

Mobile IPv6 용 무선랜 모듈의 설계 및 구현

강건수⁰ 공인엽 이정태
부산대학교 컴퓨터 공학과
{gunsoo_k⁰, leafgirl, jtlee}@pusan.ac.kr

Design and Implementation of Wireless LAN for Mobile IPv6

Gun-Soo Kang⁰ In-Yeup Kong Jung-Tae Lee
Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

요 약

최근 유비쿼터스 혁명으로 인해 장소 및 통신기기에 제약 없이 정보를 주고받는 환경으로의 요구가 증대되고 있다. 이러한 요구를 충족하고자 IP 계층에서 투명한 이동성을 제공하는 차세대 무선 프로토콜인 Mobile IPv6 기술이 필수적이다. 그러나 기존 Mobile IPv6는 제한된 컴퓨팅 능력을 가진 소형 이동 단말에는 탑재할 수 없다는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위해서는 Mobile IPv6를 하드웨어 모듈로 구현하는 것이 필요하고, 이와 더불어 무선 환경을 지원하기 위해서 무선랜 MAC 기술의 하드웨어 구현이 요구된다. 이에 본 논문에서는 Mobile IPv6 모듈이 무선랜을 지원할 수 있도록 IEEE 802.11 MAC 모듈을 하드웨어로 설계 및 구현하였다.

1. 서 론

이동통신의 확산과 무선인터넷 이용자의 증가에 따라 시간적·공간적 제약 없이 언제 어디서나 인터넷 서비스를 받을 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 요구되고 있다. 이러한 무선 환경에서 단말의 이동성을 지원해 줄 수 있는 기술이 필수적이며, 대표적인 기술로는 무선랜 기반의 Mobile IPv6가 있다.

그러나 기존의 구현 기술은 운영 체제를 탑재할 수 없는 제한된 컴퓨팅 능력을 가진 소형 이동 단말에는 적용할 수 없다는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위해 Mobile IPv6를 운영 체제에 독립적인 하드웨어 모듈로 구현하고 있으나, 이는 유선랜만을 지원하고 있다. 이에 본 논문에서는 이러한 Mobile IPv6 모듈에 무선랜 지원 기능을 제공하기 위하여 IEEE 802.11 MAC Core를 하드웨어 모듈로 설계 및 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 IEEE 802.11 기술에 대해 살펴보고, 3장에서는 IEEE 802.11 MAC 모듈의 하드웨어 설계 및 구현 내용을 기술하였으며, 마지막으로 4장에서는 결론과 향후 과제를 제시하였다.

2. IEEE 802.11 MAC 기술

2.1 MAC 프레임 구조

IEEE 802.11 MAC 프레임에는 크게 관리, 제어 및 데이터 프레임으로 구분된다. 관리 프레임은 무선 네트워크의 참여 및 이탈, 그리고 다른 액세스 포인트로 결합하거나 이

동할 때 이용된다. 관리 프레임의 종류로는 네트워크의 존재를 알리며, 유지 보수의 중요한 역할을 담당하는 Beacon 프레임, 접속을 승인받기 위한 Authentication 프레임, 호환 가능한 네트워크임을 인식하기 위한 Association 프레임 등이 있다. 제어 프레임은 영역 클리어링 동작, 채널 확보, 반송파 감지, 유지 기능, 그리고 수신한 데이터의 확인 긍정 응답을 수행하기 위해 데이터 프레임과 함께 사용된다. 제어 프레임의 종류로는 데이터 프레임 전송을 위한 매체 제어 획득을 요청하는 RTS (Request to Send) 프레임, RTS 프레임에 대한 응답인 CTS (Clear to Send) 프레임, 긍정 확인 응답을 위해 사용되는 ACK 프레임 등이 있다. 제어 프레임은 CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) 접근 메커니즘으로 동작하며, 2.2 절에서 상세히 제시한다. 마지막으로 데이터 프레임은 스테이션 간의 데이터 전송을 위해 사용된다.

2.2 매체 접근 방식

IEEE 802.11 MAC 프로토콜의 기본 동작 원리는 그림 1과 같다[1] [2].

