

---

# 원격제어 송수신기의 채널변환과 모니터용 모듈의 구현

조학현\*, 최조천\*, 김기문\*\*

## A Study on the Channel Converting and Monitoring of the Remote Control Transceiver

Hak-Hyen Jo\*, Jo-Chen Choi\*, Ki-Mun Kim\*\*

### 요 약

일반적으로 송수신기는 통신의 영역을 넓히기 위하여 산악, 도서, 고층빌딩 등의 원격지에 설치하고 전용회선을 통하여 통신실에서 원격제어로 운용하고 있다. 그러므로 SSB, VHF 등 기존의 통신장비를 원격제어로 운용하는 공공업무의 무선국에서는 원격제어 시스템이 공중통신의 신속, 정확, 안전 등의 품질을 결정하기도 하는 중요한 역할을 하고 있다. 송수신기와 제어기 사이에 회선을 하나만 사용하는 경우에는 송수의 음성신호가 교대로 전송되며, 여기에 채널의 up/down, PTT 제어 그리고 송신채널 및 출력을 모니터하기 위한 데이터 신호가 혼합 또는 interrupt로 동시에 전송되어야 한다. 채널과 PTT의 제어신호는 ASK 방법에 의하며 모니터신호는 FSK 방법에 의하여 전송되도록 설계하였고, 단신통신의 운용방식을 기본으로 하여 MCS-51 계열의 프로세서들 사용하여 시리얼통신의 프로토콜과 순차적인 통신시퀀스의 알고리즘을 연구하였다.

### Abstract

Generally, transceiver is operated to the remote control for the purpose of broadening the traffic zone which is established on a mountain peak, island and building top using private line.

Therefore, the remote control system of public radio station have been the very important role that is decision the quality relate to the quickness, accuracy, safety of communication on old type transceiver of SSB, VHF etc. In the case of using the only 1 private line which is exchanged voice signal with data signal had mixed or interrupted for up/down of channel, PTT control and monitoring of transmission channel and power.

---

\* 목포해양대학교 해양전자·통신공학부 교수

\*\* 한국해양대학교 전자통신공학과 교수

접수일자 : 1999년 4월 15일

The up/down of channel and PTT control is according to the ASK and the data of monitoring is transferred to the FSK modulation, additional algorithm is studied on the serial protocol and traffic sequence using the MCS-51 processor in the simplex communication methode.

### 1. 서 론

선박무선국, 기업, 관공서 및 군부대에서의 통신에서는 지금도 기존의 SSB나 VHF 등의 장비가 대다수를 차지하고 있으며, 이러한 시스템에서는 보다 넓은 영역의 통신권을 확보하기 위하여 송수신기를 연해의 도서나 산악등의 고지대에 설치하고 무선국과는 전용회선으로 연결하여 원격으로 송수신을 제어하며 운용하고 있다.

그러나 지금까지 사용되고 있는 원격제어기는 대부분 ASK 방식에 의하여 PTT(press to talk)의 송수절환 기능만을 가지고 있으며, 통신채널을 바꾸고 송신출력을 모니터하는 등의 기능은 전혀 갖추어져 있지 않은 상태이다.

이 상태에서의 송수신기는 항상 1개의 채널에 고정된 상태로 운용해야 하는 조건이 되므로 할당된 주파수대역을 제대로 활용하지 못하는 형태로 된다. 이것은 결국 가까운 주파수 자원을 낭비하고 있으며 불합리한 운용으로 신속하고 효율적인 통신설결과 정보전달이 어렵게 되어 있다.

그러나 아직도 상당한 부분을 점유하고 있는 기존의 통신시스템은 사업성이 미비하므로 이에 대한 발전 방향의 연구는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다.

본 논문에서는 ASK와 FSK 및 프로세서 기술을 조합하여 기존의 장비에 쉽게 부가하여 원격제어 송수신기의 가용성을 증대시키므로써 통신운용을 효율적으로 증대시킬수 있는 제어기술을 구현하고자 한다.

