

# 하드웨어 Mobile IPv6를 위한 IEEE 802.11b Modem Controller 모듈의 하드웨어 설계 및 구현

강건수<sup>o</sup> 류준우 이정태  
부산대학교 컴퓨터 공학과  
{gunsoo\_k<sup>o</sup>, jwryu, jilee}@pusan.ac.kr

## Hardware Design and Implementation of IEEE 802.11b Modem Controller for Hardware Mobile IPv6

Gun-Soo Kang<sup>o</sup>, Jun-Woo Ryu, Jung-Tae Lee  
Dept. of Computer Engineering, Pusan National University

### 요 약

최근 수요가 급증하고 있는 이동 단말은 점차 소형화되고 있으며, 어느 곳에서든지 접속 가능한 유비쿼터스 컴퓨팅의 주체가 되고 있다. 이러한 단말에 이동성을 지원하기 위해서는 Mobile IPv6가 필수적인데, 운영 체제를 기반으로 한 기존의 Mobile IPv6는 제한된 컴퓨팅 능력을 가진 소형 이동 단말에는 탑재할 수 없다는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위해서는 Mobile IPv6를 운영 체제에 독립적인 하드웨어 모듈로 구현하는 것이 필요하다. 더불어 하드웨어 Mobile IPv6 모듈은 무선 접속을 전제로 하므로, 현재 가장 많이 보급되어 있는 무선 접속 기술인 IEEE 802.11b 기반의 무선랜을 통합한 형태로 구현되어야 한다. 이에 본 논문에서는 하드웨어 Mobile IPv6와 통합할 수 있는 IEEE 802.11b Modem Controller를 하드웨어로 설계 및 구현하였다.

### 1. 서 론

이동 통신의 사용 급증과 기술의 발전으로 인하여 언제 어디서나 제약 없이 인터넷에 접속되는 유비쿼터스 컴퓨팅이 새로운 패러다임으로 인식되고 있다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅을 위해서는 이동 환경에서의 투명한 이동성 지원이 필수적이다. 이를 위해 IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 이동성 지원 프로토콜인 Mobile IPv6에 대한 표준화를 최종 마무리하는 단계에 있다.

현재 구현되어 있는 Mobile IPv6는 윈도우나 리눅스 등의 운영 체제의 커널과 연계되어 동작하도록 구현되어 있다. 이러한 Mobile IPv6를 사용하기 위해서는 운영 체제를 구동할 수 있는 정도의 컴퓨팅 능력을 필요로 하기 때문에 제한된 컴퓨팅 능력을 가진 소형 이동 단말에서는 이용될 수 없다는 제약이 있다. 이를 해결하기 위해서는 Mobile IPv6를 운영 체제에 독립적인 하드웨어 모듈로 구현하는 것이 필요하다.

더불어 하드웨어 Mobile IPv6의 동작과 활용도에 있어서 물리 계층에서는 무선랜 접속 기술이 필수적이다. 현재 가장 많이 보급되어 있는 무선 접속 기술은 IEEE 802.11b이다. 이에 본 논문에서는 하드웨어 Mobile IPv6에 무선랜을 적용하기 위하여 2.4G ISM(Industrial, Scientific and Medical) band 대역에서 IEEE 802.11b Modem을 제어하는 Controller를 하드웨어로 설계 및 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 IEEE 802.11b Modem 기술에 대해 살펴 보고, 3장에서는 802.11b Modem

Controller의 하드웨어 설계 및 구현 내용을 설명하며, 마지막 4장에서는 결론과 향후 과제를 제시한다.

### 2. IEEE 802.11b Modem 기술

#### 2.1 RF 시스템

기본적인 RF(Radio Frequency) 시스템은 송신부와 수신부로 구성된다.

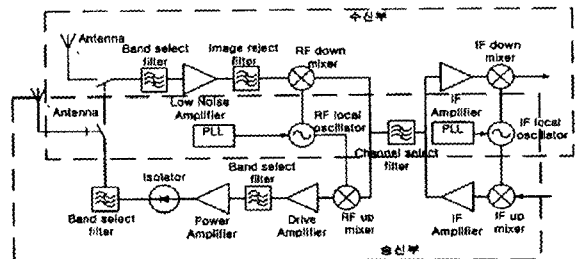


그림 1. RF 시스템

RF 수신부는 다음과 같이 구성된다.

