

NAVTEX 受信機의 設計 및 其現에 關한 研究

李 東 植¹⁾, 金 基 文²⁾

A Study on the Design and Implementation of NAVTEX Receiver

Dong-Sik Lee , Ki-Moon Kim

Abstract

This paper is a context about improvement of NAVTEX receiver. To improvement NAVTEX receiver, analyzed and studied design and production all kind of technical standard.

Receiver function implementated to design each part of circuits, step by step.

NAVTEX basic function adopted FEC method and studied error-detection and message receive, storage function about NAVTEX message and it is data transmission experiment with simulator.

Basic function of NAVTEX implemented with hardware to use microprocess or (μ PD70325L) NAVTEX system experiment found out this fact. Basic function of receiver worked satis-factorily. Characteristic error-rate that requested standard performance approval fulfilled the co-ndition because of performance test.

The result of this text needs some amadement and addition and I will expect that domestic production will be practical.

1) 한국해양대학교 대학원 전자통신공학과 석사과정 통신공학전공

2) 한국해양대학교 이공대학 전자통신공학과 교수

GMDSS는 해상통신 시스템에 인공위성의 중계, 디지털 선택호출, 무선텔레텍스등의 진보된 전자기술을 수용하여 신뢰성 있는 통신수단을 확보한 것으로 조난 및 안전 시스템으로서의 역할뿐만 아니라 해상통신의 종합화 및 선박 운항의 자동화를 구축하는 새로운 해상통신 제도이다.

GMDSS의 기준 설비로는 NAVTEX (Navigation Telex) 를 비롯하여 DSC (Digital Selective Calling), SART (Search And Rescue Radar Transponder), EPIRB (Emergency Position Indicating Radio Beacon), INMASAT (International Maritime Sattelite) 등이 규정되고 있다.

이러한 기준 설비 중에서 해상의 안전통신업무에 필요한 정보를 신속 정확하게 전달할 수 있는 통신 장비 중의 하나가 NAVTEX 시스템이다. 따라서 이 시스템에 능동적으로 대처하기 위해서는 자체 기술로 성능이 우수한 NAVTEX 수신기의 개발이 요구된다. 그러나 해상통신 장비에 대한 개발이 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다. 따라서 해상 통신의 첨단 장비 개발은 시급한 당면과제라 아니할 수 없다.

그러므로 본 연구에서는 해상에서의 인명과 재산의 손실을 방지하기 위하여 GMDSS 탑재 의무설비 중 하나인 NAVTEX 수신기 제작 및 운용에 요구되는 제반 조건을 분석·정리하여 본 장비의 국산화 개발을 위한 최적의 설계 모델을 제시하고, 구현된 시스템을 실용화하는데 그 목적이 있다.

2. NAVTEX 시스템

2.1 개 요

NAVTEX는 협대역 직접인쇄전신을 이용하는 해상 안전정보의 방송 및 자동 수신용 시스템을 의미한다. 즉, 수색 및 구조에 관한 정보, 항행정보, 기상정보, 기상예보등의 해상 안전정보를 주관청에서 취합하여 세계 공통의 주파수인 518KHz로 방송하는 방송 시스템과 이를 자동으로 수신하여 직접인쇄방식으로 출력하는 기능을 갖는 수신기로 구성된 해상 안전정보 방송 시스템이다.

NAVTEX는 디지털 전송 테이타를 $518\text{KHz} \pm 85\text{Hz}$ 의 FSK (Frequency Shift

Keying) 방식으로 변조하여 전송하며, 100bps의 데이터 전송 속도를 갖는다.

NAVTEX 방송 시스템은 정보편집 장치, 송신정보편집 장치, 송신제어 장치로 구성된다. NAVTEX 수신기는 육상국에서 방송한 항행경보와 기상경보 등을 자동 수신하여 수신한 정보를 직접인쇄방식으로 출력시키는 시스템으로 무선전신과 직접인쇄방식을 결합한 선박용 무선TLX 수신 장치이다.

2.2 NAVTEX 전문형식

전송 메시지에는 전송 날짜와 시간이 포함되어야 하며, 본문은 메시지의 종류 및 일련 번호를 나타내는 B₁B₂B₃B₄부터 시작되어야 한다. CCIR 권고에 의한 메시지의 전송형식은 <Fig 2-1>에서 나타낸 것과 같다.