### II. 제어신호의 전송

현재 무선국에서 사용되고 있는 원격제어기의 일반적인 사양은 다음과 같다[1][2].

- 1) 용도 : 무선국과 이동체와의 통신
- 2) 사용채널 : 1채널 고정식

- 3) 사용회선 : 송신용 ..... 1회선  
수신용 ..... 1회선  
PTT제어용 ..... 1회선
- 4) 특징 : 채널변경 및 송신상태의 모니터 불가  
고비용의 회선사용료(3개 채널)

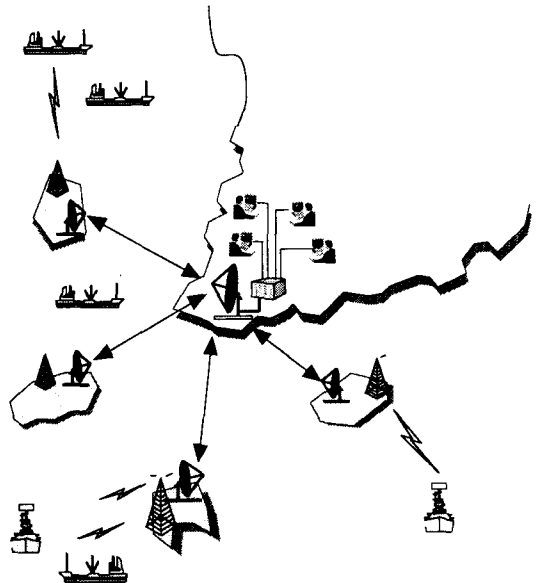


그림-1. 원격제어 송수신의 운용

그림-1은 원격제어에 의한 송수신기의 운용상태를 나타내고 있으며, 원격지의 송수신기와 운용자는 전용회선을 통하여 1:1로 연결되어 있다.

여기에서 각각의 송신기에 대한 송신채널 및 출력을 모니터하려면 고비용을 요하는 별개의 시스템과 회선이 부가되어야 한다

그러나 본 연구에서는 1개의 회선만을 이용하여 송신, 수신, 제어 및 모니터 신호를 모두 교환하고자 하며, 모니터에 필요한 data 신호는 운용중 송신절환 후에 FSK의 전송으로 삽입한다.

즉, 대화하는 간격에 송수신기로부터 채널 및 송신출력의 data를 전송받게 된다.

채널과 송신출력에 대한 address로 2byte, 각각의 3자리 data로 6byte를 2,400bps로 전송하는데 요하는 시간은 약 40[ms]로 극히 짧은 순간에 이루어지므로 통신의 운용에는 전혀 상관이 없다.

또한 data의 전송중 error가 생겼다 해도 다음의 절환에서 data가 재전송되므로 새롭게 갱신되어 모니터의 기능에는 별 문제가 되지 않는다.

전송거리나 속도의 지연에 있어서는 모뎀을 이용한 data 통신과 같은 조건이 된다.

