

NAVTEX 受信機 의 設計 및 具現 에 關한 研究

정 재 학* · 황 승 욱**

A Study on the Design and Implementation of NAVTEX Receiver

Chung Jae - Hak, Hwang Seung - Wook

Abstract

NAVTEX is the new international automated narrow band direct-printing service for ships about search and rescue information, meteorological, navigational warning and others. The NAVTEX system is one of component of WWNWS(World-Wide Navigational Warning Service) adopted by IMO, and also one of requirement of the GMDSS(Global Maritime Distress and Safety System).

In this Paper, the procedures of the design and implementation of the NAVTEX receiver will be described as follows. First, demodulation mothdology of F1B signal is studied which convert RF signal to DC pulse signal. Second, receiving technology of demodulated NAVTEX signal is proposed. Third, error detection and correction algorithm is designed according to FEC(Forward Error Corrective) mode, specified with CCITT Recommandation 476-3(Collective B mode). And the basic functions of NAVTEX receiver are implemented using TMP84C015 microprocessor.

1. 서 론

GMDSS(Global Maritime Distress and Safety System)는 국제해사기구(IMO : Internation-

* 한국해양대학교 해사대학 서무과

** 한국해양대학교 이공대학 제어계측공학과

al Maritime Organization), 국제해사위성통신기구(INMARSAT), 국제수로기구(IHO: International Hydrographical Organization)등에 의하여 국제협약으로 확정된 전세계적 해상조난 및 안전시스템으로써, 현재 여러 분야에서 이용되고 있는 첨단 기술인 선박의 안전통신업무에 도입한 종합적 해상통신 시스템이다^{11,2)}. GMDSS는 해상통신시스템에 인공위성의 중계, 디지털 선택호출, 무선 텔렉스 등의 진보된 전자기술을 수용하여 신뢰성있는 통신수단을 확보함으로써, 조난 및 안전시스템으로서의 역할 뿐만 아니라, 해상통신의 종합화와 선박운항의 자동화를 구축하는 신 해상통신 제도이다.

본 연구는 GMDSS 기준설비중 NBDP방식의 통신장비인 NAVTEX 수신기의 설계 및 구현에 관한 내용이다. GMDSS를 구성하는 시스템의 하나일 뿐만 아니라, IMO에 의하여 규정된 세계항행경보서비스(WWNWS: World Wide Navigational Warning Service)의 기본 시스템이기도 한 NAVTEX는 기상정보, 항행경보 및 긴급정보를 방송하는 방송시스템과 이를 자동으로 수신하여 출력하는 기능을 갖는 수신기로 구성된다. NAVTEX 수신기는 육상국에서 방송한 항행정보와 기상정보등을 자동수신하여(통달거리 약 200Km) 수신된 정보를 직접인쇄 방식으로 출력시키는 시스템으로써, 무선 전신과 직접인쇄방식을 결합한 선박용 무선 텔렉스이다³⁾.

본 연구에서는 NAVTEX의 메세지 전송신호인 F1B 신호의 변복조알고리즘을 분석하고, NAVTEX 수신기의 기본기능^{4)~8)}인 FEC(Forward Error Correction) Collective-B 모드방식의 오류검출, 정정알고리즘, 메세지수신 및 관리기능을 구현하였다. 또한 도시바의 TMP84C015⁹⁾ 프로세서를 이용하여 구현된 NAVTEX 수신기의 기본기능을 하드웨어화 하였다.

2. NAVTEX 수신기

GMDSS의 구성에 있어서의 통신방식으로는 NBDP와 DSC방식이 중추 시스템을 구성하며, 쌍방향 통신은 DSC, 단방향 방송은 주로 NBDP를 이용하게 된다. 이에 관련된 장비중에서 NAVTEX 수신기는 518KHz대의 주파수를 사용하는 NBDP 장비로써 세계항행경보서비스(WWNWS)중 연안지역방송의 송수신을 위한 필수장비이다.

NAVTEX는 NAVIGATION TELEX의 약자로 해안국에서 항해하는 선박의 안전에 관한 정보(수색 및 구조에 관한 경보, 항행경보, 기상경보, 기상예보 기타 긴급한 정보)를 세계공통의 주파수로 방송하고 이를 수신기가 자동으로 수신하여 수신된 메세지를 직접인쇄(Direct Printing)방식으로 출력하는 해상 방송 시스템이다. NAVTEX는 디지털 전송데이터를 518KHz±85Hz의 FSK(Frequency Shift Keying)방식으로 변조하여 전송하는 시스템으로써, 100bps의 데이터 전송속도를 갖는다. 이 결과 송신파의 주파수 대역이 수백 Hz이하로 MF를 이용한 협대역(Narrow Band) 전송 시스템이다.

