

# IEEE 802.16e에서 소프트 핸드오프 지원 방안

정희원 한종수\*, 박주희\*\*, 이준혁\*\*\*, 윤찬영\*, 오영환\*

## A Scheme of Supporting a Soft Handoff for IEEE 802.16e

Jong-soo Han\*, Ju-hee Park\*\*, Joon-hyuk Lee\*\*\*, Chan-young Yun\*, Young-hwan Oh\*

*Regular Member*

### 요약

무선 인터넷의 급속한 성장에 따라 사용영역과 그 범위가 점차 확대되고 있으며, 사용자들은 멀티미디어 · 동화상 등 점차 많은 대역폭을 요구하는 서비스를 원하고 있다 현재 사용 중인 이동통신 단말기로 다양한 멀티미디어 서비스를 지원하기에는 한계가 있다 다양한 콘텐츠를 지원할 수 있는 유선 인터넷 서비스와 유사한 IEEE 802.11 무선 LAN (Local Area Network)에 핸드오프까지 고려하여 설계한 광대역 무선 접속 (Broadband Wireless Access) 시스템인 IEEE 802.16 무선 MAN (Metropolitan Area Network)시스템이 제안되었다. 특히 IEEE 802.16의 TG (Task Group)e 에서는 BS (Base Station) 혹은 섹터(sector) 단위의 상위 계층 핸드오프의 지원과 MAC에서의 핸드오프를 지원하는 것에 대한 논의가 진행중이지만, 세부적인 방안은 나오지 않고 있다. 본 논문은 이동 통신 망인 cdma2000 1x EV-DO (EVolution Data Only) 네트워크를 이용하여 IEEE 802.16e에서 BS간의 소프트 핸드오프를 지원하기 위한 네트워크 모델을 제안한다 이 모델에서는 MC(Mobility Controller)에 각 BS의 MA를 관리하는 기능을 추가하여 소프트 핸드오프를 지원하고자 한다 제안하는 네트워크 모델은 기존의 시스템을 그대로 활용할 수 있고, 다양한 무선 인터넷 멀티미디어 서비스를 이용할 수 있다

Key Words IEEE 802.16e, Soft Handoff

### ABSTRACT

The rapid growth of the mobile Internet has enabled its application area to expand, and its users want services that require more bandwidth for multimedia services There are limits to support the various multimedia service to mobile station provided by existing mobile communications The wireless MAN called the IEEE 802.16 Broadband Wireless Access systems which the IEEE 802.11 wireless LAN is similar to wireline Internet service being able to support a various contents is used and is designed to consider a handoff is studying Especially, TG(Task Group)e of IEEE 802.16 is in progress discussion to support a handoff to higher layer using BS(Base Station) or unit of sector, to MAC Yet a scheme is not detail This thesis proposes the network model for IEEE 802.16e to support a soft handoff between BSs to use a mobile communication network called cdma2000 1x EV-DO network The proposed network model supports soft handoff to add a management skill in MA of each BS for MC(Mobility Controller) The proposed network model has merits that is able to apply existing systems as it is and that is able to use a various multimedia service, when using a wireless Internet

### 1. 서론

최근 노트북과 PDA를 이용한 무선 인터넷의 활성화

화로 많은 이용자들은 언제 어디서나 인터넷을 사용할 수 있게 되었다. 또한 사업자들의 다양한 콘텐츠를 개발로 다양한 정보를 유선 인터넷과 유사하게 사용

\* 광운대학교 전자통신공학과 (jshan@kw.ac.kr), \*\* 삼육간호보건대학 의료정보시스템과, \*\*\*한국정보통신기술대학 정보통신설비과  
논문번호 #040068-0209, 접수일자 2004년 2월 9일

될 수 있다. 특히 다양한 멀티미디어 서비스를 지원함에 따라 많은 사용자들의 무선 인터넷의 사용은 더욱 증가하는 추세다[1]

이로 인한 영상전화, 주문형 비디오 등의 실시간 멀티미디어 트래픽의 증가와 이동시에도 사용하고자 하는 경우, 현재 사용되고 있는 IEEE 802.11 무선 LAN 서비스는 AP를 계속 설치해야 한다는 점과 이용자의 증가에 따른 지속적인 서비스를 할 수 없는 한계가 있다 따라서 이러한 실시간을 요구하는 멀티미디어 트래픽을 처리해 주기 위한 서비스의 하나로 셀 이동 중에 끊김 없이 계속 전송할 수 있는 기술에 대해서 계속 논의되고 있다[2]

이에 IEEE위원회에서는 IEEE 802.16이라는 광대역 무선접속의 하나로 무선 MAN에 대한 기술을 연구하고 있다 기존 IEEE 802.11 무선 랜의 MAC (Medium Access Control)과 LLC (Logical Link Control)에 대한 기본적인 제반 사항들은 그대로 이용하며, 핸드오프까지 지원할 수 있는 기술에 대한 Air Interface와 MAC 부분의 기본적인 표준은 2001년에 완성되었다[3]. 아직 세부적인 기술에 대해서는 표준화가 논의 중이다 그 중 MSS (Mobile Subscriber Station)의 핸드오프 기술에 대한 표준은 TGe에서 논의되고 있다[4][5]

TGe에서는 BS 혹은 섹터 단위의 상위 계층 핸드오프의 지원과 MAC에서의 핸드오프를 지원하는 것을 목적으로 한다 두 방안에서 모두 Mobile IP 환경에 대해 고려하고 있으며, 가장 활발히 논의 중인 방안으로는 Ad-hoc 개념을 이용한 핸드오프 기술이다. 하지만 이에 대한 세부적인 방안은 나오지 않고 있다 [6~9].