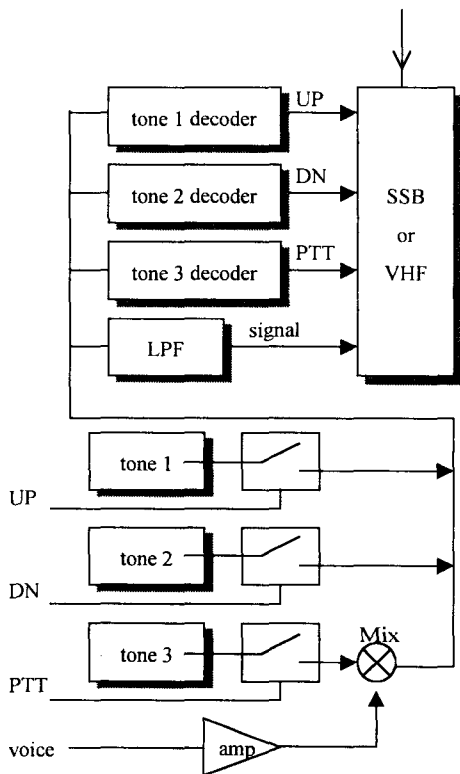


그림-2. 제어신호의 전송계통도

통신실에서 송수신기로 전송해야 하는 제어신호는 채널의 up, down과 PTT의 3가지 종류가 있으며, 이것은 ASK 방식에 의한 각기 다른 tone으로 전송하고 송수신기 측에서 decode 하여 제어신호로 검출하여 사용한다.

그림-2는 3개의 tone을 이용하여 ASK 방식으로 채널의 up/down과 PTT를 제어하는 시스템을 나타낸 것이다. 채널의 up/down 및 PTT 제어신호는 송

수신기의 외부조작용 단자에 접속된다.

CCITT에서 규정한 유선회선의 통과주파수 대역 폭은 300~3,400[Hz]이므로 이 범위에서 tone을 정하면 되지만, PTT의 경우에는 음성신호와 mix되어 전송되므로 음성대역에서 가능한 한 분리하여 설정하여야 통신의 품질을 높일 수 있다.

즉 전송상에서 tone과 음성신호가 상호변조 작용을 하여 S/N비의 감소 또는 tone의 변화로 PTT의 제어에 에러가 발생하지 않도록 구현하여야 제어기의 신뢰성을 유지할 수 있다.

PTT용 tone은 상용화된 제어기의 경우 2,200~2,300[Hz]의 주파수를 사용하고 있으며, 주파수의 up/down 용 tone은 전용회선의 대역폭 내에서 어느 주파수를 사용하여도 관계없다.

PTT의 tone과 음성신호를 합성한 ASK 파형은 다음의 수식으로 표현할 수 있다[3].

PTT 제어주파수

$$f_o = E_o \cos \omega_o t \dots\dots\dots \text{식(1)}$$

음성신호

$$f_s = E_s \cos (\omega_s t) \dots\dots\dots \text{식(2)}$$

합성파형

$$f_m = E_s (1 + E_o \cos \omega_o t) \cos \omega_s t \dots\dots\dots \text{식(3)}$$

즉 위의 식(3)에서 보면 PTT 제어신호는 가능한 한 소신호로 하여야 음성신호의 전송효율을 높일 수 있다. 그러므로 PTT의 tone은 소신호 이므로 송신파형에 실려서 전송되는 형태로 된다.

Decoder는 tone에 lock 되는 PLL 회로이며, 검출된 TTL진압을 외부제어 단자에 접속하면 된다.

그림-3은 PTT용 tone으로 2,200[Hz]를 사용하고, 음성신호로는 500~1,000[Hz]의 sine파를 가변하며 적절히 합성된 파형을 보인 것이며, ASK의 특성을 분석하기 위한 것으로 1[ms/cm]의 주기로 copy하였다.

그림-4는 PTT 동작에 의하여 그림-3의 파형이 전송되는 형태를 2[s/cm]로 copy한 것이다.

