

이동국 결합형 WLL 고정국의 설계

장 인용, 김 용국, 이 영희
 단국대학교 전자공학과
 서울 용산구 한남동 산8

Design of an WLL RSU combined with Mobile Station

Inyong Jang, Yongkook Kim, Younghee Lee
 Dept. of Electronics Engineering Dankook University
 San 8, Hannam-Dong, Yongsan-Gu, Seoul, Korea

요 약

본 논문에서는 요즘 많은 관심 속에서 활발히 연구되고 있는 WLL(Wireless Local Loop)에서 이동국(Mobile Station)과 FWT(Fixed Wireless Terminal)를 이용한 고정국(RSU, Radio Subscriber Unit) 시스템의 구성을 제안한다. 이동국은 FWT로부터 분리하여 휴대 사용할 수 있다는 점에서 일반적인 WLL 시스템의 고정국과 차이가 있다. 본 논문에서는 FWT의 하드웨어와 소프트웨어의 구성 대하여 기술한다.

I. 서 론

WLL은 유선 가입자 망의 구축이 발달되지 않은 개발 도상 국가나 추가적인 유선로의 선치가 용이하지 않은 대도시에 주로 사용된다. 개발도상국의 경우 광대한 유선로 선치에 따른 막대한 설치 기간과 비용을 줄이기 위해서, 그리고 대도시에서는 증가하는 통신 서비스에 따른 추가적인 유선로 가입자 망 구축이 불가능할 때 WLL을 이용하여 유선로를 무선으로 대체함으로써 위에 언급된 문제점들을 쉽게 해결할 수 있다.[1]

기존의 WLL에서 사용되는 고정국은 RF 프로세서, MODEM, SLAC(또는 CODEC), 마이크로 프로세서 그리고 SLIC등이 하나의 패키지로 결합된 형태로 구성되어 있다. 따라서 고정된 구역 내에서의 사용만이 가능하다. 본 논문에서는 기존의 이동국을 하드웨어의 변경 없이 기존의 이동국 프로그램에 FWT 인터페이스 프로그램만을 추가하고 이를 FWT와 결합함으로써 고정국을 구성하였다. 따라서 외출 시에는 이동국을

FWT로부터 분리하여 사용할 수도 있으며, 실내에서는 이를 FWT와 결합하고 유선전화기와 연결하여 무선 로컬루프를 구성하여 사용할 수 있다.

그림 1은 WLL 시스템의 CAI(Common Air Interface) 구조를 나타내었다. 고정국은 가입자의 서비스를 무선으로 처리하는 기능을 수행한다. 고정국은 다시 이동국과 FWT로 구성되고, 서로 발신 호(Origination Call)와 착신 호(Incoming Call)시에 필요한 정보 패킷을 주고 받는다. 기지국(BS, Base Station)은 고정국과의 무선 링크를 수행하는 장치이다.

2장은 이동국과 FWT와의 인터페이스 사항을 고찰하고 3장에서는 FWT의 하드웨어 구성을 소개한다. 4장에서는 FWT와 이동국의 소프트웨어 구성과 동작의 설명, 그리고 발신 호와 착신 호에 따른 Subscriber Line 인터페이스에 대해서 기술하였다.

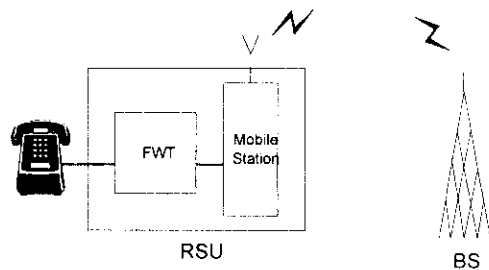


그림 1. 이동국 결합형 WLL RSU 구조

2. 이동국과 FWT 인터페이스

이동국의 Bottom Plug는 PCM 신호 단자와 RS-232C 단자를 포함하고 있다. PCM Signal 단자는 핸드프리 키트(Hands Free Kit)와의 연동 사용시 음성 신호를 인터페이스 하기 위해 사용된다. 그리고 외부 디바이스로부터의 요구 패킷에 대한 응답을 위해 RS-232C 단자를 포함하고 있다.

