IPv6 기반 Mobile Ad-hoc 망에서의 멀티캐스트 서비스를 위한 자동네트워킹

정재훈, 박정수, 김용진
한국전자통신연구원 표준연구센터

Autoconfiguration for Multicast Service in IPv6-based Mobile Ad-hoc Networks

Jae-Hoon Jeong, Jung-Soo Park, Yong-Jin Kim
Protocol Engineering Center, ETRI
Email : {paul,pjs,kimyj}@etri.re.kr

Abstract

본 논문은 IPv6 기반의 Mobile Ad-hoc Networks 환경에서 화상회의 도구 같은 멀티캐스트 응용을 서비스하는데 이용될 수 있는 IPv6 기반의 자동네트워킹 기술을 제시한다. IPv6 유니캐스트 자동설정 기능을 이용하여 이동단말의 유니캐스트 주소를 자동으로 설정할 수 있고, 멀티캐스트 자동설정 기능을 이용하여 멀티캐스트 주소 할당을 필요로 하는 응용에게 멀티캐스트 주소를 쉽게 할당할 수 있으므로 Mobile Ad-hoc Networks 환경에서의 사용자는 이러한 자동네트워킹 기술을 통해 멀티캐스트 서비스를 쉽게 이용할 수 있다.

I. 서론

Mobile Ad-hoc Networks (MANET)는 통신 인프라가 없는 환경에서 이동단말들이 서로 통신할 수 있는 네트워크이다 [1]. 전장이나 비행기 또는 선박과 같이 외부 인터넷과 고립된 환경에서 이동단말이 통신하고자 할 때 임시적으로 망을 구축할 필요성가 있다. 최근에 MANET 의 필요성이 증가됨에 따라 Multi-hop 으로 구성된 MANET 에서 이동단말들이 통신하기 위해 필요한 Ad-hoc 라우팅 프로토콜 개발이 활발하다. 또한 MANET 에서 오디오 또는 비디오 화상회의 같은 멀티캐스트 서비스의 필요성도 부각되고 있다. 아울러 MANET 사용자들이 쉽게 이동단말을 이용할 수 있도록 이동단말의 주소 설정을 IPv6 의 주소 자동설정을 이용하는 무설정 기법 (Zeroconfiguration)이 제안되고 있다 [2,9].

본 논문은 MANET 환경에서 자동네트워킹 기술을 통해 멀티캐스트 서비스 편리하게 지원하기 위한 두 가지의 메커니즘을 제시한다. Multi-hop 으로 구성되는 MANET 에서 이동단말의 유일한 유니캐스트 주소를 네트워크 인터페이스에 자동설정하는 메커니즘과 멀티캐스트 응용이 필요로 하는 멀티캐스트 주소를 MANET 에서 유일하도록 생성하여 멀티캐스트 응용에게 할당해 주는 메커니즘을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장은 관련 연구를 기술하고 3 장은 MANET 에서의 멀티캐스트 서비스를 위한 자동설정의 메커니즘을 기술한다. 4 장은 멀티캐스트 응용의 서비스 시나리오와 응용 구현에 대한 설명을 통해 본 논문에서 제시하는 메커니즘의 활용 방안을 기술한다. 5 장은 결론과 더불어 향후 연구 방향을 제시한다.

II. 관련 연구

MANET 에서 가장 활발이 연구되는 분야인 라우팅 프로토콜과 IPv6 의 자동설정에 대해 기술한다.

2.1 Mobile Ad-hoc 라우팅 프로토콜

유니캐스트 라우팅 프로토콜은 두가지로 분류되는데, 미리 라우팅 정보를 교환하여 응용의 패킷이 라우팅되게 하는 Table-driven 방식과 응용의 패킷이 전송될 때마다 수신자로 도달하기 위한 라우팅 정보를 수집하는 Demand-driven 방식으로 구분된다. <표 1>은 Ad-hoc 라우팅 프로토콜의 분류를 기술하고 있다 [1].

표 1. Ad-hoc 라우팅 프로토콜의 분류

Table-driven 방식	Demand-driven 방식
DSDV, CGSR, WRP	AODV, DSR, LMR, TORA, ABR, SSR

Ad-hoc 멀티캐스트 라우팅 프로토콜은 DSR 기반과 AODV 기반으로 개발되고 있다 [3-6].