이 장에서는 NAVTEX 시스템과 관련된 규격에 대하여 기술한다.

2.1 전송 부호

CCIR 권고안 476-4의 권고안, "해양 이동체 서비스에서의 직접인쇄전신장비"의 내용에 의하면, 해양

이동체 통신서비스에서는 ITA(International Telegraph Alphabet) No.2 코드를 이용한 7-Unit ARQ나 7-Unit FEC 방식의 에러검출 및 정정 시스템을 채택하도록 권고하고 있다. NAVTEX에서 사용되는 ITA No.2 코드는 1 문자당 5비트이나, 실제 전송신호는 2 비트의 오류정정부호가 첨가 되어 문자당 7 비트로 구성되며, 모든 문자는 4개의 '0'(SPACE)과 3 개의 '1'(MARK)로 구성된다. 문자 전송시 발생하는 오류는 '0'과 '1'의 구성비를 검사하므로써 발견할 수 있다. 문자의 각 비트는 518KHz를 중심으로 주파수 편위 $\pm 85\text{Hz}$ 의 F1B전파로 전송되는데, 여기서 낮은쪽의 주파수가 '1'이고, 높은쪽의 주파수가 '0'에 해당된다.

2.2 NAVTEX 시스템의 통신방식

NAVTEX는 단방향 방송시스템인 관계로 FEC(Forward Error Correction)방식을 이용하여 메시지를 전송하고 있다. FEC방식에서는 문자를 DX(Direct Transmission) 및 RX(Repetition Transmission)의 두

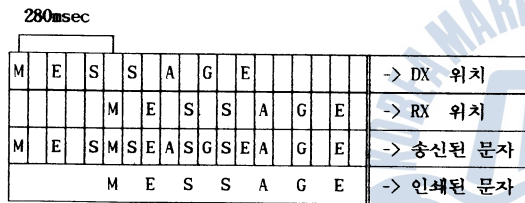


그림 2.1 FEC 모드에서의 문자전송.

채널을 이용하여 280msec 시간간격으로 2회 송신하는 타임 다이버시티를 채용하고 있어, 전송속도는 100bps이나 실제속도는 50bps이다. 그림 2.1은 "MESSAGE"의 송신 예로써 일단 전송된 문자는 280msec후에 RX채널로 재 전송된다. 이렇게 일정한 시간간격으로 문자가 이중 전송됨으로서 NAVTEX 수신기는 전송오류를 감지하고 교정할 수 있게 된다.

그림 2.2는 FEC방식(Collective B mode)에서의 메시지전송 예를 나타낸 것으로써, 초기의 동기신호로 RX 채널에는 'Phasing 신호 2'가 DX 채널에는 'Phasing 신호 1'이 전송된다.

이 신호에 의하여 각 채널의 타이밍을 알 수 있으며 프레임 동기를 취할 수 있으며, 통신의 시작은 CR과 LF 신호에 의하여 시작되며, 메시지 사이에는 Phasing 신호가 사용된다. 통신의 종료는

