

論 文

이동통신 AMPS에서 광대역 데이터 송,수신을 위한
하드웨어 설계에 관한 연구

正會員 李 俊 東* 正會員 金 大 中** 正會員 金 宗 一** 正會員 李 榮 天**
正會員 趙 炯 來** 正會員 康 昌 彦**

H / W Design and Implementations of the
Wideband Data Processing System for the AMPS

Joon Dong LEE*, Dae Jung KIM**, Chong Il KIM**, Young Chun LEE**,
Hyoung Rae CHO**, Chang Eon KANG** *Regular Members*

要 約

본 연구에서는 이동 통신의 AMPS 방식에서 통화를 하기 위해 셀 사이트와 이동체간에 오고 가는 데이터를 분석한 후, 광대역 데이터를 처리하기 위한 시스템을 설계하고 제작하였다. AMPS 방식에서 이동체가 셀 사이트와 통화를 하기 이전에 채널의 상태를 판단하는데 필요한 BUSY / IDLE 비트를 추출하는 회로, 동기 감지 회로, 인터럽트 방식의 데이터 송,수신 회로 및 작은 버퍼 용량을 차지하면서 실시간 처리를 할 수 있는 majority vote, BCH 인코딩 및 디코딩을 하는데 있어서 기존 방법에 따른 계산상의 복잡성을 해결하는 실시간 처리 소프트웨어를 제안하였다.

ABSTRACT

In this paper, the types of the data exchange between a cell site and a mobile phone for the call processing on the AMPS(Advanced Mobile Phone Service) are investigated, and the circuit for processing the wideband data stream according to the data types is designed and implemented. The circuit for detecting the Busy /Idle bit which is needed for determining the channel access, the circuit for detecting the word sync and the circuit for transmitting and receiving the wideband data is designed. The 3-out-of-5 majority vote of the 5 received data is performed to reduce error and an algorithm requiring a small buffer size for real time processing of voting process is proposed. The method to overcome the computational complexity and the real time constraint of the conventional BCH decoding is proposed.

1. 서 론

전자기술의 급격한 진보와 전기통신의 발전에 힘입어 사회 경제활동에 큰 공헌과 함께 통신의 수요는

급격한 증가를 가져왔으며 종전의 고정통신에서 이동통신으로의 전환이 현저하게 나타나고 있다. 1921년 미국의 경찰 순찰차에 무선 통신을 적용한 것이 자동화 전화의 시초로해서 1940년대 중반에 FM 변조 방식의 실용화로 전화 간섭이나 잡음등이 개선됨에 따라 자동차 전화 시대의 막을 열었다. 그러나 오늘날의 사회가 이동성을 요구하는 정보화 사회로 급

*三星綜合技術院

**延世大學校 電子工學科

Dept. of Electronics, Yonsei University.

論文番號 : 92-27 (接受1991. 11. 25)

속히 진전됨에 따라서 기존의 자동차 전화 방식이 증가하는 수요에 충분히 대처할 수 없게 됨에 따라 1970년대 말에 도입된 셀룰라 시스템은 이러한 수요를 충족시켜줌과 동시에 자동 접속, 양 방향 통신, 주파수의 멀티 액세스가 실현됨으로써 이동 통신은 급격한 발전을 이루고 있다.^[12]

기존의 유선망에 의한 일정 지역에서의 정보 교환의 개념과는 다른 이동 통신은 단순히 무선에 의해 통신이 이루어진다는 것 뿐만이 아니라 이동체가 이동을 하면서 여러 셀 사이트와 제어 신호를 주고 받으며 통화를 하고 있다.^[13] 이와 같이 하나의 이동체가 여러개의 셀 사이트와 통화의 단절없이 연결되면서 이동을 할수 있는 것은 마이크로 프로세서의 실용화에 의한 것등 각종의 기술 진보에 의해서 셀룰라 이동 통신이 실현될 수 있게 된 것이다. 따라서 이동 통신에서 이동체가 여러 셀 사이트와 통화의 단절없이 연결되면서 신호를 주고 받기 위해서는 셀룰라 이동 통신에서 사용되고 있는 광대역 데이터(Wideband Data)의 송,수신 및 처리가 무엇보다도 중요하다.^[14] 따라서 본 연구에서는 AMPS에서의 광대역 데이터를 송,수신하기 위한 하드 웨어 설계 및 처리를 위한 소프트웨어를 개발하고자 한다.

II. AMPS 시스템 구성 및 광대역 데이터

셀룰라 이동 통신 시스템은 현재 여러 방식이 운용되고 있는데 북 유럽에서는 스웨덴 에릭슨사가 개발한 NMT(Nordic Mobile Telephone)와 900 MHz 주파수를 사용하는 일본 방식, 미국의 Bell사에 의한 AMPS(Advanced Mobile Phone Service) 방식등이 있다. 현재 우리나라에서는 AMPS 방식을 쓰고 있다.

표 1은 이동통신 AMPS 시스템에 대한 특성들을

나타내었다.

현재 우리나라에서 사용중인 AMPS 방식의 기본 구성은 그림 1과 같다.

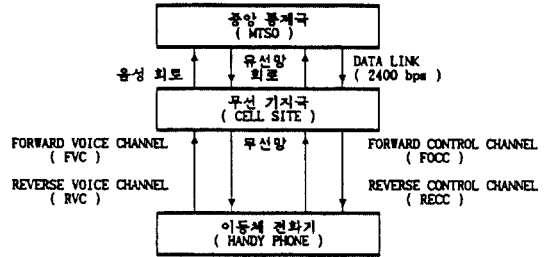


그림 1. AMPS 셀룰라 시스템의 구성도

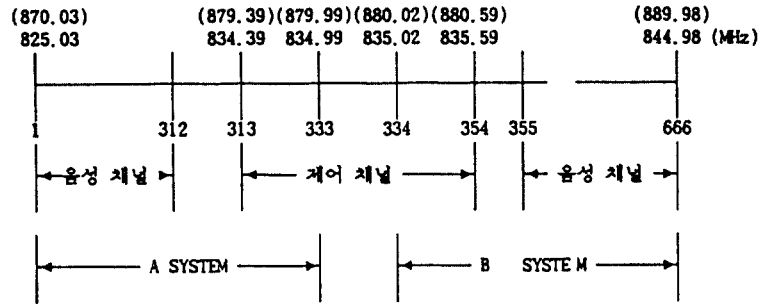
셀 사이트(Cell Site)라 불리워지는 기지국과 중앙 통제국인 MTSO(Mobile Telephone Switching Office) 간에는 유선 통신망이며 셀 사이트와 이동체 전화기와는 무선 통신이다. 여기서 중앙 통제국(MTSO)은 일반 전화망과 AMPS 시스템간의 상호 연결 및 셀 사이트를 제어하는 중앙 제어 역할과 각 셀 사이트에 할당된 채널을 관리 통제하며 요금 계산 및 통화중 이동체 전화가 다른 통화 지역(다른 셀 사이트)으로 이동하였을 경우에 통화 단절등을 방지(이것을 Hand-Off라 함)하여 주는 역할을 담당한다.

