

B-WLL 시스템 기지국장치 MAC 프로토콜 설계 및 구현

*백승권, *김응배
*한국전자통신연구원

Design and Implementation of MAC Protocol for Base-Station on B-WLL System

*Baek Seung-Kwon, *Kim Eung-Bae
* Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

본 논문에서는 가입자망의 광대역화 및 고속화를 실현하는 방안으로 개발되고 있는 광대역 무선가입자망(B-WLL) 시스템 기지국장치의 MAC 프로토콜을 설계하고 구현하였다. MAC 프로토콜은 제한된 무선자원을 효율적으로 사용하기 위한 프로토콜로서, 무선매체를 이용하여 통신서비스를 제공하는 시스템에 필수적이다. 본 논문에서 설계한 기지국장치 MAC 프로토콜은 실시간처리부, 타이밍관련처리부, MPEG2-TS 관련처리부, 그리고 CRC 처리부를 하드웨어로 설계하고, 이를 제어하고 MAC 프로토콜 동작절차를 수행하는 부분을 MAC 프로토콜 소프트웨어로 설계하였다. MAC 소프트웨어는 MAC 응용부, Network 인터페이스부, 콘솔입출력 처리부로 나누어 설계하였으며, 본 논문에서 설계된 기지국장치 MAC 프로토콜은 향후, B-WLL 시스템의 실제 테스트베드로 이용하여 시스템의 전체적인 성능을 검증할 수 있다.

1. 서론

현재 국내외적으로 정보의 광대역화 및 초고속화에 대한 요구가 폭발적으로 증가되고 있으며, 이러한 요구에 적합한 무선 멀티미디어 시스템에 대한 연구 및 개발이 활발하게 진행되고 있다. 이런 연구의 일환으로 국내에서는 26 GHz의 밀리미터파 대역을 사용하여 초고속 멀티미디어 서비스를 가입자까지 무선망으로 제공할 수 있는 광대역 무선 가입자망 시스템이 대두되었으며, 기존의 광케이블망에 비해 회선당 설비비 및 초기투자비가 저렴하여 광케이블망을 대신할 수 있는 고정 무선통신망으로 부상하고 있다[6]. 그러나, 국내에서는 B-WLL(Broadband-Wireless Local Loop) 시스템에 대한 상용화 상태가 미비하며, 사업자들 역시 외국의 장비를 통해 시험서비스를 제공하고 있는 상황이다. 이러한 현실 여건 속에서 국내 환경에 적합한 B-WLL 시스템의 개발이 필요하며, 특히 제한된 무선자원을 효율적으로 사용하게 할 수 있는 MAC(Medium Access Control)의 설계가 필요하게 되었다[3]. 본 논문에서는 현재 TTA에서 권고하는 B-WLL 시스템[4, 5] 기지국장치의 MAC 계층에 대한 프로토콜을 설계하였다. 현재 국내 표준으로 자리잡은 B-WLL 시스템의 프로토콜은 DOCSIS[1]에서 권고하는 MAC 프로토콜과 IEEE 802.16에서 작업중인 BWA(Broadband Wireless Access) 시스템[2]의 물리계층 및 MAC 계층의 프로토콜과 유사하다.

논문의 구성을 살펴보면 2 장에서는 B-WLL 시스템의 구성 및 MAC 프로토콜의 동작절차에 대하여 설명하고, 3 장에서는 B-WLL 시스템 기지국장치의 MAC 프로토콜 하드웨어부를 설계한 내용을 설명한다. 그리고,

4 장에서는 기지국장치의 MAC 프로토콜 소프트웨어부를 설계한 내용을 설명한 후, 5 장에서 결론 및 향후과제에 관해 기술한다.

2. 광대역 무선가입자망 시스템 개요

광대역 무선가입자망 시스템은 그림1과 같이 기존 유선망, 기지국장치(BS : Base Station), 그리고 가입자장치(SS: Subscriber Station)로 구성되며, 그림 1과 같다[5].