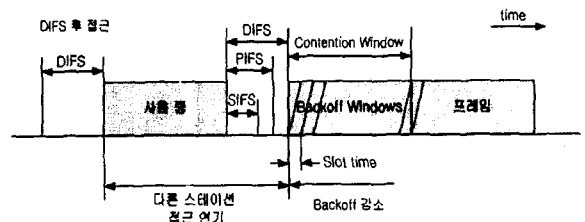


그림 1. 802.11 MAC의 동작 원리

DIFS(DCF Inter Frame Space)는 DCF 프레임 간격으로 스테이션이 패킷 전송 전에 매체가 사용중인지를 검사하여, 만약 매체가 DIFS보다 긴 시간 간격 동안 유휴상태인 것이 확인되면, 스테이션들은 패킷의 전송을 준비하면서 Backoff 연산을 통해서 경쟁을 시작한다. Backoff 구간은 타이머에 의해 설정되며 0 에서 CW(Contention Widow)사이의 값을 랜덤하게 가진다. 유휴 시간이 DIFS보다 길어질 때마다 랜덤하게 설정된 Backoff 타이머 값은 감소된다. Backoff 타이머 값이 0으로 감소되었을때 스테이션은 데이터를 전송한다. 다른 스테이션들은 매체가 데이터를 전송중임을 감지하면 타이머를 중지하고, 데이터 전송 후 DIFS 시간 후에는 다시 타이머를 감소시키며 경쟁 상태에 들어간다. 만약 두개 이상의 스테이션이 동시에 전송을 시작하게 되면 충돌이 발생되고, 충돌된 스테이션은 CW 값을 지속적으로 증가시켜 충돌 확률을 감소시킨다[1] [3].

PIFS(PCF Inter Frame space)는 PCF 프레임간 간격으로 매체의 사용 여부를 검사하여, 만약 매체가 PIFS 보다 긴 시간 간격동안 유휴 상태인 것이 확인 되면, 포인트 조정자(Point Coordinator)가 허락한 경우에 한해 자유롭게 데이터를 전송 함으로써 무경쟁 서비스를 제공한다.

SIFS(Short Inter Frame Space)는 프레임간 간격 중에서 가장 짧은 것으로, RTS/CTS 프레임이나 ACK와 같은 최고 우선권을 가진 프레임의 전송을 위해 사용된다.

무선 매체에 대한 접근 방식은 PCF (Point Coordination Function)와 DCF (Distributed Coordination Function) 로 구분된다. PCF 방식은 액세스 포인트 내에 존재하는 포인트 조정자에 의해 각 매체가 경쟁없이 매체 사용 권한을 가진다. DCF 방식은 그림 1의 과정을 통해 데이터를 주고 받는 경쟁 기반 접근 제어 방식으로서 CSMA/CA 접근 메커니즘을 기초로 동작하며, 이는 그림 2와 같다.

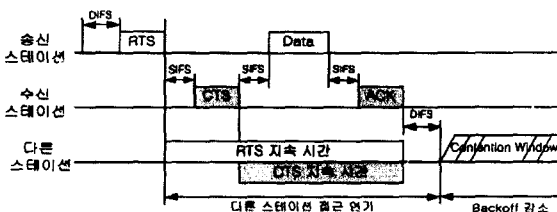


그림 2. CSMA/CA 알고리즘

송신 스테이션은 데이터 전송을 위해 수신 스테이션에게 RTS 프레임을 전송한다. 이에 수신 스테이션은 자신이 유휴 상태이면 CTS 프레임을 송신 스테이션에게 전송하고, 그렇지 않으면 어떠한 응답 프레임도 전송하지 않는다. 송신 스테이션은 CTS 프레임을 수신하게 되면 데이터 프레임을 수신 스테이션에게 전송하고, 수신 스테이션은 수신 응답으로서 ACK 프레임을 전송한다. 크기가 큰 데이터 프레임 경우, 데이터 프레임과 ACK 프레임의 반복으로 데이터를 단편화하여 전송한다. 다른 스테이션들은 송신 스테이션과 수신 스테이션이 사용 중일 때에는 사용 시간만큼 대기하였다가, 데이터 전송이 끝나게 되면 DIFS 시간 후 Backoff 연산을 수행한다[3].

3. IEEE 802.11 MAC의 하드웨어 설계 및 구현

3.1 전체 모듈 구성 및 상세 설계

무선랜 기능을 적용한 Mobile IPv6의 전체 블록도는 그림 3과 같으며 하드웨어 모듈로 설계 및 구현되었다.