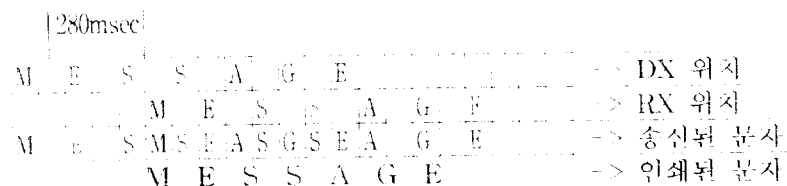
2.3 NAVAREA 방송시간

NAVTEX는 518KHz 단일 주파수를 세계 공용으로 사용하고 있다. 따라서 전송국간의 혼신을 가능한한 피하기 위하여 상대 전송국의 지리적 위치를 고려하여 출력을 제한하거나 방송 시간을 구별해야 한다. 방송 시간 분배는 NAVAREA(16) 개를 4개 그룹으로 나누고 각 그룹에 6개의 방송국을 할당한다. 방송국들은 4시간 마다 10분씩 할당된 방송 시간을 가진다.

2.4 NAVTEX 통신방식

2.4.1 FEC-B모드방식

NAVTEX는 7단위 FEC방식의 오류 검출 및 정정 시스템을 채택하고 있는데 이와 관련된 2중 문자 전송 방식은 <Fig 2-1>과 같다.

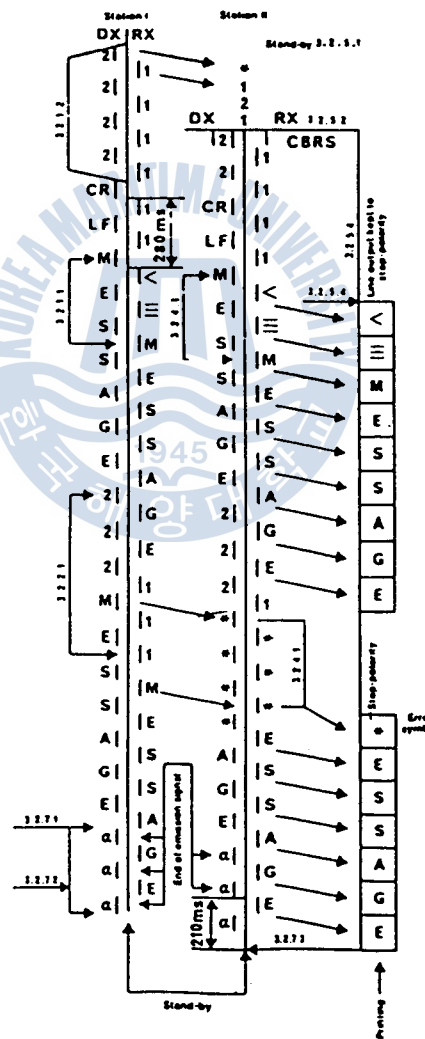


<Fig 2-1> Time Diversity Transmission

위와 같이 일정한 시간 간격으로 문자가 이중 전송되기 때문에 NAVTEX 수신기는 두 신호(DX 및 RX)를 점검하여 절단되지 않은 신호를 사용한다. 절단되거나

서로 다르게 나타나면 이때 전송 오류를 감지하고 수정을 할 수 있게 된다.

<Fig 2-2>는 FEC방식 (Collective B Mode) 에서의 메시지 전송예를 나타낸 것이다. 통신의 개시 즉, 메시지 전송은 캐리지 리턴과 개행이 전송된 후에 시작 되고, 전송의 종료는 송신국이 DX채널로 트래픽 정보 신호를 최종 전송한 후 즉 시 DX채널로만 전송되는 유틸 신호 α 를 3개 연속 송신함으로써 나타낸다. 한편, 수신국에서는 DX위치에서 유틸 신호 α 를 적어도 2개 연속 수신한 후 210msec이 상 지난뒤에 수신을 종료하고 대기 상태로 복귀한다.



<Fig 2-2> FEC (Collective B-mode) Operation

2.4.2 신호의 구성

NAVTEX에서 사용되는 ITA NO.2 코드는 1문자당 5비트이나 문자 단위의 오류 검출을 위하여 실제 전송 시스템에서는 2비트의 오류 정정 부호가 붙어 문자당 7비트로 구성된다. 무선 전송시 모든 문자는 4개의 B 즉, 0(Space)과 3개의 Y 즉, 1(Mark)로 구성된다.

