

원격제어 송수신기의 채널변환 및 모니터링에 대한 알고리즘

* 조학현 · * 최조천 · ** 김기문
* 목포해양대학교 ** 한국해양대학교

The Algorithm on Channel Converting and Monitoring of the Remote Controlled Transceiver

* Hak-hyen Jo · * Jo-chen Choi · ** Ki-mun Kim
* Mokpo Maritime University ** Korea Maritime University
E-mail : * choijo@mail.mmu.ac.kr ** abcd@effff.kmaritime.ac.kr

요약문

무선국의 통신장비에 할당된 주파수 자원은 한정되어 있으나 통신량의 계속적인 증가에 따라 이것 그러므로 SSB, VHF 등 기존의 통신장비를 원격제어로 운용하는 무선국에서 간단한 방법으로 채널의 변환, PTT제어, 송신주파수 및 출력을 모니터링할 수 있는 시스템을 구현하고자 한다.

송수신기와 단말기 사이의 제어신호 교환은 음성신호가 전달되는 2선의 트위스트 실선 또는 전화회선을 공유하며, ASK에 의한 채널의 up/down과 PTT의 제어, 양측에 MCS-51계열의 프로세서를 사용하여 FSK에 의한 시리얼통신으로 송신제원을 모니터링할 수 있는 H/W의 설계 그리고 단신방식의 통신운용에 따른 순차적인 통신시퀀스와 프로토콜 및 데이터전송에 대한 알고리즘을 연구하였다.

통신시퀀스의 S/W는 멀티-프로세싱 기법을 활용하여 마스터 프로세서에 의한 다수의 단말기 프로세서에서 특정의 송수신기에 접속을 요구하는 회선접속시스템으로 연계될 수 있도록 하였다.

Abstract

The purpose in this study has to development the system on increasing operation of old-typed transceiver for solve the question that limited allocation frequencies and continously icreasment of traffic. Therefore, we are designed the remote control system that has the function for variable channels, PTT and monitering of transmission power and frequencies.

Exchange of control data is to hold in common the twist two-wire or telephone line for the voice transmission. The H/W is consist of FSK and MCS-51 processor which are up-down control of channel, PTT control and monitering display by serial data transmission. According to the simplex traffic operation is designed the algorithm of serial data transmission by sequential transmission sequence and protocol. The S/W of sequential transmission sequence is designed to usefully the intergrated communications system which is able to connection between the multi-transceiver and multi-terminal by master processor.

1. 서론

무선국 및 군통신에서는 지금도 기존의 SSB, VHF 등의 장비가 중요통신의 대부분을 점유하고 있으며, 보다 넓은 범위로 통신권을 확보하기 위하여 송수신기를 산악의 고지대 또는 도서에 설치하고 무선국과 전용회선으로 연결하여 원격으로 제어하며 운용하고 있다.

그러나 일반적으로 원격제어기는 ASK에 의한 PTT(press to talk)의 송·수절환 기능만을 가지고 있으며, 운용채널의 가변과 송신의 상태에 관한 모니터의 기능은 거의 없다.

그러므로 통상 1개의 채널에 고정되어 운용하고 있으며 할당된 주파수를 제대로 활용하지 못하고 있으므로 신속하고 효율적인 통신의 운용을 기대하기는 어렵다.

컴퓨터와 통신기술의 발전은 정보화시대를 열었으나 이제는 정보의 양이 무한으로 증가함에 따라 더 신속하게 처리할 수 있는 통신기술을 필요로 하고 있으므로 이에대한 연구가 여러분야에서 경쟁적으로 수행되고 있는 실정이다.

그러나 통신의 기반을 이루고 있는 기존의 시스템에서 성능이나 운용성을 개선시키려는 연구는 사업성이 미비하므로 거의 이루어지지 않는 형편에 있다.

본 논문에서는 ASK와 FSK 및 마이크로프로세서 기술을 이용하여 간단한 제어모듈을 구성하고, 통신운용에 따른 순차적인 통신시퀀스와 데이터 전송에 대한 프로토콜 및 알고리즘을 제시하였다.