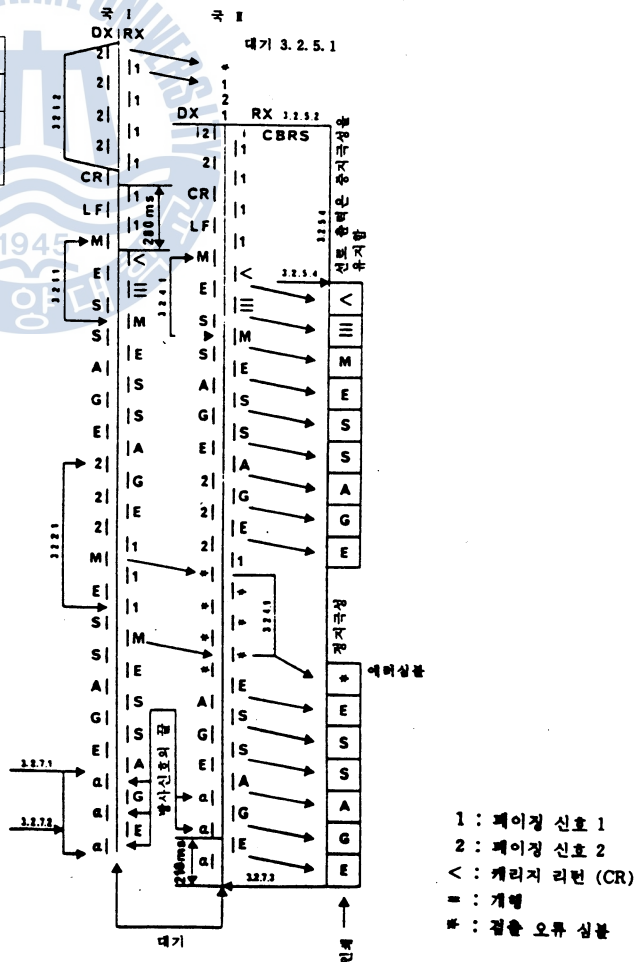


그림 2.2 FEC의 Collective-B에서의 메시지 전송.

'Idle 신호'를 2 초이상 전송하므로써 수행되며, 수신측에서 이 신호를 2개 이상 수신하였을 경우에는 210msec(2 문자 수신시간)후에 수신을 종료한다.

2.3 NAVTEX 전문 형식

NAVTEX 메시지는 그림 2.3과 같은 형식으로 표준화되어 있으며, 메시지중에서 "ZCZC", "NNNN", "B₁B₂B₃B₄"는 메시지의 시작과 종료 및 종류를 나타내는 신호이므로 송수신시 주의하여 처리하여야 한다. 전송메세지에는 전송날짜 및 시간이 포함되어야 하며, 텍스트는 메시지의 종류 및 일련번호를 나타내는 B₁B₂B₃B₄부터 시작되어

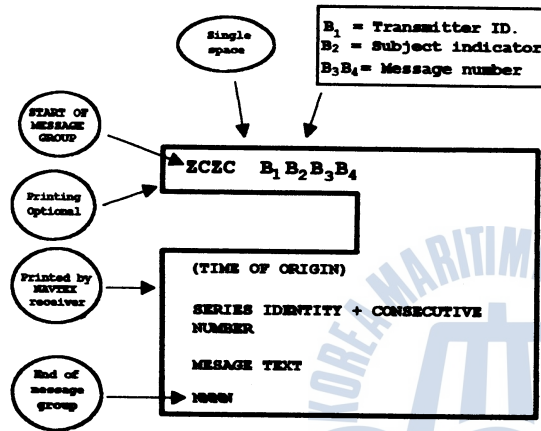


그림 2.3 NAVTEX 메시지.

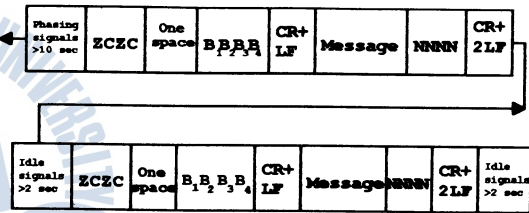


그림 2.4 NAVTEX 메시지의 전송절차.

야 한다.

CCIR 권고안에 의하면 메시지의 전송순서는 그림 2.4와 같다. NAVTEX 송신국은 본문을 전송하기 전에 먼저 비트 클럭과 프레임을 동조시키기 위한 위상(Phasing) 신호를 약 10초이상 전송한다. "ZCZC"는 위상 신호가 끝나고 메시지가 시작됨을 나타내는 헤더이다. 서문 B₁B₂B₃B₄ 중에서 B₁은 메시지가 송신된 방송국의 영역을 나타내는 식별문자이고, B₂는 메시지의 유형을 나타내는 식별문자이며, B₃ B₄는 메시지의 일련번호로써 조난전문등의 특별한 경우는 '00'이고 일반적인 전송메시지는 '01'로 시작한다. 전송 메시지는 위상 신호에 의한 문자 프레임의 동기가 완료되고 ZCZC 신호가 수신된 후에 서문 B₁B₂B₃B₄ 부터 메시지의 끝을 나타내는 NNNN 신호까지가 수신될 때까지의 내용에 해당된다.