본 논문은 IEEE 802.16 무선 MAN 시스템의 핸드오프를 지원하기 위해 cdma2000 1x EV-DO 시스템에서 데이터 트래픽을 처리하는 장비인 PCF (Packet Control Function)에 현재 사용하지 않는 Packet Bus를 사용하여, 무선 MAN에서의 데이터 서비스에 활용해서 BS간의 핸드오프를 지원하고자 한다 따라서 기존에 설치되어 있는 장비에 사용하지 않는 부분을 활용할 수 있다는 점과 무선 MAN 시스템을 위한 네트워크를 다시 구성하지 않아도 된다는 장점이 있다 본 논문은 2장에서 IEEE 802.16 wireless MAN 시스템의 MAC 부분과 현재 논의중인 핸드오프 방안에 대해서 살펴본다. 3장에서는 본 논문에서 제안하고자 하는 핸드오프 지원에 대한 구체적인 방안을 제시하고, 4장에서는 본 논문이 제안하고 있는 방안의 성능을 평가한 후에 5장에서 결론을 맺기로 한다

## 2. IEEE 802.16e 시스템 개요

### 2.1 MAC CS (service specific convergence sublayer)

그림 1은 IEEE 802.16 표준의 프로토콜 계층화와 SAP (Service Access Point)에 대한 참조모델과 범위를 나타내고 있다.

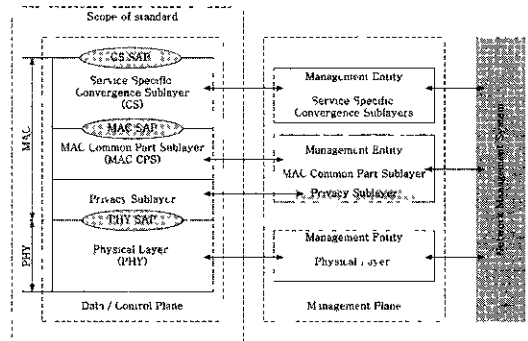


그림 1 IEEE 802.16 프로토콜 계층화와 SAPs

IEEE 802.16 CS는 CS SAP를 통하여 수신된 외부 네트워크 데이터를 MAC SDU (Service Data Unit)에 전이 또는 mapping을 제공하며, ATM convergence sublayer와 packet convergence sublayer로 정의된다. 이들은 각각 ATM 서비스와 IPv4, IPv6, 이더넷, VLAN(Virtual Local Area Networks)과 같은 패킷 서비스를 위해 정의된다 CS는 상위 레이어 PDU(Protocol Data Unit)의 수락과 분류, 적당한 MAC SAP에 CS PDU의 전달 등의 기본적인 기능을 수행하고 서비스 형태에 따라 달라진다. 이러한 기본적인 기능 이외에 PHS(Payload Header Suppression)와 재구성 같은 기능들을 수행한다.

### 2.2 제안되고 있는 핸드오프 지원 방안

핸드오프에 대한 관련 표준은 IEEE 802.16 위원회 산하 TGe에서 진행 중이다. 아래의 내용들은 현재 논의되고 있는 드래프트 문서를 정리해 놓은 것이다 TGe에서는 IEEE 802.16a의 표준안을 중심으로 표준화 작업을 진행하고 있다. TGe에서 만든 표준안은 2~11GHz 주파수 대역을 사용하는 것으로 기존의 IEEE 802.11a와 11b를 흡수해서 운영할 수 있다는 장점이 있기 때문에 무선 MAN 시스템을 구성시에 기존의 IEEE 802.11 네트워크를 갱신해서 사용할 수

있다.

논의 중인 드래프트 문서에서는 여러 가지를 정의하고 있다. MSS에 서비스는 Home IP network identification과 무선통신에서의 QoS 파라미터로써 정의한다. Home IP network identification은 MSS가 속하는 IP 네트워크를 지정하는 것으로, 하나의 BS로부터 하나 이상의 BS로 MS가 로밍되는 경우, 패킷 CS의 맨 위에 위치한 IP stack은 여전히 Home IP 네트워크에 있는 것처럼 운영할 수 있게 NAI (Network Access Identification)을 부여하는 것을 의미한다. 무선통신에서의 QoS 파라미터는 물리계층의 QoS를 나타낼 수 있는 파라미터로써 RSSI (Receive Signal Strength Indicator)나 SNR (Signal to Noise Ratio)과 같은 파라미터를 정의한다.

이동 무선 통신을 지원하는 네트워크 기능들은 MC에 위치하게 되며, MC는 하나의 BS 혹은 BS set에서 서비스한다. MC는 BS를 총괄하며 독립적으로 운영된다. MC는 BS에서 사용하는 모든 프로토콜과 혼용이 가능하다. 논의 중인 방안은 물리계층의 파라미터들을 측정하여 그 결과값을 가지고 핸드오프를 결정하게 된다. 그 결정을 위한 물리계층의 파라미터들에 대한 정의를 살펴보면, Vacation Period는 inter-frequency 측정과 활동상태에 있는 전체 MSS에서 프레임 기간동안 BS 영역인 셀을 고려하지 않고 인접하고 있는 BS로부터 다운링크 전송을 받기 위해 노력하는 기간을 정의한다. 새로운 BS는 MSS와 BS사이 스케줄링은 되었으나, 데이터가 송수신 할 수 없는 경우에는 MSS에서 Vacation Period를 결정해야 한다. Vacation Period에 대한 정보는 MSS에서 전송되고, Vacation Period는 일정한 프레임동안 계속 된다. Visited BS에서는 방문자 집단에 MAINT 전송 기회(TO)를 할당한다. MSS가 BS를 방문하는 동안 측정된 파라미터의 리스트를 TBD라고 하며, 이것을 이용해서 물리계층에 대한 데이터를 관리한다. 이 TBD 리스트는 물리계층 파라미터들과 Visited BS에서 서비스 사용 가능도와 같은 시스템 파라미터를 포함하고 있으며, 측정 결과들은 serving BS에 전송된다. serving BS는 MC와 다른 BS와 같이 이 정보를 공유한다.

