

B-WLL MAC 프로토콜의 설계 및 검증

백승권* 김성조** 황성호* 한기준*
 *경북대학교 컴퓨터공학과, ** 한국전자통신연구원
 skbaek@netlab.ce.kyungpook.ac.kr
 kimsjo@etri.re.kr
 sungho@netlab.ce.kyungpook.ac.kr
 kjhan@bh.kyungpook.ac.kr

Design and Validation of MAC Protocol for B-WLL System

Seung-Kwon Baek* Sung-Jo Kim** Sung-Ho Hwang* Ki-Jun Han*
 *Department of Computer Engineering, Kyungpook National University
 **Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

본 논문에서는 가입자망의 고속화를 실현하는 방안으로 개발되고 있는 B-WLL 시스템의 MAC 프로토콜을 설계하고 검증하였다. MAC 프로토콜의 설계는 DAVIC에서 제시하는 MAC 메시지를 사용하여 SDL로 설계했으며, 가변적인 경쟁/예약 타임 슬롯할당 알고리즘을 적용했다. 또한 설계한 MAC 프로토콜의 유효성을 검증하기 위하여 ObjectGEODE의 SDL Design Tracer를 이용하여 문법적인 오류를 검사하고, MSC를 생성하여 프로토콜의 동작절차에 대해 검증하였다. 검증의 결과, 설계한 MAC 프로토콜이 절차에 따라 정확하게 동작했으며, B-WLL 시스템이 지원하는 모든 서비스에 대해 유효함을 확인했다.

1. 서론

고도의 정보화 사회로 발전함에 따라 이용자들은 고속인터넷 및 멀티미디어 서비스를 요구하게 되었으며, 유,무선 통신을 이용한 통신 서비스의 수요가 한층 더 증가하고 있다. 이런 상황에서 전국적인 FTTH(Fiber To The Home) 구축이 필수적이지만, 엄청난 초기 투자비용이 필요하게 되므로, 유선에 비해 망 구축의 용이성, 설치 및 유지보수에서 경제적이며 유연성이 뛰어난 광대역 무선 가입자망(Broadband Wireless Local Loop : B-WLL) 시스템이 대두되었다[5,6].

B-WLL 시스템은 초고속 정보통신망을 가입자까지 무선망으로 확장하여 고속의 멀티미디어 서비스를 제공하는 시스템[7]으로서, 무선구간의 채널을 효율적으로 제어하는 MAC(Medium Access Control) 프로토콜[2,3]이 필요하다. 본 논문에서는 B-WLL 시스템의 MAC을 위해 제안된 DAVIC(Digital Audio-Visual Council)[1]의 권고안을 바탕으로 기지국과 가입자장치간에 MAC 프로토콜을 ObjectGEODE의 SDL(Specification and Description Language)을 사용해서 설계하고, Design Tracer를 이용하여 프로토콜의 동작을 검증하였다.

본문의 구성을 살펴보면 2장에서는 B-WLL 시스템의 개요를 설명하고, 3장에서는 SDL을 사용하여 B-WLL MAC 프로토콜의 동작절차를 설계한다. 4장에서는 3장에서 설계한 MAC 프로토콜의 동작에 대해서 ObjectGEODE사의 Design Tracer를 사용하여 검증하고, 마지막으로 5장에서는 결론 및 향후과제에 대해 기술한다.

2. B-WLL 시스템 개요

B-WLL 시스템은 그림 1과 같이 PSTN, 인터넷, 혹은 ATM 등의 망에서 유입되는 정보들을 스위칭하는 ATM 스위치, ATM 셀들을 변/복조하고 무선 링크를 통해서 가입자에게 정보를 송/수신하는 기지국(Air Interface Unit : AIU), 그리고 기

지국에게 원하는 서비스를 요구하고 제공받는 가입자 장치(Network Interface Unit : NIU)로 구성된다.