2.4 NAVAREA에 따른 방송시간 할당

NAVTEX는 518KHz의 단일 주파수를 세계공용으로 사용하고 있는 관계로 지역 상호간의 혼신은 출력을 제한하거나, 지역별로 방송시간을 구별하여 피하고 있다. 방송영역은 전세계 항행정보 서비스(WWNWS)를 위하여 분할된 해역인 NAVAREA(16개)에 따른다. 방송시간 분배는 표2.1과 같이 NAVAREA를 4개의 그룹(Group1, Group2, Group3, Group4)으로 나누고, 각 그룹을 6개로 분할하므로써 24개의 방송국이 NAVAREA에 포함된다. 각 방송국의 식별기호는 'A' - 'Z'로써 이는 메시지 ID인 B₁B₂B₃B₄ 중에서 B₁에 해당된다. 각 NAVAREA에 위치한 방송국들은 4시간당 10분씩 총 60분/1일의

표 2.1 NAVTEX 시스템의 방송시간 분배.

Scheduled Times(UTC)	Transmitter Identification Characters(B1)																							
	Group1						Group2						Group3				Group4							
00 04 08 12 16 20	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
10 - - - - -	■																							
20 - - - - -		■																						
30 - - - - -			■																					
40 - - - - -				■																				
50 - - - - -					■																			
01 05 09 13 17 21						■																		
10 - - - - -							■																	
20 - - - - -								■																
30 - - - - -									■															
40 - - - - -										■														
50 - - - - -											■													
02 06 10 14 18 22												■												
10 - - - - -													■											
20 - - - - -														■										
30 - - - - -															■									
40 - - - - -																■								
50 - - - - -																	■							
03 07 11 15 19 23																		■						
10 - - - - -																			■					
20 - - - - -																				■				
30 - - - - -																					■			
40 - - - - -																						■		
50 - - - - -																							■	
04 08 12 16 20 24																							■	

방송시간을 할당받게 된다. 실제 방송시간은 IMO의 승인을 받게 되어 있다.

3. NAVTEX 수신기 기능설계 및 구현

이 장에서는 Navtex 수신기의 기본기능인 통신접속, 프레임동기, 문자수신, 에러의 검출, 수신 메시지의 저장 및 출력기능의 설계와 구현과정을 기능블럭별로 나누어 기술한다.

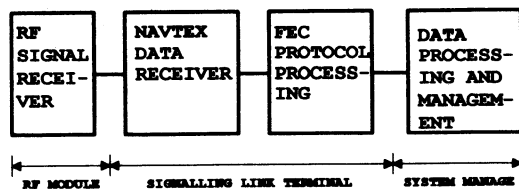


그림 3.1 Navtex 수신기의 기능 블럭도.

Navtex 수신 시스템의 기능은 그림 3.1과 같이 RF 신호 수신부, 데이터 수신부, FEC 프로토콜 및 메시지 처리부와 시스템 관리부등의 4 부분으로 구분할 수 있다. RF 신호 수신부는 RF Navtex 신호를 수신하여 DC 신호로 변환하는 기능을 갖는다. Navtex 데이터 수신부는 DC로 변

환된 직렬신호로부터 비트 단위로 데이터를 추출하는 역할을 한다. 추출된 데이터는 FEC 모드로 2중 전송된 데이터로 FEC 프로토콜 처리부에서 실제 메시지로 변환된다. 데이터 처리와 시스템 관리부는 수신된 메시지의 저장, 출력 및 시스템의 관리기능을 갖는다.