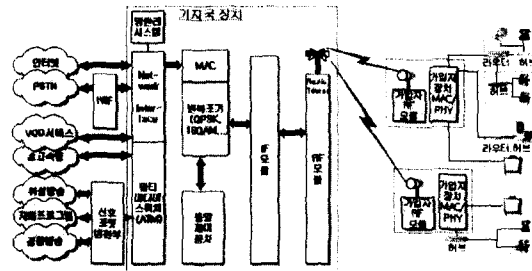


그림 1. 광대역 무선가입자망 시스템 구성도

기지국의 네트워크접속모듈은 외부망에서 유입되는 정보들을 다중화하는 기능과 가입자장치로부터 수신된 상향스트림 데이터를 망으로 연동하는 기능을 수행한다. 기지국 장치는 MAC 처리부, 변복조부, 주파수 변환기, 그리고 송수신 안테나로 구성되며, 가입자 장치는 송수신기 및 안테나의 RF 장치와 MAC/PHY부로 구성된다. 기지국장치의 MAC은 다수의 가입자장치의 양방향접속을 수행하며, 등록된 가입자장치에게 무선자원을 할당하는 역할을 수행한다.

2.1 B-WLL시스템 MAC 프로토콜 동작절차

B-WLL시스템 MAC 프로토콜의 동작절차를 몇 단계로

나누어보면 망접근제어절차, 주기적인 레인징절차, 망등록절차, 그리고 동적서비스제어절차로 나누어 볼 수 있다. 망 접근제어절차는 BS가 주기적으로 SS에게 전역적인 시간동기정보(SYNC메시지) 및 상황스트림상 채널의 물리적인 정보(UCD메시지)를 전송하는 절차이다. 이런 일련의 절차가 끝나면 SS는 BS에서 주기적으로 방송하는 MAP 메시지를 수신하여 상황스트림상의 타임슬롯할당 정보를 얻은 후, 레인징절차를 수행한다. 레인징 절차는 기지국 및 가입자간의 전역적인 타이밍 오차를 보정하기 위한 절차이다. 정상적인 레인징 절차가 수행된 후, SS는 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)을 통해서 임의의 IP와 설정화일(Configuration File)을 할당받는다. 설정화일은 상/하향 서비스 플로우 및 QoS(Quality of Service)에 관한 설정내용을 담고 있으며, SS는 이 정보를 바탕으로 망 등록절차를 수행한다. 망 등록절차는 REG-REQ(Registration Request)/REG-RSP(Registration Resoponse)메시지를 통해서 이루어지는데, 이 제어메시지는 SS의 상/하향 주파수 설정, QoS(Quality of Service)설정등과 같은 정보를 담고 있다. 이 절차가 종료되면 SS는 동적서비스 제어절차를 통해 사용자 트래픽을 위한 서비스 플로우를 제어한다.

3. 기지국장치 MAC 하드웨어 설계

기지국장치 MAC 은 상/하향 통신채널을 제어하며, 상황 트래픽 스케줄링 및 연결 유지보수기능을 수행한다. MAC H/W의 구성은 버스트 상황스트림 처리부, 하향스트림 처리부, 그리고 CPU 인터페이스부로 나누어 볼 수 있으며, 그림 2 와 같다. 하향스트림 처리부의 기능은 망측에서 생성된 데이터나 MAC 제어 메시지를 처리하여 하향스트림 모뎀부로 전달하는 기능을 한다. 외부 메모리에 저장된 상/하향 데이터들은 DMA(Direct Memory Access)를 통해 MAC 프레임의 단위로 MAC H/W 내부로 전달되어 하향스트림 데이터 버퍼에 저장된다. 하향스트림 데이터 버퍼에 저장된 MAC 프레임은 데이터의 무결성을 검증하기 위해 해당 프레임의 헤더와 유효부하를 위한 HCS 및 CRC 를 첨가한다. 생성된 MAC 프레임은 하향스트림 제어기에 의해서 188 바이트의 MPEG2-TS 프레임으로 조합되어 하향스트림 모뎀부로 전달된다.