이동국은 위에서 설명된 PCM 신호 단자와 RS-232C 단자를 통해 FWT와 인터페이스 한다. 이동국은 본과 기지국의 순방향 트래픽 채널상의 음성 데이터를 모뮬러(VOCODER)를 통하여 PCM 신호로 변환하고 FWT는 이 신호를 오디오 신호로 변환하여 가입자에게 들려준다. 역으로 가입자의 음성은 FWT를 통하여 PCM 신호로 변환되어 이동국으로 출력되고, 이동국은 이 신호를 모뮬러를 통해 역방향 트래픽 채널에 실려 기지국에 보내진다. RS-232C 단자는 이동국과 FWT의 상태 및 호 처리를 위한 정보 패킷을 요구하고 응답하기 위해 사용된다. 그림2에 이동국과 FWT와의 인터페이스 구성도를 나타내었다.

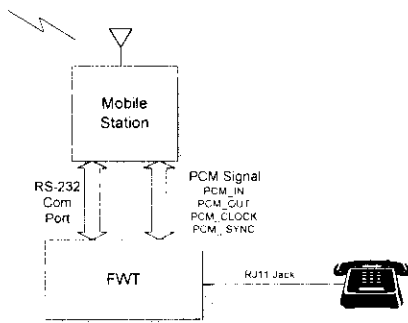


그림 2. 이동국과 FWT 인터페이스

3. FWT의 하드웨어 구성

그림 3에 FWT의 시스템 블록 다이어그램을 나타내었으며 크게 마이크로 컨트롤러부, SLAC(Subscriber Line Audio Processing Unit), SLIC(Subscriber Line Interface Unit), DTMF(Dual Tone Multi Frequency) Receiver 그리고 NV(Non-Volatile) 메모리로 구성되어 있다.

마이크로 컨트롤러부는 UART를 내장하고 있으며 실시간 상태 정보 패킷과 명령 패킷을 이동국과 주고 받는다. 이동국으로부터 수신하는 상태 정보에 따라 주변 디바이스를 제어하고, 주변 디바이스로부터의 인터럽트를 처리한다.

SLAC은 이동국으로부터 수신한 PCM 신호를 Audio 신호로 변환하여 SLIC에게 전달하고 SLIC은 이 신호를 Subscriber Line 레벨로 변환한다. 역으로

SLIC은 Subscriber Line으로부터의 음성 신호를 Audio 신호로 변환하고 SLAC은 이 신호를 PCM 신호로 바꾸어 이동국에게 전달한다.

SLAC은 마이크로 컨트롤러로부터 Subscriber Line의 제어 명령을 수신하고 SLIC의 상태를 결정한다. SLIC은 SLAC으로부터 Subscriber Line 상태 명령을 수신하여 Subscriber Line의 상태를 제어하고 수화기 불림(Off-Hook)을 감지하여 인터럽트 신호를 발생한다 [2][3].

DTMF Receiver는 Off-Hook 상태에서 키 눌림을 감지하여 인디케이트 신호를 발생하며 마이크로 컨트롤러는 이때의 DTMF Code를 DTMF Receiver로부터 수신한다. NV 메모리는 전원이 인가될 때마다 FWT 설정에 관련된 항목들을 저장한다. SLIC은 Ring 트라이버를 내장하고 있으며, Subscriber Line의 상태가 Ringing 모드로 되어 있고 마이크로 컨트롤러로부터 20Hz의 구형파를 입력 받을 때 전화기의 Ring을 구동하여 벨 소리를 발생한다.