2.2 IPv6 에서의 자동설정

IPv6 에서 이웃탐색 기법과 비상태 주소 자동설정을 이용하여 유니캐스트 주소를 설정할 수 있다 [7,8]. MANET 환경에서 이동단말이 라우터이자 호스트인데, 모든 이동단말이 Router Advertisement (RA) 메시지를 주기적으로 송신하여 유니캐스트

주소를 설정하게 하는 기존의 IPv6 자동설정 방식은 동적으로 망의 토폴리지가 변하는 MANET 에는 부적합하다. 또한 기존의 이웃탐색 프로토콜은 MANET 에서 새로 사용하려는 유니캐스트 주소의 중복성을 검사할 수 없으므로 이웃탐색 프로토콜을 확장해야 한다 [9,10].

III. MANET 에서의 멀티캐스트 서비스를 위한 자동설정

MANET 에서 멀티캐스트 서비스를 위해 필요한 이동단말의 프로토콜 스택과 IPv6 유니캐스트 주소의 자동설정과 멀티캐스트 주소의 할당기법을 설명한다.

3.1 Ad-hoc 네트워크 구성

<그림 1>은 Ad-hoc 네트워크의 구성을 나타내고 있는데, 이동단말 A 는 B 와 인접하고 있고, B 는 A 와 C, C 는 B 와 D 그리고 D 는 E 와 인접하고 있다. 이동단말 A 가 E 와 통신하기 위해서는 중간 경로상에 있는 라우터 역할을 하는 이동단말 B, C 그리고 D 의 도움을 받아야 한다. 각 이동단말은 Ad-hoc 라우팅 프로토콜로 연결된다.

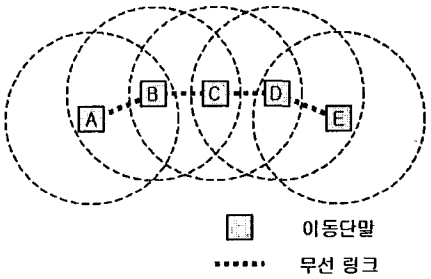

그림 1. Ah-hoc 네트워크 구성

3.2 프로토콜 스택

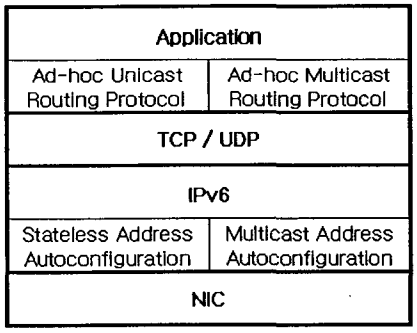

그림 2. 프로토콜 스택

이동단말의 멀티캐스트 응용 서비스를 위한 프로토콜 스택의 구성은 <그림 2>와 같다. 응용 계층에서는 Ad-hoc 유니캐스트 라우팅 프로토콜과 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 실행해야 한다. IPv6 계층에서는 네트워크 인터페이스 (NIC)에 유니캐스트 주소를 설정하는 비상태 주소 자동설정 (Stateless Address Autoconfiguration)과 멀티캐스트 주소 할당을 필요로 하는 응용에게 멀티캐스트 주소를 할당해주는 멀티캐스트 주소 자동설정 (Multicast Address Autoconfiguration)이 수행되어야 한다. 예를 들어, 응용 계층에서 멀티캐스트 주소할당을 필요로 하는 화상회의 응용을 실행시킬 이동단말은 비상태 주소 자동설정으로 유니캐스트 주소를 설정할 수 있고, 화상회의 세션에 대한 멀티캐스트 주소 할당은 멀티캐스트 주소 자동설정으로 수행된다.

3.3 유니캐스트 주소의 자동설정

본 논문의 MANET 환경은 외부 인터넷과의 연동되지 않는 고립망을 전제로 하기 때문에 유니캐스트 주소의 프리픽스의 범위는 *Site-local* 이다 [9,10]. MANET 전용 프리픽스는 [9]의 경우와는 달리 <표 2>와 같이 두가지를 사용한다. MANET_INIT_PREFIX 는 임시적인 유니캐스트 주소를 만들 때 사용되고, MANET_ PREFIX 는 실제적인 유니캐스트 주소를 만들 때 사용된다. MANET_INIT_PREFX 의 Subnet ID 는 fffe 이고, MANET_PREFIX 의 Subnet ID 는 ffff 이다.

