

IEEE 802.16 네트워크에서 멀티캐스트 전달을 위한 주소 정보 매핑 방법

Address Mapping Scheme between Layer 3 and Layer 2 for Multicast over IEEE 802.16 Networks

김상언, 윤주영, 진종삼, 이성춘, 이상홍

(Sang-Eon Kim, Joo-Young Yoon, Jong Sam Jin, Seong-Choon Lee, Sang Hong Lee)

Abstract : This paper proposes a multicast scheme over IEEE 802.16 networks which support multiple upper layer protocols such as ATM, IPv4 packets, IPv6 packets, IEEE 802.3 over IPv4 and so on. The multicast capabilities over IEEE 802.16 are important both control plane and data plane. The proposed multicast scheme can be divided into two types: direct mapping and indirect mapping. The direct mapping scheme is that layer 3 address is directly mapped into CID information which is used for connection identifier at IEEE 802.16 link layer. The indirect mapping scheme has two steps for mapping between layer 3 address and layer 2 CID. Firstly, a layer 3 address translates to Ethernet MAC address with group MAC address. Secondly, a group MAC address is mapped into CID. The mapping scheme depends on the upper layer protocols.

Keywords: IEEE802.16, Multicast

I. 서론

IEEE 802.16[1] 네트워크는 무선 자원을 공유하기 위한 점대다중점 모드와 메시모드 두 가지 방법을 규격으로 제시하고 있다. 점대다중점모드는 단말에서 기지국으로 전송하는 상향 링크는 유니캐스트를 지원하고, 기지국에서 단말로 전송하는 하향링크는 유니캐스트와 멀티캐스트를 지원한다. 그러므로 점대다중점모드의 IEEE 802.16 네트워크는 IEEE 802.3 네트워크와 같이 상향링크와 하향링크 모두 멀티캐스트 기능을 지원하는 일반적인 개념의 멀티캐스트를 제공하지 않는다.

IEEE 802.16 네트워크는 수렴부계층(CS: Convergence-Sublayer)으로서 ATM (Asynchronous Transfer Mode)과 패킷을 처리할 수 있다. 패킷은 IPv4, IPv6, Ethernet에서 IPv4, Ethernet에서 IPv6, VLAN에서 IPv4, VLAN (Virtual Local Area Network)에서 IPv6등으로 분류할 수 있다.

[2]는 유니캐스트 전달을 위한 IPv6와 관련된 수렴부계층을 기술하고 있으며, [14]는 IPv4 패킷을 전달하기 위한 기술을 연구하고 있으나, [2],[14]는 멀티캐스트 전달 기술은 연구되지 않고 있다.

멀티캐스트 기술은 제어 평면과 데이터 평면에서 중요하다. 제어 평면에서 IPv6 이웃 노드 발견 프로토콜 [3]은 멀티캐스트 기술을 필수적으로 사용하도록 규정되어 있다. 또한 IEEE 802.16 네트워크에서 수렴부계층이 IPv4인 경우, ARP (Address Resolution Protocol)[4]을 수행하기 위해서도 멀티캐스트 기술이 반드시 필요하다. 데이터 평면에서는 단말이 멀티캐스트 그룹에 참가하는 경우에 해당 그룹의 데이터 수신을 위한 멀티캐스트 전달기능이 반드시 요구된다.

본 논문에서는 IPv6 패킷과 관련된 수렴부계층을 중심으로 멀티캐스트 방법을 제안한다¹. IPv4 패킷을 멀

티캐스트로 전달하기 위한 방법은 IPv6 기술에서 제안한 방법을 활용하여 응용이 가능하며, 논문의 구성은 다음과 같다. 2절은 IEEE 802.16 네트워크에서 사용하는 링크 계층 프레임 구조를 기술하고, 3절은 수렴부계층 식별을 위한 제어 방법과 IPv6 관련 수렴부계층의 데이터 전달 방법을 기술한다. 4절은 IPv6 관련 수렴부계층의 멀티캐스트 기술을 직접 변환 방법과 간접변환 방법으로 제시하고, 5절에서 결론을 맺는다.

