-Jung Lim*, Jong-Hyouk Lee*, Young-Ju Han*, Tai-Myoung Chung**

*Dept. of Computer Engineering, Sungkyunkwan University

** Dept. of Information & Communication Engineering, Sungkyunkwan
University

요 약

에드혹 네트워크는 기간망이 붕괴되거나 형성되어 있지 않은 상황에서 이웃 노드들 간의 통신을 목적으로 사용 된다. IETF MANET(Mobile Adhoc NETWORKS) 워킹 그룹에서는 노드의 이동성과 제한된 전파 범위, 멀티홉 라우팅등의 요구 조건을 만족하는 유니캐스트 기반의 에드혹 라우팅 프로토콜의 표준화 작업을 진행 중이다. 에드혹 네트워크의 대표적인 활용 부분은 재난 복구, 전시, 응급 의료 사항등으로 점-대-다 통신이나 다-대-다 통신이 주로 사용된다. 위와 같은 통신환경에서는 멀티캐스트 방식을 사용하는 것이 통신의 효율성을 가져온다. 이러한 이유로 유니캐스트 라우팅과는 별도로 멀티캐스트 라우팅 프로토콜에 대한 연구가 이루어져 왔다. 본 논문에서는 MANET 의 제안 프로콜인 Ad hoc On-Demand Distance Vector(AODV)의 특징과 AODV 에 멀티캐스트 기능을 추가한 Multicast Ad hoc On-Demand Distance Vector(MAODV)에 대하여 살펴 보고 그 특성을 분석하여 향후 연구 방향을 제시 하였다.

1. 서 론

오늘날 단말기에 이동성이 보장 되면서 사용자는 기간망이 형성되어 있지 않은 장소에서도 이웃 장비들간의 통신이 필요 하게 되었고 이를 목적으로 개발 된 것이 에드혹 네트워크이다. 에드혹 네트워크에서는 무선 노드들 끼리 토폴리지를 구성하여 통신을 가능하게 한다. 응용 분야로는 기간망이 붕괴된, 또는 형성되어 있지 않은 장소에서의 구조 활동, 응급 의료상황, 군부대의 작전 등으로 볼수 있다. 에드혹 네트워크의 구축을 위해 어플리케이션, 라우팅, MAC(Medium Access Control) 모델 및 안테나 등에 관한 연구가 진행되고 있다. 특히 원활한 통신이 이루어

어지기 위해서 라우팅 프로토콜 개발에 초점을 두고 있다. 기존의 유선 망에서 사용되던 라우팅 프로토콜을 노드의 이동성과, 멀티 홉 통신의 특징을 가지는 네트워크 환경에 그대로 적용시키기에는 어려움이 발생 하므로 [1]에서는 에드혹 프로토콜 디자인시의 다음과 같은 요구사항을 제안하고 있다.

- Minimal control overhead
- Minimal processing overhead
- Multihop routing capability
- Dynamic topology maintenance loop prevention

위 요구 조건을 기반으로 많은 에드혹 라우팅 프로토콜이 제안 되었는데 본 논문에서는 유니캐스트 라우팅 프로토콜인 Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV)와 유니캐스트와 멀티캐스트를 모두 지원하는 Multicast Ad hoc On-Demand Distance Vector (MAODV) 라우팅 프로토콜에 대하여 중심으로 알아보려 한다.

먼저, 1 장의 서론에 이어, 2 장에서 에드혹 프로토콜의 특성과 분류 기준을 살펴보고, 3 장에서 AODV 와 MAODV 에 대하여 분석 하려 한다. 마지막 4 장 결론에서는 AODV 와 MAODV 를 비교 분석 한다.