표 2. MANET 전용 프리픽스

프리픽스 이름	프리픽스
MANET_INIT_PREFIX	fec0:0:0:fffe::/64
MANET_PREFIX	fec0:0:0:ffff::/64

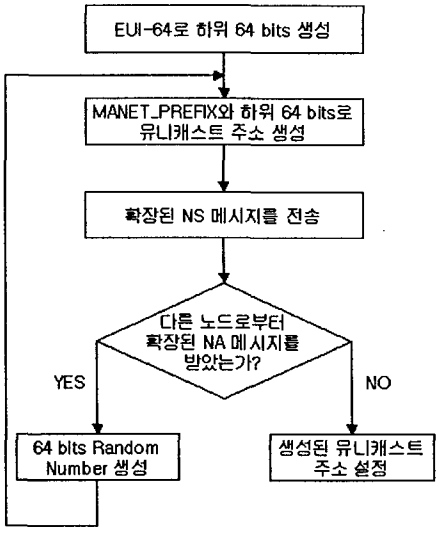

그림 3. Site-local 유니캐스트 주소 설정과정

MANET_INIT_PREFIX 는 네트워크 인터페이스의 Site-local 유니캐스트 주소를 할당하기 위해 임시 소스 주소 (Temporary Source Address)를 만들 때 사용되는 프리픽스이다. 임시 소스 주소의 하위 *64 bits* 는 EUI-64 를 통해 만든다 [11]. 이동단말은 위와 같이 생성된 임시 소스 주소를 가지고 <그림 3>과 같은 절차를 통해 MANET 에서 유일한 Site-local 유니캐스트 주소를 생성하여 네트워크 인터페이스에 설정되고 앞으로의 네트워킹에 소스 주소로 사용된다.

<그림 3>에서 주목할 점은 *MANET_PREFIX* 와 하위 *64 bits* 로 생성된 유니캐스트 주소는 아직 유일성을 검증받지 않은 불확실한 주소 (Tentative Address)이므로 DAD 과정을 필요로 한다 [7,8]. 기존의 DAD 는 Link-local 에서만 수행되기 때문에 Site-local 범위에서 DAD 가 동작하기 위해서는 기존의 NDP 를 확장해야 한다 [9,10]. 그러므로 본 논문에서는 [9]에서 정의하는 확장된 NS 메시지와 NA 메시지를 이용한다.

3.4 멀티캐스트 주소의 자동설정

Site-local 유니캐스트 주소와 Site-local 멀티캐스트 주소의 포맷은 <그림 4>와 같다 [12-14].

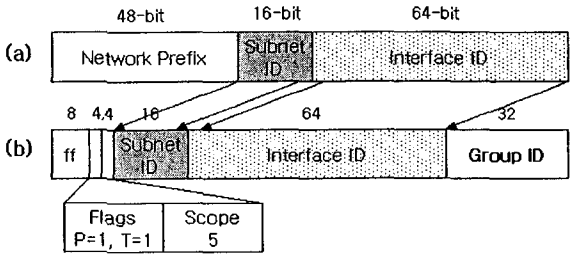

그림 4. (a) Site-local 유니캐스트 주소 포맷,
(b) Site-local 멀티캐스트 주소 포맷

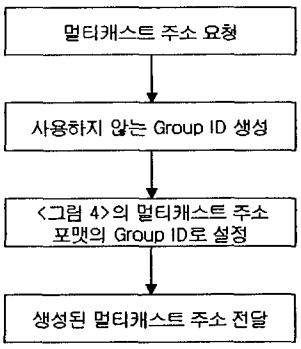

그림 5. Site-local 멀티캐스트 주소 설정과정

<그림 4>의 (b)의 포맷으로 생성되는 멀티캐스트 주소가 네트워크 프리픽스를 기반으로 하는 임시적으로 사용될 것임을 나타내기 위해 Flags 필드의 P bit 와 T bit 를 모두 1 로 설정한다. Subnet ID 는 MANET 프리픽스를 구성하는 ffff 값을 갖는다. Interface ID 는 3.3 절에서 유니캐스트 주소를 설정할 때 사용된 하위 64 bits 이다. 멀티캐스트 주소의 Group ID 는 이동단말이 랜덤하게 생성한 32 bits 값이다. 이렇게 구성된 멀티캐스트 주소는 Site-local 범위의 MANET 에서 유일성이 보장되는 주소이고 멀티캐스트 주소를 할당을 위해 주소 할당 서버를 필요로 하지 않는 장점이 있다. 따라서 이 논문에서 제시하는 멀티캐스트 주소 할당기법은 MANET 환경에 적합하다 [13-15].