셀 사이트는 이동체 전화기와 무선, MTSO와 유선망 처리를 할수 있도록 신호를 변환시켜 주며 항상 자기 셀 지역내에 있는 이동체 전화의 신호 강도를 감시한다. MTSO는 음성 처리 회로 제어 부분과 신호 처리 회로로 구성되어 있으며 셀 사이트와 2400 bps로 신호를 주고 받는다.

이동체 전화에서 셀 사이트로 보내는 송신 주파수는 825.03-844.98 MHz의 20 MHz 대역폭을 갖고

표 1. AMPS 시스템 특성

송신 주파수 (이동체 : MHz)	수신 주파수 (이동체 : MHz)	DUPLEX 간격 (MHz)	채널 간격 (kHz)	채널 수
825-845	870-890	45	30	666
제어 신호 변조 방식	전송 코드 속도 형태	기지국 송신 코딩	이동체 송신 코딩	
FSK	10(Kbps)	(40, 28) BCH	(48, 36) BCH	



이동체 -> 셀 사이트 (825.03 - 844.98 MHz)
 셀 사이트 -> 이동체 (870.03 - 889.98 MHz)

그림 2. AMPS 시스템 채널 구성과 채널별 용도

있으며 이동체 전화가 셀 사이트로 부터 받는 수신 주파수대는 870.03-889.98 MHz의 20 MHz의 대역폭을 갖고 있다. 각 송수신 주파수대는 20 MHz 대역폭을 갖고 30kHz 주파수 간격을 두어 666개의 채널을 갖고 있으며 양 방향(Full Duplex) 통신을 할수 있다. 각 주파수대에서 주파수 채널 333과 334번째 채널을 중심으로 각각 상하 21채널은 제어 채널(42 채널)로 사용하며 나머지 312개 상하 채널은 음성 채널(624 채널)로 사용한다. 그림 2는 채널별 용도와 중심 주파수를 나타낸다.

이동체에서 셀 사이트로의 채널 접근(Channel Access) 셀 사이트에서 제어 채널을 통해 전송한 IDLE 또는 BUSY 신호를 이동체가 받아 Busy /Idle 비트에 따라 음성 채널을 할당 받는 방식을 사용한다. 셀 사이트와 이동체 전화와의 광대역 데이터는

10 kbps NRZ 신호열을 20 k baud rate의 맨체스터 코드로 부호화한 데이터를 BCH코드로 코드화한 주파수 변조방식을 사용한다. 셀 사이트에서 이동체로 보내는 순(Forward) 방향 BCH 코드는(40, 28 : 5) (40개의 총 비트 수, 28개의 정보 비트 수 : Distance 5)이며 이동체에서 셀 사이트로 보내는 역(REVERSE) 방향 BCH 코드는(48, 36 : 5) 형태로 보낸다. 데이터 전송시 레일레이 페이딩(Rayleigh fading)에 의해 발생하는 에러를 감소시키기 위해 데이터를 반복해 보내며 보낸 데이터 처리는 비트면 5개중 3개 다수결 원칙에 의한다.

셀 사이트에서 이동체로 전송하는 제어 채널 (FORWARD CONTROL CHANNEL : FOCC)의 데이터 포맷(Format)은 그림 3과 같다.

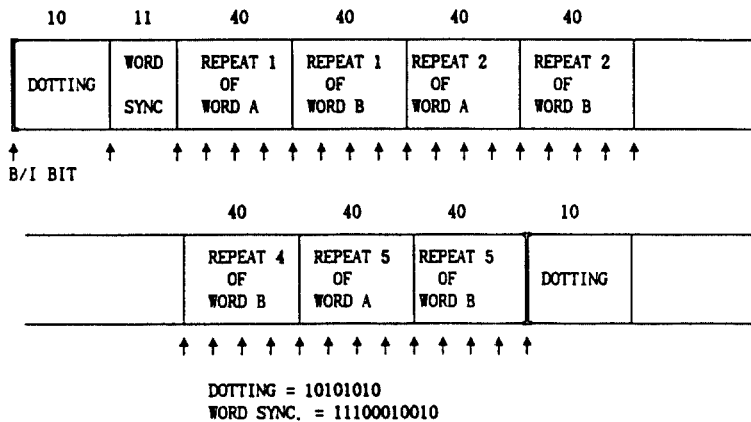


그림 3. FOCC 데이터 포맷

데이터 열 앞에는 데이터 정보임을 알려주는 도팅(10101...1010)과 각 채널의 정보단위인 워드(Word)의 동기를 맞추기 위한 워드 싱크(11비트:11100010010)가 있어 데이터 처리를 하는데 도움을 준다. 데이터 열은 Dotting, Word Sync. 이후 40비트의 Word를 A,B로 분류하여 5번 반복 전송하며 10비트마다 BUSY/IDLE 비트 열이 있어 채널의 BUSY/IDLE 상태를 나타낸다.

셀 사이트에서 이동체로 전송하는 음성 채널(FORWARD VOICE CHANNEL: FVC)의 데이터 포맷은 그림 4와 같다.

데이터 열은 40비트 워드(Word) 앞에 도팅과 워드 싱크(Word Sync.)를 붙여 11번 반복하여 전송한다. 이동체에서 셀 사이트로 보내는 데이터 포맷과 종류는 그림 5와 그림 6과 같다.