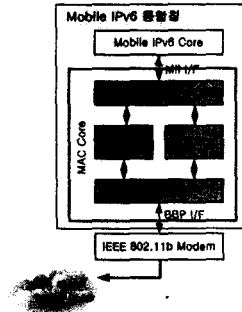


그림 3. 무선랜 기반 Mobile IPv6 모듈의 전체 블록도

무선랜 기반 Mobile IPv6 모듈은 이동성을 지원하는 IP 계층의 Mobile IPv6 Core와 IEEE 802.11b RF Modem[4] 부분, 그리고 본 논문에서 구현한 MAC Core로 구성된다. MAC Core는 BBP_IF 모듈, CTRL 모듈, TXB 모듈, MIL_IF 모듈로 구성된다. BBP_IF 모듈은 802.11b Modem의 제어[4]와 802.11 MAC의 제어, 관리 및 데이터 프레임 처리를 담당하는 모듈이다. CTRL 모듈은 전체 모듈을 제어하며, CSMA/CA 메커니즘을 수행한다. TXB 모듈은 전송 데이터를 위한 FIFO이다. MIL_IF 모듈은 Mobile IPv6 Core 모듈과의 표준 인터페이스를 처리해준다. MAC Core의 핵심 모듈인 CTRL 모듈은 그림 4와 같이 정의된다.

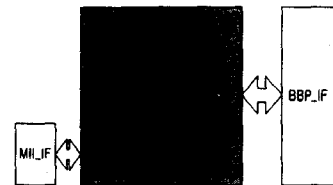


그림 4. CTRL 모듈의 블록도

그림 4에 제시된 CTRL 모듈의 인터페이스는 표 1과 같다.

표 1. CTRL 모듈의 신호 정의

신호명	설명	비트수	I/O
START	전체 모듈 동작 시그널	1	I
RESET	전체 모듈 Reset	1	I
RF_CLK	전체 모듈 동작 클럭	1	I
BBPRX_DT	수신 데이터 감지	1	I
TX_CMD	송신 프레임 Type 값	4	O
RX_CMD	수신 프레임 Type 값	4	I
RFCFG_EN	RF 제어 레지스터 값 Enable	1	O
BBPCFG_EN	BBP 제어 레지스터 값 Enable	1	O
RFCFG_CP	RF 제어 레지스터 셋팅 완료	1	I
BBPCFG_CP	BBP 제어 레지스터 셋팅 완료	1	I

MIL_TXE	데이터 전송을 위한 Enable	1	1
MILLINK	AP와의 연결 설정 시그널	1	0
TX_ID_VALUE	TX Duration 값	16	0
RX_ID_VALUE	RX Duration 값	16	1

CTRL 모듈의 전체 모듈 제어의 흐름도는 그림 5와 같다. START 시그널에 의해 IEEE 802.11b Modem의 제어 레지스터 값을 설정하게 되며(1), 설정 완료 후 Beacon 프레임 수신이나 Probe 프레임 요청으로 인해 무선 네트워크의 위치를 파악하고 인식한다(2). 인식후, Authentication 프레임을 사용하여 스테이션의 접속을 승인하는 인증 과정을 거친다(3). 그리고 인증이 완료된 후, 유선 네트워크와 접속하기 위해 Association 프레임을 사용하여 액세스 포인트와의 결합을 요청한다(4). 결합이 완료된 후 그림 2의 CSMA/CA 알고리즘에 의해 데이터 송신(5)과 데이터 수신(6)을 수행한다 [3] [5].

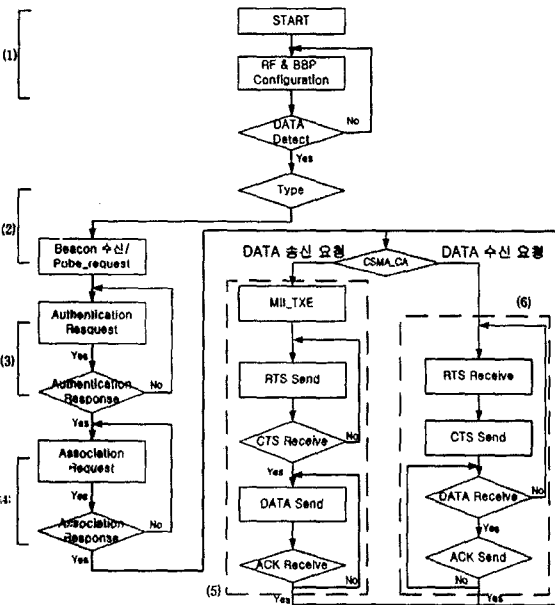


그림 5. CTRL 모듈의 제어 흐름도

그림 4에 제시된 나머지 모듈도 CTRL 모듈과 동일한 설계 방법을 적용하여 각각에 대해 인터페이스 및 동작 흐름을 정의하였다.