즉 기존의 통신시스템에서 주파수 자원의 한정과 통신량의 증가에 대한 해결책으로 시스템의 운용효율을 증대시킬수 있는 제어기술을 개발하는데 목적을 두었다.

II. 제어신호의 전송

현재 무선국용으로 개발되어 사용되고 있는 원격제어의 일반적인 사양은 다음과 같다[1][2].

- 1) 용도 : 기지국과 이동체와의 통신
- 2) 사용주파수 : 1개 채널 고정식
- 3) 연결회선 : 송신전용 1회선
수신전용 1회선
제어신호 (PTT) 1회선
- 4) 단점 : 채널변경 및 송신모니터 불가능
전용회선 사용이 과다함(3개)

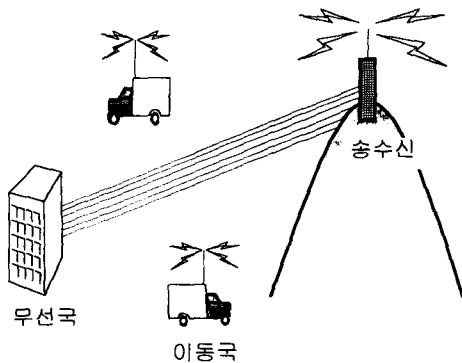


그림-1. 원격제어 송수신의 운용

그림-1은 송수신기의 원격제어 상황을 나타내기 위한 것으로 무선국에서 송신기의 동작상태를 모니터링하려면 여기에 필요한 별도의 장비와 회선이 불가하게 된다.

본 연구에서는 1개의 회선만을 이용하여 송신신호, 수신신호, 제어 및 모니터신호를 모두 교환하고자 하며, 이때 제어와 모니터신호는 고속전송

은 요하지 않으므로 제어신호에 대한 특성은 DTMF의 FSK 전송특성을 그대로 적용하면 된다.

단말기에서 송수신기로 전송해야 하는 제어신호는 주파수(채널)의 up/down과 PTT의 3가지가 있으며, 이것은 각기 다른 tone을 전송하고 decode 하여 제어신호를 검출하는 ASK의 방식으로 된다.

CCITT에서 규정한 유선회선의 통과주파수 대역폭은 300~3,400[Hz]이므로 이 범위에서 tone를 정하면 되지만, PTT의 경우에는 음성신호와 sum으로 되어 전송되므로 tone 주파수를 음성대역에서 분리하여 설정하여야 송신의 품질을 기대할 수 있다. 즉 전송로 상의 문제로 인하여 tone과

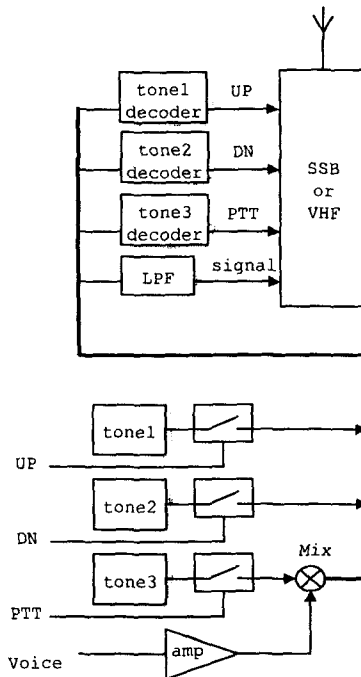


그림-2. 제어신호의 전송계통도

음성신호가 변조작용으로 S/N비의 감소 또는 tone 주파수의 변화로 PTT 제어의 에러가 발생하지 않도록 설계하여야 신뢰성을 유지할 수 있다.

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

그림-2는 3개의 tone을 이용한 ASK 방식으로 채널의 up/down과 PTT를 제어하는 시스템의 계통도이다. 채널의 up/down 및 PTT 제어신호는 송수신기의 외부조작용 I/O 단자에 접속한다.

PTT의 tone과 음성신호가 합성된 ASK 파형은 다음과 같은 수식으로 표현할 수 있다[3].