- Antenna □ 대기 중의 전자기파(electromagnetic wave) 신호를 수신한다.
- Band select filter □ 원하는 주파수 대역만 증폭한다.
- LNA(Low Noise Amplifier) □ 잡음을 최대한 억제하고 신호만을 증폭한다.
- Image reject filter -- Image frequency가 mixer로 전달되지 않도록 걸러 낸다.

- RF down mixer - RF 신호를 IF(Intermediate Frequency) 대역으로 하향 조종한다.
- RF local oscillator - 주파수 합성을 위한 LO(Local Oscillator) 주파수를 RF down mixer에 공급해주고 채널 선택을 위해 주파수를 변화시킨다.
- PLL(Phase Locked Loop) - 주파수 조절부로서, RF LO(Radio Frequency Local Oscillator) 주파수를 고정해 준다.
- Channel select filter - 원하는 채널의 대역이 통과되도록 필터링한다.
- IF Amplifier □ RF 단의 미약한 수신 신호를 증폭시킨다.
- IF down mixer - 캐리어 주파수를 제거하여 원래 신호가 담긴 주파수 대역인 기저대역(baseband)로 하향 변환 및싱을 한다.
- IF local oscillator □ IF down mixer에 LO 주파수를 공급해 준다.

RF 송신부는 아래의 기능 모듈을 제외하고는 수신부와 유사하다.

- Isolator - 신호가 안테나를 통해 역으로 유입되는 것을 방지한다.
- Power Amplifier - 신호를 송출하기 위해 입력 신호를 전력 증폭한다.
- Drive Amplifier □ Power Amplifier의 gain 부족을 해결하고, 충분한 입력 전력을 Power Amplifier에 만들어준다.

2.2 2.4GHz ISM Band 대역의 DSSS PHY

그림 2는 IEEE 802.11b PLCP(Physical Layer Convergence Protocol) 프레임의 기본 포맷이다[1].

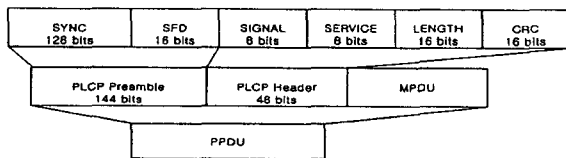


그림 2. PLCP 프레임 포맷

그림 2의 각 필드를 설명하면 다음과 같다. 128비트의 SYNC(Synchronization) 필드는 동기화를 위한 필드이다. 16비트의 SFD(Start Frame Delimiter) 필드는 링크를 설정하기 위해 사용되는 ID(Identification)를 가진다. 8비트의 SIGNAL 필드는 MPDU(MAC Protocol Data Unit) 패킷이 DBPSK(Differential Binary Phase Shift Keying)로 변조되는지 DQPSK(Differential Quadrature Phase Shift Keying)로 변조되는지를 표시한다. 8비트의 SERVICE 필드는 예약된 필드이며, 16비트의 LENGTH 필드는 MPDU 패킷에 포함되어 있는 데이터 심볼의 수를 나타낸다. 16비트의 CRC 필드는 CRC-16을 따르는 프레임 검사함으로서 SIGNAL, SERVICE 그리고 LENGTH 필드를 보호한다[1].

3. IEEE 802.11b Modem Controller의 설계 및 구현

3.1 설계

IEEE 802.11b Modem Controller의 전체 블록도를 보면 그림 3과 같다.