그러나 실험에서는 신호파형의 주파수를 가변하면 식(3)에서는 예상할 수 없었던 파형의 왜곡이

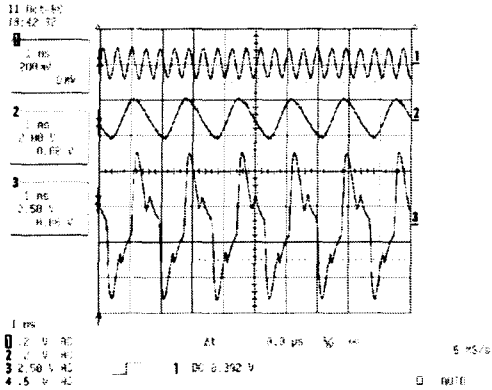


그림-3. PTT tone, 가청주파신호 및 합성파형

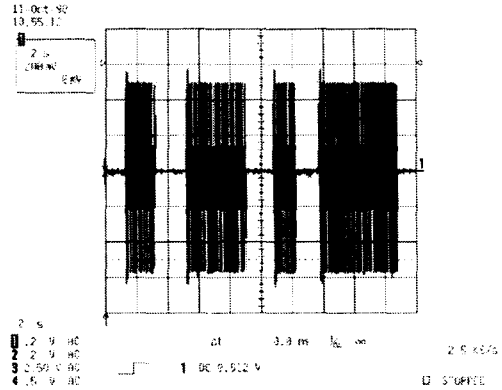


그림-4. 합성파형의 ASK 전송형태

나타났다. 이것은 사용된 소자의 주파수특성과 신호의 주파수에 따른 PTT tone의 위상이 천이되는 현상으로 분석되며,  $\theta_{freq}$ 의 계수를 사용하여 식(3)을 식(4)와 같이 정리하였다.

$$f_s = E_s \cos(\omega_s t \pm \theta_{freq}) \dots\dots\dots \text{식(4)}$$

즉  $\theta_{freq}$ 는 입력신호의 주파수에 따른 계수로써 ASK 파형에서 위상이 천이될 수 있음을 정의하므로 ASK의 파형은 식(5)와 같은 형태로 표현이 가능하다.

$$f_m = f_s + K_{signal} \cdot f_o \dots\dots\dots \text{식(5)}$$

여기에서  $K_{signal}$ 은 입력신호의 크기에 따른 PTT의 tone이 변화할 수 있음을 표현하고자 하였다. 즉, 위의 2가지 계수를 고려하여 합성파형을 분석하면, 2가지 계수는 모두 신호주파수에 의하여 PTT tone의 대역폭이 변형되는 결과를 나타내므로 PTT의 tone은 가능한 한 고역의 부분을 설정하고 HPF를 사용하며 decoder의 특성을 개선시키므로써 해결할 수 있었다[4].

또한 실험에서 얻은 결과로 PTT를 keying 하는 순간 송수신기의 PTT의 decoder가 신속하고 확실하게 동작할 수 있도록 PTT tone의 start 부분은 10[V]p-p의 크기로 약 500[mS]정도 전송시킨 후, 다음에는 200[mV]p-p의 레벨이 지속되도록 하면 decoder의 동작이 빠르고 확실하였다.

### Ⅲ. 모니터링 신호의 전송

#### 1. FSK의 전송특성

FSK는 진폭이 일정하므로 레벨의 변동과 노이즈에 강한 장점이 있다. FSK의 대역폭(소요주파수대역폭)은 이론상에서는 무한대까지 확대되지만 실제에 있어서는 전체 스펙트럼전력의 95[%]를 포함하는 측파대까지를 대역폭으로 한다.

또한 소요주파수대역폭은 변조지수의 크기에 따라 변한다. 변조지수는 변조의 깊이를 표시하는 파라미터로 다음의 식에 의하여 정의된다.

$$m = |f_1 - f_2| \cdot T \dots\dots\dots \text{식(6)}$$

여기에서  $m$ 은 변조지수,  $f_1$ 과  $f_2$ 는 0과 1에 대응하는 반송주파수,  $T$ 는 bps의 역수로 펄스의 주기를 나타낸다. FSK신호의 주파수스펙트럼은  $f_1$ 과  $f_2$ 의 선스펙트럼으로 구성되고  $m$ 이 커질수록 대역폭은 확대되면서  $f_1$ 과  $f_2$ 의 분리는 명확하게 된다.  $m > 1$ 의 경우 FSK의 대역폭  $B$ 는

$$B = 2 \cdot m \cdot 1/T = 2 |f_1 - f_2| \dots\dots\dots \text{식(7)}$$

이고,  $m < 1$ 의 경우에는

$$B = 2 \cdot 1/T \dots\dots\dots \text{식(8)}$$

로 된다.