2. 관련 연구

2.1 에드혹 네트워크의 특징

에드혹 네트워크의 특성은 크게 3 가지로 요약할 수 있다[2]. 첫째, 이동노드는 호스트인 동시에 패킷 전달 기능을 가지 라우터로 동작한다. 둘째, 노드의 이동성으로 인하여 노드의 일부나 전체가 수시로 네트워크에 추가되거나 사라질 수 있다. 즉, 동적인 네트워크 토폴로지가 형성되고 파괴된다. 마지막으로, 불안정한 링크의 특성을 가지고 있다. 이동 노드는 무선 채널을 사용하므로 전송 거리와 전송 대역폭의 영향을 받아 다중 홉 라우팅에 영향을 미치게 된다.

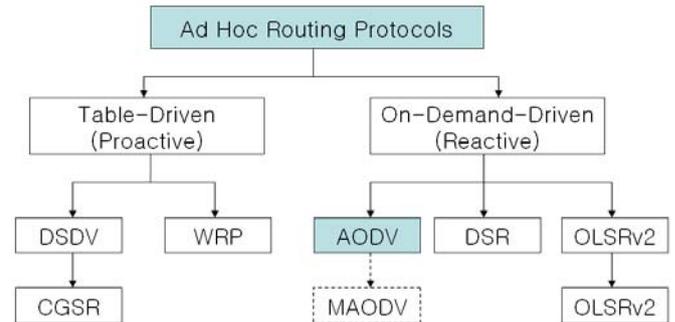
2.2 에드혹 라우팅 프로토콜의 분류[3]

여러 에드혹 라우팅 프로토콜은 라우팅 테이블 관리 방식에 따라 테이블 관리 방식과 요구 기반 방식 두가지로 분류 한다. 테이블 기반 방식(Table-Driven, Proactive)은 네트워크 토폴로지의 변화가 감지되거나 일정 시간간격으로 라우팅 정보가 담긴 패킷을 네트워크 전체로 브로드 캐스트 함으로써 항상 최신의 라우팅 정보를 유지 한다. 이 경우 항상 최신의 라우팅 경로를 유지 할 수 있다는 장점과 경로 유지를 위해서 전송되는 트래픽으로 인한 오버헤드가 크다는 단점이 있다. 더불어 이런 트래픽의 처리로 인한 이동노드의 배터리 파워 소모도 부가적인 문제로 발생 하게된다. 반면, 요구 기반 방식(On-Demand-Driven, Reactive)은 테이블 관리 방식의 과도한 트래픽 전송에 관한 문제를 해결 하였는데 전송할 패킷이 있을 경우에만 경로 탐색 패킷을 보냄으로써 이전 방식에 비하여 전송되는 트래픽을 줄였다. 하지만 초기 경로 탐색에 따른 지연이 발생 하므로 최적의 경로 탐색과 경로 탐색 지연 시간을 최소화 하는 방안에 대한 연구가 진행 중이다.

2.3 에드혹 멀티 캐스트 프로토콜

에드혹 유니캐스트에 대한 연구는 MANET 워킹그룹에서 활발히 진행 중이지만 에드혹 멀티캐스트 부분에 대한 연구는 공식적으로 이루어 지고 있지 않다. 에드혹 네트워크의 가장 대표적인 활용 부분이 재난 복구, 전시, 응급 의료 상황등 점-대-다 통신이나 다-대-다 통신처럼 구성원 간 공동의 작업을 수행 하는 것이 그 목적인 경우가 많다[5]. 에드혹 네트워크는 물리적으로는 브로드 캐스트에 의해 전송이 이루어 지는 특성을 가짐으로 멀티캐스트로 패킷을 전송

시 여러 장점을 가지게 된다. 첫째, 유니캐스트로 여러 번 전송하는 것에 비하여 멀티캐스트로 한번에 전송 시에는 채널 밴드위스, 발신자와 라우터의 프로세싱의 부하, 전송 시간을 줄일 수 있다. 둘째, 수신자의 주소를 감추기 때문에 보안적으로도 이점을 가지게 된다[6]. 이러한 이유로 MANET 워킹그룹의 유니캐스트 라우팅과는 별도로 에드혹 라우팅 네트워크의 브로드 캐스트 능력을 활용하는 멀티 캐스트 라우팅 프로토콜에 대한 연구가 이루어 지고 있다.



