

광대역무선접속시스템 가입자국 MAC 프로토콜 설계 및 구현

*백승권, *황유선 *김응배
*한국전자통신연구원

Design and Implementation of MAC Protocol for Subscriber-Station on BWA System

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

요약

본 논문에서는 가입자국의 광대역화 및 고속화를 실현하는 방안으로 개발되고 있는 광대역 무선접속시스템 가입자국의 MAC 프로토콜을 설계하고 구현하였다. MAC 프로토콜은 제한된 무선자원을 효율적으로 사용하기 위한 프로토콜로서, 무선매체를 이용하여 통신서비스를 제공하는 시스템에 필수적이다. 본 논문에서 설계한 가입자국 MAC 프로토콜은 실시간처리부, 타이밍관련처리부, 상향스트림제어처리부, 그리고 하향스트림처리부를 하드웨어로 설계하고, 이를 제어하고 MAC 제어메시지 동작절차를 수행하는 부분과 망접속부 소프트웨어를 설계하였다. MAC 소프트웨어는 MAC 응용부, Timer 처리부, Event 처리부, Network 인터페이스부로 나누어 설계하였으며, 본 논문에서 설계된 가입자국 MAC 프로토콜은 향후, 광대역무선접속시스템의 실제 테스트베드에 이식하여 시스템의 전체적인 성능을 검증할 수 있다.

1. 서론

최근 정보통신사회의 발전으로 인터넷 사용자가 폭발적으로 증가하고 있으며, 언제 어디서나 다양한 멀티미디어 서비스를 받고자 하는 요구가 증가하고 있다. 그러나 기존의 유선망을 이용한 멀티미디어 서비스는 서비스 지역이 제한적이며, 통신선로 및 장비등의 설비 및 유지보수에 있어서 한계가 있다. 따라서, 초고속 정보통신망 구축을 위한 FTTH(Fiber to The Home)로 진화하는 과도기에 가입자망을 보다 경제적으로 구축하면서 자연스럽게 FTTH로 진화할 수 있는 대안으로 광대역무선접속시스템에 대한 연구 및 개발이 활발하게 진행중이다[1]. 그러나 국내에서는 광대역무선접속 시스템에 대한 상용화 상태가 미비하고, 국내 사업자들 역시 외국의 장비를 통한 시험서비스를 제공하고 있는 상황이다. 이러한 현실 여건 속에서 국내환경에 적합한 광대역무선접속시스템의 개발이 요구되고 있으며, 이에 필요한 RF(Radio Frequency), IF(Intermediate Frequency), 변조 및 복조, MAC(Medium Access Control) 등의 핵심기술 개발이 필요하게 되었다. 특히 제한된 무선자원을 효율적으로 사용하게 할 수 있게 하는 MAC 프로토콜은 광대역무선접속시스템과 같은 TDMA(Time Division Multiple Access)시스템 성능에 큰 영향을 미치므로, 효율적인 MAC 프로토콜이 필요하게 되었다. 본 논문에서는 광대역무선접속시스템의 MAC 프로토콜의 동작절차를 정의하고 그에 따라 가입자국 MAC 프로토콜을 H/W 부분과 S/W 부분으로 나누어 설계하였다. 논문의 구성을 살펴보면 2 장에서는 광대역무선접속시스템의 구성, MAC 프로토콜의 동작절차에 대하여 설명하고, 3 장에서는 광대역무선접속시스템 가입자국의 MAC 프로토콜

하드웨어부를 설계한 내용을 설명한다. 그리고, 4 장에서는 가입자국의 MAC 프로토콜 소프트웨어부를 설계한 내용을 설명한 후, 5 장에서 결론 및 향후과제에 관해 기술한다.