이러한 과정을 거친 후에 TBD 리스트를 보다 효율적으로 관리하기 위해 그림 2와 같이 현재 서비스 받는 MSS를 고려하여 Detected, Monitored, Selected, Associated and Active Sets of Neighbor BSs 라는 5개의 BS로 분류하여 관리한다. 각 MSS에서 Neighbor BSs를 일정한 scanning interval 동안 발견

되는 BS를 Detected BS로 정의를 하고, 이러한 Detected BS에서 기본적인 BS 상태 정보를 수동적인 측정을 통해 얻으면 Monitored BSs로 정의한다. 또한 Monitored BSs의 부분 집합으로 연결 시도를 수행한 BS는 Selected BS라고 정의하며, 이러한 Selected BS 중에 실제로 연결이 된 BS는 Associated BS로 정의한다. 이 때 연결은 근접한 AUs (Access Units)의 제한된 숫자에 의해 수행된다. 이런 일련의 과정을 수행하여 핸드오프가 끝나면 BS는 serving 된다.

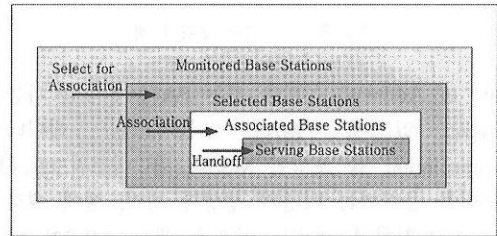


그림 2. 이웃한 BS들의 집합

각 Selected BS를 방문하는 과정은 MSS의 IEEE 802.16 네트워크 전체 연결 과정과 유사하게 수행된다. Serving BS는 MSS로부터 받은 물리 계층 측정 정보와 연결 정보를 모아서, MSS로부터 받은 신호에 대한 측정을 수행하며, 다른 BS에서 MSS의 핸드오프를 결정하면 그 결정에 따라 핸드오프를 수행한다.

TGe에서는 Mobile IP를 사용한 핸드오프를 전제로 하는 네트워크 모델은 그림 3과 같다. MC가 하나의 HA (Home Agent)로써 역할을 담당하고 있으며, 각각의 BS는 FA (Foreign Agent) 역할을 한다. 각 백본 네트워크 운영자는 각각의 ASA 서버를 됴으로써 각각의 네트워크에서 사용자에게 대한 인증을 하며, 각각의 백본 네트워크는 게이트 웨이를 사용하여 연결한다. 따라서 백본 네트워크가 같은 곳에서 핸드오프가 발생하면 이에 대한 등록과 메시지의 송수신은 빠르나, 백본 네트워크가 바뀌게 되면 ASA 서버에서 인증을 다시 받아야 하고 게이트 웨이를 거쳐야 함으로 많은 등록 지연이 발생하며 전송 중인 데이터를 잃을 수 있는 확률도 높게 된다.

BS의 프로토콜 스택은 그림 4와 같다. 여기서 Ad-hoc 이동성을 지원하기 위한 계층인 MA는 IEEE 802.16 표준에서는 정의되지 않았던 것으로 TGe에서 핸드오프와 로밍이라는 이동성을 지원하기 위해 추가된 프로토콜 스택의 하나으로써, Mobile IP에서 COA

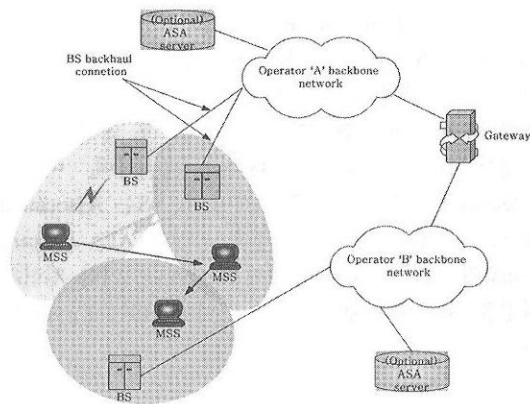


그림 3. 네트워크 모델의 예

(Care of Address) 동작을 하는 FA와 유사한 기능을 가지고 있으며, MA는 들어오는 데이터의 de-capsulation 을 포함한 MSS의 홈 네트워크로부터 데이터를 운반하는 터널의 생성과 제거, 셀에 새로운 MSS가 도착하면 새로운 연결을 생성, MSS가 떠난 후에 연결과 분류 삭제와 같은 MC와 CS 간에 통신을 해주는 기능을 가지고 있다.

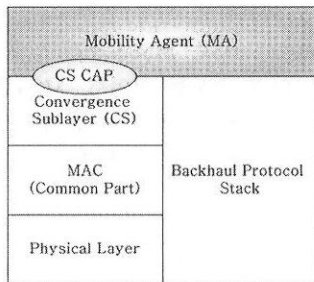


그림 4. BS 프로토콜 스택

그림 5는 핸드오프가 발생해서 진행되는 동안의 제어 정보가 Inter-BS 통신으로 MA에 있는 정보를 진행 하고자 하는 셀을 관리하는 BS에 보내주게 된다. 이때 이 정보를 받은 BS는 ASA 서버에서 인증과 서비스 권한을 부여 받게 된다. 핸드오프에 대한 제어 정보를 주고 받는 단계가 종료되면 데이터를 주고 받게 된다.

2.3 제안되고 있는 방안에서의 언급되지 않은 부분

앞에서 본 바와 같이 IEEE 802.16 TGe에서는 BS의 프로토콜 스택에 MA를 추가 함으로써 MSS의 핸드오프와 로밍이라는 이동성을 보장하고자 한다. 하지만 논의되고 있는 방안은 Ad-hoc 네트워크인 무선