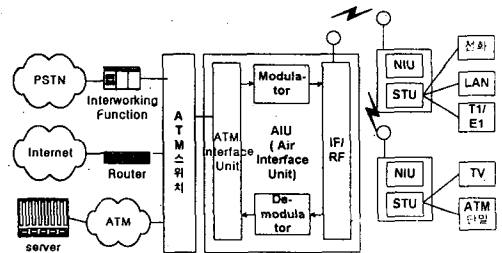


그림 1 B-WLL 시스템 구성도

B-WLL 시스템은 TDM(Time Division multiplex)/TDMA(Time Division Multiple Access) 방식[2]을 사용하여 프레임 단위로 데이터 및 MAC 메시지를 전달한다. 하향 프레임은 하향 프레임의 시작을 알려주는 프레임 스타트(Frame Start) 슬롯과 데이터와 MAC 메시지를 전달하는 랜덤 액세스(Random Access) 타임 슬롯으로 구성되어 있으며, 상향 프레임은 기지국의 주기적인 폴링(Polling)에 응답하기 위해 사용되는 폴링(Polling) 응답 타임 슬롯, 경쟁을 통해서 데이터와 MAC 메시지를 전달할 수 있는 경쟁(Contention) 타임 슬롯, 그리고 예약을 통한 데이터 전송에 사용되는 예약(Reserved) 타임 슬롯으로 구성되어 있다.

본 논문에서 설계한 B-WLL 시스템의 MAC 프로토콜은 그림 1의 시스템 구성도에서 AIU와 NIU간의 무선매체 제어에 관한 내용으로써, DAVIC spec 1.3 part 8[1]의 MAC 메시지를 이용하여 가변적인 경쟁/예약타임슬롯 할당 알고리즘[4]과 경쟁 타임슬롯을 망에 접속한 모든 가입자 장치에게 할당하는 알고리즘을 사용하여 설계하였다. 이렇게 함으로써, 전체적인 무선

채널을 효율적으로 사용할 수 있는 장점이 있지만, 경쟁 타임 슬롯의 변경이 있을 때마다 모든 가입자장치에게 타임 슬롯의 할당 변경 내용을 알려주어야 하므로, 하향 트래픽이 증가한다는 단점이 있다.

3. B-WLL MAC 프로토콜 설계

3.1 설계환경

본 논문에서 설계한 B-WLL MAC 프로토콜은 Solaris 2.6을 탑재한 워크스테이션 상에서 VERILOG사의 ObjectGEODE를 사용하였다. ObjectGEODE는 원하는 시스템의 설계를 쉽게 제공하며, 시스템의 명세(Specification)와 기술(Description)을 위한 CASE툴로써, SDL(Specification and Description Language)을 제공한다. SDL은 설계하고자 하는 시스템의 동작을 그림2와 같이 계층적으로 표현하고 설계할 수 있는 언어로 ITU에서 시스템 명세 및 기술용 표준 언어로 권고하고 있다.

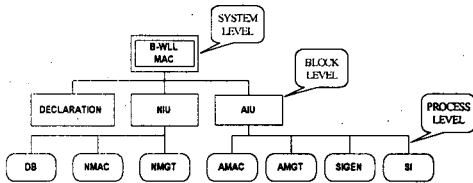


그림 2 B-WLL MAC 프로토콜의 구조

3.1 시스템 수준의 설계

시스템을 설계하는 첫 단계로 설계하고자 하는 시스템의 요구사항과 외부환경을 고려하여 기능별로 블록화 하는 단계이다. 본 논문의 B-WLL MAC 시스템은 AIU와 NIU의 두 개의 블록으로 나누어 설계했으며, 시스템 수준에 필요한 메시지를 정의하고, 메시지 채널로 두 블록을 연결하였다.