(그림 1) MANET 의 제안 에드혹 프로토콜 분류

3. AODV 와 MAODV 에 대한 연구

3.1 Ad hoc On-Demand Distance Vector

3.1.1 특성

Ad hoc On-Demand Distance Vector(AODV)는 필요시 테이블의 정보를 갱신하는 요구기반 기반 방식의 에드혹 라우팅 프로토콜 이다. 테이블 기반의 DSDV 와 요구 기반의 DSR 의 장점만을 수정 보완하여 개발 하였다. 경로 유지 기법은 노드의 sequence Number 를 이용하는 DSDV 방식을 채택 하였고, 경로 탐색 방식은 DSR 의 RequesID 의 방식을 채택하였다. 기본적으로 AODV 는 DSDV 의 알고리즘을 사용 하고 있다. 차이점은 DSDV 알고리즘이 테이블 기반 방식으로 전체 경로를 유지 하는 대신 요구기반에 의해 경로를 만들어 테이블 유지를 위한 패킷의 수를 최소한으로 줄였다[4]. 또한 경로상에 있지 않는 노드는 라우팅 정보를 유지 하지 않으며 인접 노드와도 라우팅 테이블을 교환하지 않는다. 목적지 순서 번호(Destination sequence number)를 이용하여 루프 발생을 방지 하였으며, 경로 정보를 최신으로 유지 할 수 있다.

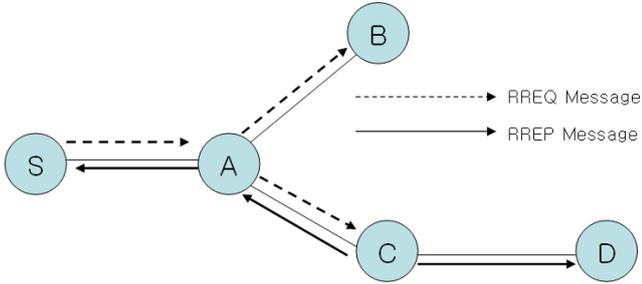
3.1.2 메시지[5]

- ① RREQ (Route Request) message: 데이터를 전송할 목적지까지의 경로 정보가 없을 경우 경로 탐색을 목적으로 보내지는 메시지
- ② RREP(Route Reply) message: RREQ 가 요청하는 목적지 주소에 대한 경로 정보를 알고 있을 경우 응답을 목적으로 보내지는 메시지
- ③ RERR (Route Error) message: 경로 관리시 사용되는 메시지로 특정 경로를 사용하지 못할 경우 다른 노드에게 알리는 목적으로 보내지는 메시지

3.1.3 라우팅 테이블[7]

- Route table: 유니캐스트 패킷이 다른 목적지 경로로 가기 위한 다음 홉 정보가 들어 있음

3.1.4 작동 원리



(그림 2) AODV 작동 원리

노드 S가 노드 D에게 패킷을 보낼시 S에서 D로의 경로를 모른다는 가정하에 경로 확인을 위한 RREQ 메시지를 이웃한 노드 A에게 멀티캐스트로 전송한다. 노드 A는 S의 메시지를 수신 후 이후 응답메시지(RREP) 전송을 위한 A에서 S로의 역 경로(비 활성화 상태)를 저장한다. A 역시 D에 대한 경로 정보가 없으므로 이웃 노드에게 멀티캐스트로 전송한다. 이렇게 역 경로 정보를 저장하면서 D에 대한 경로를 아는 노드 C까지 전달을 한다. 노드 C는 D에 대한 경로를 알고 있으므로 RREP 메시지를 S에게 유니캐스트로 보냄으로써 각 노드들이 저장한 역 경로 정보를 활성화 한다. 또한, 노드 D에게도 보내어 S로의 경로를 알려준다. 노드 S는 RREP 메시지 수신후 D에게로의 경로가 활성화 되었음을 인지 하고 패킷 전송을 시작 한다[8].