3.1 RF 신호 수신부

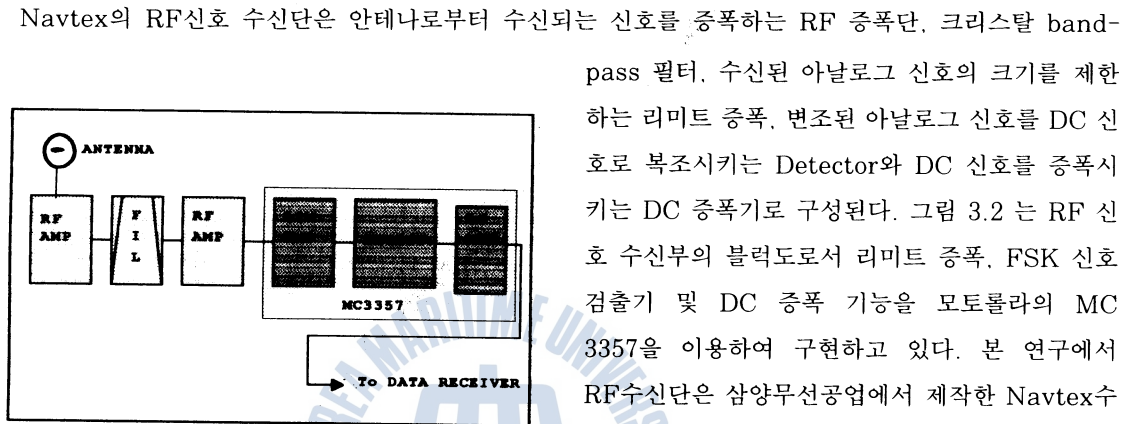


그림 3.2 RF 신호 수신부의 블럭도.

Navtex의 RF신호 수신단은 안테나로부터 수신되는 신호를 증폭하는 RF 증폭단, 크리스탈 band-pass 필터, 수신된 아날로그 신호의 크기를 제한하는 리미트 증폭, 변조된 아날로그 신호를 DC 신호로 복조시키는 Detector와 DC 신호를 증폭시키는 DC 증폭기로 구성된다. 그림 3.2 는 RF 신호 수신부의 블럭도로서 리미트 증폭, FSK 신호 검출기 및 DC 증폭 기능을 모토롤라의 MC 3357을 이용하여 구현하고 있다. 본 연구에서 RF수신단은 삼양무선공업에서 제작한 Navtex수신기용 Active 안테나와 RF신호 수신보드를 이용하였다.

3.2 Navtex 데이터 수신부

RF 수신부에서 DC 신호로 변환된 전송 데이터는 Photo coupler를 거쳐서 TTL레벨로 Navtex 데이터 수신부에 입력되도록 하였다. 이러한 전송 데이터의 수신을 위한 데이터 링크 터미날의 구현은 신호레벨 감지기능과 인터럽트 기능을 갖는 parallel port와 타이머 IC등을 이용하여 그림 3.3과 같이 구현하였다. 그림 3.3은 데이터 수신단의 하드웨어 블럭도 및 수신 데이터의 추출방법을 나타내고 있다.

Navtex 통신방식은 CCITT ITA No. 2 코드체계를 이용하는 Character Oriented 프로토콜로서, 메

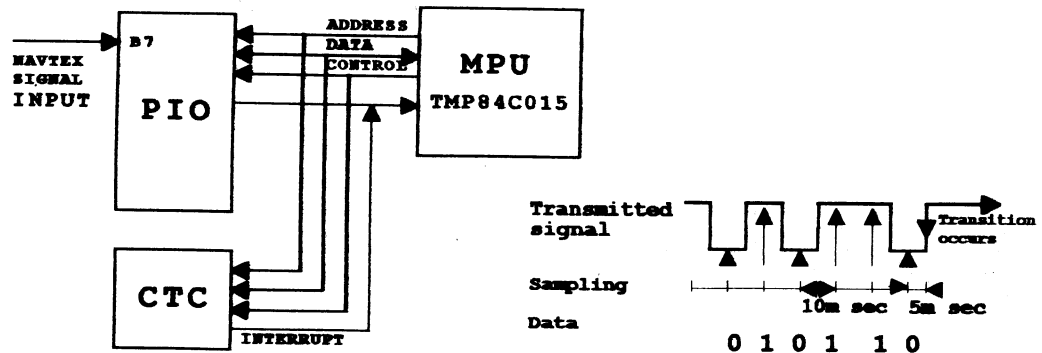


그림 3.3 데이터 수신부의 H/W 블럭 및 데이터 추출방법.

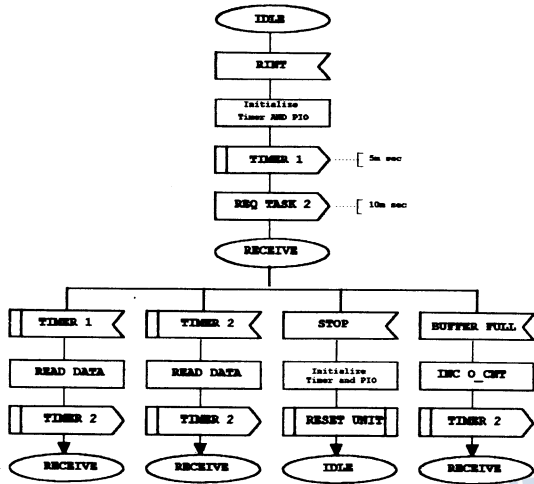


그림 3.4 신호 수신 TASK의 SDL.