3.2 블록 수준의 설계

블록수준의 설계 단계는 시스템 수준에서 정의한 블록들을 동작별로 나누어 프로세스로 정의하는 단계이다. 정의된 프로세스는 이후 설계 단계에서 구체적인 동작 절차들이 SDL로 표기되며, MSC(Message Sequence Chart)를 이용한 검증단계에서 하나의 프로세서로 존재하여 능동적으로 활동하게 된다. 그림 3은 AIU를 블록 수준에서 설계한 예로서, AMAC, SIGEN, AMGT 프로세스로 나누어 정의하였다.

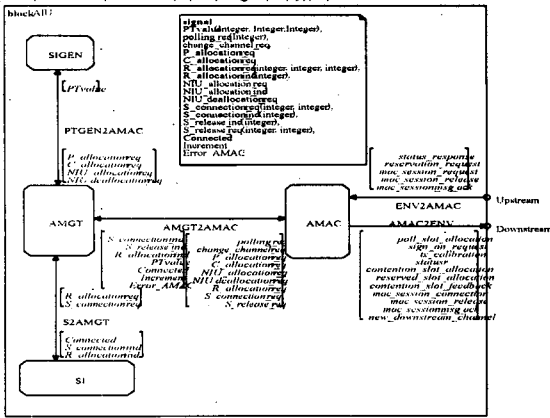


그림 3 블록수준의 설계 예(AIU블럭)

3.3 프로세스 수준의 설계

프로세스 수준의 설계는 블록 수준에서 정의한 프로세스의 구체적인 동작을 SDL을 이용하여 설계하는 단계이며, 실제적

인 MAC 동작을 수행하는 AMAC 프로세스와 NMAC 프로세스 로 나누어 설계하였다.

(1) AMAC 프로세스

AMAC 프로세스는 NIU가 망에 접속하지 않은 상태인 IDLE, 폴링 타임슬롯을 할당한 상태인 P, 경쟁 타임슬롯을 할당한 상태인 C, 예약 타임슬롯을 할당한 상태인 R, 세션연결요청 메시지를 수신한 상태인 SR, 그리고 하나 이상의 세션이 연결된 상태인 SC의 상태로 나누어 볼 수 있다. 그림 4는 앞서 제시된 상태들을 바탕으로 AMAC 프로세스의 상태전이도를 나타낸 것이고, 표 1은 그림4의 상태전이도에서 사용되는 기호에 대한 입/출력 메시지에 대한 설명이다.

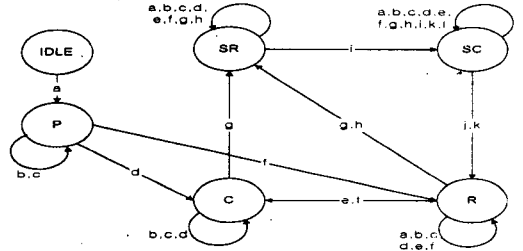


그림 4. AMAC 프로세스의 상태 전이도

표 1. AMAC 프로세스 상태전이도에 사용된 기호설명

Label	입력	출력
a	polling_req	sign_on_request
b	polling_req	status_request
c	status_response	tx_calibration
d	C_allocation_req	contention_slot_allocation
e	Reservation_request	reserved_slot_allocation
f	NIU_allocation_req	Reserved_slot_allocation
g	mac_session_request	mac_session_msg_ack mac session connection
h	S_connect_req	mac_session_connection
i	mac_session_connection	mac_session_msg_ack
j	mac_session_release	mac_session_msg_ack
k	S_release_req	mac_connection_release
l	mac_session_msg_ack	S_release_ind

AMAC 프로세스의 MAC 동작을 몇 가지 절차로 나누어 보면, AIU와 통신을 시작하지 않은 NIU가 처음으로, 망에 접근하게 하는 망 접근제어 절차, NIU에게 폴링, 경쟁, 예약의 타임 슬롯을 할당하는 절차인 타임슬롯 할당 절차, 그리고 데이터를 전송하기 위해 무선 가상 연결을 설정하고 해제하는 세션의 연결 관리 절차로 나누어 볼 수 있다. 그림5는 AMAC 프로세스의 망 접근제어 절차를 SDL로 기술한 것이다.