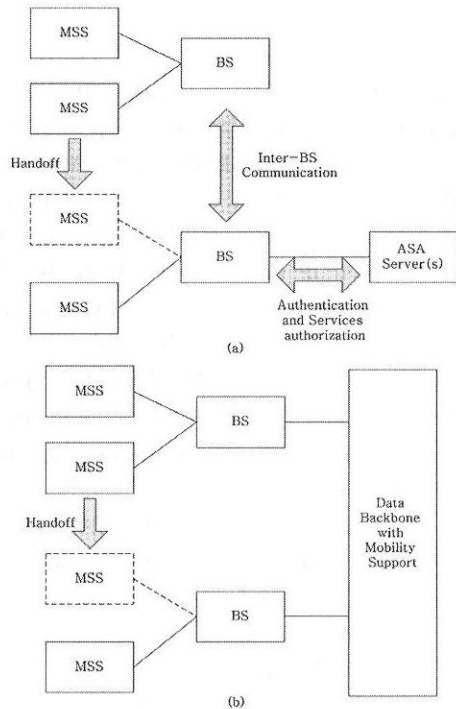


그림 5. 네트워크 구조와 핸드오프 (a) 제어단계 (b) 데이터단계

랜에서의 MSS와 AP와의 연결은 TCP/IP 네트워크 구조로써 인터넷을 사용하기 위한 네트워크이다. 따라서 Ad-hoc 개념을 이용하여 이에 따른 인접한 셀로의 핸드오프나 로밍, 그리고 그 이상의 로밍을 MA에서 지원할 수는 있으나, 백본 네트워크가 다른 BS간에 핸드오프가 발생하게 되면 데이터 송수신 중간에 다시 ASA서버로부터 사용자에 대한 인증을 받아야 하고 중간에 게이트 웨이를 경유하여 터널링을 해주게 됨으로 핸드오프 개념이 아닌 로밍 개념으로 접근하게 되어 멀티미디어 실시간 서비스는 불가능하다. 그리고 핸드오프에 대한 구체적인 부분에 대해서는 논의되지 않고 있으며, 단지 MA에서 관리하는 TBD 정보 리스트는 핸드오프를 지원하기 위한 초기 데이터로만 이용하는 것에 대해 논의되고 있다.

또한 현재 논의중인 방안을 이용할 경우 BS내의 AP간에 이동하는 소프트(soft) 핸드오프 개념으로는 좋은 방안이 될 수 있으나, BS간에 이동하는 소프트 핸드오프에 대한 방안이라고 하기에는 부족하다. 논의 중인 방안에서는 MC가 게이트 웨이 역할을 동시에 수행해야 하지만, 자신이 관리하고 있는 BS에서 송수신되는 모든 데이터에 대해 필요시에 버퍼링 기능을 제공하고 경로를 설정하거나 재설정하는 역할을 해야

하는데, 게이트 웨이 역할까지 한다면 MC에 과도한 트래픽이 몰리는 과부하 현상이 발생한다. 또한 기존에 사용되고 있는 네트워크에 하드웨어나 소프트웨어적으로 기능을 추가함으로써 핸드오프를 지원할 것인지, IEEE 802.16e 시스템에 부합하는 새로운 네트워크를 설계할 것인지에 대한 세부적인 내용에 대해서도 논의가 되지 않고 있으며, 단지 Mobile IP를 사용한다는 것과 IPv4, IPv6, VoIP 등을 지원할 수 있다는 포괄적인 내용들만 논의하고 있다.

### 3. 제안하는 방안

#### 3.1 제안하는 네트워크 모델

IEEE 802.16e에서 소프트 핸드오프를 지원해 줄 수 있는 네트워크 모델을 제안하고자 한다. 네트워크 모델은 기존에 사용하고 있는 IEEE 802.11을 무선 LAN과 cdma2000 1x EV-DO 네트워크를 이용하여 IEEE 802.16e 네트워크를 구성하고자 한다. 이를 위해서 기존의 두 네트워크 간의 연결 프로토콜과 이를 지원할 수 있는 장비가 필요하다.

cdma2000 1x EV-DO 시스템은 PPP (Point to Point Protocol)를 사용하여 데이터를 교환하지만, IEEE 802.16 무선 MAN에서 이더넷 데이터 서비스를 하기 위해서 PPP를 사용한다는 것은 무선 자원의 낭비가 발생하므로, PPPoE (Point-to-Point Over Ethernet)를 사용해서 Mobile IP를 지원하며, 데이터를 교환할 수 있게 한다. IEEE 802.16e 네트워크에서 핸드오프를 지원하기 위해서는 MSS부터 PDSN (Packet Data Serving Node)까지 Mobile IP를 사용하기 위한 초기 설정을 해야 한다. 이러한 Mobile IP를 지원하기 위한 PPPoE를 보면, PPPoE 세션은 먼저 데이터 링크에 대한 논리적인 제어 신호들을 주고 받는 LCP (Link Control Protocol)를 사용한다. 이 과정 후에 PPP IPCP (IP Control Protocol) 과정을 통해서 TCP/IP 헤더 압축을 가능하게 해주며, 이후에 PDSN에서 AAA (Authentication Authorization Accounting)과정을 수행한다. 이 과정이 종료되면 BS의 MA에 Agent Advertisement 메시지를 보낸다. 이를 받은 BS의 MA에서는 Mobile IP 등록 요구 메시지를 보내고 HA(Home Agent)로부터 등록 응답과 함께 NAI와 매핑 가능한 IP를 DHCP를 통해서 할당 받으며, 이 과정에서 각 BS의 MA는 NAI를 통해서 네트워크에 접속할 수 있는 ID를 하나 부여 받게 되고, 인증도 함께 받는다. 이러한 모든 정보들은 BS의 MA에서 관리하게 되며, MSS에서 무선 인터넷 서비

스 사용을 요구하면, BS의 MA부터 PCF까지 PPPoE로 접속하여 PDSN부터 BS까지 데이터를 주고 받을 수 있는 상태로 만들어 준다. 그 이하 단의 AP와 MSS에서는 BS와의 통신에서는 IEEE 802.16a 표준을 바탕으로 MSS가 PCF로부터 이더넷 데이터를 송수신한다.