하향스트림 제어기는 MPEG2-TS 프레임 생성할 때, MAC 프레임의 분할(Fragmentation)기능 및 시스템의

프레임 동기를 위한 SYNC 메시지의 계수기값을 삽입하는 역할을 수행한다. 또, 상황스트림의 스케줄링 정보인 MAP 메시지에 대해서, 해당 스케줄링 정보를 외부 메모리에 저장하며, 이들 정보는 상황스트림 복조부에 의해 사용된다. 하향스트림 제어기의 처리가 수행된 후, Modulator 인터페이스를 거친 하향스트림 프레임은 하향스트림 변조부로 전달된다.

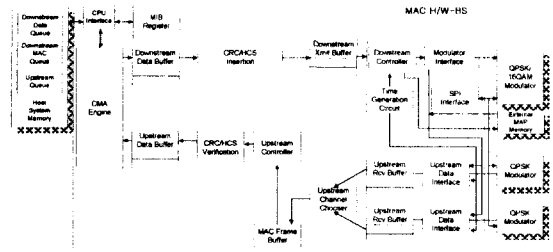


그림 2. 기지국장치 MAC H/W 기능블록도

상향스트림 처리부의 기능은 다수의 가입장치로부터 전달된 버스트 데이터를 수신하여 처리하는 역할을 수행한다. 상향스트림 복조부로부터 데이터를 수신할 때, 상향스트림 데이터인터페이스 블록은 외부 MAP 메모리에 저장된 상향스트림 스케줄링정보를 통해 버스트 데이터의 수신시점 인식할 수 있게 된다. 수신된 각각의 MAC 프레임은 상향스트림 제어기를 통해 CRC(Cyclic Redundancy Sequence)/HCS (Header Check Sequence)검증블록으로 전달되어 데이터의 무결성을 검증한 후, 상향스트림 데이터 버퍼에 저장된다. 저장된 상향스트림 데이터들은 DMA 엔진을 통해 외부 시스템 메모리를 거쳐 CPU 에 의해 처리되며, MAC 제어메시지에 대해서는 MAC 프로토콜 소프트웨어 처리절차를 따른다.

4. 기지국장치 MAC 소프트웨어 설계

기지국장치 MAC 프로토콜 소프트웨어는 하나의 프로세스로부터 다수의 자식 프로세스가 생성되어 해당 태스크를 수행하는 형태로 설계되었으며 이들 프로세스들은 그림 3 과 같이 나타낼 수 있다.

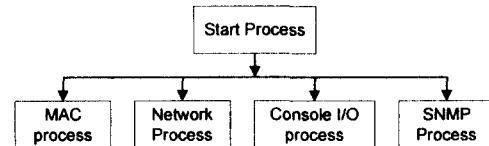


그림 3. 기지국장치 MAC S/W 구조

- MAC 프로세스 : 기지국장치 MAC 제어메시지의

처리절차 및 물리계층 인터페이스모듈의 동작절차에 필요한 정보 및 데이터를 전달하는 역할을 수행한다.

- 입출력 콘솔 프로세스 : 기지국장치 MAC 프로토콜의 전반적인 동작절차를 모니터링할 수 있게 하는 콘솔모드 동작절차를 수행하는 프로세스이다.

- 네트워크 인터페이스 프로세스 : 외부망과의 연동을 위한 프로세스이다.

- SNMP 인터페이스 프로세스 : 기지국장치 MAC 프로세스와 광관리장치 간의 인터페이스 모듈이다.

앞서 설명한 모듈에서 기지국장치 MAC 프로토콜 동작의 핵심적인 역할을 수행하는 모듈은 MAC 프로세서로써, 다음과 같은 모듈로 구성되어 있다.

- 기지국장치 제어모듈 : 기지국장치의 전반적인 제어기능을 수행하는데, 하향스트림으로 전송되어야 할 주기적인 제어메시지의 전송시점을 결정하고, 상향스트림으로 수신된 MAC 프레임의 해당 처리모듈(Handler)로 전달하는 역할을 수행한다.

- 상향스트림제어모듈 : 상향스트림채널에 대한 제어메시지를 생성하고 전송하는 모듈로써, 각 Interval Usage Code 에 대한 물리적인 채널정보를 주기적으로 전송하는 역할을 수행한다.