2. 광대역 무선가입자망 시스템 개요

광대역무선접속시스템은 10GHz~60GHz의 주파수 대역을 이용하여 하향 링크는 시분할방식(TDM : Time Division Multiplexing)을 이용하고, 상향링크는 시분할 다중접속(TDMA) 방식으로 점 대 다중점(PMP:Point-to-MultiPoint) 또는 점대점(PP:Point-to-Point) 방식의 서비스를 제공하는 시스템이다.

광대역무선접속시스템은 그림1과 같이 기존 유선망, 기지국(BS :Base Station), 그리고 가입자국(SS: Subscriber Station)로 구성되며, 그림 1과 같은 구성을 가진다.

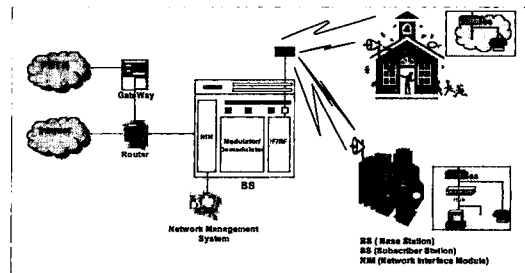


그림 1. 광대역무선접속시스템 구성도[2]

기지국의 네트워크접속모듈은 외부망에서 유입되는 정보들을 다중화하는 기능과 가입자국으로부터 수신된 상향스트림 데이터를 망으로 연동하는 기능을 수행한다. 기지국은 MAC 처리부, 변복조부, 주파수 변환기, 그리고 송수신 안테나로 구성되며, 가입자국은 송수신기 및 안테나의 RF 장치와 MAC/PHY부로 구성된다.

광대역무선접속시스템 MAC 프로토콜의 동작절차를 몇 단계로 나누어보면 망접근제어절차, 주기적인

레인징절차, 망등록절차, 그리고 동적서비스제어절차로 나누어 볼 수 있다. 망 접근제어절차는 기지국이 주기적으로 가입자에게 전역적인 시간동기정보 및 상황스트림상 채널의 물리적인 정보를 전송하는 절차이다. 이런 일련의 절차가 끝나면 가입자국은 기지국에서 주기적으로 방송하는 MAP 메시지를 수신하여 상황스트림상의 타임슬롯할당 정보를 얻은 후, 레인징절차를 수행한다. 레인징 절차는 기지국 및 가입자국간의 전역적인 타이밍 오차를 보정하기 위한 절차이다. 정상적인 레인징 절차가 수행된 후, 가입자국은 상/하향 서비스 플로우 및 QoS(Quality of Service)에 관한 내용을 담고 있는 설정화일(Configuration File)을 할당받는다. 이 절차가 종료되면 가입자국은 동적서비스 제어절차를 통해 사용자 트랙픽을 위한 서비스 플로우를 제어한다.

3. 가입자국 MAC 하드웨어 설계

가입자국 MAC H/W 는 크게 하향스트림 처리부, 상향스트림 처리부, 그리고 DMA(Direct Memory Access) 제어부로 나누어 볼 수 있으며, 그림 2 와 같은 기능블록을 포함한다.

하향스트림 처리부의 기능은 가입자국 하향 복조기로부터 MPEG(Moving Picture Experts Group)프레임을 수신한 후, MPEG 프레임으로부터 MAC 프레임을 추출한다. 또 추출한 MAC 프레임의 헤더부를 처리하며, MAC 제어 프레임과 데이터 프레임을 필터링하여, 가입자국 상황 모뎀 제어, MAC 프로토콜 동작절차 수행, 그리고 사용자 데이터를 상위계층으로 전달하는 기능을 수행한다.