II. IEEE 802.16 링크 계층 프레임

IEEE 802.16 PDU (Protocol Data Unit)는 (그림 1)과 같이 구성된다. IEEE 802.16 MAC 헤더는 (그림 2)와 같이 48비트로 구성되고, 페이로드는 수렴부계층의 패킷이나 IEEE 802.16 관리 메시지이다. CRC (Cyclic Redundancy Check)는 선택사항이며, OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access), TDD (Time division duplex) 를 기반으로 하는 와이브로(WiBro: Wireless Broadband)에서 사용한다.

48 비트	가변	32비트
802.16 MAC 헤더	페이로드	CRC

(그림 1) IEEE 802.16 PDU

1bit	1bit	1bit	1bit	1bit	1bit	1bit	1bit
HT	EC	Type					
ECF	CI	EKS		R	LENGTH		
LENGTH							
Connection Identifier (CID)							
Connection Identifier (CID)							
Header Check Sequence (HCS)							

(그림 2) IEEE 802.16 MAC 헤더

IEEE 802.16 MAC 헤더는 일반적인 헤더와 페이로드가 없는 헤더로 구분할 수 있다. 일반적인 헤더는 HT(Header Type)

¹ 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT 신성장동력핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음 [2006-S-010-02, IPv6 기반 WiBro 이동성 기술 및 이동AP 시스템 개발]

값이 "0"이며, 수렴부계층의 데이터나 DCD (Downlink Channel Description), UCD (Uplink Channel Description), RNG-REQ (Ranging Request) 등과 같은 IEEE 802.16 관리 메시지를 전달한다. 페이로드가 없는 헤더는 상향 링크에만 적용되며, 페이로드나 CRC등의 어떤 정보도 없다. 16비트의 연결식별정보 (CID) 정보는 <표 1>과 같은 용도로 사용한다.

<표 1> IEEE 802.16 CID

CID	범위 (16진수)
Initial Ranging	0000
Basic CID	0001 ~ m
Primary management	m+1 ~ 2m
Transport CID	2m+1 ~ FE9F
Multicast CID	FEA0 ~ FEFE
AAS initial ranging CID	FEFF
Multicast polling CID	FF00 ~ FFF9
Normal mode multicast CID	FFFA
Sleep mode multicast CID	FFFB
Idle mode multicast CID	FFFC
Fragmentable Broadcast CID	FFFD
Padding CID	FFFE
Broadcast CID	FFFF

III. IPv6 관련 IEEE 802.16 수렴부계층

IEEE 80216 헤더 HT 값이 "0"으로 시작하는 일반 헤더는 다양한 수렴부계층과 IEEE 802.16 관리 메시지를 처리한다. IEEE 802.16 관리 메시지는 무선 네트워크에 접속하여 네트워크를 이용할 수 있도록 각종 파라미터를 단말과 기지국이 설정하고 제어한다.

1. 제어 평면의 수렴부계층 식별

IPv6 수렴부계층은 IEEE 802.16 링크 계층 프레임의 페이로드가 IPv6 패킷이다. IPv6 수렴부계층을 이용하기 위해서는 제어평면과 데이터 평면에서 처리가 요구된다.

제어 평면에서는 IEEE 802.16 REG-REQ (Registration Request) 관리 메시지를 통하여 수렴부계층이 IPv6임을 표시하여야 한다.(그림 3)은 REG-REQ 메시지의 예를 나타낸다.

```

Registration Request (REG-REQ)
  MPM Type 6 => REG-REQ
  * SS Secondary Management Support TLV (2, 1 byte(s), 0 => False)
  * IP Management Support TLV (3, 1 byte(s), 0 => False)
  * Number of uplink transport CIDs supported TLV (6, 2 byte(s), 5)
  * Handover supported TLV (27, 1 byte(s), Compound)
  * Mobility Features Supported TLV (31, 1 byte(s), Compound)
  * Classification, PHS Options, SDU Encapsulation Support TLV (7, 2 byte(s), 0)
  * Maximum Number of Classifiers TLV (8, 2 byte(s), 32)
  * PHS Support TLV (9, 1 byte(s), 0 => No PHS Support)
  * ARQ Support TLV (10, 1 byte(s), Compound)
  * Number of downlink transport CIDs supported TLV (15, 2 byte(s), 5)
  * Maximum MAC Data per Frame Support TLV (20, 8 byte(s), Compound)
  * Packing Support TLV (21, 1 byte(s), Compound)
  * Maximum number of bursts transmitted concurrently to the MS TLV (23, 1 byte(s), 4096)
  * Idle Mode Timeout TLV (37, 2 byte(s), 4096 s)
  * ARQ-ACK Type TLV (40, 1 byte(s), Compound)
  * MAC Header and Extended Subheader Support TLV (43, 3 byte(s), Compound)
  * Unknown TLV TLV (141, 13 byte(s), 00 80 00 00 02 21 FD 98 F8 2A 60 3B 62 )
    
```

(그림 3) REG-REQ 메시지의 예

REG-REQ 메시지가 표시하는 정보는 크게 점대다중점 모드에서 필요한 정보, 초기 네트워크 접속에 필요한 정보, 선택 정보로 분류할 수 있다.