이상의 식에서 대역폭은 전송속도에 관계되는 것을 알 수 있다. 예를들어  $f_1$ 과  $f_2$ 를  $1,700 \pm 400$  [Hz]로 설정하여 1,200[bps]로 전송하면, 식(6)에서  $m < 1$ 로 되어 대역폭은 식(8)에 의하여

$$1,700 \pm 1,200 [Hz] \dots\dots\dots \text{식(9)}$$

2,400[Hz]의 범위가 되고, 600[bps]로 전송한다면  $m > 1$ 로 되므로 대역폭은 식(7)에서

$$1,700 \pm 800 [Hz] \dots\dots\dots \text{식(10)}$$

로 1,600[Hz]의 범위가 된다. 즉, 전송속도를 높이면 대역폭도 넓어진다[5][6].

그림-5는  $f_1$ 과  $f_2$ 를  $1,700 \pm 400$ [Hz]로 설정하여 1,200[bps]로 전송되는 FSK파형을 copy한 것으로 위의 파형이 전송되는 FSK파형이고 아래의 파형은 변조용 data이다. 즉, data신호가 「1」일 때에는  $1,700 - 400$ [Hz]가 되고 「0」일 때에는  $1,700 + 400$  [Hz]로 된다.

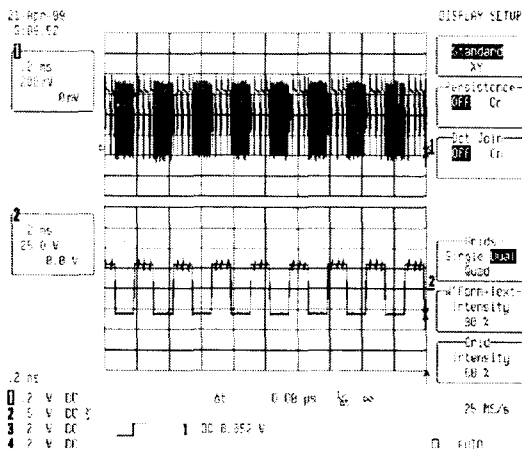


그림-5. 1,200[bps] 데이터의 FSK 전송형태.

2. 모니터링 신호의 전송

모니터링 신호의 전송은 MCS-51을 이용한 시리얼통신을 이용하였다.

그림-6은 송수신기의 송신상태를 통신실에서 감시할 수 있는 모니터링 신호의 전송계통도이며 그

림-7은 data전송의 통신프로토콜이다[7].

2-wire 트위스트 실선의 구간에서는 전송거리를 1.2[Km]까지 확보할 수 있는 RS-422A 인터페이스를 사용하여야 효과적이며, 전용회선을 사용하는 경우에는 FSK 신호를 그대로 전송한다.

프로세서를 대신하여 FPGA의 전용프로세서로 구현할 수도 있으나 여기에서는 회선교환의 기능과 연계하여 멀티프로세싱 기법을 구현할 수 있는 칩을 우선적으로 선정하였다.