이러한 PPPoE 부분을 설정해 주기 위해서는 cdma2000 1x EV-DO 시스템에 PCF장비의 내부 버스 중 하나를 이용한다. 이 PCF장비는 여러 가지 데이터를 처리하기 위해 사용되는 내부 버스가 존재하는데, PRI 버스와 팩킷 버스, TDM 버스, 이더넷 버스, RAS (Remote Access Service) 버스, 프레임 릴레이 버스, 그리고 Management 버스로 각각의 서비스를 지원한다. 그림 6은 PCF 장비에서 사용하고자 하는 팩킷 버스에 대한 이해를 돕고자 PCF를 사용하기 전에 사용하던 IWF 장비 내부의 bus 구조를 나타낸다. IWF 장비는 PCF로 진화되면서 이더넷 버스, RAS (Remote Access Service) 버스, 프레임 릴레이 버스라는 3가지의 버스 타입이 더 추가 되었다. 팩킷 버스는 PCF 내부에 존재는 하지만 cdma2000 1x EV-DO 시스템에서는 사용되지 않아 PPPoE 접속에 이용하여 데이터를 송수신 할 수 있다.

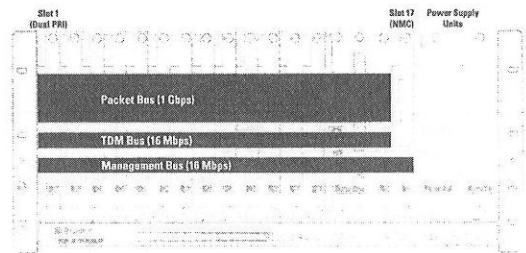


그림 6. IWF 내부 버스 구조

이러한 동작이 가능하게 해주는 프로토콜 참조 모델을 살펴보면, 제어 신호용 프로토콜 참조 모델과 사용자 데이터 신호용 프로토콜 참조 모델 두 가지가 있다. 제어 신호용 프로토콜에 대한 참조모델을 나타내는 그림 7에서 MSS는 물리계층인 Air Link를 통해서 데이터를 받게 되면, MAC과 LAC(Link Access Control)을 통해서 제어신호를 받게 되고, 이 신호는 PPPoE를 이용해서 IP계층과 UDP계층을 통해 Mobile IP 계층까지 올려주게 되며, 모든 프로토콜 계층이 존재한다. BS는 PDSN과 R-P 인터페이스를 통해서 신호를 교환하고 이에 대한 신호를 MSS에 Air Link를 이용해서 제어 신호를 보내게 된다. 이때 R-P 인터페이스 안에 들어가는 MAC과 LAC에서

LAC는 MA가 포함된다. HA는 PDSN과 동일한 프로토콜 스택을 가지고 있으며, PDSN은 MSS에서 사용하는 모든 프로토콜을 가지고 동작을 하게 된다. PDSN과 HA의 위에 IKE (Internet Key Exchange)는 AAA시에 사용되는 프로토콜이다.

Mobile IP			Mobile IP		IKE	IKE		Mobile IP
UDP			UDP		UDP	UDP		UDP
IP			IP	IP/IPsec	IP/IPsec		IP/IPsec	
PPPoE	PPPoE		PPPoE		PPPoE	Link Layer		Link Layer
LAC	LAC	R-P	R-P		R-P	PHY		
MAC	MAC		PHY		PHY	PHY		
Air Link	Air Link	PHY	PHY		PHY	PHY		PHY
MSS	BS/PCF		MC		PDSN		HA	

그림 7. 네트워크 참조 모델 (제어)

이러한 제어 프로토콜을 사용한 후에 실제 데이터를 송수신할 때는 그림 8과 같은 네트워크 참조 모델을 사용한다. 제어 신호에 대한 네트워크 참조 모델과 달리 실제 데이터를 송수신 하기 때문에 MSS는 IP 이상의 프로토콜 스택을 가지지 않는다.

IP			IP		IP/IPsec	IP/IPsec	IP	IP
PPPoE	PPPoE		PPPoE		PPPoE	Link Layer	Link Layer	Link Layer
LAC	LAC	R-P	R-P		R-P	Link Layer	Link Layer	Link Layer
MAC	MAC		PHY		PHY	PHY	PHY	PHY
Air Link	Air Link	PL	PL		PL	PL	PL	PL
MSS	BS/PCF		MC		PDSN		HA	
								End Host

그림 8. 네트워크 참조 모델 (데이터)

PCF에 Packet bus에 PPPoE를 동작하게 해주고 데이터를 주고 받을 수 있게 하기 위한 R-P 인터페이스 부분에 쓰이는 프로토콜은 A.11 프로토콜과 A.10 프로토콜로 구성되며, A.11 프로토콜은 데이터를 보내기 위한 데이터 링크를 설정 프로토콜이고, A.10 프로토콜은 A.11 프로토콜을 이용해서 설정된 연결을 유지하는 역할을 한다.

이러한 프로토콜 참조 모델과 PCF 장비의 패킷 버스를 이용하여 제안하는 네트워크 모델은 그림 9에서 나타내고 있으며, Ad-hoc Network이라고 되어 있는 부분은 AP와 MSS로 기존에 IEEE 802.11에 무선 LAN을 나타내며, 그 외에 다른 부분은 cdma2000 1x

EV-DO 시스템을 나타낸다. 그림에서 MS (Mobile Station)에서 BS를 거쳐 MSC (Mobile Switching Center)로 이어지는 부분은 기존의 CDMA 시스템의 음성 트래픽을 처리하는 부분이고, BS에서 PCF, PDSN으로 이어지는 부분은 cdma2000 1x EV-DO 시스템에서 무선 인터넷에 대한 데이터 처리를 담당하는 부분이다. 여기서 PDSN은 네트워크 접속 서버 기능과 Mobile IP에서 FA (Foreign Agent) 기능을 담당한다. RADIUS 서버는 AAA를 수행함으로써 사용자에게 대한 인증과 권한 부여 그리고 과금에 대한 것을 처리한다. 마지막으로 HA는 DHCP를 이용해서 MSS에 IP를 할당해 주며, 네트워크에 IP주소를 가지고 접속하게 도와준다.