PTT 제어주파수

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

음성신호

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

합성파형

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

즉 위의 식(3)에서 보면 PTT 제어신호는 가능한 한 소신호로 하여야 음성신호의 전송효율을 높일 수 있다. 그러므로 ASK 파형은 음성신호에 PTT tone을 합성하여 전송되는 형태로 된다.

디코더는 tone 주파수에 lock 되는 PLL 회로이며, 검출된 전압은 릴레이의 구동에 의하여 SW의 조작형태로 된다.

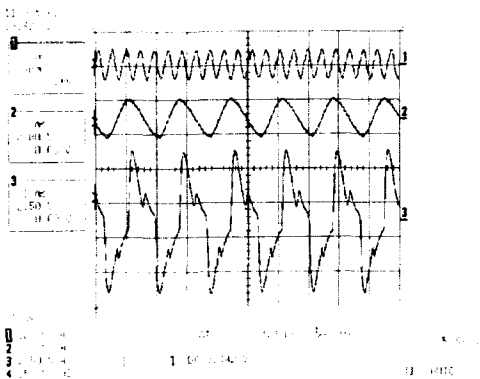


그림-3. PTT tone, 가청주파신호 및 합성파형

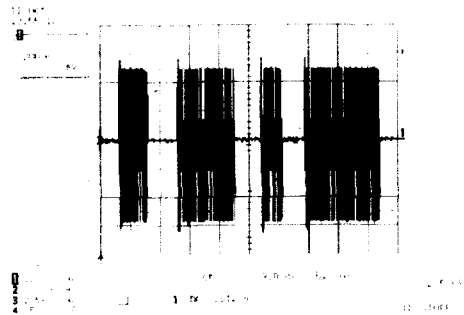


그림-4. 합성파형의 ASK 전송형태.

먼저 ASK의 전송에 관한 실험으로 PTT용 제어주파수로 2,200[Hz]를 사용하였고, 음성신호용 주파수로 500~1,000[Hz]를 중심으로 가변하여 사용하며 설계한 회로의 특성을 분석하였다.

그림-3은 PTT의 제어주파수와 신호용 주파수 / 그리고 합성된 ASK의 파형을 1[ms/cm]의 주기로 copy한 것이며, 그림-4는 PTT 동작에 따라 ASK의 파형이 전송되는 형태를 2[s/cm]로 copy한 것이다. 그림5에서 신호파형의 주파수를 가변

하면 전송하였던 기본적인 수식에서는 예상할 수 없었던 ASK 파형의 왜곡현상이 고찰되었다.

이것은 신호의 주파수에 따른 PTT 제어주파수의 위상천이로 분석할 수 있으며, θ_{freq} 의 계수를 사용하여 식(4)와 같이 정리할 수 있다.

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

즉 θ_{freq} 는 입력신호의 주파수에 따른 계수로써 ASK 파형에서 왜곡부가 위상이 천이될 수 있음을 정의하므로 ASK의 파형은 식(5)와 같은 함수로 표현이 가능하다.

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

여기에서 K_{signal} 은 입력신호의 크기에 따른 PTT 제어주파수의 변화를 계수로 표현하고자 하였다.

즉 상기의 2가지 계수를 고려하여 ASK의 파형을 분석하였으며, 2가지 계수는 모두 PTT 제어주파수의 대역폭에 관계되므로 HPF를 사용하여 고역에서 PTT를 사용하고 디코더의 특성을 개선시키므로써 충분히 해결할 수 있다[4].

또한 실험에서 얻은 결과로 PTT를 keying 하는 순간 송수신기의 PTT 디코더가 신속하고 확실하게 동작할 수 있도록 PTT 제어신호의 시작 부분의 성분을 10[V]p-p의 크기로 약 500[mS]정도 전송시킨 후, 200[mV]p-p의 레벨을 지속하도록 하면 디코더의 동작이 보다 확실하게 이루어졌다.

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.

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

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

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

이고, $m < 1$ 의 경우에는

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

로 된다.