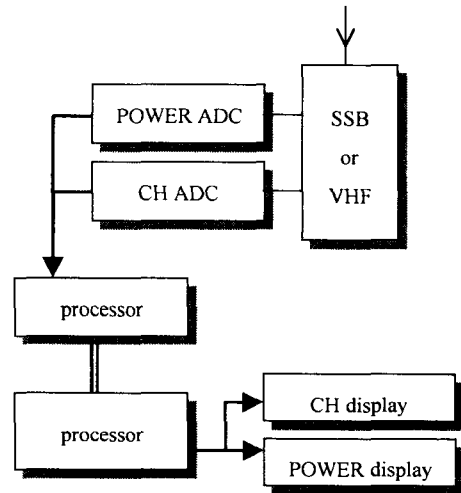


그림-6. 모니터링 신호의 전송계통도

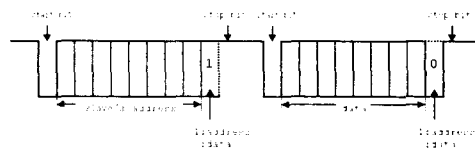


그림-7. 모니터링 신호의 통신프로토콜

IV. 통신시퀀스 및 알고리즘

1. 통신시퀀스

송수신기와 통신실 사이에는 2선의 트위스트 실선이나 전용회선이 연결되어 양방향의 반이중 데이터통신이 가능하다.

그림-8은 송수신기와 통신실 사이의 통신시퀀스를 나타낸 것이다. 정상시에는 송수신기가 수신상태로 있으면서 수신되는 신호를 통신실로 보내어

자국의 호출을 청수한다. 이때 송수신기의 ADC에서는 현재의 수신채널을 일정주기로 샘플링하여 변환된 데이터는 수신신호에 1,200[bps] 정도의 FSK 신호로 삽입되어 통신실의 프로세서로 전송되고 입력되는 data는 순서대로 처리되어 LED display 등에 나타나도록 한다.

양방향 통신은 단말기의 interrupt에 의하여 시작되며 채널의 up/down 제어신호가 송수신기로 전송되면, 송수신기의 채널은 1스텝의 up/down 변환 동작을 취하고난 후 즉시 변환된 채널의 번호를 통신실로 전송한다. 그리고 다음의 제어신호가 전송되기까지 대기하도록 한다.

PTT tone이 전송되어 검출되면 송신의 상태로 되고 송신출력은 계속 free run 방식으로 A/D 변환되어 비교되면서 최대치만이 저장되도록 한다. 그러던 중 PTT tone이 멈추면 저장된 출력의 최대치에서 실효치를 계산한 후, 수신상태의 시작과 동시에 데이터를 통신실로 전송하므로써 송신기의 출력 상태를 감시할 수 있도록 한다.

모니터링 data의 전송은 통신프로토콜에 따라 순차적으로 이루어지도록 한다.

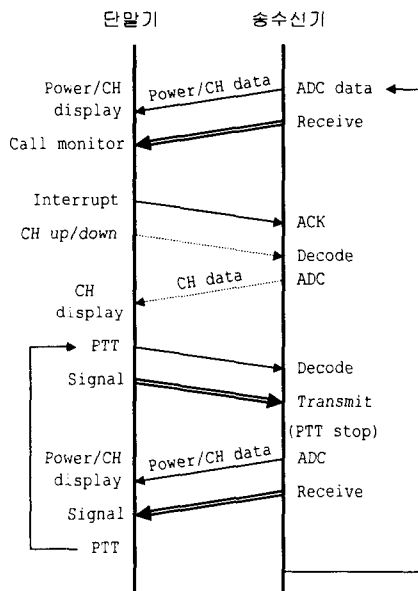


그림-8. 송수신기와 단말기 간의 통신시퀀스

## V. 알고리즘 및 구현

### 1. 알고리즘

그림-9는 제어알고리즘의 순서도이다. 시작과 함께 송수신기는 채널, 출력 및 온도 등을 샘플링하여 변환된 data를 단말기로 전송한 후, 수신상태를 유지하므로써 수신신호를 통신실로 보내며 자국의 호출을 청수하게 한다.

Interrupt는 통신실의 운용자가 채널의 up/down 또는 PTT tone을 조작하는 순간에 인정되며, 채널의 up/down 동작을 행한 후에는 즉시 통신실로 채널의 data를 전송하여 채널의 변환상태를 통신실에서 항상 알 수 있도록 한다.

그러나 PTT tone이 전송되면 즉시 송신의 상태로 전환되며 PTT tone이 멈추면 송신기의 프로세서는 송신채널과 출력의 data를 통신실에 전송하는 알고리즘으로 구성되어 있다.