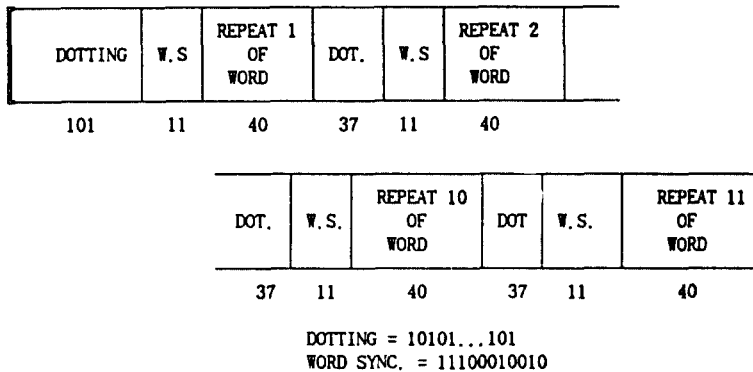


그림 4. FVC 데이터 포맷

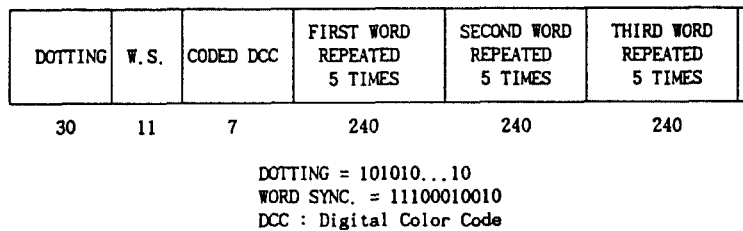


그림 5. RECC 데이터 포맷

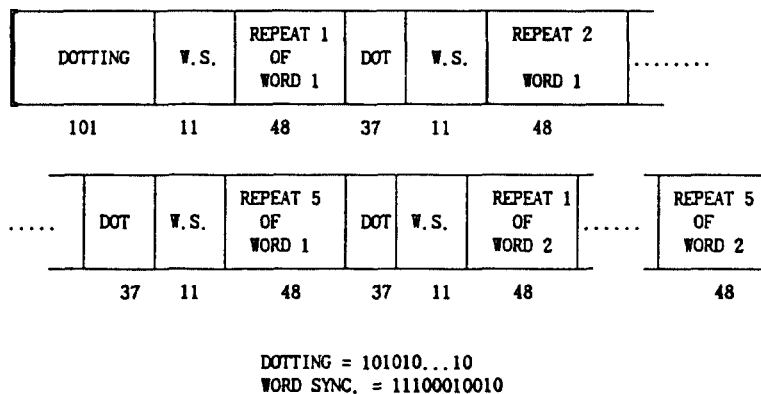


그림 6. RVC 데이터 포맷

이동체에서 셀 사이트로의 제어 채널을 통해 전송하는 데이터 열(REVERSE CONTROL CHANNEL : RECC)은 도팅과 워드 싱크를 보내고 필요한 데이터를 48 비트를 한 Word로 하여 각각 5번 반복하여 보낸다. 음성 채널을 통해 전송하는 데이터 열(REVERSE VOICE CHANNEL : RVC)은 48 비트 워드앞에 도팅과 워드 싱크를 붙여 5번 반복하여 필요한 정보만큼 계속 전송한다.

따라서 본 연구에서는 이러한 광대역 데이터의 송, 수신을 위한 워드 싱크 감지, BUSY /IDLE 감지, BCH 디코딩의 실시간 처리를 위한 방안과 이를 처리하기 위한 H/W를 설계 및 제작을 해본다.

III. 광대역 데이터(Wide Band Data) 처리를 위한 하드웨어 설계

광대역 데이터 송수신을 위한 제어 회로는 크게 수신 데이터 처리 부분, 동기 감지 회로, Busy-Idle 비트 추출 회로, 맨체스터 인코더/디코더 회로, 송신 데이터 처리부분 회로와 BCH 인코더/디코더, Majority Decision, 신드롬 계산 등을 하는 소프트웨어

로 나눌 수 있다. 그림 7에 광대역 데이터 처리를 위한 회로 블록도를 나타내었다.

1. 맨체스터 인코더 회로

그림 8은 맨체스터 인코더 회로를 나타낸다. NRZ 데이터 시퀀스를 맨체스터 부호화된 비트 스트림(Stream)으로 변환하기위해 10 KHz의 위상 동기된 클럭과 Exclusive-OR 작용이 행해진다. NRZ 데이터 시퀀스는 데이터의 논리값이 0일 경우, 데이터의 중앙에서 0으로부터 1로 천이가 일어나게 되어 있다.

맨체스터 부호화의 장점은 아래와 같이 요약된다.

i) 이의 전력 스펙트럼이 음성 대역보다 높은 10 KHz에 그의 침투치를 갖는다. 따라서 FM 수신기의 변변기 양단의 데이터 수신기가 쉽게 데이터와 음성을 구분해낼 수 있다. 이와 같은 기능을 이용하여 음성의 데이터가 약 20 msec동안 데이터의 수신을 위해 Interrupt 될 수 있게 할 수 있다.

ii) 직류 성분이 없이 항상 존재하는 천이로 인해 2진 FM 전송이 적분기의 후단에 위치한 음성위상 변조기에 의해 가능하게 된다.

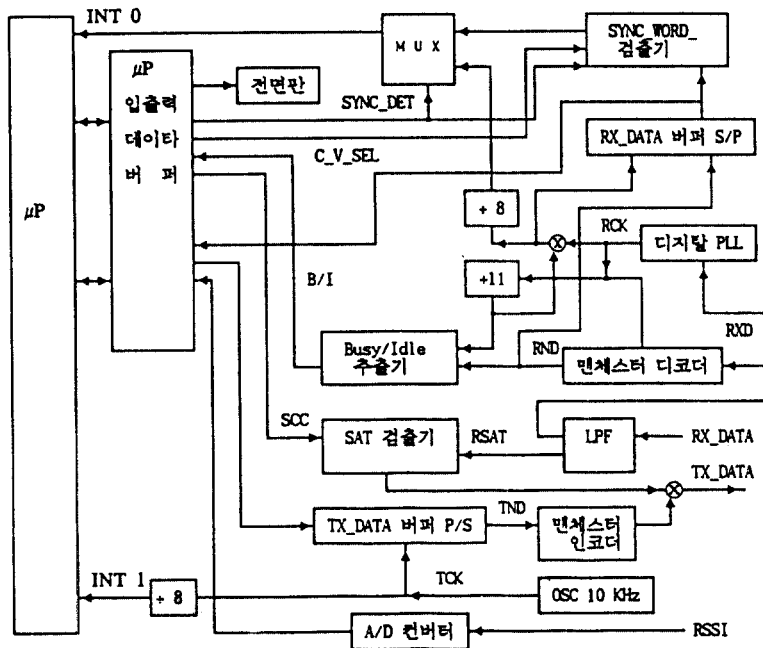


그림 7. 광대역 데이터 처리 회로 블록도

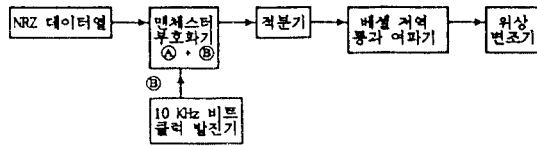


그림 8. 맨체스터 비트 부호화기

맨체스터 파형은 위상 변조되 기질에 적분되어야 한다. 적분기의 출력은 삼각파를 형성하게 되고 저역 통과 여파기를 거쳐 위상 변조기의 구동 파형을 만들어 내게 된다.