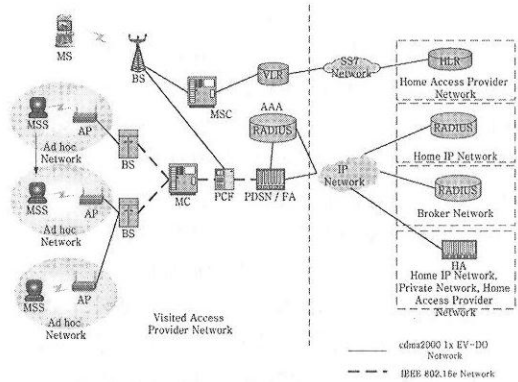


그림 9. 제안하는 네트워크 모델

### 3.2 소프트 핸드오프 모델

기존의 논의 중인 방안은 BS에 핸드오프 요구 메시지를 보내주고 이에 대한 응답을 받아서 데이터의 전송 경로에 대한 설정을 했지만, 본 논문에서의 제안은 MC까지 핸드오프 요구 메시지를 전송한다. 그림 10과 같이 MC는 MSS의 핸드오프 요구 메시지를 확인하면 MSS가 이동하려는 AP #3를 관리하는 BS #2의 TBD 리스트를 확인하고 이동하려는 MSS가 접속이 가능한지 확인한다. 이동이 가능하면 이에 대한 응답 메시지를 BS #1에 전송하고 MSS에 핸드오프 응답 메시지를 전송하여 BS #2에 접속하면 새로운 등록 절차 없이 바로 데이터를 송수신 할 수 있다. 하지만 접속할 수 있는 상태가 아니라면 MSS가 핸드오프를 완료하여 정상적으로 데이터를 송수신 할 수 있을 때까지 MC에서는 해당 MSS로 보내야 하는 데이터를 계속해서 버퍼링하므로 연결을 바로 끊고 신규호 접속을 할 수 있도록 한다. 이렇게 해서 MSS가 BS #2에 접속이 되면 A.10 프로토콜을 통해 데이터

를 송수신하며, 동시에 A.11 프로토콜을 진행한다. 해당 MSS에 대한 TBD 리스트는 MC에서 BS #2로 보내주기 때문에 이미 A.11 프로토콜에 관련된 데이터는 모두 가지고 있으므로, 신호와 같이 A.11 프로토콜을 이용해서 데이터를 주고 받을 수 있는 준비를 하지 않는다.

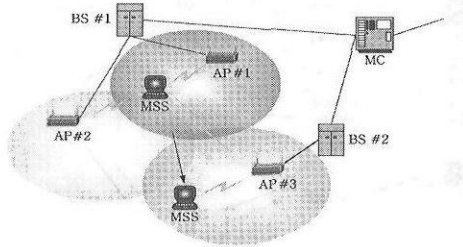


그림 10. 소프트 핸드오프 예제 모델

그림 11은 소프트 핸드오프에 대한 과정을 시간 도메인에서 나타내었다. MSS는 Frame(n)에서 핸드오프 요구 메시지를 AP #1에 송신하고 AP #1은 자신을 관리하고 있는 BS #1에 이러한 메시지를 보낸다. Frame(n+1)부터 Frame(n+3)에서는 메시지가 송수신되지 않고 이때 BS의 MA에서 MC로 핸드오프 요구 메시지를 보내고, MC에서는 BS #2로 핸드오프가 가능한지 자신이 관리하고 있는 BS #2의 MA에 대한 정보를 확인한다. 확인 후에 핸드오프가 가능하면 BS #2에 BS #1의 AP #1에서 관리하고 있던 MSS에 TBD 정보 리스트를 BS #2에 보내주게 되고 BS #2는 해당 AP #3에 이러한 정보를 보내준다. 이렇게 핸드오프에 대한 사전 준비 작업이 완료되면 Frame(n+4)에서 BS #1에 핸드오프 승인 메시지를 보내고 AP#1은 MSS에 이를 통보하고, 이에 대해서 BS의 MA에서는 AP #1으로 보내주던 경로를 AP#3로 바꿀 준비를 한다. AP #3에 MSS에 대한 TBD 리스트에 있는 모든 정보를 다 보내줌으로써 핸드오프에 대한 모든 준비를 종료하고, MSS가 AP #3에 접속하게 되면 정상적으로 데이터를 송수신 할 수 있도록 한다. 이러한 소프트 핸드오프에서는 MC에서 BS의 MA를 관리하며 주기적으로 각 BS의 MA에 있는 TBD 정보 리스트를 확인한다. 이렇게 하므로써 MC에서 BS의 MA에 대한 경로를 변경해 줌으로써 핸드오프 신호와 같이 제어신호에 따른 A.11 프로토콜을 사용하여 연결을 설정하지 않고 기존에 사용하고 있던 A.10을 사용하여 데이터를 받으면서 동시에 A.11 프로토콜을 사용하여 핸드오프 후에도 연결을 유지한다.