점대다중점 모드에서 필요한 정보는 단말 관리 지원 (type 2), 단말 관리 모드 (type 3), 상향링크 지원 CID의 수 (type 6), 하향링크 지원 CID의 수 (type 15)이다. Type 2는 별도의 이차적인 연결을 설정하여 IP 프로토콜로 단말 관리 여부를 표시한다. Type 2의 값 "1"이면 단말 관리를 위한 이차적인 연결이 있고, "0"은 단말 관리를 위한 이차적인 연결이 없는 것을 나타낸다. Type 3은 사업자가 IP 기반으로 단말 진행 상태의 관리 여부를 표시하며, "1"은 IP 관리 모드를 나타내고, "0"은 비관리모드를 나타낸다. Type 6, type 15는 상향링크와 하향링크에서 지원 가능한 CID 수를 표시한다.

초기 네트워크 접속에 필요한 REG-REQ 정보는 '핸드오버 지원'과 '이동성 기능 지원'정보이다.

핸드오버 지원 정보 (type 27)는 단말과 기지국이 지원하는 핸드오버의 종류를 표시한다. Type 27정보의 Bit #0을 "1"로 설정하면 IEEE 802.16 네트워크에서 소프트 핸드오버를 지원하며, 다른 핸드오버 방법은 무시된다. 소프트 핸드오버를 위한 MDHO (Macro Diversity HandOver)와 FBSS (Fast BS Switching)방법이 있다. Bit #1을 "1"로 설정하면 기지국에서 모니터링하는 맵 정보의 지원을 받아 하향 무선 신호를 컴바이닝하여 소프트핸드오버를 수행한다. Bit #2를 "1"로 설정하면 기지국에서 모니터링하는 하나의 맵 정보의 지원을 받아 하향 신호를 소프트 컴바이닝하여 MDHO를 수행한다. Bit #3을 "1"로 설정하면 기지국에서 모니터링하는 맵 정보의 지원을 받아 하향 신호를 소프트 컴바이닝하여 MDHO를 수행한다. Bit #4를 "1"로 설정하면 상향 링크 다중 전송을 수행한다.

이동성 기능 지원 정보 (type 31)는 핸드오버의 지원, 슬립 모드와 아이들 모드의 지원을 표시한다. Bit #0을 "1"로 설정하면 핸드오버의 지원을 표시하고, Bit #1을 "1"로 설정하면 슬립모드, Bit #2를 "1"로 설정하면 아이들 모드를 지원한다.

선택정보는 부가적인 단말의 처리 능력과 수렴부계층 능력 등을 표시한다.

부가적인 단말의 처리 능력은 ARQ의 지원 (type 10), 서비스 플로우의 처리 수 (type 11), MAC CRC 처리 (type 12), MAC 흐름제어 (type 13), 멀티캐스트 폴링 그룹 수 (type 14), PKM 흐름제어 (type 15), 인증 정책 지원 (type 16), 보안 결합 최대 수 (type 17)등이다.

```

Classification, PHS Options, SDU Encapsulation Support TLV (7, 2 byte(s), Compound)
  Type 7
  Length 2 byte(s)
  Reserved OK
  Packet, IP (v4 or v6) with ECRTTP header compression 0 => False
  Packet, IP (v4 or v6) with ROHC header compression 0 => False
  Packet, IEEE 802.3/Ethernet (with optional IEEE 802.1Q VLAN tags) and ECRTTP 0 => True
  Packet, IEEE 802.3/Ethernet (with optional IEEE 802.1Q VLAN tags) and ROHC header compression 0 => True
  IPv6 over 802.1Q VLAN 1 => True
  IPv4 over 802.1Q VLAN 1 => True
  IPv6 over 802.3/Ethernet 1 => True
  IPv4 over 802.3/Ethernet 1 => True
  802.1Q VLAN 1 => True
  802.3/Ethernet 1 => True
  IPv6 1 => True
  IPv4 1 => True
  ATM 0 => False
    
```

(그림 4) REG-REQ 메시지의 수렴부계층 정보의 예

(그림 4)는 REG-REQ 메시지의 수렴부계층 정보 (type 7)

의 예를 보여주고 있으며, IPv6 패킷과 관련된 수렴부계층은 IPv6, Ethernet 상에서 IPv6, VLAN 상에서 IPv6로 분류할 수 있다.