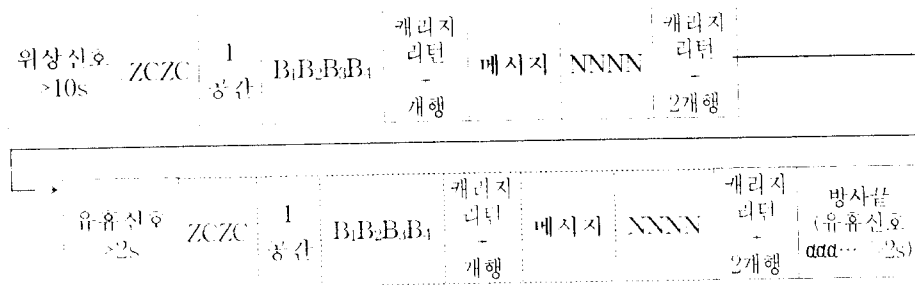
2.5 NAVTEX 기술 기준

NAVTEX 수신기로 사용되는 NBDP 장비의 일반기준, 송수신장치의 조건, 구조 및 성능 등은 ITU의 RR과 CCIR 권고에 따르도록 되어있는데, 국제협약에서는 최저 요건을 정하고 세부 기준은 각 주관청에서 마련하도록 되어 있다.

2.5.1 NBDP의 기술 특성 및 기술적 조건

1) 기술 특성

전송된 신호는 직접인쇄 시스템의 집합형 B-모드와 일치해야 하며, 전송의 기술 형식은 <Fig 2-3>과 같다. 여기에서 ZCZC는 위상 주기의 끝을 의미하며, 문자 B₁은 송신기 유효 범위 영역을 식별하고, 문자 B₂는 메시지의 각 유형을 나타낸다. B₃B₄는 일련 번호 00이 사용되는 특별한 경우에는 예외로 하고 01로 시작하는 각 B_i에 대한 두 문자 일련번호이다. 또한 문자 ZCZC, B₁B₂B₃B₄는 인자될 필요가 없으며, 인쇄기는 서문 B₁B₂B₃B₄가 오류 없이 수신될 때만 가동되어야 한다. 메시지는 B₃B₄ 00이면 항상 인자되어야 한다.



< Fig 2-3 > Technical Format of the Transmission

2) NAVTEX 수신기의 기술적 조건

선박국 및 해안국의 협대역 직접인쇄전신 장치의 기술적 조건의 규정에 적합한 협대역 직접인쇄전신 통신을 수신 및 인자가 가능해야 한다. 또한 국의 식별

부호 B_1 을 사용해서 수신에 필요가 없는 해안국의 메시지를, 메시지의 식별 부호 B_2 를 사용해서 조난통신 및 안전통신 이외의 메시지를 수신 대상에서 제외하는 것이 가능해야 한다.

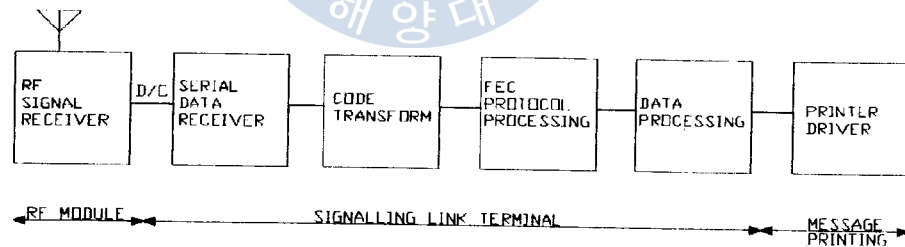
② 메시지의 식별 부호(B_3B_4)가 “00”의 것은 항상 수신 때마다 인자되어야 하며, 수신한 메시지의 문자 오류율이 4%이하의 경우 그 메시지의 B_1B_2 및 B_3B_4 가 되어야 한다.

③ 기억되는 ID의 수는 30이상이어야 하며, ID는 메시지의 수신으로부터 60시간 후까지 기억되고 또한 72시간이 지난뒤 기억으로부터 지워져야 한다. 기억되어 있는 ID와 같은 ID의 메시지는 수신하여도 인자하지 않는 기능을 가져야 하며, 용지가 끊어진 경우에는 수신한 메시지의 인자가 중단됨과 동시에 당해 메시지의 ID는 기억되지 않아야 한다.