킨 후에 5msec의 내부 타이머를 세트하고 수신상태(State 1)로 간다. State 1에서는 4 개의 이벤트에 의하여 트랜지션이 일어나게 되는 데, 타이머 1(5msec), 타이머 2(10msec), 버퍼 오버플로우 신호 및 STOP 신호이다. 이 이벤트들은 FEC 프로토콜 처리부와 데이터 처리부에서 데이터 수신완료나 과다 에러검출시 발생하는 신호이다.

3.3 FEC 프로토콜 처리부

FEC 프로토콜 처리부는 2중으로 수신된 통신부호로부터 각 문자를 추출하여 실제 메시지로 변환시키는 과정을 수행하며, 그 주요기능은 다음과 같다.

- 1) 메시지 추출 : ZCZC 및 NNNN
- 2) 전송 메시지의 추출 : 2중 전송문자 → 실제전송내용
- 3) 연속된 메시지의 분리 : Idle signal
- 4) 수신오류 검출 및 교정 : FEC mode

프레임 동기 과정에는 약 10초간 전송되는 Phasing 신호를 계속적으로 반복 검출하므로써, 데이터 샘플링 클럭과 문자 프레임들을 동조 시킨 후에 CR, LF 신호에 의하여 전송문자의 수신 시작된다. 메시지의 추출은 메시지 그룹의 시작을 나타내는 ZCZC신호와 이의 종료를 나타내는 NNNN신호를 검출하므로써 이루어진다. Phasing 신호가 끝난 후에 추출된 메시지는 FEC 모드

세지를 문자단위로 수신하기 위하여는 먼저 문자 프레임 동기가 이루어져야 한다. Navtex 수신기에 있어서 문자 프레임 동기는 메시지 전송시작을 나타내는 Phasing1, 2 신호를 DX 및 RX 채널로부터 추출하는 과정을 통하여 수행된다.

전송비트열을 수신하여 데이터버퍼에 저장하는 기능을 갖는 Navtex 데이터 수신부의 SDL (Specification and Description Language) 표현은 그림 3.4와 같이 나타낼 수 있다.

초기 idle 상태(State 0)에서의 트랜지션은 PIO의 RINT에 의하여 일어나게 된다. RINT에 의하여 데이터 수신 시작을 감지한 TASK는 타이머를 초기화하고, PIO의 인터럽트를 금지시

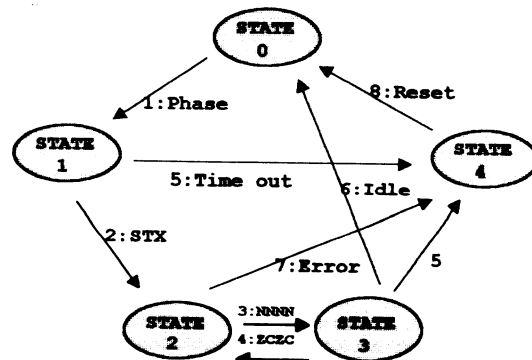


그림 3.5 FEC 프로토콜 처리부의 상태 천이도.

로 2중 전송된 것으로서, 이로부터 실제의 전송메세지 추출과정, 오류검출 및 정정기능이 수행된다. 그림 3.5는 FEC 프로토콜 처리부의 상태 천이도 이다. State 0는 문자프레임 동기를 위한 상태로서, 이 상태에서는 수신된 데이터 비트열로부터 Phasing 신호를 검출하는 과정이 수행된다. State 1은 Phasing 신호가 검출된 후에 프레임 동기 및 메세지의 시작부를 찾는 상태이며, 이 과정에서는 메세지의 시작을 나타내는 'CR', 'LF'의 검출이 이루어진다. State 2에서는 메세지 종료신호인 idle 신호가 검출될 때까지 메세지를 수신하는 동시에 수신에러를 검출한다. State 3은 다음 메세지의 수신을 위한 단계로서, 메세지 사이에 전송되는 약 2 초간의 Idle 및 다음 메세지의 시작 신호인 ZCZC 신호를 검출하는 기능을 한다. 또한 State 4는 수신에러 관리 및 인접 Function 과의 인터페이스등을 제공한다.