PHY 인터페이스모듈은 입력 MPEG 스트림에 대한 인터페이스 모듈이며 사전에 정의된 PID(Packet Identifier)를 필터링하며, MPEG 프레임의 오프셋 값을 사용하여 MAC 프레임을 추출한다. 추출된 MAC 프레임은 하향스트림 처리부의 MAC 헤더처리모듈로 전달되고 MAC 프레임의 FC_TYPE 필드를 통해 프레임 타입을 결정한 후, MAC 제어 프레임은 메시지 프로세스로 전달하고, 일반 사용자 데이터 프레임에 대해서는 헤더부 처리 및 HCS(Header Check Sequence) 검사를 수행한다. 또 하향스트림처리부와 메시지처리부에서는 수신 MAC 프레임에 대한 CRC(cyclic redundancy check) 검사를 통해 유효부하의 유효성을 검증한다.

MAP 처리부는 메시지처리부로부터 MAP 메시지를

수신한다. MAP 처리부내의 MAP 분석모듈은 MAP 메시지 내의 정보개체(Information Element : IE)를 필터하며, 해당 가입자에게 할당된 정보개체를 MAP SRAM(Synchronous Random Access Memory)으로 전달한다.

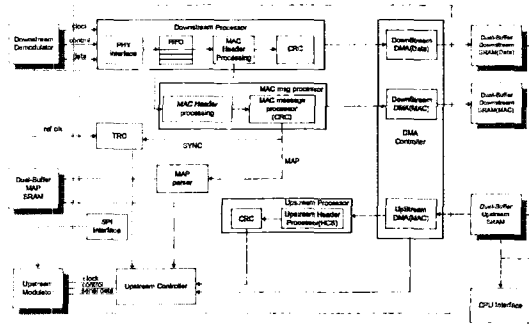


그림 2. 가입자국 MAC H/W 기능블록도

상황스트림 처리부는 다양한 가입자 소스로부터 전송될 데이터를 수신하여, 상황스트림의 대역폭을 요구하고, 동일한 상황스트림 주파수상의 다른 모뎀과 TDMA 를 위한 데이터 프레임의 역할을 수행한다.

상황스트림 헤더프로세스는 DMA 제어기로부터 패킷을 수신하고, 헤더상의 HCS 를 계산하고 이 값을 MAC 헤더의 HCS 필드에 삽입하는 기능을 수행한다. 또, CRC 모듈은 데이터 유효부하의 CRC 를 계산하여 CRC 필드에 삽입하는 역할을 수행한다.

상황스트림 제어부는 MAP SRAM 으로부터 수신된 MAP 정보개체를 가져와서 다음 상황 스트림의 미니슬롯 카운터와 비교하여, 카운터가 일치하면, MAP 정보개체에 의해 기술되어진 슬롯의 타이밍을 평가하고, MAC 프레임을 전송한다. 또, 상황스트림 제어기는 DMA 큐에서 하나 이상의 패킷이 전송을 기다리고 있는지를 체크하고, 만약 하나 0 상의 패킷이 전송을 기다리고 있다면, DMA 큐의 길이를 확인한 후, 적당한 미니슬롯의 길이를 piggy-back 필드에 삽입한 후, 적당한 전송시간에 패킷을 상황스트림 변복조부로 전송한다.

4. 가입자국 MAC 소프트웨어 설계

본 논문에서 설계한 광대역무선접속시스템의 소프트웨어 설계부는 앞서 설명한 가입자국의 하드웨어 제어 및 MAC 제어메시지의 처리를 포함하고 있다.

가입자국 MAC 프로토콜 S/W 는 그림 3 과 같이 각 상태를 정의하고 그에 대한 상태천이도를 바탕으로 실시간 OS 및 GNU C 컴파일러를 이용하여 구현하였다.