멀티캐스트 응용이 멀티캐스트 주소를 할당받기 위해서는 커널에게 요청하면 <그림 5>와 같은 절차를 통해 커널은 멀티캐스트 주소를 할당하여 응용에게 전달한다.

IV. 멀티캐스트 응용 서비스

이 장은 MANET 에서 멀티캐스트 주소의 할당을 필요로 하는 한 예로써 화상회의 응용을 가지고 멀티캐스트 서비스 시나리오를 기술한다.

4.1 멀티캐스트 서비스 시나리오

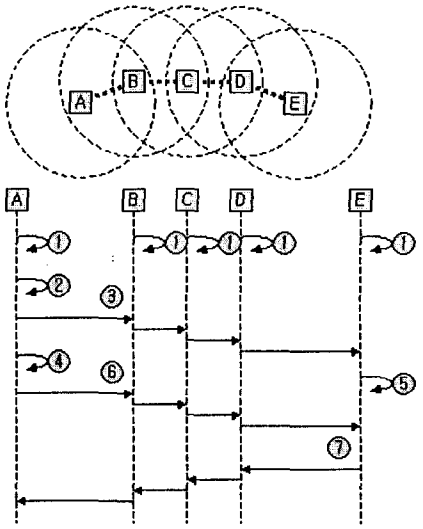

그림 6. 멀티캐스트 서비스 시나리오

Ad-hoc 유니캐스트 라우팅과 멀티캐스트 라우팅을 통해 이동단말들간의 유니캐스트와 멀티캐스트 통신을 제공한다. 이동단말의 Site-local 유니캐스트 주소가 설정되면 유니캐스트 라우팅과 멀티캐스트 라우팅 프로토콜이 작동을 시작한다.

<그림 6>은 <그림 1>의 Ad-hoc 네트워크 구성에서의 멀티캐스트 서비스 시나리오를 기술하고 있는데, <표 3>은 서비스 시나리오를 단계별로 설명한다.

표 3. 멀티캐스트 서비스 시나리오의 단계별 동작

단계	참여하는 이동단말	동작 설명
1	A, B, C, D, E	DAD 를 통해 Site-local 유니캐스트 주소를 자동설정함.
2	A	화상회의 응용에서 세션 S를 생성할 때 Site-local 멀티캐스트 주소를 자동설정함.
3	A, B, C, D, E	A가 세션 정보를 멀티캐스트로 광고함.
4	A	A가 세션 S에 참가함.
5	E	E가 세션 S에 참가할 때, A와 E 사이에 멀티캐스트 경로가 설정됨.
6	A, B, C, D, E	A 는 화상회의 응용 데이터 패킷을 멀티캐스트로 전송하면 B, C 그리고 D는 그 패킷을 E로 전달함.
7	A, B, C, D, E	E 도 화상회의 응용 데이터 패킷을 멀티캐스트로 전송하면 D, C 그리고 B는 그 패킷을 A로 전달함.

4.2 멀티캐스트 응용 구현

UCL 의 멀티캐스트 화상회의 응용인 SDR (Session Directory)이 멀티캐스트 주소를 할당받을 필요가 있을 때 <그림 5>의 절차를 통해 커널로부터 멀티캐스트 주소를 할당받을 수 있다 [16]. 멀티캐스트 주소 할당 요청은 <그림 7> API 함수 allocmcastaddr()를 통해 이루어진다.

```
int allocmcastaddr (int socket, struct in6_addr* mcastaddr);

                                    Returns: 0 if OK, -1 on error
```

그림 7. 멀티캐스트 주소 할당 API 함수

socket 파라메터는 int 타입으로써 Socket Descriptor 이고, mcastaddr 파라메터는 struct in6_addr* 타입으로써 멀티캐스트 주소를 할당받는데 사용된다 [17]. 커널은 Socket Descriptor 당 할당된 멀티캐스트 주소 정보를 관리한다.

V. 결론

Mobile Ad-hoc Networks (MANET)은 임시방편적으로 구축되는 네트워크로써 통신 인프라가 없는 환경에서도 이동단말들의 통신을 제공하는 네트워크이다. 현재까지 MANET 에 관련한 연구는 라우팅 프로토콜 중심이었다.