2. 데이터 평면의 IPv6 수렴부계층

가. IPv6 수렴부계층

IPv6 수렴부계층을 이용하여 데이터를 전달하기 위해서는 REG-REQ 메시지의 수렴부계층 정보 (type 7)의 비트#2를 1로 설정한다. IEEE 802.16 링크 계층 프레임의 IPv6 페이로드 (그림 5)와 같이 나타낼 수 있다. IPv6 헤더는 RFC 2460과 같이 구성된다[5].

48비트	IPv6 패킷(가변)		32비트
802.16헤더	IPv6 헤더	데이터	CRC

(그림 5) IPv6 수렴부계층 데이터 전송

나. Ethernet상의 IPv6 수렴부계층

Ethernet 프레임을 통한 IPv6 수렴부계층을 이용하여 데이터를 전달하기 위해서는 REG-REQ 메시지의 수렴부계층 정보 (type 7)의 비트#6를 1로 설정한다.

Ethernet 프레임을 통한 IPv6 수렴부계층은 (그림 6)과 같이 나타낼 수 있다. Ethernet 헤더는 (그림 7)과 같이 구성된다[6]. Ethernet 프레임의 페이로드는 Ethernet 헤더의 타입 (type) 값으로 구분한다[7]. Ethernet 프레임에서 IPv6 패킷을 전달하기 위한 타입 값은 16진수로 '86DD'를 사용한다.

Ethernet 프레임					
48비트	176비트	IPv6 패킷(가변)		32	32
802.16헤더	802.3 헤더	IPv6 헤더	데이터	FCS	CRC

(그림 6) Ethernet 상의 IPv6 수렴부계층 데이터 전송

56비트	8비트	48비트	48비트	16비트
Preamble	SFD	DA	SA	Type

(그림 7) Ethernet 헤더

다. VLAN상의 IPv6 수렴부계층

VLAN 프레임을 통한 IPv6 수렴부계층을 이용하여 데이터를 전달하기 위해서는 REG-REQ 메시지의 수렴부계층 정보 (type 7)의 비트#8을 1로 설정한다.

VLAN 프레임을 통한 IPv6 수렴부계층은 (그림 6)의 802.3 헤더 대신 (그림 8)과 같이 206비트로 구성된 VLAN 헤더를 이용한다[8]. VLAN 프레임에서도 IPv6 패킷을 전달하기 위한 타입 값은 16진수로 '86DD'를 사용한다.

56	8	48	48	16	3	1	12	16
Preamble	SFD	DA	SA	8100	UP	CFI	VID	Type

(그림 8) VLAN 헤더

IV. IEEE 802.16 수렴부계층의 멀티캐스트 방법

멀티캐스트는 수렴부계층에 따라 전달하는 방법이 다르다. IPv6 멀티캐스트 패킷을 전달하기 위해서는 IEEE 802.16 프레임에서 멀티캐스트를 이용하여 프레임을 전달하는 방법이 필요하며, IEEE 802.16 프레임은 CID를 이용하여 데이터를 전달하는 채널을 식별하므로 IPv6 멀티캐스트 주소와 CID 정보의 변환이 요구된다. IPv6 멀티캐스트 주소와 CID의 상호 변환 방법은 직접 변환 방법과 간접 변환 방법으로 분류할 수 있다. 직접 변환 방법은 IPv6, Ethernet 프레임을 통한 IPv6, VLAN 프레임을 통한 IPv6 수렴부계층에서 사용할 수 있으며, 간접 변환 방법은 Ethernet 프레임을 통한 IPv6, VLAN 프레임을 통한 IPv6 수렴부계층에서 사용할 수 있다.