3.2 Multicast Ad hoc On-Demand Distance Vector

3.2.1 특성

MAODV는 AODV에 멀티캐스트 기능을 추가한 확장 프로토콜로써, 기본적인 AODV 방식 이외에 추가적인 메시지와 라우팅 테이블을 이용하여 멀티캐스트 기능을 구현 하고 있다. RREQ 메시지를 브로드 캐스트 하여 경로를 확인하고 패킷을 전송하는 기본 메커니즘은 기존 AODV 방식과 동일하다. MAODV에서는 그룹의 리더 노드를 설정하여 멀티캐스트 그룹의 트리 및 그룹의 정보(Group sequence number)를 관리하도록 하고 있다[3]. 그룹 리더는 주기적으로 Group Hello(GRPH)를 전송하여 자신의 IP 주소와 group sequence Number를 알려 주게 된다.

3.2.2 메시지[10]

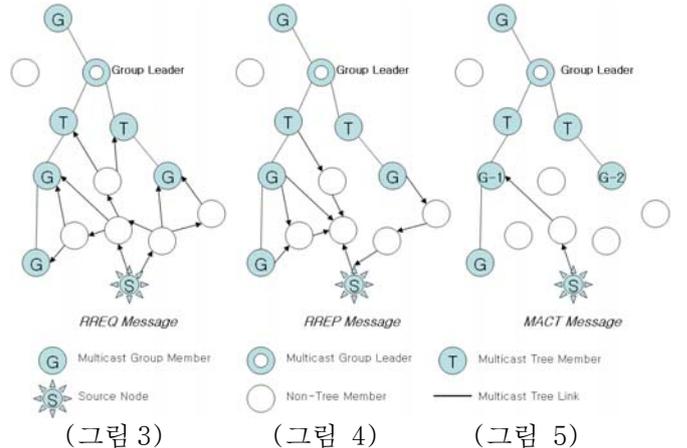
- ① AODV의 기본 RREQ, RREP, RERR 메시지
- ② MACT(Multicast Activation) message : 활성화된 경로를 이용하여 멀티캐스트 트리 형성 및 그룹 탈퇴등을 목적으로 보내지는 메시지
- ③ GRPH(Group Hello) message : 그룹 리더가 주기적으로 그룹에 관한 정보 전달 목적으로 보내지는 메시지

3.2.3. 라우팅 테이블

- ① AODV의 기본 Route table
- ② Multicast route table: 각 멀티캐스트 그룹 트리의 다음 홉 정보
- ③ Group leader table: 멀티캐스트 그룹과 해당 그룹의 리더의 주소

3.2.4 동작원리

MAODV의 구성은 소스와 그룹리더 그리고 중간 패킷을 전달하는 멤버 노드와 비멤버 노드로 구성된다. 기본 동작 원리는 아래와 같다[11].

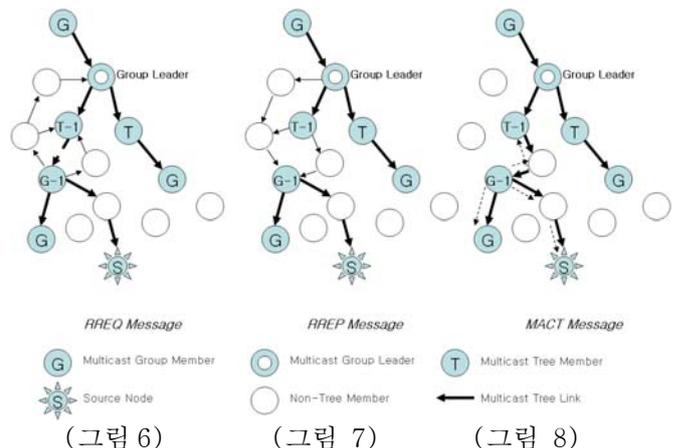


① 멀티캐스트 트리 경로 확인

<그림 3>에서 멀티캐스트 메시지 전송을 원하는 S는 경로 탐색 작업을 위하여 RREQ를 이웃 노드에 전송한다. 그룹의 멤버가 아닌 노드는 수신한 S로의 역 경로를 자신의 라우팅 테이블에 저장하고 이웃 그룹멤버에게 전달 한다. <그림 4>에서 그룹 멤버 노드 G는 S에게 RREP 메시지를 역 경로를 사용하여 전달함으로써 그룹 트리에 대한 여러 경로를 알려 주게 된다.