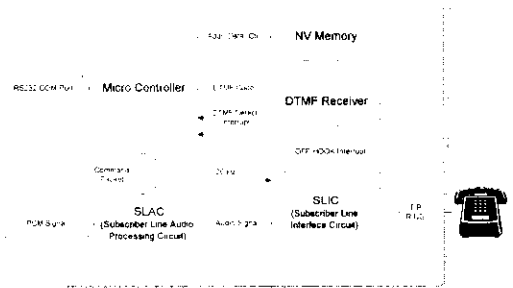


그림 3. FWT System Block Diagram

4. FWT 소프트웨어 구조

FWT는 전원이 인가된 후 FWT의 자체 진단 및 주변 디바이스를 초기화 한다. 우선 SLIC의 상태 컨트롤 및 음성의 통로를 담당하는 SLAC을 초기화하게 되는데, 이동국 내부의 모뮬러가 지원하는 PCM 신호의 종류, SLIC의 오디오 입력 임피던스, SLIC의 인터페이스 I/O 모드, 음성의 송수신 이득, Transhybrid Balance등의 데이터를 마이크로 컨트롤러로부터 입력 받아 내부 Configuration 레지스터에 저장한다. 이어서 이동국과의 데이터 송수신을 위해 RS-232C 포트를 초기화한다.

초기화를 완료한 후 FWT는 아이들 상태(Idle State)로 진입하는데, SLIC을 Standby 모드로 설정하고 현재 FWT가 모든 동작을 위한 준비가 되었다는 것을 이동국에게 알린다. 아이들 상태에서 이동국으로부터 시리얼 통신 포트를 통해 명령을 수신 받거나 Off-Hook Detect능의 인터럽트 이벤트가 발생 되면

착신 호 상태(Incoming Call State)나 키 입력 처리 및 발신 호 상태(Origination Call State)로 상태로 전이하게 된다. 그림 4에 FWT 소프트웨어의 기본 구조를 나타내었다.

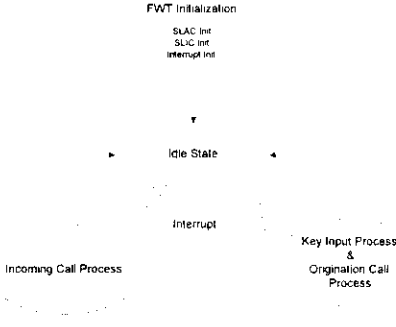


그림 4. FWT Software Block Diagram

SLAC은 SLIC Control 된자들을 통해 표1과 같은 상태로 SLIC을 설정할 수 있다.

Mode	MS State	Hook State
Standby	Idle	ON-HOOK
Ringing	Incoming Call	ON-HOOK
Active	Tone Generate Conversation	OFF-HOOK

표 1. SLIC State Mode

Standby 모드에서 SLAC은 내부의 Rx와 Tx를 모두를 단절시키는 채널 금지 모드(Channel Disable Mode)로 설정되며, Audio 출력 신호는 하이 임피던스 상태로 놓이게 된다. 착신 호시에 SLIC은 Standby 모드에서 Ringing 모드로 전환되어 SLIC내부의 Ring 드라이버를 활성화 시키고, 마이크로 프로세서의 20Hz 구형파를 입력 받아 Ring 드라이버를 구동하여 전화기의 벨을 울리게 한다. Active 모드는 Off-Hook 상태에서의 Dial Tone 발생이나 통화 채널이 확보된 이후의 통화 상태일 때 설정된다.

다음 4.1과 4.2절에서는 발신호와 착신호에 대한 FWT의 상태 흐름을 살펴본다.