본 논문은 MANET 환경에서 사용자가 편리하게 멀티캐스트 서비스를 이용할 수 있는 IPv6 기반의 자동네트워킹 기술을 제시하였다. 본 논문은 IPv6 MANET 의 규모를 Site-local 로 전제한다.

MANET 의 이동단말이 유니캐스트 라우팅으로 통신을 하기 위해서는 먼저 Site-local 유니캐스트 주소를 획득해야 하는데, 본 논문에서 제시하는 유니캐스트 주소 자동설정 기법으로 유니캐스트주소를 획득할 수 있다.

이동단말의 멀티캐스트 응용이 Site-local 멀티캐스트 주소를 필요로 할 때는 본 논문에서 제시하는 멀티캐스트 주소 할당 기법을 통해 멀티캐스트 주소를 할당받을 수 있다. 이와 같은 자동설정 기능을 통해 MANET 환경의 사용자들이 쉽게 멀티캐스트서비스를 이용할 수 있다.

향후 계획은 IPv6 MANET 환경에서 멀티캐스트 서비스를 하기 위해 기반이 되는 IPv6 유니캐스트 라우팅 프로토콜과 IPv6 멀티캐스트 라우팅 프로토콜을 구현하고 아울러 본 논문에서 제시한 자동네트워킹 기술을 구현하여 MANET 환경에서 화상회의 응용 같은 멀티캐스트 서비스를 운영할 수 있는 통합환경을 구축하는 것이다.

참고문헌

[1] Elizabeth M. Royer and Chai-Keong Toh, "A Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks", IEEE Personal Communications, April 1999.

[2] M. Hattig, "Zeroconf IP Host Requirements", (work in progress) draft-ietf-zeroconf-reqts-09.txt, August 2001.

[3] David B. Johnson et al., "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks (DSR)", (work in progress) draft-ietf-manet-dsr-07.txt, February 2002.

[4] Jorjeta G et al., "A Simple Protocol for Multicast and Broadcast in Mobile Ad Hoc Networks", (work in progress) draft-ietf-manet-simple-mbcast-01.txt, July 2001.

[5] Charles E. Perkins, Elizabeth M. Belding-Royer and Samir R. Das, "Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing", (work in progress) draft-ietf-manet-aodv-10.txt, January 2002.

[6] Elizabeth M. Royer and Charles E. Perkins, "Multicast Ad hoc On-Demand Distance Vector (MAODV) Routing", draft-ietf-manet-maodv-00.txt, July 2000.

[7] T. Narten, E. Nordmark and W. Simpson, "Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)", RFC2461 , December 1998.

[8] S. Thompson and T. Narten, "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration" , RFC2462 , December 1998.

[9] Charles E. Perkins et al., "IP Address Autoconfiguration for Ad Hoc Networks", draft-perkins-manet-autoconf-01.txt, November 2001.

[10] Jung-Soo Park, Yong-Jin Kim and Sung-Woo Park, "Stateless address autoconfiguration in Mobile Ad Hoc Networks using site-local address", draft-park-zeroconf-manet-ipv6-00.txt, July 2001.

[11] Matt Crawford, "Transmission of IPv6 Packets over Ethernet Networks", RFC2464, December 1998.

[12] R. Hinden and S. Deering, "IP Version 6 Addressing Architecture", (work in progress) draft-ietf-ipngwg-addr-arch-v3-07.txt, November 2001.

[13] Jung-Soo Park, Myung-Ki Shin and Yong-Jin Kim, "Link Scoped IPv6 Multicast Addresses", (work in progress) draft-ietf-ipv6-link-scoped-mcast-00.txt, April 2002.

[14] Jung-Soo Park, Myung-Ki Shin and Yong-Jin Kim, "Host-based IPv6 Multicast Addresses Allocation", draft-park-host-based-mcast-01.txt, November 2001.

[15] B. Haberman and D. Thaler, "Unicast-Prefix-based IPv6 Multicast Addresses", (work in progress) draft-ietf-ipngwg-uni-based-mcast-03.txt, October 2001.

[16] UCL Mbone Conferencing Applications, http://www-mice.cs.ucl.ac.uk/multimedia/software/

[17] R. Gilligan et al., "Basic Socket Interface Extensions for IPv6", RFC2133, April 1997.