2. 맨체스터 디코더 회로

그림 9는 맨체스터 디코더 회로를 나타낸 것이다. FM 수신기의 변별기로부터의 데이터는 잡음이 많고 동기화되지 않은 맨체스터 부호화된 비트 Stream(A)이며 Slicer는 진폭 잡음을 제거하고 위상의 변동을 그대로 유지시켜주는 역할을 한다. 클럭 발생회로는 잡음이 거의 없는 10 KHz의 위상 동기된 클럭의 파형(B)을 추출하게 되고, 제발진 회로는 맨체스터 비트 Stream의 5 KHz의 주파수 성분을 추출하기 위해 위대역(10 KHz의 대역폭)의 PLL을 사용하게 된다. 이후, 이 파형이 원하는 10 KHz의 주파수가 되기위해 2배로 제배된다. 맨체스터 데이터를 잡음이 심한 NRZ 비트 STREAM으로 만들기위해 비트 클럭과 Exclusive OR 논리를 수행한다. 데이터 표현화기는 각각의 스트로브된 표본으로부터 거의 완전한 NRZ 출력을 형성하기 위해 이러한 출력을 계속 유지시킨다.

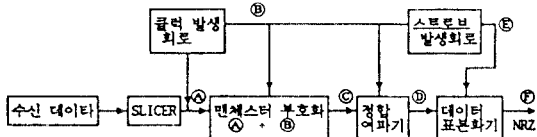


그림 9. 맨체스터 데이터 수신 시스템 및 회로의 구성

3. 동기 감지 회로

셀 사이트에서 이동체가 보내주는 데이터 열에는 크게 2가지가 있다. 즉, 제어 채널을 통하여 오는 FOCC(Forward Control Channel) 데이터 열과 음성 채널을 통하여 들어오는 FVC(Forward Voice

Channel) 데이터 열이다.

각각의 데이터 열의 구성을 살펴보면 FOCC(forward Control Channel)의 데이터 열의 구성은 그림 3에 나와 있으며

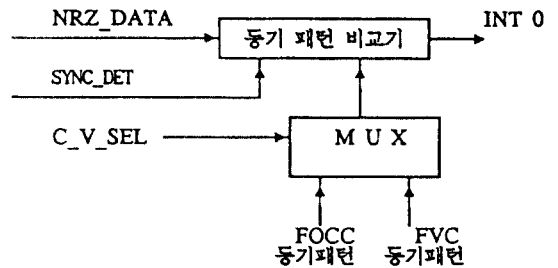


그림 10. 동기 감지 회로

하나의 회로로 두 데이터 열의 동기화를 이루기 위해서 FOCC 데이터 열과 FVC 데이터 열 중에서 위와 같이 24 비트의 배열을 서로 비교하면

```

$$$10 1010 1010 $111 0001 0010:FOCC
1010 1010 1010 1111 0001 0010:FVC
    
```

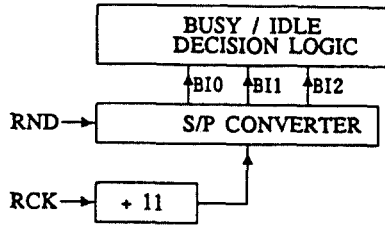
위의 배열과 같이 된다.

FOCC는 하나의 채널을 여러 이동체가 공동으로 사용하기 때문에 Busy/Idle 비트를 셀사이트에서 침입시킴으로써 여러 이동체가 한 채널을 공유해서 쓸수 있도록 하여준다. 그러나 FVC는 한 이동체마다 하나의 채널이 할당되기 때문에 여러 이동체를 위해서 채널을 관리하기 위한 Busy/Idle 비트가 필요가 없기 때문에 FVC에는 Busy/Idle 비트가 없다. 따라서 위의 배열에서 문비와 같이 FOCC에서는 WORD SYNC, 11 비트와 DOTTING 10 비트, Busy/Idle 1 비트에 임의의 두 비트를 더해주면 FVC에서의 데이터 열과 동일한 데이터 열의 구조를 갖는다. FOCC 데이터 열이 셀 사이트에서 오는지 FVC 데이터 열이 오는지는 이미 이동체에서 알고 있기 때문에 FOCC 데이터 열과 FVC 데이터 열중 어느 것을 수신할 것인가를 선택해 주는 선택 신호 C_V_SEL을 만들어서 제어 채널인지 음성 채널인지를 선택해 주면 위의 데이터 열과 같은 구조를 갖는 데이터열이 들어오면 동기회로 이루어진다고 판정하고 그 뒤에 들어오는 데이터 열들을 호 처리(Call Processing)를 위해서 지

리해야 될 데이터로 간주한다.

4. Busy/ Idle 비트 추출 회로

Busy /Idle 비트를 추출하기 위한 회로는 다음과 같다.



RCK : 10 kHz
 RND : 수신된 FOCC 데이터 열
 BI0-BI2 : 수신된 Busy /Idle 비트

그림 11. Busy /Idle 상태 검사 회로도

AMPS 방식에서는 이동체가 채널 접근을 하기 위해 Busy/Idle 비트를 해석할 필요가 있다. Busy /Idle 비트는 셀 사이트에서 이동체로 제어 신호(CONTROL SIGNAL)를 보내주는 FOCC 데이터 열에만 들어있다. 즉, 데이터 열중 11번째 비트 위치에 Busy /Idle 비트가 들어있어 이동체가 채널의 상태를 파악하여 채널을 사용할수 있는가를 판단한다. 이동체에서 채널의 Busy /Idle을 판단하는 기준은 데이터의 수신 상태를 검사하는 3-OUT OF-5 MAJORITY VOTE와는 다르게 Busy/Idle 비트를 3개 받아서 그중 2개 이상의 비트가 BUSY 상태를 나타내면 채널이 BUSY 하다고 판단한다. 따라서 이동체는 BUSY라고 판단된 채널을 쓸수가 없으며 다른 IDLE한 채널을 선택하여야 한다. 이때 이동체에서 채널의 Busy /Idle 상태를 판단하는데 있어 3개의 수신된 Busy /Idle 비트를 BI0, BI1, BI2라고 하면 상태 판단식을 단순히 Karnaugh Map에 의하여 구하면

$$\text{Result} = BI0 \cdot BI1 + BI0 \cdot BI2 + BI1 \cdot BI2$$

과 같이 구한다. 하지만 Busy /Idle 비트를 데이터들과 함께 순차적으로 들어오므로 Busy /Idle 비트를 처리하는 것도 데이터를 처리하듯이 순차적으로 게