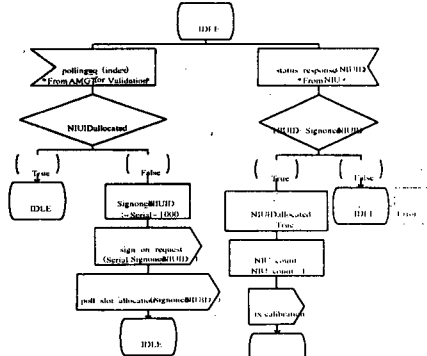


그림 5. 망 접근제어 절차 SDL 표기(AMAC)

(2) NMAC 프로세스의 설계

NMAC 프로세스는 망에 접속하지 않은 상태인 IDLE, 하향 주파수 채널을 포착하여 망에 접근한 상태인 LISTENING, 폴링 타임슬롯을 할당받은 상태인 P, 경쟁 타임슬롯을 할당받은 상태인 C, 예약 타임슬롯을 할당받은 상태인 R, 세션연결 요청 메시지를 보낸 상태인 SR, 하나 이상의 세션이 연결된 상태인 SC로 나눌 수 있다.

NMAC 프로세스의 망 접속요구 절차는 NIU의 망 접속요구에 대한 처리절차로서, 하나의 하향 주파수 채널을 포착한 후, AIU로부터 sign_on_request 메시지를 수신하고 이에 대한 응답으로 status_response 메시지를 전송하는 절차이다. 이렇게 망에 접속한 NIU는 AIU로부터 타임 슬롯할당 MAC 메시지를 통해 상향 프레임의 구성하는 폴링타임 슬롯, 경쟁타임 슬롯, 그리고 예약 타임 슬롯을 할당받는다.

NMAC 프로세스는 세션연결 요구 메시자인 mac_session_request 메시지를 통해 MAC 세션을 요구할 수 있으며, 요구를 받은 AIU는 mac_session_connection 메시지를 사용하여 세션을 설정한다. 또 세션 설정 후 데이터의 전송이 끝나면 mac_session_delete 메시지를 사용하여 세션을 종료한다. 그림 6은 세션의 요구절차 및 세션의 연결절차를 SDL로 설계한 예를 보여준다.

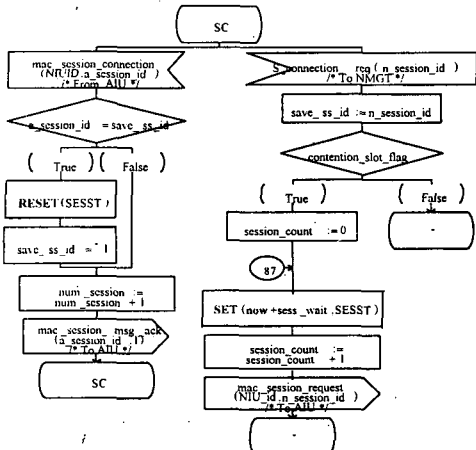


그림 6. 세션 요청 및 세션연결 SDL 표기(NMAC)

4. ObjectGEODE를 통한 B-WLL MAC 프로토콜의 검증

본 논문에서는 SDL로 설계한 B-WLL MAC 프로토콜을 그림 7과 같은 절차를 통해 ObjectGEODE가 지원하는 Design Tracer를 이용하여 검증했다.

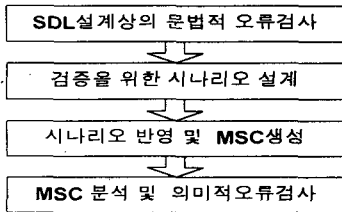


그림 7 B-WLL MAC 프로토콜의 검증 과정

4.1 검증을 위한 시나리오 설계

문법적인 오류검사가 끝난 MAC 프로토콜의 의미적인 오류를 검사하기 위해서는 여러 종류의 시나리오가 필요한데, 본 논문에서는 망 접근 제어, 타임슬롯 할당절차, 그리고 MAC 세션 관리절차의 시나리오와 POTS, 집단회선(PABX), ISDN,

B-ISDN, 그리고 인터넷 접속서비스와 같은 서비스별 시나리오를 작성하고 검증했다.