1. 멀티캐스트 주소의 직접 변환 방법

멀티캐스트 주소의 직접 변환 방법은 (그림 5)에서 IPv6 헤더정보의 목적지 주소가 멀티캐스트인 경우, 802.16 헤더의 멀티캐스트 CID로 (그림 10)과 같이 변환하는 방법이다.

IPv6 멀티캐스트 주소는 (그림 9)와 같이 구성된다[9]. 멀티캐스트 주소는 처음 8비트가 '11111111'로 시작하고, 4비트로 구성되는 플래그와 멀티캐스트 범위 정보가 있다. 최상위 플래그 정보는 '0'으로 예약되어 사용하지 않고, R, P, T의 플래그가 정의되어 있다.

R (rendezvous point) 플래그 정보 '1'은 멀티캐스트 주소에 랑데부 포인트의 주소가 포함된 것을 나타내며, R 플래그를 '1'로 설정하면 P 플래그와 T 플래그도 반드시 '1'로 설정한다. R 플래그 정보 '0'은 멀티캐스트 주소에 랑데부 포인트가 없다는 것을 표시한다[11].

P (prefix) 비트의 플래그 정보 '1'은 멀티캐스트 주소가 프리픽스를 기반으로 할당된 것을 의미하고, '0'은 프리픽스와 무관하게 할당된 멀티캐스트 주소를 나타낸다. P 플래그 비트가 '1'로 설정된 경우, T 비트는 반드시 '1'로 설정한다[10].

T (transient) 플래그 비트의 정보 '1'은 영구적으로 할당되지 않은 멀티캐스트를 의미하고, '0'은 이미 잘 알려진 멀티캐스트 주소를 나타내며, 영구적으로 사용하는 것을 의미한다.

8	4	4	112 비트
FF	flags	scope	Multicast Group ID

(그림 9) IPv6 멀티캐스트 주소 구성

<표 2>는 IPv6 멀티캐스트 주소의 멀티캐스트의 범위를 표시한다. IEEE 802.16은 네트워크 구조에서 단말과 기지국에서 사용하는 기술이므로, 주로 랑데부 포인트를 구성하는 경우는 없다고 할 수 있다. 왜냐하면 랑데부 포인트는 멀티캐스트 그룹을 모아서 처리하는 기능을 수행하기 때문이다. 랑데부 포인트를 구성하는 경우에는 기지국에서 IP 백본망으로 연결하는 인터페이스에서 처리하는 방법이 가능하다. 따라서 플래그 정보를 멀티캐스트에서 반드시 이용할 필요성을 없다고 할 수 있다.

그러나, 멀티캐스트 범위 정보는 플래그 정보보다 중요하다. 멀티캐스트는 네트워크 제어와, 이용자의 데이터 전달에

모두 사용한다. 네트워크 제어는 [3]과 같이 링크 로컬에서 필요하고, 멀티캐스트 데이터의 전달은 IPv6 네트워크를 대상으로 사용하기 때문이다.

<표 2> IPv6 멀티캐스트 범위 정보

값	멀티캐스트 범위	값	멀티캐스트 범위
1 (0001)	Interface-local	2 (0010)	Link local
4 (0100)	Admin-local	5 (0101)	Site-local
8 (1000)	Organization-local	E (1110)	Global

(그림 10)은 IPv6 멀티캐스트 주소를 IEEE 802.16 CID 정보로 변환할 때, CID 정보를 구성하는 방법을 나타낸다. <표 1>에서 멀티캐스트에 이용하는 데이터 전달을 위한 CID는 FE A0 ~ FE FE를 사용한다. 그러므로 CID의 처음 8비트는 '1111 1110 (FE)'로 시작한다. 나머지 8비트의 정보 A0~FE를 멀티캐스트로 사용하기 위해서는 멀티캐스트의 범위 정보가 '1010(A)~1111(F)'이어야 한다. 따라서 4비트의 범위정보는 첫번째 비트를 '1'로 설정하여 '1XXX' 범위에서 사용한다. 나머지 4비트는 112비트의 멀티캐스트 그룹 식별 정보의 하위 4비트를 이용한다.