산용 하면

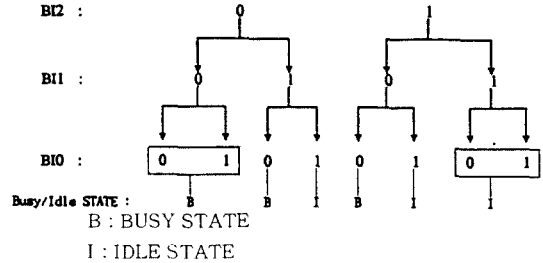


그림 12. Busy /Idle 상태 검사도

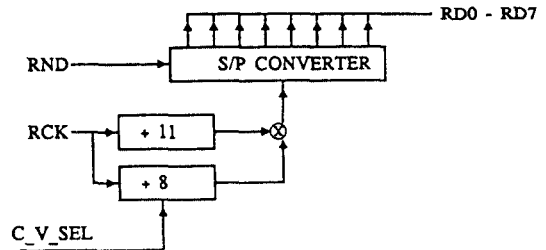
결과식은

$$\begin{aligned} R &= \sim BI0 \cdot BI1 \cdot BI2 + BI0 \cdot \sim BI1 \cdot BI2 \\ &= BI2 \cdot (BI0 \oplus BI1) \end{aligned}$$

로 단순화 시킬 수 있다.

5. 수신 데이터 처리 회로

동기를 맞춘뒤부터 들어오는 데이터 열은 FVC와 FOCC 상태에 따라 클럭을 다르게 준다. 즉 FVC에서는 10 kHz의 완전한 클럭으로 들어오는 모든 데이터 들을 8비트 단위로 받아들이지만 Busy /Idle 비트가 11비트마다 들어있는 FOCC에서는 10 kHz의 클럭에서 Busy /Idle 비트가 들어있는 클럭을 없애서 Busy /Idle 비트는 데이터 수신 상태에서 영향을 미치지 않도록 하는 대신 Busy /Idle 상태를 검사하는 곳에서 처리하도록 한다.



RND : 수신된 FOCC 데이터 열
 RCK : 10 kHz 클럭
 RD0-RD7 : Busy /Idle비트가 제외된 수신 데이터 열

그림 13. 데이터 수신 회로도

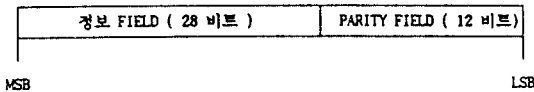
6. BCH 코드 인코더/ 디코더 S/ W

AMPS 방식에서는 올바른 데이터의 수신을 위하여 3 OUT OF 5 MAJORITY VOTE에 의해서 5개의 워드 중에서 3개 이상의 동일한 워드를 올바른 워드라 간주한다. 그러나 이러한 워드 에도 Error가 들어 있을수가 있다.

따라서 AMPS 방식에서는 워드를 수신한 이후에 또다시 BCH 디코딩을 하여 정확한 데이터를 수신하게 된다. 먼저 셀 사이트에서 이동체로 보내는 부분에서의 인코딩 부분의 생성 다항식(Generator Polynomial)은 다음과 같다.

$$g(x) = x^{12} + x^{10} + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^0$$

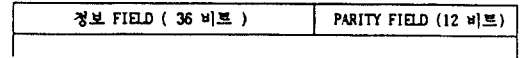
전체적인 BCH 코드의 구조는(40, 28 : 5) (40개의 총 비트수, 28개의 정보 비트 수 : DISTANCE 5)이다. 그리고 (40, 28 : 5) BCH 코드는 (63, 51 : 5)의 단축화된 대칭적 선형 블록 코드(Systematic linear block code)의 구조를 갖는데 선두 비트(Leading bit)는 정보 FIELD의 최상위 비트(most-significant bit)이고 최하위 비트는 PARITY FIELD의 최하위 비트(least-significant bit)이다.



그리고 이동체에서 셀 사이트로 보내주는 부분에서 ENCODING 부분의 생성 다항식(Generator Polynomial)은 다음과 같다.

$$g(x) = x^{12} + x^{10} + x^8 + x^5 + x^4 + x^3 + x^0$$

BCH 코드 구조는 (48, 36 : 5) (48개의 총 bit수, 36개의 정보 bit수 : distance 5)이다. (40, 28 : 5) BCH 코드는 (63, 51 : 5)의 단축화된 대칭적 선형 블록 코드(Systematic linear block code)의 구조를 갖는데 선두 비트(Leading bit)는 정보 FIELD의 최상위 비트(most-signification bit)이고 최하위 비트는 PARITY FIELD의 최하위 비트(least significant bit)이다.



MSB

LSB

셀 사이트에서 이동체로 보내주는 ENCODING된 정보를 이동체의 단말기에서 DECODING하는 부분을 살펴보면 그림 14과 같다. ENCODING 부분에서 전송하고자 하는 MESSAGE 다항식 $u(x)$ 가 있고 코드 구조가 (n, k) 라면

$$x^n \cdot u(x) = a(x) \cdot g(x) + b(x)$$

$b(x)$ 는 $N-K-1$ 의 차수를 갖는다.

따라서,

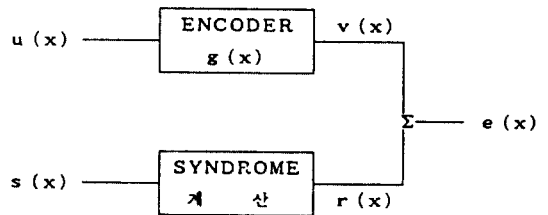
$$a(x) \cdot g(x) = x^n \cdot u(x) + b(x) = v(x)$$

의 코드 다항식이 생긴다.

수신된 코드 워드 다항식은

$$\begin{aligned} r(x) &= v(x) + e(x) \\ &= a(x) \cdot g(x) + e(x) \\ &= x^n \cdot u(x) + b(x) + e(x) \\ &= x^n \cdot u(x) + c(x) \end{aligned}$$

과 같은 모양을 갖는다.