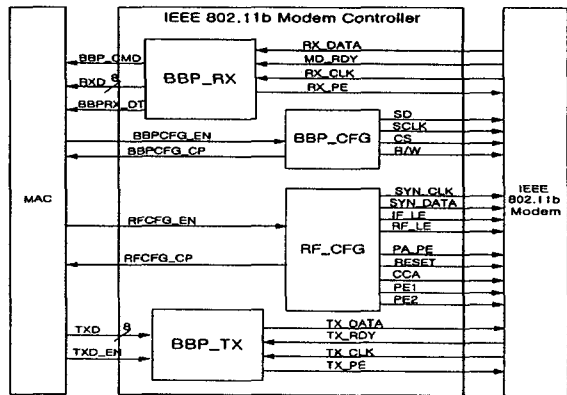


그림 3. IEEE 802.11b Modem Controller의 전체 블록도

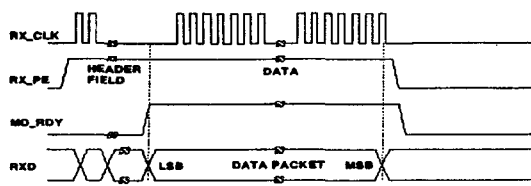
그림 3에서와 같이, Modem Controller는 IEEE 802.11b Modem의 Baseband Processor에서 MAC 계층으로 데이터를 송수신하는 BBP\_RX 모듈 및 BBP\_TX 모듈, IEEE 802.11b Modem의 RF와 BBP를 제어하는 BBP\_CFG 모듈 및 RF\_CFG 모듈로 구성된다.

그림 3의 IEEE 802.11b Modem Controller의 인터페이스는 표 1과 같이 정의 된다.

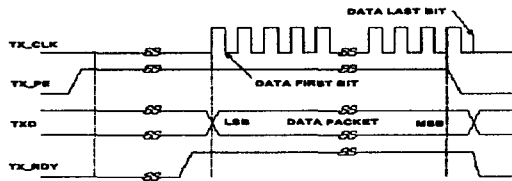
표 1. IEEE 802.11b Modem Controller의 인터페이스

모듈	인터페이스	설 명	I/O
BBP_RX	RX_DATA	Serial Data 입력	I
	MD_RDY	Serial Data 입력을 위한 준비	I
	RX_CLK	Serial Data 입력 Clock	I
	RX_PE	수신 Data Power Enable	O
BBP_TX	TX_DATA	Serial Data 출력	O
	TX_RDY	Serial Data 출력을 위한 준비	I
	TX_CLK	Serial Data 출력 Clock	I
	TX_PE	송신 Data Power Enable	O
BBP_CFG	SD	BBP Register Setting Serial Data	O
	SCLK	BBP Register Setting Clock	O
	CS	BBP Chip Select	O
	R/W	BBP Register Data Read/Write	O
RF_CFG	SYN_CLK	IF/RF Register Setting Clock	O
	SYN_DATA	IF/RF Register Setting Serial Data	O
	IF_LE	IF Synthesizer Latch Enable	O
	RF_LE	RF Synthesizer Latch Enable	O
	PA_PE	Power Amplifier Power Enable	O
	RESET	Reset	O
	CCA	Channel Clear	O
	PE1	PLL Mode Select Enable	O
PE2	PLL Mode Select Enable	O	

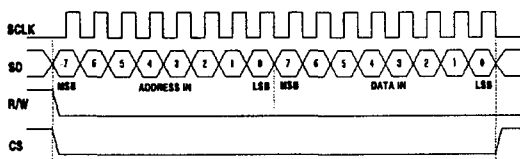
IEEE 802.11b Modem Controller의 타이밍도는 그림 4와 같다.



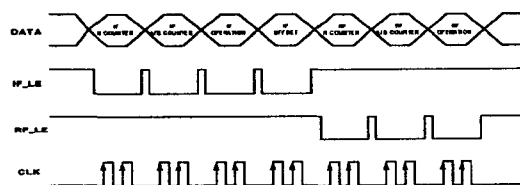
(a) BBP RX Data 타이밍



(b) BBP TX Data 타이밍



(c) BBP Register Configuration 타이밍



(d) IF/RF Register Configuration 타이밍

그림 4. IEEE 802.11b Modem Controller의 타이밍

그림 4의 (a)는 Baseband Processor로부터 데이터를 수신하는 타이밍으로서, MD\_RDY 신호는 192비트의 Preamble Header를 처리한 이후의 rising edge에서 RXD 인터페이스를 통해 LSB부터 데이터를 수신한다. 그림 4의 (b)는 MAC 계층으로부터 Baseband Processor로 데이터를 송신하는 타이밍으로서, TX\_RDY 신호의 rising edge에서 TXD 인터페이스를 통해 LSB부터 데이터를 송신한다. 그림 4의 (c)는 Baseband Processor를 제어하기 위해 관련 Register를 설정하는 타이밍으로서, 먼저 주소를 입력하고 clock에 따라 Register 설정 값을 입력한다. 그림 4의 (d)는 IF/RF 칩셋을 제어하기 위해 관련 Register를 설정하는 타이밍으로서, 먼저 IF의 Register 값을 입력한 후 RF의 Register 값을 입력하여 설정한다[2][3].