8	4	4
FE	scope	Multicast Group ID

(그림 10) IPv6 멀티캐스트 주소 CID 직접 변환

2. 멀티캐스트 주소의 간접 변환 방법

멀티캐스트 주소의 간접 변환 방법은 (그림 6)에서 Ethernet이나 VLAN을 통하여 IPv6 헤더정보의 목적지 주소가 멀티캐스트인 경우, 802.16 헤더의 멀티캐스트 CID로 변환하는 방법이다. 간접 변환 방법은 두 단계의 주소 변환을 수행한다. 첫번째 단계는 IPv6 멀티캐스트 주소를 48비트의 Ethernet의 멀티캐스트 주소로 (그림 11)과 같이 변환한다 [12]. 16진수 3333은 MAC 주소의 멀티캐스트를 나타내고, 멀티캐스트 그룹 정보 32비트는 IPv6 그룹 주소의 하위 32비트를 이용하여 구성한다. 이 정보는 (그림 7)의 목적지 주소 (DA: Destination Address)로 사용한다.

16	32
0011 0011 0011 0011	802.3 Multicast Group ID

(그림 11) MAC 멀티캐스트 주소

두 번째 단계는 48비트의 멀티캐스트 MAC 주소를 16비트의 CID로 (그림 12)와 같이 변환한다. 이 경우에도 직접 변환과 같은 방법으로 CID의 처음 8비트는 '1111 1110 (FE)'로 시작한다. 나머지 8비트의 정보 A0~FE를 멀티캐스트로 사용하기 위해서 2비트를 '11'로 설정하고 나머지 6비트는 32비트의 멀티캐스트 그룹 식별 정보의 하위 6비트를 이용하거나, 3비트를 '101'로 설정하고 나머지 5비트를 32비트의 멀티캐스트 그룹 식별 정보의 하위 5비트를 이용하여 변환한다.

이 방법은 8비트의 정보를 A0~FE로 사용하기 위해서는 상위 2비트가 '11'인 경우와, 상위 3비트가 '101'인 경우이기 때

문이다. 따라서, (그림 12)의 두 가지 방법을 모두 구현할 수도 있고, 두 가지 방법중 한 방법만 구현할 수 있다. 한가지 방법만 사용하는 경우에는 상위 2비트가 '11'인 경우가 상위 3비트가 '101'인 경우이기 더 많은 멀티캐스트 채널을 제공한다. CID의 멀티캐스트 그룹 하위 8비트를 '11'과 '101' 모두 구현하는 경우에는 한 방법만 구현하는 경우에 비하여 멀티캐스트 채널을 더욱 확보할 수 있는 장점이 있다.

8	2	6
FE	11	Multicast Group ID

8	3	5
FE	101	Multicast Group ID

(그림 12) MAC 멀티캐스트 주소 CID 변환

V. 결론

본 논문은 IEEE 802.16 네트워크에서 IPv6 패킷과 관련된 수렴부계층을 중심으로 멀티캐스트 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 IPv6 멀티캐스트 주소와 IEEE 802.16 CID의 직접 변환 방법과 간접변환 방법으로 구분할 수 있다. 직접 변환 방법은 순수한 IPv6 패킷을 IEEE 802.16 프레임에 전달하는 경우와 Ethernet이나 VLAN에서 IPv6 패킷을 전달하는 경우에 사용할 수 있다. 간접 변환 방법은 Ethernet이나 VLAN에서 IPv6 패킷을 멀티캐스트로 전달하기 위해, IPv6 주소와 MAC 주소변환과 MAC 주소와 CID 변환의 두 단계의 주소 변환을 수행한다.

IEEE 802.16 네트워크의 멀티캐스트 방법은 단말과 기지국의 무선 자원을 효율적으로 이용하여 제어 평면과 데이터 평면에서 [3], [4] 등의 기존 기술을 이용할 수 있도록 한다. 또한 멀티캐스트 응용서비스를 제공하기 위한 기반 기술로 사용할 수 있다.