- $u(x)$: 전송하고자 하는 MESSAGE 다항식
- $g(x)$: 생성 다항식(Generator Polynomial)
- $v(x)$: 코드 다항식(Code Polynomial)
- $e(x)$: 채널 에러 패턴(Channel Error Pattern)
- $r(x)$: 수신된 코드 워드 다항식
- $H(x)$: 패리티 체크 매트릭스(Parity Check Matrix)
- $s(x)$: синдром 다항식(Syndrome Polynomial)

그림 14. 셀 사이트-이동체간의 코딩 시스템

즉, 수신된 코드 워드 다항식을 생성 다항식으로 나눈 나머지 $c(x)$ 가 채널 에러패턴이 된다. AMPS 방식에서는 수신된 코드 워드에 하나의 에러 비트가 있으면 정정하는 능력이 있지만 두개 혹은 그 이상의 에러 비트가 생기면 그 워드는 무시하고 에러가 났다는 표시를 하여준다. 따라서 일반적인 DECODING 방식인 패리티 체크 매트릭스를 구하여

$$s(x) = r(x) H^T$$

에 의하여 신드롬을 구한뒤 에러의 수와 에러 발생

표 2. 에러 정정표

error 발생위치	X ¹¹	X ¹⁰	X ⁹	X ⁸	X ⁷	X ⁶	X ⁵	X ⁴	X ³	X ²	X ¹	X ⁰
X ²³	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1
X ¹⁷	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
X ²⁷	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1
X ³⁶	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1
X ²²	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
X ³³	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
X ²⁴	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
X ³⁵	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
X ²⁷	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
X ²⁴	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
X ³⁰	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
X ¹³	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0
X ³⁰	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
X ³⁸	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1
X ¹⁸	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1
X ¹¹	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X ³⁹	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
X ¹⁶	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
X ²¹	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
X ¹²	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
X ²⁶	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
X ²⁹	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0
X ¹²	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1
X ¹⁹	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1
X ¹⁰	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X ¹⁵	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0
X ³¹	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1
X ²⁵	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
X ²⁸	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
X ⁹	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X ¹⁴	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1
X ⁸	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
X ⁷	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
X ⁶	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
X ⁵	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
X ¹	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
X ⁴	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
X ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
X ¹	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
X ⁰	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

위치를 찾아내려면 먼저 패리티 체크 매트릭스를 구 하여야만 하지만 본 연구에서는 이미 알고 있는 생성 다항식으로 수신된 코드워드 다항식을 나눈 뒤 그 나머지로 에러의 수와 에러 위치를 찾아낸다. 표 2는 코드 다항식에 한 비트의 에러를 첨가한 코드 워드 다항식을 발생시킨뒤 생성 다항식으로 나눈 뒤 나온 나머지와 그 나머지가 나왔을 때의 에러 발생 위치를 나타낸다. 두 비트이상의 에러가 발생하면 정정 능력이 없기때문에 생성 다항식에서 나온 나머지가 표에 있는 에러패턴과 맞는 것이 없다면 그것은 두 비트 이상에서 에러가 발생했다는 것을 의미하며 그 워드는 제거한다. 나머지가 에러 패턴과 맞다면 그 에러 패턴에 나와있는 에러 발생 위치에 가서 현재의 비트 값의 보수를 취해주면 올바른 워드를 얻게된다.

7. Majority Decision S/ W

한편 이동체 통신에서는 채널 특성상 잡음이 많기 때문에 3-OUT OF-5 MAJORITY VOTE에 의하여 올바른 데이터를 수신하게 된다. 이때 앞에서 FOCC(FORWARD CONTROL CHANNEL)의 데이터 포맷을 보았듯이 셀 사이트에서 보내오는 데이터들은 40비트의 한 워드가 5번 반복되어온 뒤 21비트의 도팅(Dotting)과 Word sync.가 들어온 뒤 다음 워드가 연속해 들어온다. 따라서 수신된 데이터를 5번 받은 상태에서 3-OUT OF-5 MAJORITY VOTE를 한뒤 BCH 디코딩을 하고 그 워드에 들어있는 정보들을 이동체에서 처리한 다음 그 뒤에 들어오는 데이터들을 또다시 3 OUT OF-5 MAJORITY VOTE를 하기 위해서는 들어오는 데이터들을 실시간 처리해야 하는 제약 조건이 따른다.

수신된 5개의 워드를 A, B, C, D, E라고 하면 3-OUT OF-5 MAJORITY VOTE를 단순히 Karnaugh Map을 통해 그 결과를 구해보면

$$\text{Result} = \text{ADE} + \text{BDE} + \text{CDE} + \text{ACE} + \text{BCE} + \text{ABE} + \text{ACD} + \text{BCD} + \text{ABD} + \text{ABC}$$

위와 같이 나타난다. 그러나 위의 결과를 실시간 처리를 하기에는 계산상의 시간이 너무 많이 걸리며 사용되는 버퍼의 수도 그만큼 많이 필요하게 된다. 따라서 위의 결과식을 실시간 처리를 하면서 사용되는 버퍼의 수도 줄이기 위해서 다음과 같은 방법을 사용하였다. 즉, 모든 데이터들이 수신된 이후에 MA-

ORITY VOTE 계산을 하여주는 것이 아니라 한 워드가 수신되자 마자 계산을 해나가는 방법으로써

- 1단계 : A
- 2단계 : AB, A+B
- 3단계 : ABC, A+B+C, (A+B)C+AB
- 4단계 : ((A+B)C+AB)D+ABC, (A+B+C)D + A+(+B)C+AB
- 5단계 : ((A+B+C)D+(A+B)C+AB)E + ((A+B)C+AB)D+ABC

위의 5단계를 가지면 앞의 결과적 Result와 동일한 값을 얻는다. 따라서 5번째 워드를 받으면서 4단계에서 구한 두 개의 버퍼에 저장되어 있는 값들과 AND, OR의 두 계산을 하면 원하는 값을 얻기 때문에 실시간 처리하는 제약 조건을 만족시킨다. 또한 계산상 필요한 버퍼의 수도 최대 3개로 충분하다.

8. 송신 데이터 처리 회로

μ Processor에서 나오는 데이터는 8비트의 병렬 신호들이다. 따라서 병렬 신호를 직렬 신호로 바꾸어서 10 kHz의 데이터 열로 바꾸어 주기 위해서는 클럭이 8번 발생할때마다 한번씩 인터럽트 신호(INT1)

를 발생시켜서 P/S 변환기에 μ -Processor에서 나오는 데이터 값을 버퍼에 써주도록 한다. 그리고 병렬로 수신한 데이터를 8클럭 동안 8개의 데이터를 직렬로 쉐프 사이트에 보내주게 된다.