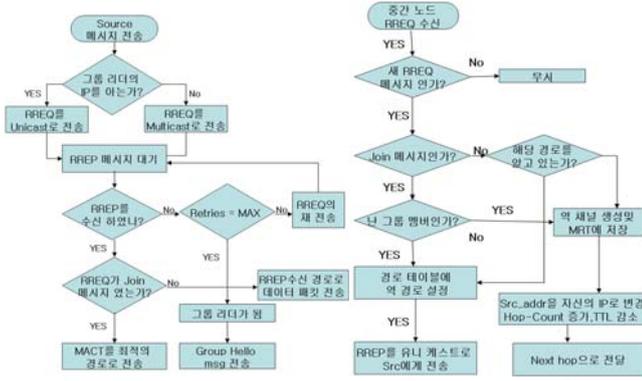
② 멀티캐스트 그룹에 가입 및 해지

<그림 5>에서 S는 최적의 경로를 계산후 MACT 메시지에 Join 플래그를 세팅후에 G-1 전송함으로써 S와 G 사이의 멀티캐스트 트리를 형성하게 된다. <그림 6>에서 노드 G-2는 멀티캐스트 그룹 해지를 목적으로 MACT 메시지에 Prune 플래그를 세팅후에 전송하게 된다.



③ 경로 회복 기법

<그림 6>에서 노드 T-1 과 G-1 사이의 경로가 깨질 경우 해당 링크의 Downlink 인 G-1 은 링크 수정 작업을 시행한다. G-1 은 상위 링크로 RREQ-Join 메시지를 전송한다. <그림 7>와 같이 새 경로에 대한 RREP 메시지를 수신하면, <그림 8> 에서 상위 링크 T-1 으로 MACT-Join 메시지를 전송하여 새 경로를 설정하고, 하위 링크 S 로는 MACT-Update 메시지를 전송하여 새로운 경로가 생성 되었음을 알린다.



(그림 9) Source 전달

(그림 10) RREQ 수신

3.2.5 멀티캐스트 트리 경로 확인 메커니즘

멀티캐스트 패킷을 보내려는 노드는 <그림 9>의 메커니즘을 통해 작동한다. 노드 S 는 메시지 전달을 위해 그룹리더의 주소를 알고 있어야 한다. 발신 전 자신의 그룹리더 테이블을 참조 하여 그룹리더의 IP 주소를 아는 지를 확인 후 알고 있다면 그룹 리더에게 유니 캐스트로 전송을 하고 모를 경우 이웃노드에게 멀티캐스트로 패킷을 전송한다. 전송 후 응답 메시지인 RREP 를 기다리게 된다. 일정 시간의 Timeout 이 발생 후에도 RREP 를 수신하지 못하면 Retries 횟수만큼 다시 한번 전송을 한다. Retries 횟수만큼 전송 후에도 수신하지 못하면 네트워크 안에 해당 그룹의 리더가 없는 것으로 판단하고 자신을 그룹 리더로 지정한후 Group hello 메시지를 이웃에게 전송하여 그룹 리더가 되었음을 알린다. 일전 대기 시간안에 RREP 를 수신하게 되면 수신한 경로 중에 한곳을 선택하여 MACT-Join 메시지를 보냄으로써 해당 그룹에 가입을 하거나 그룹에게 전송한 멀티캐스트 메시지를 전송한다.