3. NAVTEX 수신기의 설계 및 구현

3.1 NAVTEX 수신기 기능 블록도

NAVTEX 수신기는 <Fig 3-1>과 같이 RF 신호 수신부, 데이터 수신부, FEC 프로토콜 처리부, 메시지 처리 및 시스템 관리부 등의 4개 기능 블록으로 구분할 수 있다.



<Fig 3-1> Block Diagram of NAVTEX Receiver

RF 신호 수신부는 FSK 방식으로 변환되어 전송된 RF NAVTEX 신호를 수신하여 복조시킨 후에 DC 신호로 변환하며, NAVTEX 데이터 수신부는 비트 단위로 데이터를 추출하여 수신 데이터 버퍼에 저장하는 역할을 한다. 데이터 버퍼에 저장된 데이터는 FEC 방식의 프로토콜에 의하여 2중으로 전송된 NBDP용 통신부호로서 메시지 처리부에서 ASCII 코드 문자로 변환된다. 메시지 처리 및 시스템 관리

부는 수신된 메시지의 저장, 출력 및 시스템의 관리 기능을 갖도록 설계하였다.

3.2 NAVTEX 수신기의 하드웨어 구현

NAVTEX 수신기의 하드웨어는 RF NAVTEX 신호의 수신을 위한 RF 수신 보드, 전송된 메시지의 수신 및 처리를 위한 프로세서 보드, 프린터와 외부 입력, 인디케이터 등을 포함하는 I/O 보드로 구성하였으며, 데이터 처리용 프로세서로는 일본 NEC사의 V25(μ PD70325L)를 이용하였다. V25는 8086을 코아로하는 16비트의 84핀 Multi-chip으로서 병렬 입출력 (PIO), 직렬 입출력 (SIO), 타이머 등의 기능을 내장하고 있어 제어 및 통신 시스템의 소형화, 저전력화에 적합하다.

3.2.1 RF 신호 수신부

RF 신호 수신부는 RF 증폭단, 크리스탈 대역 통과 필터, 리미트 증폭단, 518KHz~85Hz의 FSK방식으로 변조된 RF 신호를 DC 신호로 복조시키는 검파기, DC 증폭단으로 구성된다. 리미트 증폭, FSK 신호 검출기, DC 증폭 기능이 하나의 IC로 집적된 모토롤라의 MC3357을 이용하였다.

3.2.2 프로세서 보드

프로세서 보드는 NAVTEX 전문의 수신을 위한 신호링크 터미널 및 메시지 처리 등의 기능을 갖으며, V25(μ PD70325L) MPU를 주 프로세서로 구성하였다. 메인 메모리로서 ROM 50K바이트 이상, RAM 16K바이트 정도가 필요하며, 프린터, LED, Key 등의 I/O를 제어하기 위한 I/O 포트 등이 요구된다.

3.2.3 열전사 프린터 인터페이스

본 연구에서 NAVTEX 수신기의 구현에 사용된 프린터는 열 감지식 프린터로서 SEIKO사의 그래픽용 프린터인 MTP401-G280을 사용하였다. 프린터 헤더의 구동에는 ULN 2803 TR을 이용하였으며, PIO 제어신호가 버퍼를 거쳐서 모터의 On/Off 및 TG신호와 H·S신호를 제어하여 구동하도록 설계하였다.

3.2.4 LED Indicator 및 부저 구동 회로

NAVTEX 수신기의 동작 상태 표시를 위하여 V25 포트0의 P0-P3은 4개의 LED를, 포트1의 P15는 부저를 구동하는데 이용하였다. LED 1은 초기의 Phase Lock 상태를, LED 2는 Message Lock 상태를, LED 3과 LED 4는 LED 1과 LED 2의 상태에 대한 에러를 검출하기 위한 것이다.

3.2.5 LCD 및 Key 인터페이스

NAVTEX 수신기에는 수신 방송국을 설정하고 해제하는 기능과 저장된 수신

메시지를 검색하는 인터랙티브(Interactive)기능이 필요하다. 이러한 작업을 본 시스템에서는 LCD를 이용하여 수행할 수 있도록 16문자/라인 X 1 라인의 크기를 갖는 LCD를 부착하였다. K1은 Menu Key (방송국 선정, 메시지 검색, 저장 등)이며, K2는 Select Key (항목선택), Key 3은 Paper Feeding, Key 4는 Power On/Off 기능을 수행한다.