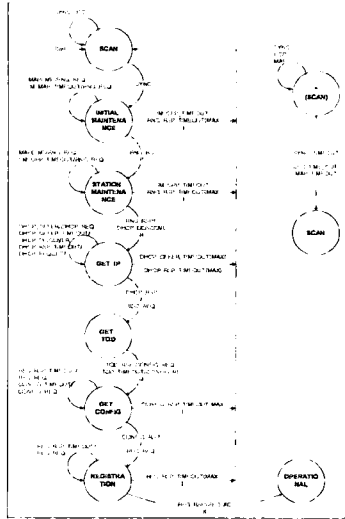


그림 3. 가입자국 망 접근절차에 대한 상태천이도

광대역무선접속시스템 가입자국 MAC 소프트웨어의 구조는 다수의 태스크로 구성되어 있으며, 그림 4 와 같이, MAIN 태스크, MAC 태스크, EVENT 태스크, TIMER 태스크, 그리고 NETWORK 태스크로 나누어 볼 수 있다. MAIN 태스크는 가입자국 시스템의 초기화 및 MAC H/W 의 초기화 과정을 처리하며, MAC 태스크는 광대역무선접속 시스템에서 사용되는 MAC 제어메시지의 생성 및 제어, MAC H/W 의 제어를 담당한다. EVENT 태스크는 인터럽트와 같은 이벤트를 처리하기 위한 태스크이며, TIMER 태스크는 주기적으로 수신되어야 하는 UCD 메시지, MAP 메시지, RANGING 메시지의 수신여부를 검사하기 위해 사용된다. 또 NETWORK 태스크는 망측으로 송수신되는 사용자 데이터 프레임의 처리를 위해 사용되는 태스크이다.

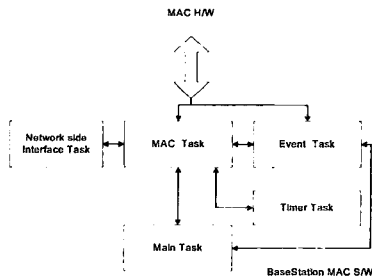


그림 4. 가입자국 MAC S/W 태스크 구성도

가입자국 소프트웨어는 동작순서는 그림 5 와 같다. 즉, 시스템이 가동되면 MAC H/W 의 초기화 과정 및 시스템의

전역변수 초기화과정을 거치고, MAC 동작에 필요한 S/W 의 동작을 수행한다. Subscriber station Manager 는 MAC S/W 의 전체적인 동작을 제어하는 역할을 수행하는데, MAC 제어메시지의 처리를 담당하는 MAC Management Message 프로세스, MAC H/W 제어 프로세스, 사용자 데이터 트래픽 처리 프로세스 등이 Subscriber station Manager 에 의해서 제어되는 프로세스들이다.

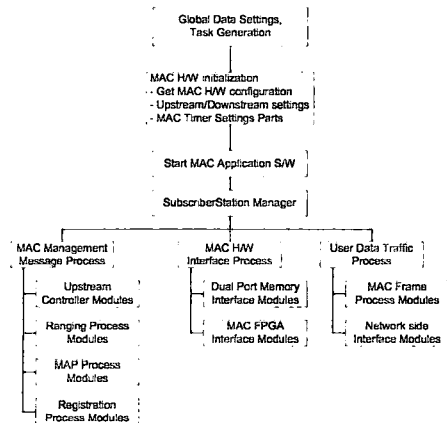


그림 5. 가입자국장치 MAC 소프트웨어 초기화절차

5. 결론 및 향후과제

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

참 고 문 헌

- [1] 김남일, 김응배, 오창열, 백승권, "B-WLL 및 BMWS 기술 및 표준화 동향," 한국정보통신학회지, 제18권 4호, 2001년 5월.
- [2] 백승권, "B-WLL MAC 프로토콜 구현 기술," 제3회 광대역무선접속망 기술워크샵, 2001년10월.
- [3] "광대역 무선가입자망 무선접속규격 잠정표준," 한국정보통신기술협회, 1999년 4월.
- [4] 강충구, "B-WLL 시스템의 트래픽 모델링 및 무선 프로토콜 성능분석에 관한 연구," 한국전자통신연구원 최종보고서, 1998년12월.
- [5] "DOCSIS Radio Frequency Interface Specification SP-RFiv1.1-104-000407," Cable Television Lab., April, 2000.