3.4 메세지 관리부의 설계 및 구현

FEC 프로토콜 처리부에서 수신된 메시지는 메세지단위로 수신에러율이 계산되어 수신된 메세지의 유효성 여부가 결정되며, 수신문자는 코드변환 테이블을 참조하여 ASCII 코드로 변환된다. 또한 메세지의 서문(B1B2B3B4)에 따라서 수신허용 여부가 구분되어 저장, 출력 및 폐기가 결정된다.

다음은 메시지 관리부에 포함되는 기능을 정리한 것이다.

- 1) 수신에러율을 측정하여 메세지의 유효성을 판단.
- 2) CCITT ITA No.2 CODE의 ASCII 변환.
- 3) 수신메시지의 저장, 폐기 및 프린터 출력여부 결정.
- 4) 메시지 버퍼에 저장된 메시지의 관리
- 5) 경보기능(긴급메세지나 SAR 메시지일 경우)
- 6) 시간 관리 등의 기능

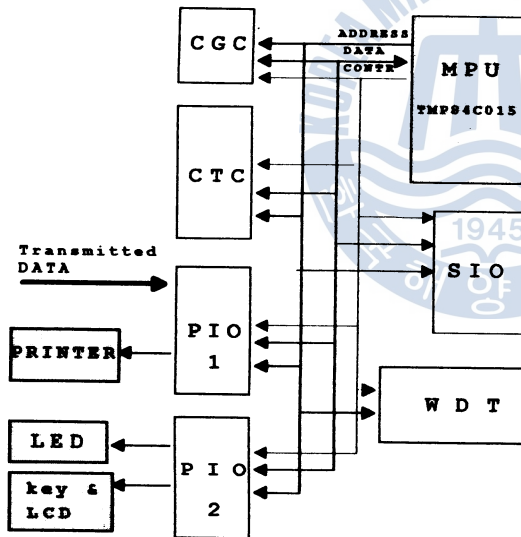


그림 3.6 Navtex 수신기의 H/W 블럭도.

3.5 Navtex수신기의 하드웨어

Navtex 수신기의 기본기능을 도시바의 TMP84C015 프로세서를 이용하여 하드웨어로 구현하였다. 구현된 Navtex 수신기의 구성에 대하여 차례로 기술하면 다음과 같다.

Navtex 수신기는 메인 메모리로써 ROM 16K 바이트 이상, RAM 8K 바이트 정도가 요구되며, 프린터, LED, Key등의 I/O를 제어하기 위한 다수의 포트를 필요로 하는 통신장비이다. Navtex 전문의 수신을 위한 신호링크 및 메세지 처리등의 기능을 갖는 프로세서부는 도시바의 TMP84C015 MPU를 주 프로세서로 하여 ROM 27C256, RAM 64KB (TC5565AFL), Decoder 및 RS232C 인터페이스등으로 구성된다.

TMP84C015는 Z80을 코어로 하는 프로세서로서, 내부에 PIO, SIO, CTC, CGC(Clock Generator Controller), Watch-Dog timer등을 내장하고 있는 100 pin 표준 mini-flat-package의 multi-chip으로서 시스템의 소형화, 저 전력화등에서 장점을 지니고 있다.

그림 3.6은 본 연구에서 구현한 Navtex 수신기의 블럭도이다.

Navtex 수신기의 구현에 사용된 프린터는 열 감지식 프린터로써 그 규격은 다음과 같다.

1. Printed character : 7X5 dot-matrix (2.3mm X 1.5mm)
2. Paper width : 112 mm
3. Head type : Thermal 8 dot type

열 전사식 프린터는 프린터 헤더의 열에 의하여 문자 이미지가 열 감광지에 인자되므로 프린터의 속도를 제어함으로써 문자의 선명도를 조절할 수가 있다. Navtex 수신기의 동작상태 표시를 위하여 74ALS 573 latch 0-6 비트를 이용하여 7개까지 LED indicator를 부착할 수 있도록 설계하였다. Navtex 수신기에는 수신 방송국을 설정하고, 해제하는 기능 및 저장된 수신 메시지를 검색하기 위하여 인터랙티브 기능등이 필요하다. 이를 위하여 key board를 16개까지 연결할 수 있도록 하였다.