이상의 식에서 대역폭은 전송속도에 관계되는 것을 알 수 있다. 예를들어 f_1 과 f_2 를 1,700 ± 400[Hz]로 설정하여 1,200[bps]로 전송하면, 식(5)

에서 $m < 1$ 로 되어 대역폭은 식(8)에 의하여

$1,700 \pm 1,200 [Hz]$ ----- 식(9)
 $2,400 [Hz]$ 의 범위가 되고, $600 [bps]$ 로 전송한다면 $m > 1$ 로 되므로 대역폭은 식(7)에서

$1,700 \pm 800 [Hz]$ ----- 식(10)
 로 $1,600 [Hz]$ 의 범위가 된다. 즉, 전송속도를 높이면 대역폭도 넓어진다[5][6].

그림-5는 $1,200 [bps]$ 로 전송되는 데이터의 FSK 파형을 취득한 것이다.

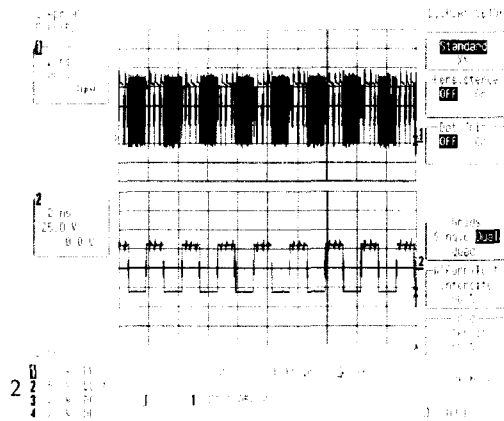


그림-5. $1,200 [bps]$ 데이터의 FSK 전송형태.

2. 모니터링 신호의 전송

모니터링 신호의 전송은 MCS-51을 이용한 시리얼통신을 이용한다.

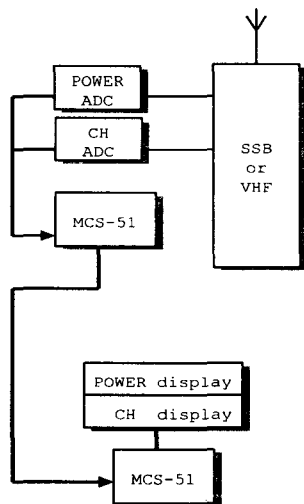


그림-6. 모니터링 신호의 전송계통도

그림-6은 송수신기의 송신상태를 단말기에서 감시할 수 있는 모니터링 신호의 전송계통도이며 그림-7은 통신프로토콜이다[7].

2선의 트위스트 실선을 사용하여 데이터의 전송으로 처리할 경우에는 전송거리를 $1.2 [Km]$ 까지 확보할 수 있는 RS-422A 인터페이스를 사용하여 프로세서와 접속하면 효과적이며, 전화회선을 사용하는 경우에는 FSK에 의하여 전송시킨다.

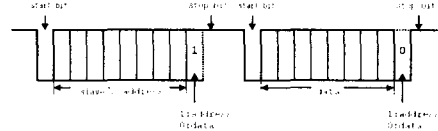


그림-7. 모니터링 신호의 통신프로토콜

IV. 통신시퀀스 및 알고리즘

1. 통신시퀀스

송수신기와 단말기 사이에는 2선의 트위스트 실선이나 전용회선의 전화선으로 연결되며, 양방향으로 반이중의 데이터통신이 가능하다.