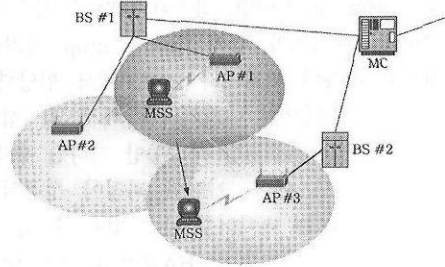


그림 11. 소프트 핸드오프 과정

## 4. 성능 평가 및 고찰

### 4.1 제안하는 방안의 성능 평가 모델링

먼저 신규 호에 대한 모델링을 통해 제안하고자 하는 네트워크 모델의 초기 등록시간에 대한 성능을 알아 보고자 한다. 초기 접속은 그림 12와 같이 모델링을 하였다. 먼저 MSS는 초기 접속을 위해 신호를 AP에 보내면 AP의 채널 관리기능을 하는 부분은 BS의 MA 안에 BS 전체를 관리하는 관리자에게 이러한 정보를 보내준다. MA의 AP 관리자는 이러한 신호에 대해 채널 사용 가능 여부를 AP관리자에게 보내주고, 사용할 수 있는 하나의 채널을 할당 받게 되면 AP에 링크 관리하는 부분으로 접속한다. 만약 할당 받지 못하면 Random한 타임 슬롯만큼을 기다린 후에 다시 AP 채널관리자에서 접속을 하게 된다. 이러한 과정을 거치고 나면 AP 링크 관리자는 BS 링크 관리자에 접속한다. BS 링크 관리자는 AP 채널 관리자에서 들어온 접속에 대한 정보를 BS의 MA에 위치한 BS 관리자에게 올려주고 BS의 MA에 접속이 가능한지 즉, PPPoE가 설정되어 있는지 혹은 설정되어 있다면 접속 신호를 보낸 MSS가 설정된 터널링을 통해서 데이터를 송수신할 수 있는지 확인하고, 만약 접속이 불가능하다는 신호가 들어오면 다시 랜덤한 시간을 대기한다. PPPoE를 이용할 수 있다는 신호가 들어오면 BS의 MA에 PPPoE를 이용해서 데이터를 송수신할 수 있는 상태로 만들어 준다. BS MA에 접속이 되면 이 정보는 BS 전체 관리자에 TBD정보 리스트를 업데이트하고, MC에 접속한다. 여기서는 별도의 정보를 업데이트 하거나 대기를 하지는 않으며, 일종의 다중화 역할을 해 주게 되고 MC에서는 PCF로 접속을 한다. 이 PCF도 MC와 마찬가지로 대기시간이나 정보 업데이트는 없다고 가정한다. PDSN 접속은 MSS를 FA에 등록하고, RADIUS 서버에 접속하여 AAA를 수행하며, 동시에 HA에서 DHCP를 할당 받는다.

AAA를 수행할 수 없다면, 접속한 MSS에 접속이 불가능하다는 메시지와 함께 접속을 drop 시켜준다. 만약 HA에 접속이 어렵거나 DHCP에서 할당할 수 있는 IP 주소가 없으면 대기하라는 메시지를 접속한 MSS로 보내주고 random한 시간동안 기다린 후에 다시 접속을 재시도 한다 이러한 과정이 성공적으로 끝나면 이제 MSS는 데이터를 주고 받을 수 있는 초기화 과정이 모두 완료되어, HA로부터 받은 IP주소를 다시 BS의 MA에 IP정보를 전송해주고 이러한 정보는 BS 전체 관리자에게 전달해 주면서, RADIUS에서 받은 NAI에 IP주소를 매핑시켜주는 작업은 MA에 BS 전체 관리자에게서 한다 이 신규 호 초기 등록 시간 성능평가 모델링에서 MSS는 10대라 하고, AP에 접속하는 MSS의 분포는 Uniform 분포를 따르고 있으며, AP에 하나의 MSS가 접속하는 초기 접속은 Poisson 분포라고 가정한다 그리고 각각의 상태 변화에 대해서는 처리시간이 없고, BS의 MA에 있는 BS 전체 관리자는 모든 TBD정보 리스트를 비롯해서 많은 정보를 항상 업데이트 한다 이러한 정보를 쉽게 알 수 있게 하기 위해서 모두 Monitoring이라는 머신으로 보내서 성능이 어떻게 나오는지 확인할 수 있도록 C++을 이용하여 코딩을 하였다

여 핸드오프에 대한 성능을 평가 하였다. 그리고 MA에 대한 정보 업데이트나 MC에 업데이트되는 정보들은 모두 Monitoring이라는 머신으로 보내서 성능이 어떻게 나오는지 확인할 수 있도록 C++을 이용하여 코딩을 하였다

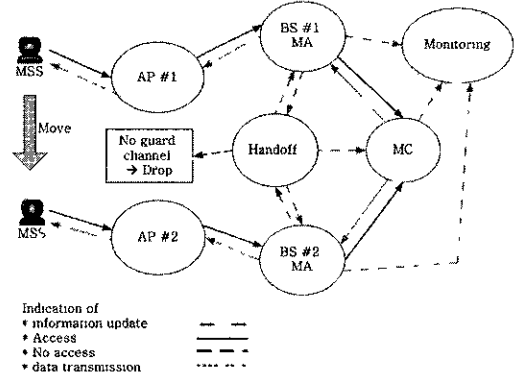


그림 13 핸드오프에 대한 성능평가 모델링

4.2 성능 평가 및 고찰

제안하는 네트워크 모델링에 대한 신규호에 대한 성과와 핸드오프가 발생될 때의 시간 delay에 대한 결과는 다음과 같다.

그림 14는 제안하는 방안의 신규 호에 대한 성능평가 모델링을 통한 초기 등록 시간에 대해 알아보았다. 하나의 AP에 접속되는 단말의 수가 많아질수록 초기 등록 시간의 증가를 볼 수가 있다. 이것은 하나의 AP에 사용가능한 채널을 찾는데 걸리는 시간과 NAI에 IP를 mapping해 주는 시간이 더 걸리기 때문이다

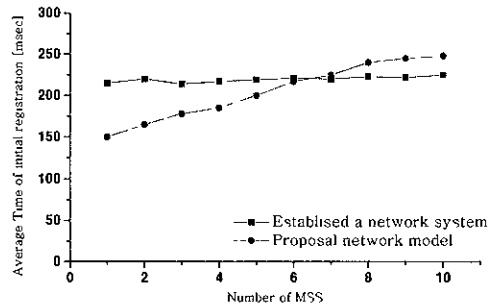


그림 14 초기 등록 시간

그림 15는 핸드오프가 발생하게 되면 경과되는 슬롯을 단위로 한 딜레이에 대해서 알아보고자 하였다. cdma2000 1x EV-DO 시스템의 소프트 핸드오프에 대한 슬롯 딜레이는 권고안에 따르면 128 slot이라고