중간 노드가 RREQ 메시지를 수신하게 되면 수신하여 <그림 10>와 같이 먼저 이 메시지가 이전에 수신한 중복 메시지가인지를 확인 하게 된다. 확인 방법은 수신한 메시지의 Sequence Number 가 이전에 수신한 것보다 최근(큰수)여부를 확인한다. 만일에 새로운 수신한 메시지일 경우에는 수신한 RREQ 가 가입(J)메시지 인지 일반 전송 메시지 인지를 확인 하게 된다. 가입 메시지일 경우는 해당 그룹의 멤버만 응답이 가능하므로 자신이 그룹 멤버인지를 확인하고, 아니라면 수신 노드로의 역채널 생성후 멤버노드에게 전송을 위해 전달 작업을 실시 한다. 만일에 그룹 멤버일 경우에는 그룹 리더의 정보를 RREP 메시지에 저장한

후 RREQ 를 전송한 S 에게 유니캐스트로 전송한다.

4.결 론

<표 2> AODV 와 MAODV 의 비교

	AODV	MAODV
기본 메시지	RREQ, RREP, RERR	RREQ, RREP, RERR, MACT, GRPH
라우팅 테이블	Route table	Route table, Multicast route table, Group leader table
패킷 전송전 절차	3단계 (경로 탐색, 경로 확인, 전송)	4단계 (경로 탐색, 경로 확인, 트리 형성, 전송)
추가 알고리즘	.	그룹 가입, 그룹 탈퇴, 그룹 통합 및 그룹 분리
경로 깨질시 절차	새 경로 탐색 실시	해당 경로 수정 작업 실시

AODV 의 큰 장점중 하나는 AODV 가 유니 캐스트와 멀티캐스트 통신을 모두 지원함으로 유니캐스트로 얻은 라우팅 정보를 멀티캐스트에서도 사용할수 있고 그 반대로도 가능하다는 점이다. 하지만 이렇게 AODV 에 멀티 캐스트 기능을 추가 함으로 <표 2>와 같이 추가적인 메시지, 테이블, 알고리즘이 필요하게 되었다. 향후 의로 데이터를 AODV 와 MAODV 프로토콜로 전송시의 데이터 속성에 따른 성능을 알아 보고자 한다.

참고문헌

- [1] Stefano. B., et. al., "Mobile ad hoc Networking", IEEE Press, July 2004.
- [2] 권혜연, "이동 ad-hoc 네트워크 기술동향", 전자통신 동향 분석, April 2003.
- [3] Mohammad l. . et. al., "The hand book of Ad hoc Wireless Networks", CRC Press, 2003.
- [4] 서재홍, et. al., "AODV 기반 애드혹 네트워크에서 헬로우 메시지를 이용한 효과적인 경로 유지 기법", 정보 과학 논문지, June 2004.
- [5] 구본준, et. al., "AODV 라우팅 프로토콜의 개요와 발전 방향", 한국정보과학회, April 2004.
- [6] Madhan Mohan, "A Comparative and Performance Study of On Demand Multicast Routing Protocols for Ad Hoc Networks",
- [7] Charles E., et. al., "ad hoc On-Demand Distance Vector Routing", RFC3561, July 2003.
- [8] Elizabeth M., et. al., "An Implementation Study of the AODV Routing Protocol", IEEE, 2000.
- [9] Kunz T. et. al., "Multicasting in Ad-Hoc Networks: Comparing MAODV and ODMRP," Proceedings of the Workshop on Adhoc Communications, Bonn, Germany, Sep 2001.
- [10] Charles E., et. al "Multicast Ad Hoc On-demand Distance Vector (MAODV) Routing," IETF draft-ietf-manet-maodv-00.txt, Jul 2000.
- [11] Yufang Zhu, "Pro-Active Connection Maintenance in AODV and MAODV", Carleton University theis, August 2002.
- [12] Das R., et.al. "Performance Comparison of Two On-Demand Routing Protocols for Ad Hoc Networks", IEEE Infocom 2000, March 2000.