4.1 착신호 흐름의 처리

FWT는 이동국의 상태가 변화할 때마다 통신 포트를 통해 이동국의 상태를 수신한다. 기지국은 이동국에게 호출 채널(Page Channel)을 통해 호출 메시지(Paging Message)를 송출하고 이동국은 액세스 채널(Access Channel)을 통해 호출 응답 메시지(Page Response Message)를 송출한다. 이후 기지국과 이동

국간에 채널 지정 절차(Channel Assignment Procedure)를 통해 Air Channel이 확보되면 이동국은 착신호 상태 메시지 패킷(Incoming Call State Message Packet)을 FWT에게 전송한다. 이때 마이크로 프로세서는 SLAC에게 명령 패킷을 송신하여 SLIC의 상태를 Ringing 모드로 전환하고 SLIC의 Ring 드라이버 입력단자에 20Hz를 인가하여 전화기의 Ring을 울리게 한다.

이 모드에서 마이크로 프로세서는 SLIC의 Hook Detect 단자와 이동국으로부터의 호 단절 메시지(Call Release Message)를 계속해서 감시하게 된다. Off-Hook 상태를 감지하면 SLAC은 내부의 채널을 Active 모드로 설정하여 Rx와 Tx 패스를 활성화 하고 SLIC을 Active 모드로 설정한다.

Active 모드 상태에서도 Ringing 모드와 마찬가지로 Hook Detect 단자와 이동국으로부터의 호 단절 메시지를 계속해서 감시하게 된다. On-Hook 상태가 2초 동안 계속되면 FWT는 이동국에게 호 단절 메시지 패킷을 송신하고 Standby 모드로 돌아가게 된다. 이동국은 이 메시지를 수신한 후 역방향 통화 채널(Reverse Traffic Channel)을 통해 기지국에게 호 단절 명령 메시지(Call Release Order Message)를 송출한다. Ringing 모드에서 이동국으로부터 호 단절 메시지를 수신하면 SLAC을 채널 금지 모드로 설정하고 SLIC을 Standby 모드로 설정함으로써 Ringing을 중지하고 이들을 상태로 빠져게 된다.

그림 5에 착신호시의 FWT 상태를 나타내었다.

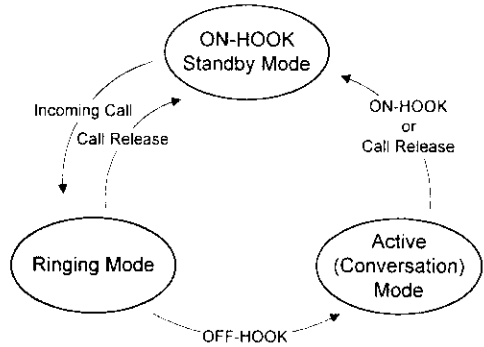


그림 5. FWT State Diagram in Incoming Call

4.1 발신호 흐름의 처리

Standby 모드에서 Off-Hook을 감지하면 마이크로 프로세서는 SLAC의 채널을 활성화 시키고 SLIC의 상태를 Active 모드로 설정한다. 그리고 이동국에게 Off-Hook 상태 메시지 패킷을 전송한다. 이동국은 이때 서비스 가능 상태일 경우 Dial Tone PCM 신호를 발생한다. Dial Tone PCM 신호는 SLAC을 거쳐 Audio 신호로 변환되며, 이 Audio 신호는 SLIC을 통

해 Subscriber Line 레벨로 변환되며 전화기의 수화기를 통해 Dial Tone이 발생된다.

사용자는 Dial Tone을 통해 서비스가 가능하다는 것을 확인하고 통화하고자 하는 전화 번호를 입력한다. 첫번째 키가 눌렸을 때 마이크로 프로세서는 Key Collection Mode로 진입했음을 이동국에게 알린다. 이동국은 이 패킷을 수신한 후 Dial Tone PCM 신호 발생을 중지시킨다.

마지막 키를 입력 시킨 이후 Auto Send Delay가 경과하면 마이크로 프로세서는 입력된 키 버퍼와 함께 발신 호 요구 패킷(Origination Request Packet)을 이동국에게 전송한다. 이동국은 이 Packet을 수신한 후 역세스 채널을 통해 발신 호 메시지(Origination Message)를 기지국에게 송출한다. 이동국은 기지국과의 Air Channel이 형성되었음을 FWT에게 알리고, FWT는 통화 활성화 모드(Conversation Active Mode)로 들어가게 된다.