4.2 MSC 분석 및 의미적 오류 검사

본 절에서는 앞서 기술한 검증시나리오에 따라 설계한 B-WLL MAC 프로토콜을 검증하는 단계로써, Design Tracer에 의해 MSC를 자동 생성하고 이를 각각의 시나리오에 따라 프로세스간의 메시지의 전달여부, 타이머의 동작 등을 중점적으로 분석했다. 그림 8은 B-ISDN 서비스의 세션 연결 절차에 대한 검증작업의 결과로 생성된 MSC의 일부이다.

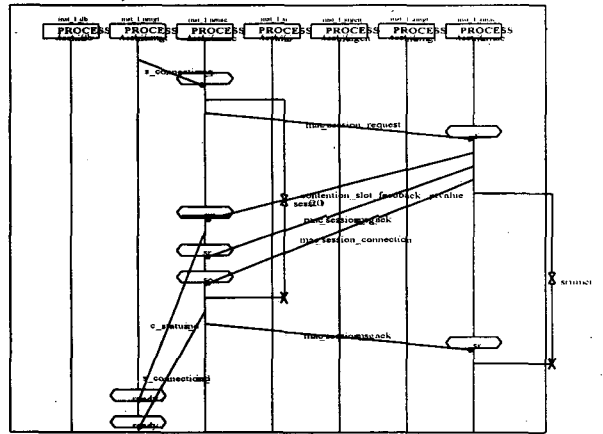


그림 8. B-ISDN 서비스를 위한 세션 연결절차

5. 결론 및 향후과제

본 논문은 기존의 WLL 시스템이 확장되어 멀티미디어 서비스 및 방송과 통합하면서 이용하게 될 B-WLL 시스템의 기지국과 가입자 장치간의 무선 매체 접근제어 프로토콜을 DAVIC에서 규정하고 있는 MAC 메시지를 사용하여 SDL로 설계하였다. 특히, 가변적인 경쟁/예약 타임 슬롯할당 알고리즘을 사용하여 설계하였으며, ObjectGEODE에서 제공하는 SDL Design Tracer를 사용하여 설계한 B-WLL MAC 프로토콜의 동작에 대해 검증했다. 검증의 결과, 설계한 프로토콜이 각각의 동작 절차에 따라 제대로 동작함을 알 수 있었다.

참고 문헌

- [1] DAVIC 1.3 Specification Part 8 Lower Layer Protocols and Physical Interfaces, Digital Audio Visual Council, Nov., 1997.
- [2] Jaime sanchez, Ralph Martinez, Michael W.Marcellin, "A survey of MAC Protocols Proposed for Wireless ATM," IEEE Network, Nov./Dec., 1997.
- [3] D. Petras, A. Hettich, A. Kramling, "Design Principles for a MAC Protocol of an ATM Air Interface," in ACTS Mobile summit 1996, Nov. 1996.
- [4] D. Petras, A. Kramling, "Wireless ATM : Performance evaluation of a DSA++ MAC Protocol with fast collision resolution by a probing algorithm," Int'l. Journal. of Wireless Information Networks, 1997.
- [5] 구현철, 이석호, 정한욱, "광대역 무선 가입자망(B-WLL)," 정보통신기술, 제12권, 제1호, 1998년5월.
- [6] 김태근, 구현철, "광대역 무선 가입자망 개발과 국내외 동향," 텔레콤, 제14권, 제2호, 98년12월.
- [7] 한운영, "Broadband WLL," 한국통신학회지, 제15권, 제2호 1998년2월.