- 레인징처리모듈 : B-WLL 시스템의 주기적인 레인징절차를 수행하는 모듈로써, 단말기로부터 수신된 RNG-REQ 메시지를 수신하여 해당 MAC 제어메시지를 분석하고, 이에 대응하는 RNG-RSP 메시지의 전송을 담당한다.

- MAP 처리모듈 : 상향스트림타입슬롯의 스케줄링을 담당하며, 각 단말기 장치의 상태에 기반하여 데이터 전송기회 및 레인징 메시지 전송 기회를 할당하는 MAP 메시지를 주기적으로 전송하는 역할을 수행한다.

- 가입자장치 정보처리모듈 : 망에 등록된 가입자장치의 상태정보를 저장하는 데이터 구조를 생성/관리하며, 기지국장치 MAC 프로토콜 동작절차 수행시 이들 정보를 이용하게 한다.

- 동적서비스 제어모듈 : 동적서비스 동작절차를 제어하는 모듈로써, DSA(Dynamic Service Addition), DSC(Dynamic Service Change), DSD(Dynamic Service Delete)처리블럭으로 구성된다.

앞서 설명한 프로토콜의 동작절차 및 설계한 응용모듈을 바탕으로 초기화 절차와 처리모듈을 나타내면

그림 4 와 같다.

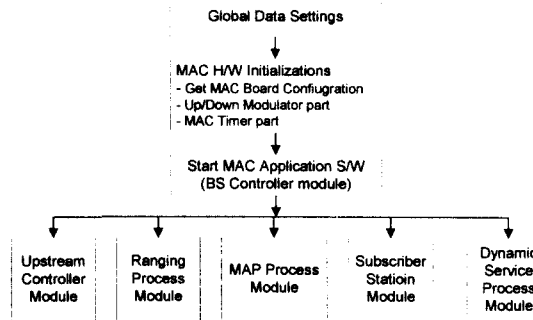


그림 4. 기지국장치 MAC 소프트웨어 초기화절차

본 논문에서 설계된 MAC 소프트웨어 동작절차는 이벤트 드리븐방식에 기반하고 있으며, 표 1 은 설계한 이벤트들에 대한 종류와 설명을 나타낸 것이다.

표 1. 기지국장치 MAC S/W 의 이벤트

이벤트	설명
RX_Upstream_Frame	-상향스트림 MAC 프레임의 수신 -수신된 프레임을 분석 후, 해당 Handler 에게 데이터 전송
Map_Timer	-MAP 타이머 Expire
P_Ranging_Timer	-주기적인 레인징처리 타이머 Expire
I_Ranging_Timer	-초기 레인징처리 타이머 Expire
Shut_down	-시스템 종료 이벤트

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 광대역 무선가입자망 시스템의 기지국장치에서 사용될 MAC 프로토콜을 하드웨어부와 소프트웨어부로 나누어 설계하고 구현하였다. 향후, 설계된 MAC 프로토콜은 상/하향 모뎀부와 연동하여 시험될 예정이며, 연동시험에서 발생하는 문제점과 전체 시스템의 성능을 향상시키는 방향으로 설계를 보완할 예정이다.

참고 문헌

- [1] " DOCSIS Radio Frequency Interface Specification SP-RF1v1.1-104-000407," Cable Television Lab., April, 2000.
- [2] " Draft Standard for Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems," IEEE Standards Department, Feb., 2001.
- [3]Jaime sanchez, Ralph Martinez, Michael W. Marcellin, "A survey of MAC Protocols Proposed for Wireless ATM," IEEE Network, Nov./Dec., 1997.
- [4] " 광대역 무선가입자망 무선접속규격 지정표준," 한국정보통신기술협회, 1999년 4월.
- [5] 김남일, 김용배, 오창열, 백승권, " B-WLL 및 BMWS 기술 및 표준화 동향," 한국정보통신학회지, 제18권 4호, 2001년 5월.
- [6] 강충구, "B-WLL 시스템의 트래픽 모델링 및 무선 프로토콜 성능분석에 관한 연구," 한국전자통신연구원 최종보고서, 1998년12월.