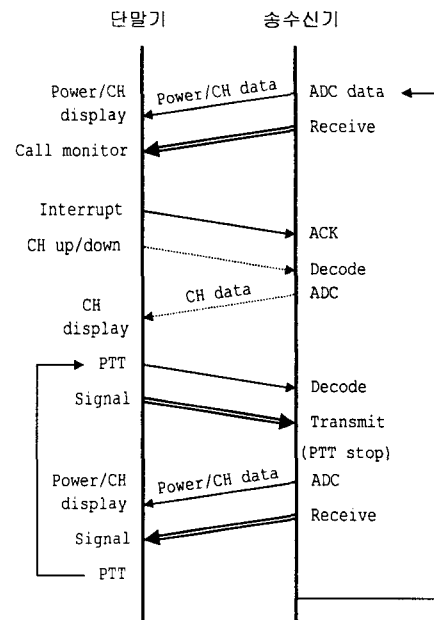


그림-8. 송수신기와 단말기의 통신시퀀스

그림-8은 송수신기와 단말기 사이의 통신시퀀스이다. 보통때에 송수신기는 수신상태를 유지하며

수신되는 신호를 단말기로 보내어 자국의 호출을 청수한다. 이때 송수신기의 ADC에서는 채널, 출력 및 온도 등을 일정주기로 샘플링하며 변환된 데이터는 수신신호에 9,600[bps] 정도의 FSK 신호로 삽입되어 단말기의 프로세서로 전송되고 데이터는 LED-display에 나타나도록 한다.

양방향 통신은 단말기의 interrupt에 의하여 시작되며 채널의 up/down 제어신호가 송수신기로 전송되면, 송수신기의 채널은 1스텝 up/down의 변환동작을 취하고 변환된 채널의 번호를 단말기로 전송하고, PTT 제어신호가 전송되기까지는 채널의 up/down 동작에서 대기하도록 한다.

PTT 제어신호와 함께 송신의 상태를 유지하며 이때 송신되는 출력은 계속 A/D 변환되어 프로세서에 최대치만이 저장되어 남도록 하며, PTT 제어신호가 멈추면 프로세서는 출력의 최대치에서 실효치를 계산한 후, 이 데이터를 단말기에 전송하므로써 송신기의 출력상태를 감시할 수 있도록 한다. 계속해서 PTT 제어신호가 재개되면 송신으로 전환되며, PTT 제어신호가 없으면 항상 수신상태로 된다. 즉 모니터링 신호의 전송은 통신시퀀스에 따라 해당 데이터가 순차적으로 이루어지도록 한다.

V. 알고리즘 및 실험

1. 알고리즘

그림-9는 제어알고리즘의 순서도이다. 시작과 함께 송수신기는 채널, 출력 및 온도 등을 샘플링하여 변환된 데이터를 단말기로 전송한후, 수신상태를 유지하며 수신신호를 단말기로 보내며 자국의 호출을 청수하게 한다.

Interrupt는 단말기에서 운용자가 채널의 up/down 또는 PTT 제어스위치를 조작하는 순간에 인정되어야 하며, 채널의 up/down 변환동작시에는 단말기로 채널의 데이터를 전송하여 채널의 변환상태를 운용자가 알 수 있도록 한다.

그러나 PTT 제어신호가 전송되면 즉시 송신의 상태로 전환된다. PTT 제어신호와 함께 송신의 상태를 유지하며 PTT 제어신호가 멈추면 송수신기 측의 프로세서는 출력과 채널의 데이터를 단말기에 전송하므로써 운용자가 송신기의 출력상태를 알 수 있도록 한다. PTT 제어신호가 없을 때에는 항상 수신상태를 유지하게 되며, PTT가 재개되면 즉시 송신으로 전환하게 된다.

이 알고리즘은 단말기와 송수신기에 대한 전반적인 것으로 실제의 구현에 있어서는 양측의 프로세서에 통신을 수행할 수 있도록 각각의 프로그램이 작성되어야 한다.

2. 실험

MCS-51 계열의 멀티프로세싱은 slave 프로세서를 복수로 사용할 수 있다. 그러므로 이 방법을

이용하면 단말기를 복수로 설치할 수 있으며, 1대의 송수신기를 여러명의 운용자가 공유하여 사용할 수 있다[8].