이 알고리즘은 통신실과 송수신기 간의 양방향 통신시퀀스를 나타낸 것이며, 양측의 프로세서에는 알고리즘의 수행에 따른 각각의 프로그램이 별도로 작성되어야 한다.

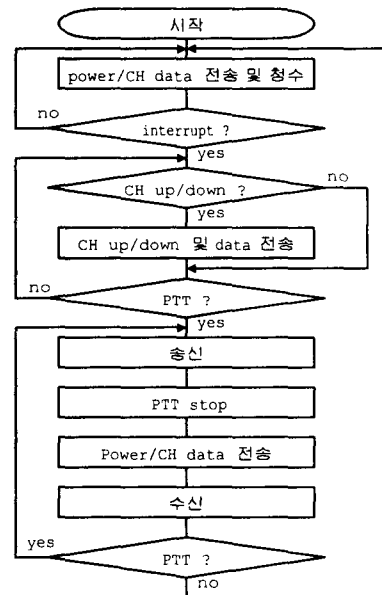


그림-9. 순서도

## 2. 구 현



그림-10. ASK, FSK 송신과 디코더 실험

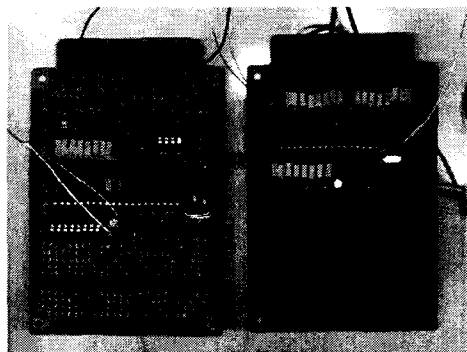


그림-11. 시리얼통신 실험보드

그림-10은 ASK 와 FSK에 의한 data신호의 송신과 decoder의 동작을 실험하기 위한 것이며, 그림-11은 데이터의 교환을 실험하기 위하여 제작한 시리얼통신 실험용 보드로 좌측은 송신용이고 우측은 수신용이다.

실험에서는 신호의 전송에 따른 decoder와 시리얼통신에 의한 data의 전송상태를 LED로 표시하여 동작의 결과를 확인하였다.

MCS-51 계열의 멀티프로세싱 기법은 하나의 master 프로세서에 복수의 slave 프로세서를 사용할 수 있다. 그러므로 이 방법을 이용하면 통신실에 단말기를 복수로 설치할 수 있으며, 1대의 송수신기를 여러명이 공유하여 운용하는 것이 가능하다. 이와는 반대로 여러대의 송수신기를 하나의 단말기를 통하여 하나씩 또는 2~3대를 동시에 선택하여

운용하는 것도 가능하다[8].

본 연구에서는 이러한 점을 고려하여 멀티프로세싱 기법으로 알고리즘을 작성하였으며, 송수신기측에서 여러대의 단말기를 구별하고 해당 단말기에 대하여 데이터를 전송하려면 단말기에는 ID가 부여되어야 한다. 이때 ID는 하드웨어로 세트하여야 여러대의 단말기를 하나의 프로그램으로 통일시킬 수 있다[9].

## VI. 결 론

전파법의 기본목적은 전파의 합리적인 이용과 통신기술의 발전에 있다.

통신환경의 현실은 정보의 증가와 함께 통신의 양도 급속도로 증가되고 있는 추세이다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 지금까지 추구한 해결방법은 오직 새로운 방식으로 고속, 대용량을 수용할 수 있는 기술에 대한 연구와 개발에 있었다.

그러나 본 연구에서는 기존의 통신시스템에 적은 비용을 투자하여 보다 효율적인 운용을 가능하게 하는 기술을 개발하므로써 실용적으로 문제를 해결 하려는데 목적을 두고 있다.