IV. 실험 및 고찰

본 논문에서 설계 및 제작한 광대역 데이터 처리 회로 사진이 사진 1과 같으며 성능 측정은 RF 모드 (성능 측정을 하기 위해 설계 제작한 800 MHz대역 주파수 합성기)에서 복조한 데이터를 입력 받아 AMPS에서 사용되는 FOCC, FVC, RECC, RVC, 데이터의 송수신, 동기 감지 및 Busy_Idle 비트의 추출 실험을 통해 이루어지며 전체 실험 블록도는 그림 16와 같다. 동기 감지는 앞장에서 설명한 바와 같이 동기감지회로를 설계, 제작하고 RF모드에서 복조한 데이터를 입력받아 동기가 감지되면 인터럽트가 발생되게 하였다. 우선 FOCC 데이터의 동기감지를 실험 측정하여 보면 FOCC 데이터 포맷구성은 그림 3와 같이 되어 있으며 동기 비트패턴과 도팅(Dotting)은 "\$1010101010\$11100010010\$....."으로 구성되어 있다. 단, 여기서 \$는 Busy_Idle 비트로 현재 선택되어진 채널의 Busy, Idle 상태를 표시

표 3. 수신 데이터 처리 순서도

	1단계	2단계	3단계	4단계	5단계
BUFFER1	A	A+B	A+B+C	(A+B+C)D+(A+B)C+AB	((A+B+C)D+(A+B)C+AB)E + ((A+B)C+AB)D+ABC
BUFFER2		AB	ABC	((A+B)C+AB)D+ABC	
BUFFER3			(A+B)C+AB		

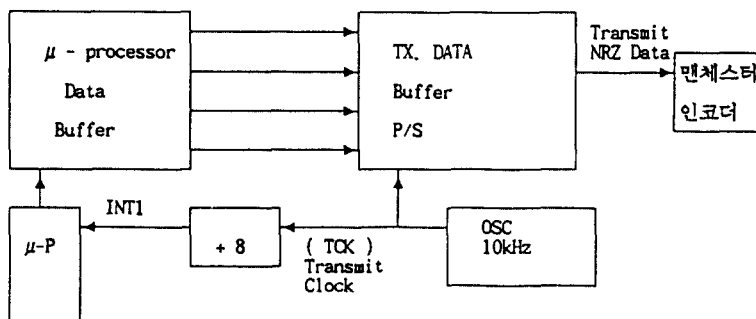


그림 15. 송신 데이터 처리 회로

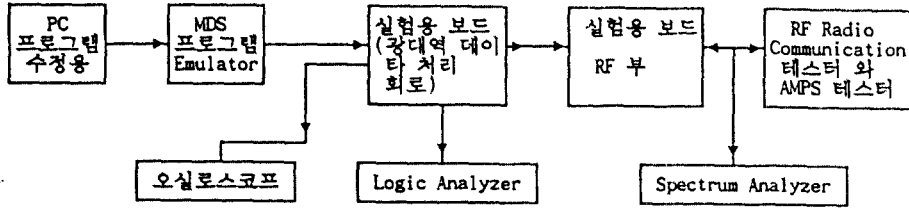


그림 16. 실험 블록도

한다. 동기감지회로는 동기감지를 할 필요가 있을때 마이크로프로세서가 SYNC_DET라는 제어 신호선을 액티브(Active) 상태로 하여 동기감지를 시작하고 동기 감지가 되었을때 인터럽트가 발생하면 마이크로프로세서는 SYNC_DET를 인액티브(Inactive)로 하여 데이터를 수신하고자 데이터 수신 모드로 변환한다. RF Radio Communication 개측기와 AMPS 개측기가 FOCC 데이터를 전송하여 RF 보드에서 복조한 데이터를 수신하여 동기감지를 하는 실험의 타이밍도가 사진 2에 보여준다. 사진에서 RVC_CLK는 수신한 데이터로부터 디지털 PLL을 통해 추출한 10 KHz의 클럭을 표시하며 SYNC_DET는 마이크로프로세서가 동기감지회로를 위한 제어 신호선이고 RCV_N_D는 RF 모드상에서 복조한 맨체스터 데이터를 맨체스터 디코딩회로를 통과하여 NRZ 데이터로 복원한 수신 NRZ 데이터이며, INT0는 SYNC_DET가 액티브일때는 동기를 감지하여 동기감지가 되었을때 인터럽트가 발생하고 SYNC_DET가 인액티브(데이터 수신모드)일때는 매 8비트마다 인터럽트가 발생하여 데이터를 수신하게 된다.

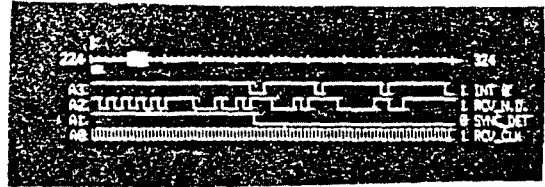


사진 2. FOCC 데이터의 동기감지와 데이터 수신

FVC 데이터의 동기감지와 데이터 수신은 FOCC와 유사하게 작용하며 FVC 데이터의 데이터 포맷은 그림 4와 같으며 포팅(Dotting)과 동기패턴은 "1010.....101(101 비트)11100010010"이다.

FVC 데이터의 동기감지와 데이터 수신 타이밍도가 사진 3에 나와 있다.

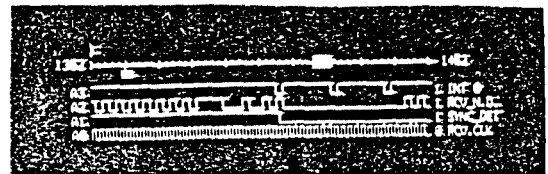


사진 3. FVC 데이터의 동기감지와 데이터 수신

이 회로도 FOCC와 유사하게 작용하여 SYNC_DET가 액티브 상태에서 인터럽트가 발생하면 SYNC_DET를 인액티브 상태에 놓고 데이터 수신 모드로 들어가 매 8비트마다 인터럽트가 발생하게 된다.

RECC 데이터 송신회로는 전송하고자하는 데이터를 8비트씩 병렬로 마이크로프로세서 입,출력 버퍼에 저장하고 병렬-직렬 변환장치를 통해 직렬로 전송하게 된다. 이때 버퍼에 저장된 데이터의 송신이 완료되면 인터럽트가 발생하여 전송 데이터를 다시 버퍼

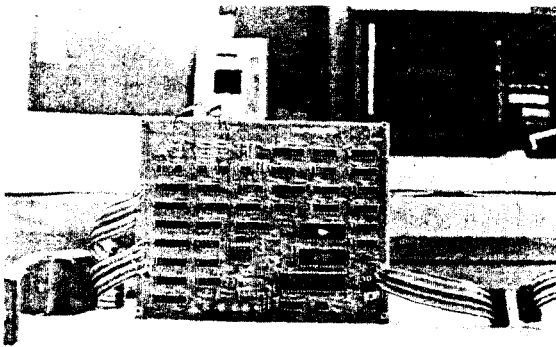


사진 1. 광대역 데이터 처리 회로 사진

에 저장시켜 준다. 이때의 타이밍도가 사진 4에 나타나있으며 RECC 데이터도 데이터포맷 처음에 로딩과 비트패턴을 전송하고 연속하여 송신 데이터를 전송한다.