4. 제작된 Navtex 수신기의 기능테스트

Navtex 메시지의 송신을 위한 시뮬레이터를 구현하여, 시험 제작된 Navtex 수신기의 기능을 테스트 하였다. 구현된 Navtex 수신기의 기능별 테스트를 위하여 시뮬레이터에서 편집된 전송 메시지는 라인 인터페이스를 통하여 유선으로 Navtex 수신기에 전달되도록 하여 1차 테스트를 수행하였다. 본 연구에서 구현된 Navtex 시뮬레이터에는 전송 메시지 편집기능, 이 메시지에 포함된 문자들을 FEC-B 모드로 변환 시키는 기능, 변환된 메시지의 문자를 ITA No.2 방식의 7 비트 Emitting 신호로 변환하는 기능과 전송기능등이 통합환경으로 구축되어 있다. 기능 테스트시 Navtex 수신기에는 자체 모니터를 부착하여, 수신된 메시지의 처리상태 및 시스템의 상태를 표시하도록 하였다. 그림 4.1 은 시뮬레이터에서 전송한 메시지를 수신하여 출력시킨 결과이다.

```

#####
#S#1
260001: UTC JUN 87
#ATP#1: FREQ 2600000
#PROP#1: JAPANING FOR MOU NAVTEX AREA
260000001: ISSUED AT 26000001
#MP#001: POS2 KORYU 19302 1440HPA AT 17.2N
121.1E NO.146 WEST
    
```

그림 4.1 수신된 데이터의 출력결과.

지를 수신하여 출력시킨 결과이다.

현재 “삼양무선공업”의 Navtex RF 수신단을 부착하여, 실제 일본 Navtex 방송을 수신하는 테스트를 진행중이다. 실험결과, 구현중인 Navtex 수신기는 기능별로 약간의 tuning과정을 거쳐서 제품화할 수 있으리라고 판단된다.

5. 결 론

NAVTEX 서비스는 중파 518KHz로 운용되는 NBDP 장비를 이용한 해상방송 시스템으로서, GMDSS를 구성하는 기본 시스템이며 또한 세계항행정보 서비스(WWNWS)의 구성요소이다. 본 연구는 GMDSS 기본설비인 NBDP장비중 NAVTEX 수신기의 설계 및 구현에 관한 내용으로써, NAVTEX에서 사용되고 있는 변조신호의 복조알고리즘을 분석하고, FEC(Forward Error Correction : Mode B)방식의 오류정정 알고리즘을 구현하였으며, NAVTEX 메시지 수신처리 및 저장알고리즘을 구축하였다. 또한 Z80을 코어로 하는 도시바의 Multi-chip, TMP84C015 프로세서를 이용하여 NAVTEX의 기본 기능을 하드웨어로 구현하여 보았다. 구현된 시스템의 테스트 결과, NAVTEX 수신 시스템의 기본기능은 어느정도 만족스럽게 동작되고 있다. 이 시스템은 어느정도의 tuning 과정을 거치면 국산화가 가능하리라고 판단된다.

아울러 '99년까지는 모든 어선에까지 Navtex 수신기가 장착되어야 하고, WWNWS의 연안지역 방송의 경우, Navtex의 자국어 방송이 권고되고 있는바, 이의 수용을 위하여는 한글코드의 전송부호화를 위한 표준화 작업과 전송 주파수의 국내 표준이 선행되어야 하며, 이와 더불어 한글용 Navtex 시스템의 개발에 관한 연구가 계속하여 진행되어야 하리라고 판단된다.

6. 참고문헌

- 1) 김기문외, "GMDSS 도입에 따른 선박통신제도의 개선에 관한 연구", 체신부 연구보고서, 1992
- 2) 양 규식외, "신해상통신제도의 국내 수용에 관한 연구", 체신부 연구보고서, 1991
- 3) NAVTEX MANUAL , IMO
- 4) CCIR recomandation 540-1, 540-2, 625-1
- 5) "Direct-Printing Telegraph Equipment in the maritime mobil service", CCIR recomandation 476-4, Red Book
- 6) "Operational Procedures for the use of Direct-Printing Telegraph Equipment in the maritime mobil service", CCIR recomandation 492-4, Green book
- 7) "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
- 8) Mintance Manual for NAVTEX Receiver", Anritsu, maintanance manual
- 9) TMP84C015 Manual, Toshiba