3.2 구현 및 검증

Mobile IPv6 모듈에 무선랜을 적용하기 위해 IEEE 802.11 MAC 표준 문서를 기반으로 MAC 모듈을 구현한 후, 하위 IEEE 802.11b Modem 및 상위 Mobile IPv6 Core 모듈과 통합하였다. IEEE 802.11 MAC은 제어, 관리 및 데이터 프레임들을 처리할 수 있도록 구현되어 있으며, 제어 프레임과 데이터 프레임에 이용되는 CSMA/CA 알고리즘은 카운터를 이용한 타이머 기반으로 구현하였다. VHDL로 구현된 각 모듈은 ModelSim을 사용하여 통합 시뮬레이

션 과정을 거쳤으며, 상용 액세스 포인트 및 IPv6 망과의 통신 테스트를 위해 그림 6과 같은 시험망을 사용하였다.

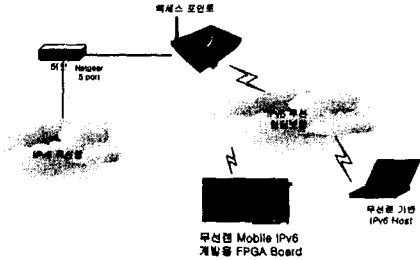


그림 6. 무선랜 테스트 환경

구현된 MAC Core는 Mobile IPv6 Core 및 무선랜 Modem Controller와 하나의 Core로 통합하여 FPGA 보드에 탑재 하였다. 기능 검증을 위해서는 상용 액세스 포인트와 PC 기반 IPv6 호스트와의 통신을 테스트 하였고, 이로써 기능과 호환성을 검증하였다.

4 결론

무선랜을 지원하는 Mobile IPv6는 단말의 이동성을 제공하는 기술로서, 최근 이슈가 되고 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 기반 기술이다. 그러나 기존의 Mobile IPv6 모듈은 운영 체제를 기반으로 구현되어 있으므로 초소형 유비쿼터스 단말에 적용할 수 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해 Mobile IPv6를 운영 체제에 독립적인 하드웨어 모듈로 구현하였으나 기구현 모듈은 무선랜 환경에서만 동작 가능하였다. 이에 본 논문에서는 무선랜 기반의 하드웨어 Mobile IPv6 모듈을 개발하기 위하여 IEEE 802.11 표준에 따른 MAC Core를 하드웨어로 설계 및 구현하였다. 구현된 모듈은 무선랜 모듈 및 Mobile IPv6 모듈과 통합되어 상용 액세스 포인트 및 단말과의 테스트를 통해 기능 및 호환성을 검증하였다. 이를 적용한 하드웨어 MIPv6 모듈은 단말의 컴퓨팅 능력에 제한 없이 무선 환경에서도 이동성을 제공할 수 있다.

향후 과제로는 회로 최적화와 안정화를 진행할 예정이다.

참고 문헌

- [1] IEEE std 802.11 : "Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications" 1999.
- [2] 박진석 외 3명, "IEEE 802.11 무선랜의 DCF를 이용한 폴링관리기법 개선", 정보과학회 춘계학술대회 논문집, Vol.30, No.1, 2003.
- [3] 장길용 외 1명, "무선랜 상에서 지연 QoS 보장을 위한 백드롭 방식", 정보과학회 논문집, Vol.29, No.1, pp.241~243, 2002.
- [4] 강건수 외 2명, "하드웨어 Mobile IPv6를 위한 IEEE 802.11b Modem Controller 모듈의 하드웨어 설계 및 구현", 정보과학회 추계학술대회 논문집, Vol.30, No.2, pp.340~342, 2003.
- [5] Yang Xiao, "A simple and effective priority scheme for IEEE 802.11", IEEE Communications Letters, Vol.07, No.2, pp.189~203, 2003.