이 이후의 호처리 흐름은 4.1절에서 설명된 바와 같다.

그림 6에 발신호시의 FWT 상태를 나타내었다.

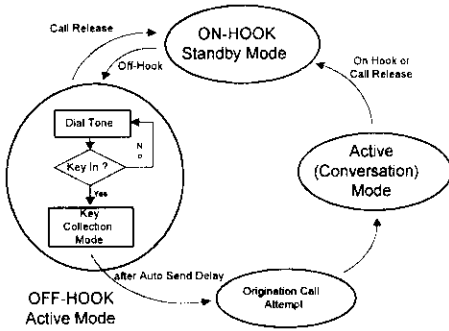


그림 6. FWT State Diagram in Origination Call

6. 시험 및 결과

그림 7은 Standby 모드에서 Off-Hook을 감지하였을 때의 파형을 나타내었다.

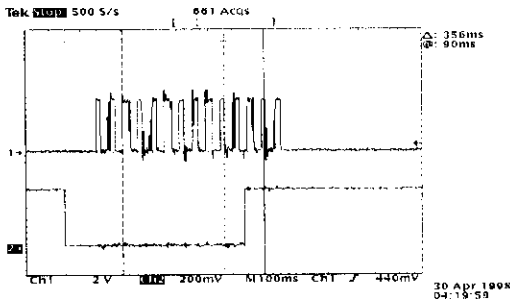


그림 7. Hook off State와 Dial Tone Signal

두 파형중에 아래의 파형은 SLIC의 HOOK Detect 출력 단자를 나타낸 것이며, 위의 파형은 이동국으로부터의 PCM Clock파형이다.

Off-Hook(Hook Detect Low)이 감지되었을때의 Dial Tone을 위한 2,048 MHz의 PCM Clock이 출력되는 것을 볼 수 있으며, On-Hook(Hook Detect High)시에 PCM Clock발생이 중지됨을 알 수 있다.

그림 8에서 위 파형은 Dial Tone 발생시의 PCM Clock파형이고, 아래 파형은 DTMF Receiver의 DTMF Detect (DTMF Detect시 High 출력) 출력 단자를 나타낸 것이다. Dial Tone이 발생되는 도중에 전화기의 키가 눌리면서 DTMF가 감지되고, 이때 Dial Tone PCM Code의 발생이 중지됨을 볼 수 있다.

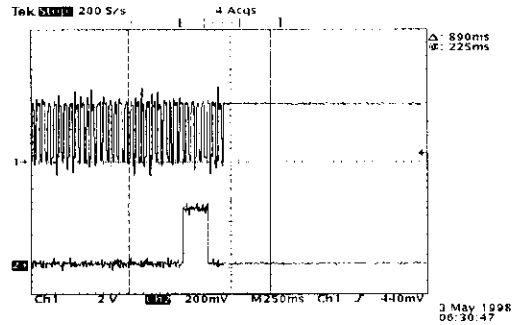


그림 8. DTMF Detect시 Dial Tone Signal

7. 맺음말

본 논문에서는 이동국과 FWT가 결합된 새로운 형태의 WLL 고정국 시스템을 제시하였고 Subscriber Line의 인터페이스를 위한 FWT 하드웨어 및 소프트웨어 구조를 살펴보았다. 또한 실험을 통하여 발호와 착호에 따른 FWT의 기능이 잘 수행됨을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] Vijay K. Garg, E. L. Sneed, Digital Wireless Local Loop System, IEEE Comm. Mag, pp112-115, Oct. 1996.
- [2] 임상식, 조권도, "WLL 고정국의 가입자 정합기능 설계," 통신 소프트웨어 학회 논문집, pp246-249, 1997.
- [3] Whitham D. Reeve, "Subscriber Loop Signaling and Transmission Handbook analog", IEEE Press.