3.3 NAVTEX 수신기의 소프트웨어 설계 및 구현

3.3.1 수신 비트열 검출과정

메시지 전송 시작 시점에는 DX 채널에서 위상 신호 2(1001100)가, RX 채널에서는 위상 신호 1(0000111)이 송신되므로, 메시지 전송이 시작되면 신호링크의 상태는 '1'에서 '0'으로 천이된 후에 RX 채널에서 먼저 위상 신호 1이 수신하게 된다. 이와 같은 전송 데이터의 수신을 위한 데이터 링크 터미널을 신호 레벨 감지 기능 및 인터럽트 기능을 갖는 병렬포트와 타이머 IC 등을 이용하여 구현하였다.

전송 데이터의 비트열 및 MPU에 의한 데이터의 샘플링 간격은 초기 '1' 상태에서 '0'으로 변환되는 신호링크의 상태 변화는 PIO에 의하여 MPU에 인터럽트 방식으로 알려지게 되며, 이 인터럽트에 의하여 NAVTEX 신호링크 터미널은 전송 메시지의 수신을 시작하게 된다.

3.3.2 문자 프레임 동기

NBDP 통신방식은 ITA No. 2 에서 정의하고 있는 코드 체계를 문자의 전송 및 제어에 이용하는 문자 지향 프로토콜로서, 메시지를 문자 단위로 수신하기 위하여는 먼저 문자 프레임 동기가 이루어져야 한다.

문자 프레임 동기는 데이터 버퍼를 통하여 NAVTEX 데이터 수신부로부터 전달된 비트 단위의 데이터를 순차적으로 7비트 시프터에 통과시키면서 비트 패턴을 동기 문자의 패턴과 비교함으로써, 위상 신호를 추출하는 과정을 통하여 이루어진다. 위상 1, 2가 추출되면 채널 단위로 추출된 문자를 수신하게 된다.

3.3.3 메시지 추출 및 수신 에러 검출

메시지의 추출은 메시지 그룹의 시작을 나타내는 ZCZC 신호와 이의 종료를 나타내는 NNNN신호를 검출하므로써 이루어진다. 메시지 처리부는 FEC 프로토콜 처리부로부터 메시지 단위로 전달받게 되며 전달된 메시지를 ASCII 코드로 변환한 후 메시지 헤더인 B₁B₂B₃B₄의 값에 따라서 이의 저장 및 출력 유무를 결정한다. 메시지 추출 과정에서 문자 단위의 에러 검출 과정이 수행된다.

3.3.4 FEC 프로토콜 처리부의 구현

FEC 프로토콜 처리부의 각 기능은 타스 단위로 구현되어 멀티타스킹 커널에 포팅된다. State 0는 문자 프레임 동기를 위한 상태로 수신된 데이터 비트열로부터 위상 신호를 검출하는 과정이 수행된다. State 1은 위상 신호가 검출된 후에 프레임 동기 및 메시지의 시작부를 찾는 상태이며 ZCZC의 검출이 이루어진다.

State 2에서는 메시지 종료 신호인 NNNN이 검출될 때까지 메시지를 수신하는 동시에 수신 에러를 검출한다. State 3은 메시지 사이에 전송되는 약 2 초간의 유희 신호 α 및 다음 메시지의 시작 신호인 ZCZC 신호를 검출하는 기능을 갖는다. 그리고 State 4는 수신에러 관리 및 인접 기능과의 인터페이스 등을 제공한다.

3.4 메시지 처리 및 시스템 관리부

수신되어 에러 검출이 끝나고 메시지 처리부에 전달된 ITA No. 2 문자로 구성된 메시지는 ASCII 코드로 변환되며, 이 시점에서 문자 단위의 수신 에러가 계산되어 변환된 메시지의 유효성 여부가 판단된다. 변환된 메시지는 전송된 서문(B₁B₂B₃B₄)에 따라 경보의 발생, 출력 및 저장 여부를 결정한다.