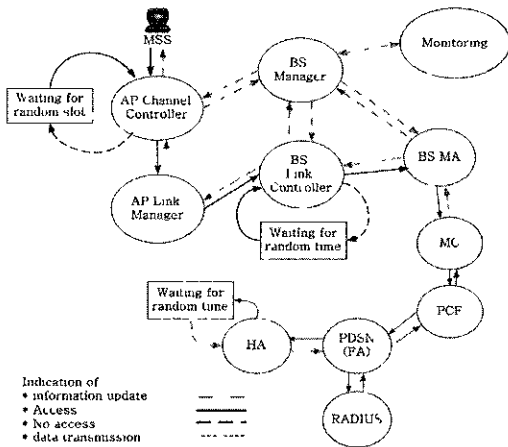


그림 12 신규 호에 대한 성능평가 모델링

핸드오프에 대한 성능 평가 모델링은 그림 13에 나타내고 있으며, 여기서 시간(t) 경과 후에 하나의 BS의 AP에서 다른 BS의 AP로 핸드오프가 발생되는 것에 대한 시간은 Exponential 분포를 갖는다고 한다. 만약 핸드오프가 불가능하다면 Drop시켜주고, 이동하려는 BS의 AP에 신규 접속을 해야 한다. 모델링을 할때는 핸드오프를 처리하는 프로세서를 따로 가정하



명시되어 있으며 이 보다는 약간 높은 slot delay가 발생하는 것을 볼 수 있다.

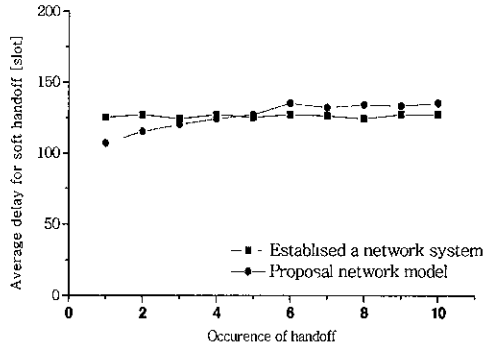


그림 15 핸드오프 발생에 따른 평균 지연

### 5. 결론

본 논문은 IEEE 802.16 무선 MAN 시스템의 핸드오프를 지원하기 위한 네트워크 구조와 그에 따른 방안을 제시 하였다. 현재 사용하고 있는 이동통신망인 cdma2000 1x EV-DO 시스템에서 데이터 트래픽을 처리하는 장비인 PCF에 사용하지 않는 Packet Bus를 사용하여 무선 MAN에서의 데이터 서비스에 활용하여 소프트 핸드오프를 지원하고자 하였고, 성능평가를 수행해 본 결과 초기 접속시에 기존의 이동통신망을 사용할 경우에는 초기 등록시간이 거의 일정하나, 단말의 수가 많아질수록 평균적인 시간 지연이 증가됨을 볼 수 있었다 또한 접속되어 있는 단말이 많은 경우에 이동통신망에서의 핸드오프되는 약 3% 정도의 slot delay가 있다는 것을 알 수 있었다.

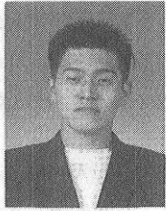
또한 과거에 설치되어 있는 장비에 사용하지 않는 부분을 사용할 수 있으며, IEEE 802.11 무선 LAN과 이동통신 네트워크를 그대로 활용하여 IEEE 802.16e를 위한 네트워크를 다시 구성하지 않아도 되므로, 망 구축 기간을 단축할 수 있다. 기존에 노트북에 데이터 링크 케이블로 이동통신 단말에 연결하거나, PDA에 cdma 모듈을 장착하여 무선 인터넷을 쓰는 것보다 빠르고 저렴하게 다양한 무선 멀티미디어 인터넷 서비스 지원이 가능하다. 이동 중에도 무선 인터넷을 계속 사용할 수 있으므로 다양한 형태의 컨텐츠 서비스를 받을 수 있을 것이라 사료된다.

### 참고 문헌

- [1] 이홍재, 박진현, "이동 데이터 통신의 현황과 시사점", *SKT Telecommunication Review*, 10권 3호, pp. 547-564, 2001
- [2] 장한용, 구본호, 홍승익, "IEEE 802.11 무선 LAN의 기술과 경향", *SKT Telecommunication Review*, 12권 6호, pp 799- 809, 2002.
- [3] IEEE Std 802.16-2001, "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks-Part 16 : Air Inter- face for Fixed Broadband Wireless Access Systems," Apr. 8, 2002
- [4] C Eklund, R B.Marks, etc., "IEEE Standard 802.16 : A Technical Overview of the WirelessMAN™ Air Interface for Broadband Wireless Access." *IEEE Communication Mag.*, vol 40, no 6, pp 98-107, June. 2002
- [5] <http://tge.wirelessman.org>
- [6] IEEE Std 802.16a-2003, "IEEE Standard for Local and Metro- politan Area Networks-Part 16 . Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems Amend- ment 2 : Medium Access Control Modifications and Additional Phy- sical Layer Specifications for 2- 11GHz ," Apr 1, 2003
- [7] IEEE C802.16e-03/01, "Handover in 802.16e MAC ," Jan 10, 2003
- [8] IEEE C802.16e-03/06, "IEEE 802.16e Mobility System Perspective ," Jan. 10, 2003
- [9] C.Perkins. editor, "IP Mobility Support ," RFC 2002 Oct 1996
- [10] 3com, "CDMA Data Systems Course Sprint PCS-Lucent IWF Reference Guides, " 1999

한 종 수 (Jong-soo Han)

정회원



2001년 8월 : 명지대학교 전기전  
자공학부 (정보통신공학전공)  
졸업(공학사)

2003년 8월 : 광운대학교 대학원  
전자통신공학과 졸업(공학석사)

2004년 현재 : 광운대학교 대학  
원 전자통신공학과 재학 (박사  
과정)

<주관심 분야> IEEE 802.16/20, HPI, NGN

박 주 희 (Ju-hee Park)

정회원

한국통신학회 논문지 제 29권 4T호 참조

이 준 혁 (Joon-hyuk Lee)

정회원

한국통신학회 논문지 제 29권 4T호 참조

윤 찬 영 (Chan-young Yun)

정회원

한국통신학회 논문지 제 27권 8C호 참조

오 영 환 (Young-hwan Oh)

정회원

한국통신학회 논문지 제 29권 4T호 참조