통신시퀀스의 S/W 는 멀티프로세싱 기법을 활용 하였으므로 다수의 송수신기와 다수의 단말기 간에 다수의 운용자가 개입하여 각각의 운용자가 지정하는 회선으로 접속할 수 있는 시스템의 구성과 연계 되도록 하였다.

연구의 결과는 원격제어의 실험에서 ASK 방식에 의한 PTT tone과 음성신호가 2-wire의 트위스트 실선에서 20[m] 정도를 무리없이 전송되었으며, 멀티프로세싱 기법에 의한 시리얼통신으로 신뢰성 있는 data의 전송을 확인하였다. 그리고 순차적인 통신시퀀스의 알고리즘과 데이터전송에 대한 프로토콜을 제시하였다.

예상되는 문제점은 무선국의 송수신기 등 무선장비에서 발생하는 전자파에 의하여 제어 및 data신호에 오류가 발생할 가능성도 배재할 수 없으므로 전자파에 대하여 차폐 및 필터로 보완하는 예방책도 고려되어야 할 것이다.

지금의 전파이용 환경은 주파수의 자원은 한정적이나 통신량은 폭주하고 있는 실정에 있다.

본 연구에서 제시한 모듈은 최저가의 비용이 소요되며, 이러한 문제점을 해소하는데 어느정도 효과가 있을 것으로 본다.

**참고문헌**

- [1] "KI-80 serise 無人化 System", Instruction Manual, 광인전자, 1997
- [2] "KL-20HM형 VHF 송수신기", Instruction Manual, 광립전자, 1996
- [3] 曹鶴鉉 著, "電子通信理論", 木浦海洋大學校 海洋電子通信工學部 教材, pp.243-245, 1997
- [4] 조학현, 최조천, 김기문 "무선국의 통합시스템에 대한 알고리즘", 한국해양정보통신학회논문지, 제2권 제4호, pp.545-551, Dec. 1998
- [5] 荒木庸夫 著, 編輯部 譯, "圖說 通信方式", 機電研究社, pp.270, 1994
- [6] 萩野芳造, 小潼國雄 共著, "無線機器システム", 東京電氣大學出版局, pp.153-154, Jul.1994
- [7] CQ出版社, "トランジスタ技術", special No.8, pp.102-103, March 1998
- [8] I. Scott MacKenzie, "The 8051 Micro Controller", Prentice-Hall, 1994
- [9] "MCS-3000 함내·외 통신장치", Instruction Manual, 해군본부, pp.13-29, 1993



**조 학 현(Hag-Hyun Jo)**

1975년 : 광운대학교 무선통신 공학과 (공학사)  
 1980년 : 건국대학교 행정대학원 (행정학석사)  
 1992년 : 호서대학교 대학원 전자통신공학과 (공학석사)

1996년~현재 : 한국해양대학교 대학원 전자통신 공학과 (박사과정)  
 1980년~1992년 : 목포해양전문대학 통신학과 교수  
 1993년~현재 : 목포해양대학교 해양전자·통신공학 부 교수  
 \* 주관심분야 : 회로 및 시스템, 해상통신시스템



**최 조 천(Jo-Cheun Choi)**

1986년 : 서울산업대학교 전자 공학과 (공학사)  
 1990년 : 조선대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학석사)  
 1998년 : 한국해양대학교 대학원 전자통신공학과 (공학박사)

1989년~현재 : 목포해양대학교 해양전자·통신공학 부 조교수  
 \* 주관심분야 : 해양전자통신, 계측제어



**김 기 문(Ki-Moon Kim)**

1972년 : 광운대학교 무선통신 공학과 (공학사)  
 1978년 : 건국대학교 행정대학원 (행정학석사)  
 1993년 : 경남대학교 대학원 (행정학박사)

1993년~현재 : 한국해양대학교 전자통신공학과 교수  
 \* 주관심분야 : 통신정책, 해상이동통신