4. NAVTEX 수신기의 기능테스트

4.1 NAVTEX 수신기의 기능 시험

본 연구에서는 NAVTEX 메시지 전송기능을 갖는 NAVTEX 시뮬레이터를 컴퓨터를 이용하여 구현하였다. 시뮬레이터에는 전송 메시지 편집 기능, 이 메시지에 포함된 문자들을 FEC-B 모드로 변환시키는 기능, 변환된 메시지의 문자를

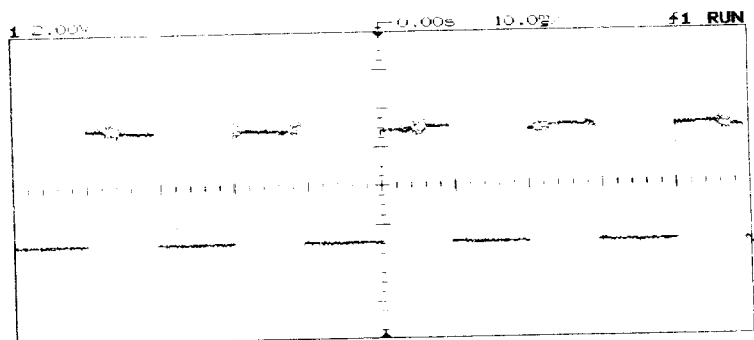
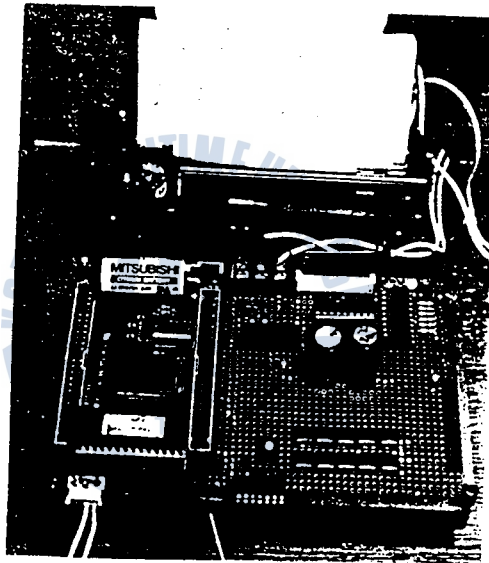


Fig 4-1 > TTL Level Changing Signal of Output

NBDP 통신부호로 변환하는 기능 및 전송 기능 등이 포함된다.

수신된 메시지 신호가 RF 증폭부를 통과하여 복조에 필요한 레벨로 변환된 고주파 증폭기의 출력 파형을 리미터하고 복조, 증폭하여 MC3357 IC를 통과시켜 최종 출력단에서 얻어지는 신호를 TTL레벨로 변환하여 나타낸 신호는 <Fig 4-1>와 같다. 편집된 전송 메시지는 FEC-B방식으로 변환되어서 최종적으로 ITA NO.2 코드의 전송용 7비트 신호로 변환되어 나타난다.

<Fig 4-3>는 <Fig 4-2>의 구현된 NAVTEX 수신기로 일본에서 방송한 메시지를 직접 수신하여 출력한 것인데 양호한 상태를 나타내고 있다.



<Fig 4-2> Configured NAVTEX Receiver

```

##### N A V T E X   M E S S A G E #####
IDBB
151134 UTC OCT 95
OVERBOARD
ONE PASSENGER(MAN) OVERBOARD FROM
PASSENGER VESSEL OGASAWARA MARU
ALON BETWEEN KEIRIN KO AT 140100UTC
AND FUTAMI KO (27-05N 142-12E)
AT150600UTC.
SHIPS IN THE VICINITY ARE REQUESTED
TO KEEP A SHARP LOOKOUT
AND REPORT ANY INFORMATION TO
MSA JAPAN.
NNNN
  
```

<Fig 4-3> Output Result of Message

4.2 표준 성능 시험

기기를 실용화 하려면 형식 검정인 환경 시험과 성능 시험의 기준에 적합해야 한다. 본 연구에 관계되는 시험 사항은 성능 시험 중에서 감도 억압 효과 시험이다. 시험 결과 수검기기는 프린터에 메시지를 인자했으며 문자 오류률은 4%이하로서 기술 기준을 만족시켰다.

권고안 및 통신관계법에서 규정하는 내용들을 분석하고 수신기의 기능을 단계적으로 구현하였다. 구현된 NAVTEX 수신기로 NAVTEX 메시지 시뮬레이터에서 전송한 메시지를 수신하여 회로의 각 부분에서 신호를 관측, 분석하였으며, 메시지의 수신 결과를 출력하는 단계까지 수신기의 각 기능을 실험하였다.