Busy_Idle 비트 추출회로는 FOCC 데이터일 중에서 매 10 비트마다 삽입되어 전송되는 비트이다. 무선전화기는 이러한 B/I 비트를 추출하여 채널을 액세스할때 Busy/Idle 비트의 상태에 따라 액세스 알고리즘을 달리 사용하게 된다. 이렇게 하기 위해 무선전화기는 Busy/Idle 비트를 추출할 필요가 있을때 이런 동작을 하기 위한 회로는 앞장에서 설명하였고 이때의 타이밍도가 사진 5에 나와있다.

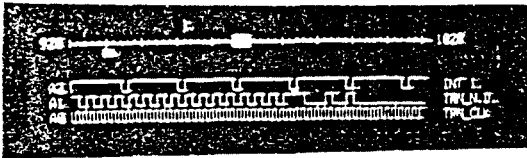


사진 4. RECC 송신 데이터 타이밍도

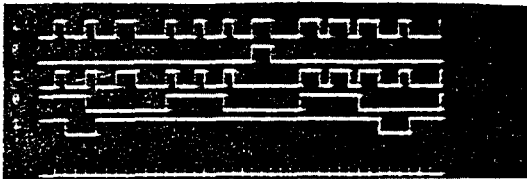


사진 5. FOCC 데이터열중 Busy/Idle 비트 추출 타이밍도

Busy/Idle 추출회로는 데이터 수신도중 매 10번째 비트마다 Busy/Idle이 삽입되어 들어오기 때문에 Busy/Idle 비트 클럭이 10비트마다 클럭이 발생되고 이때 데이터 수신 클럭은 Idle 하게 된다.

V. 결 론

이동용 무선 전화기에서 광대역 데이터의 송,수신 및 처리를 위한 회로는 동기 감지, 데이터 송수신, B/I 추출, 맨체스터 인코딩/디코딩(Encoding/Decoding) 등으로 이루어지며, 또한 BCH 인코딩/디코딩(Encoding/Decoding), Syndrome 계산, Majority Decision 등을 S/W로 처리하여 H/W의 크기를 소형화하였다. 소프트웨어의 구조는 호 처리

부턴과 광대역 데이터 처리 부턴, 하드 웨어 제어 부턴으로 구성되며 이러한 소프트웨어는 MCS 51계통 어셈블리 언어로 구현하여 MDS와 AMPS RF Communication 계수기를 이용하여 실험하였다. 위와 같이 설계 및 제작된 이동용 무선 전화기를 이용하여 간이 통화 시험을 성공적으로 수행하였으며 H/W의 제어와 S/W 처리를 마이크로프로세서 (80C31) 제어하에 real time으로 구현하였다.

앞으로 디지털 이동통신 시대에 부응하기 위해 차기에는 디지털 이동용 무선전화기의 설계 및 제작이 이루어져야 하고 본 연구에서의 기술개발 성과가 이러한 디지털 무선전화기의 개발에 토대가 될 것이다.

참 고 문 헌

1. EIA/TIA Standard "Mobile Station Land Station Compatability Specification" 9.1989.
2. V.H,MAC DONALD "Advanced Mobile Phone Service : The Cellular Concept" B.S.T.J. vol 58, No 1, pp.15-41, Jan. 1979.
3. K.J.S.CHADHA and S.R,PECK "Advanced Mobile Phone Service : Mobile Telephone Switching Office", B.S.T.J. vol 58, No.1 pp. 71-95 Jan. 1979.
4. J.THOMAS WALKER "Mobile Telephone Control Unit Design Guidelines for the Advanced Mobile Phone Service" IEEE Trans. on Vehicular Tech, vol. VT 27, No 4, pp.276-281 Aug.1978.
5. G.A.ARREDONDO, J.C.FEGGELER and J.I. SMITH "Advanced Mobile Phone Service : Voice and Data Transmission" B.S.T.J. vol 58, No 1, pp.97-122 Jan. 1979.
6. R.E.FISHER "Advance Mobile Phone Service : A Subscriber Set for the Equipment Test" B. S.T.J. vol 58, No 1, pp.123-143 Jan. 1979.
7. N.EHRLICH, R.E.FISHER and T.K. WINGARD "Advanced Mobile Phone Service : Cell Site Hardware" B.S.T.J. vol 58, No 1, pp.153-199 Jan. 1979.
8. William C.Y.Lee "Mobile Communications Engineering" McGraw Hill Book Company.

李俊東 (Joon Dong LEE) 정회원
 1965년 10월 25일생
 1989년 2월 : 연세대학교 전자공학과 (공학사)
 1991년 8월 : 연세대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
 1991년 9월 ~ 현재 : 삼성종합기술원

金大中 (Dae Jung KIM) 정회원
 1968년 3월 4일생
 1991년 2월 : 연세대학교 전자공학과 (공학사)
 1991년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 대학원 전자공학과 석사과정



金宗一 (Chong Il KIM) 정회원
 1961년 11월 5일생
 1987년 2월 : 서강대학교 전자공학과 (공학사)
 1989년 2월 : 연세대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
 1989년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 대학원 박사과정

李榮天 (Young Chun LEE) 정회원
 1957년 2월 5일생
 1982년 2월 : 연세대학교 전자공학과 (공학사)
 1983년 3월 ~ 현재 : 삼성정보통신
 1990년 8월 ~ 현재 : 연세대학교 대학원 전자공학과 박사과정



趙炯來 (Hyoung Rae CHO) 정회원
 1959년 6월 30일생
 1982년 2월 : 광운대학교 응용전자공학과 (공학사)
 1984년 2월 : 연세대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
 1984년 1월 ~ 1990년 6월 : 삼성전기 특수기술연구소 선임연구원

1989년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 대학원 전자공학과 박사과정
 1990년 8월 ~ 현재 : 광운대학교 전자통신학과 강사
 1992년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 강사



康昌彦 (Chang Eon KANG) 正會員
 1938년 8월 26日生
 1960年 : 延世大學校 電氣工學科 (工學士)
 1965年 : 延世大學校 大學院 電氣工學科 (工學碩士)
 1969年 : 美國 미시간주립大學校 大學院 電氣工學科 (工學碩士)

1973年 : 美國 미시간주립大學校 大學院 電氣工學科 (工學博士)
 1967年 ~ 1973年 : 美國 미시간주립大學校 工業研究所 先任 研究員
 1973年 ~ 1981年 : 美國 노던일리노이大學校 電氣工學科 助教授, 副教授
 1982年 ~ 現在 : 延世大學校 電子工學科 教授
 1987年 ~ 1988年 : 本學會 副會長
 1989年 ~ 1990年 : 本學會 會長