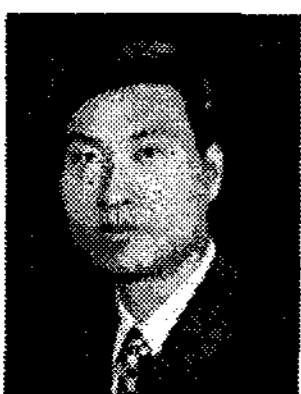
참고문헌

- [1] IEEE Std 802.16e-2004, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks - Part16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems, October 2004
- [2] Basavaraj Patil, Frank Xia, Behcet Sarikaya, JH. Choi, Syam Madanapalli, "IPv6 Over the IP Specific part of the Packet Convergence sublayer in 802.16 Networks" *draft-ietf-16ng-ipv6-over-ipv6cs-09 (work in progress)*, April 2007.
- [3] T. Narten, E. Nordmark, W. Simpson, "Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6)", *IETF RFC 2461*, December 1998
- [4] David C. Plummer, "An Ethernet Address Resolution Protocol or Converting Network Protocol Addresses to 48.bit Ethernet Address for Transmission on Ethernet Hardware", *IETF RFC826*, November 1982
- [5] S. Deering, R. Hinden, "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification", *IETF RFC 2460*, December 1998
- [6] IEEE Std 802.3-2002, IEEE Standard for Information technology-, Telecommunications and information ex-

change between systems-, Local and metropolitan area networks-, Specific requirements Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications, March 2002

[7] ETHER types, IANA, <http://www.iana.org/assignments/ethernet-numbers>
 [8] IEEE Std 802.1Q-2003, IEEE Standards for Local and metropolitan area networks, Virtual Bridged Local Area Networks, May 2003, pp82-89
 [9] R. Hinden, S. Deering, "IP Version 6 Addressing Architecture", *IETF RFC 4291*, February 2006
 [10] B. Haberman, D. Thaler, "Unicast-Prefix-based IPv6 Multicast Addresses", *IETF RFC 3306*, August 2002

[11] P. Savola, B. Haberman, "Embedding the Rendezvous Point (RP) Address in an IPv6 Multicast Address", *IETF RFC 3956*, November 2004
 [12] M. Crawford, "Transmission of IPv6 Packets over Ethernet Networks", *IETF RFC 2464*, December 1998
 [13] IEEE Std 802.16e-2005, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks - Part16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems - Amendment 2: Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands and Corrigendum 1, February 2006
 [14] S. Madanapalli, Soohong D. Park, S. Chakrabarti, "Transmission of IPv4 packets over IEEE 802.16's IP Convergence Sublayer", *draft-ietf-16ng-ipv4-over-802-dot-16-ipc-00.txt (work in progress)*, May 2007.



김상연

1987.02 원광대학교 전자공학과 (학사)
 1992.02 한양대학교 산업대학원 전자통신공학과 (석사)
 2007.08 충남대학교 대학원 정보통신공학과 (박사)

1993.11 - 현재 KT 인프라연구소 무선인터넷개발담당 책임
 관심분야: IPv6, 휴대인터넷, IP 네트워크 설계, 이동성 기술 등



진종삼

1986.02 경북대학교 전자공학과 (학사)
 1988.02 경북대학교 대학원 전자공학과 (석사)
 1988.03 - 현재 KT 인프라연구소 무선인터넷개발담당 수석
 관심분야: 휴대인터넷, Mobile IPv6, 응용 솔루션 기획 등 임



윤주영

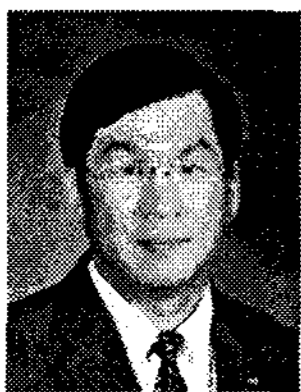
2000.02 연세대학교 기전공학부 (학사)
 2003.08 (주)나노트로닉스 연구원
 2006.05 USC 컴퓨터공학과 (석사)
 2006.12 - 현재 KT 인프라연구소 선임연구원
 관심분야: 휴대인터넷 기술 등 임



이성춘

1982.02 서울대학교 전자공학과 (학사)
 1984.02 서울대학교 대학원 전자공학과 (석사)
 2001.08 서울대학교 대학원 전자공학과 (박사)

1985.05- 현재 KT 인프라연구소 무선인터넷개발담당 상무
 관심분야: 초고속 무선송수신 기술, Mobile WIMAX (Wi-BRO) 기술, 이동통신 기술, 무선망설계 기술 등



이상홍

1980.08 경북대학교 전자공학과 (학사)
 1989.08 연세대학교 대학원 전자계산공학과 (석사)
 1997.02 성균관대학교 대학원 정보공학과 (박사)
 1984.01 - 현재 KT 인프라연구소장
 관심분야: 기술 경영