실험 결과 신호 형식을 만족하였으며 FEC방식의 오류 정정 알고리즘으로 오류률의 조건도 만족함을 확인할 수 있었다.

5. 결 론

본 연구에서는 GMDSS 탑재설비 중 NAVTEX 수신기의 개발을 위하여 설계 및 제작에 요구되는 국내외 제반 기술기준을 분석·검토하여 필요한 각 부분의 회로를 설계하였다. FEC 방식에 의해 송·수신 처리된 NAVTEX 메시지에 대한 오류 검출, 정정 알고리즘, 메시지 수신, 저장 기능 등을 연구하였다.

NAVTEX 수신기의 기본 기능을 NEC사의 V25(μ PD70325L)를 이용하여 하드웨어로 구현하였다. 또한 NAVTEX 메시지 송신을 위한 시뮬레이터를 구성하여 시스템의 수신 기능을 시험하였다.

시스템의 시험 결과 수신기의 기본 기능은 관계 기술 기준에 만족스럽게 동작하였으며, 제품으로서의 성능 검증에 필요한 시스템을 구성하여 측정한 결과 문자 오류률은 3%정도로 형식 검정의 표준성능시험에서 요구하는 4%의 문자 오류률보다 낮은 값을 나타냈다. 그리고 설계면에서 소형·경량화 시켰고, 조작도 단순화하였으며, 특수한 해상 조건 아래에서도 정상적인 동작이 가능하도록 하였다.

그러므로 본 논문에서 제안한 연구결과는 GMDSS 탑재설비로서 해상 안전통신 업무에 이용되는 NAVTEX 수신기의 최적의 모델이라고 판단되므로 실용화하기에 충분할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 김기문의, GMDSS도입에 따른 선박통신제도의 개선에 관한 연구, 한국선원선박문제연구소, 1992.
2. "NAVTEX MANUAL", London: IMO.
3. "Operation and Technical Characteristics for an Automated Direct-Printing Telegraph System for Promulgation of Navigational and Meteorological Warning and Urgent Information to Ships", 1990, CCIR recommendation 540-2.
4. "Performance Standards for Narrow-Band direct Printing Telegraph Equipment for the reception of Navigational and Meteorological Warning and Urgent Information to Ships", IMO resolution A.525.
5. "Direct-Printing Telegraph Equipment in the maritime mobil service", 1986, CCIR recommendation 476-4.
6. "Operational Procedures for the use of Direct-Printing Telegraph Equipment in the maritime mobil service", 1992, CCIR recommendation 492-5.
7. "Direct-Printing Telegraph Equipment Employing Automatic Identification in the maritime Mobile Service", 1992, CCIR recommendation 625-2.
8. 김기문, "전파관계법규해설" 부산: 효성출판사, p. 176, 1995.
9. 김기문, "전파통신관리체제와 인력운용에 관한 연구", 박사학위 논문, 경남 대학교 대학원, pp. 86~87, 1994.
10. IMO, GMDSS Handbook, London: IMO, pp. 1~2, 1992.
11. IMO, "Chapter IV : Radio Communication", London: IMO, pp. 114~116, 1990.
12. 정세모외 2인, "수신주파수 처리 기술 및 관련 소프트웨어 개발", 한국해양대학교부설 해사산업연구소, p. 30, 1995.
13. 황승욱외, "GMDSS의 기본장비인 NAVTEX 수신기의 설계 및 구현에 관한 연구", 한국통신학회, pp. 530~531, 1993.
14. "μPD70325L Manual", NEC, 1988.
15. 양규식외, "신해상통신제도의 국내 수용에 관한 연구", 체신부 연구보고서, 1991.
16. 전파관계법령집, "무선설비규칙", 서울: 한국무선국관리사업단, 1995.
17. 이동철외, "ITU의 어제와 오늘", 한국전자통신연구소, 주간기술동향(8권 3호), 1993. 10.
18. 김종상, "데이터 통신 및 컴퓨터망", 서울: 희중당, pp. 86~87, 1994.
19. 이균하외, "데이터 통신론", 서울: 정익사, p. 140, 1992.
20. 이영훈외, "전자회로 및 설계", 서울: 생능출판사, p. 416, 1995.
21. 편집부, "회로설계의 기본지식", 서울: 도서출판 광일, 1993.