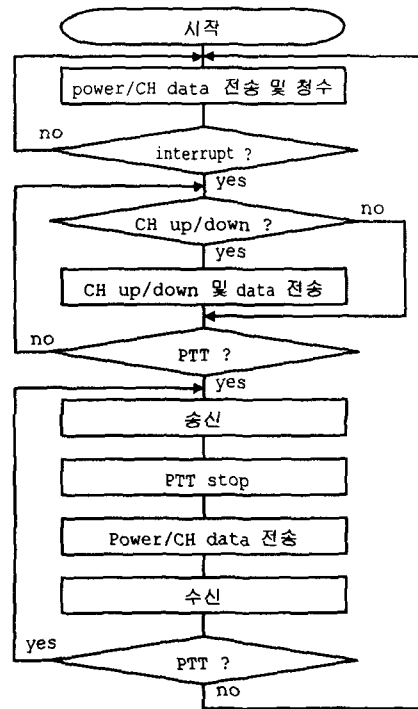


그림-9. 제어알고리즘의 순서도

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

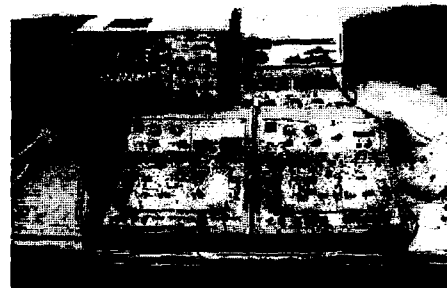


그림-10. ASK와 FSK의 송신과 디코더 실험

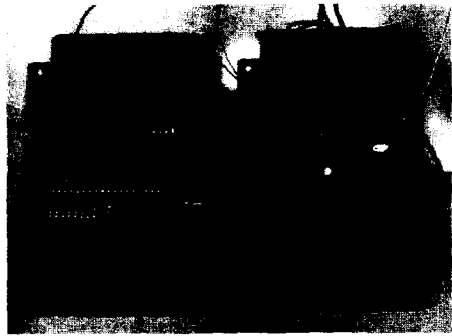


그림-11. 시리얼통신 실험용 보드

그림-10은 ASK 제어신호와 FSK 데이터신호의 송신과 디코더의 동작을 실험하기 위한 것이며, 그림-11은 데이터의 교환을 실험하기 위하여 제작한 MCS-51 계열의 시리얼통신 실험용 보드로 그림에서 좌측은 송신용이며 우측은 수신용이다.

실험에서 신호의 전송에 따른 디코더와 시리얼 통신에 의한 데이터의 전송은 LED로 표시하여 결과를 확인하였다.

VI. 결 론

전파법의 기본 목적은 전파의 합리적인 이용과 통신기술의 발전에 있다.

통신환경의 현실은 정보의 증가와 함께 통신의 양도 급속도로 증가되고 있는 추세이다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 새로운 방식의 고속, 대용량을 수용하는 통신기술을 추구하고 있으며, 이에 대한 연구와 비용에 많은 노력과 투자를 소요하고 있다.

그러나 본 연구의 목적은 기존의 통신시스템에 적은 비용을 투자하여 운용에 대한 효율성을 최대한으로 개선시키는 기술을 구현하는데 있으므로 실질적인 실용성을 중요시하고 있다.

실험의 결과로는 원격제어의 실험에서 ASK 방식에 의한 PTT 제어신호와 음성신호가 2선의 트윈스트 실선에서 20[m] 정도를 무리없이 전송되었으며, 멀티-프로세싱 기법에 의한 시리얼통신에서 신뢰성 있는 데이터의 전송을 확인하였다.

실제의 구현에서 예상되는 문제점은 무선장비에서 발생하는 전자파에 의하여 제어 및 데이터 신호에 오류가 발생할 가능성도 있으므로 이에 대한 예방도 미리 고려하여야 한다.

그러므로 ASK 및 FSK의 디코더부에는 성능이 좋은 필터가 선행되어야 하며, 데이터의 오류는 제어기의 동작에는 상관없이 계속되는 데이터에 의하여 자동적으로 정정된다.

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, 小瀧國雄 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] "Micro Controller 8051 ", Manual
- [9] "MCS-3000 합내·외 통신장치", 운용지침, 해군본부, pp.13-29, 1993