### 3.2 구현

Mobile IPv6 칩에 무선랜을 적용하기 위한 RF 시스템은 PRISM2 계열의 칩셋을 이용하였다. 그림 3에서 IEEE 802.11b Modem Controller의 BBP\_RX 모듈은 하위 계층의 Baseband Processor를 통해 수신된 1비트의 시리얼 데이터를 8비트의 데이터로 만들어 상위 계층은 전송하도록 구현

하였다. BBP\_TX 모듈은 상위 계층으로부터 수신된 8비트 데이터를 1비트 시리얼 데이터로 만들어 Baseband Processor로 송신하였다. 다음으로 BBP\_CFG 모듈은 Long Preamble Header로 구현하였고, TX 데이터 전송률은 11Mbps로 구현하였다. 마지막으로 RF\_CFG 모듈의 Register 값은 다음 수식에 따라 구현하였다.

$$fvco = [(P*B)+A]*fosc/R \dots\dots\dots (1)식$$

fvco : VCO(Voltage Controlled Oscillator)의 출력 주파수  
P : RF의 Prescaler의 값

fosc : Reference 주파수 값

IEEE 802.11b는 2412MHz~2484MHz의 주파수 범위를 5MHz 단위로 나누어 14개 채널을 사용한다. fvco 값은 고정된 IF 주파수 374MHz에 각 채널 주파수값을 뺀 값으로 정하고, RF 주파수는 748MHz로 고정하여 fvco 값을 구한다. 본 논문에서는 칩의 특성에 따라 RF의 Prescaler 값으로 32를 사용했고, Reference 주파수 값으로 44MHz를 사용하였다. 이러한 값과 식 (1)을 사용하여 A, B의 counter 값을 구하고, 그 값을 그림 4의 (d)의 타이밍에 맞게 입력함으로써 PRISM2 계열의 칩셋을 동작 제어하였다. 이렇게 구현된 Modem Controller는 VHDL로 구현하였으며, 시뮬레이션 및 동작 테스트를 수행함으로써 그 기능을 검증하였다.

### 4. 결론

언제 어디서나 제약 없이 인터넷에 접속되는 유비쿼터스 컴퓨팅을 위해서는 이동 환경에서의 투명한 이동성 지원이 필수적이다. 이를 지원하기 위해 구현된 Mobile IPv6는 운영 체제에 종속적인 모듈로 구현되어 있으므로 제한된 컴퓨팅 능력을 가진 소형 이동 단말에는 탑재할 수 없는 문제가 있다. 이를 해결하기 위해서는 Mobile IPv6를 운영 체제에 독립적인 하드웨어 모듈로 구현하는 것이 필요하다. 이러한 하드웨어 Mobile IPv6는 이동성 지원의 특성상 무선 접속 지원이 필수적이다.

이에 본 논문에서는 하드웨어 Mobile IPv6에 무선랜 지원을 위해 IEEE 802.11b Modem Controller를 하드웨어로 설계 및 구현하였다. 이로써 무선랜 기반의 Mobile IPv6를 하나의 칩으로 구현하여 제약 없이 모든 이동 단말에 탑재할 수 있다.

향후 과제로는 하드웨어 Mobile IPv6에 무선랜을 지원하기 위해 필요한 기술인 IEEE 802.11 MAC의 구현에 대한 연구를 진행하고자 한다.

### 참고 문헌

- [1] IEEE std 802.11 : "Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications", 1999
- [2] Intersil Inc, "Wireless LAN Medium Access Controller", <http://www.intersil.com/data/fn/fn4839.pdf>
- [3] Intersil Inc, "Direct Sequence Spread Spectrum Baseband Processor", <http://www.intersil.com/data/fn/fn4816.pdf>