

工學碩士 學位論文

ENC 基盤 海上作業 모니터링 시스템의
設計 및 具現

Design and Implementation of Sea Operation Monitoring
System based on the ENC

指導教授 林 宰 弘

2004年 2月

韓國海洋大學校 大學院

電子通信工學科

鄭 聖 勳

本 論 文 을 鄭 聖 勳 의 工 學 碩 士
學 位 論 文 으 로 認 准 함 .

委 員 長 ː 金 基 文 (印)

委 員 ː 李 尙 培 (印)

委 員 ː 林 宰 弘 (印)

2004年 2月

韓 國 海 洋 大 學 校 大 學 院

電 子 通 信 工 學 科 鄭 聖 勳

목 차

Abstract

제 1 장 서 론	1
1.1 연구의 배경	1
1.2 연구의 필요성 및 목표	2
제 2 장 전자해도의 개요	4
2.1 전자해도 표시 시스템	4
2.2 전자해도	12
제 3 장 시스템 분석 및 설계	21
3.1 전자해도 파서의 분석	21
3.2 전자해도 디스플레이의 설계	27
3.3 모니터링 서버의 설계	34
3.4 모니터링 클라이언트의 설계	47
3.5 모니터링 시스템의 알고리즘	50
제 4 장 시스템의 구현 및 실험.....	59
4.1 모니터링 서버의 구현	59
4.2 모니터링 클라이언트의 구현	73
제 5 장 결 론	78
참고문헌	79

표 목 차

<표 2-1> ECDIS의 단위와 범례	6
<표 2-2> 해도의 색상	8
<표 2-3> 전자해도의 투영도법	11
<표 2-4> 전자해도의 항해 목적별 분류	12
<표 2-5> 국내 전자해도 제작 현황	15
<표 2-6> S-57 표준 해도의 종류별 표시 분류	16
<표 3-1> S-57 데이터 구조와 8211 인캡슐레이션의 관계	25
<표 3-2> 데이터 설명 레코드 리더	26
<표 3-3> 기호의 변수형	32
<표 3-4> 3TE 장비의 데이터 형식	36
<표 3-5> 파라미터의 정의	53
<표 3-6> 타원체의 비교	56
<표 4-1> 동해 가스공사 작업 루트 파일(1선 A라인)	71

그림 목 차

<그림 2-1> 전자해도 표시 시스템	4
<그림 2-2> ECDIS의 갱신과 ENC의 변화	5
<그림 2-3> 해도 설정 모드	10
<그림 2-4> 데이터 모델	17
<그림 2-5> 벡터 모델	17
<그림 2-6> S-57 계층도	18
<그림 2-7> 보기 그룹	19
<그림 2-8> S-57의 표시 제너레이터	20
<그림 3-1> ISO 8211의 ENC 데이터	21
<그림 3-2> 8211DUMP의 출력 화면	22
<그림 3-3> 8211VIEW의 출력 화면	23
<그림 3-4> ISO 8211 ENC 데이터의 구조	24
<그림 3-5> ENC 디스플레이 클래스 설계 및 절차	27
<그림 3-6> ENC의 레코드와 필드 구조	28
<그림 3-7> 객체 클래스의 모듈별 주요 커널 함수	29
<그림 3-8> 복합선의 형태	33
<그림 3-9> ENC 기반 모니터링 시스템의 전체 구성도	34
<그림 3-10> 전체 시스템의 블록도	35
<그림 3-11> 3T-L.C.E의 출력 데이터	37
<그림 3-12> 파일 시스템의 트리 구조	39
<그림 3-13> 오라클 9i의 Net 구성과 리스너	39
<그림 3-14> 서버의 소켓 프로그래밍 소스 코드	41
<그림 3-15> 서버의 소켓 프로그래밍 흐름도	42
<그림 3-16> 서버의 ENC 데이터 전송	43
<그림 3-17> 클라이언트의 소켓 프로그래밍 소스 코드	44

<그림 3-18> 클라이언트의 소켓 프로그래밍 흐름도	45
<그림 3-19> 클라이언트의 ENC 이미지 출력	46
<그림 3-20> PDA 환경의 클라이언트 구성도	47
<그림 3-21> 클라이언트의 구성	48
<그림 3-22> KP의 환경 설정	51
<그림 3-23> 해상 작업의 구성도	52
<그림 3-24> 지점들의 단순화	53
<그림 3-25> 경로이탈오차의 소스 코드	57
<그림 3-26> 항해누적거리의 소스 코드	58
<그림 4-1> 해상작업 모니터링 시스템	59
<그림 4-2> 장치 설정 메뉴	60
<그림 4-3> 포트 설정 창	61
<그림 4-4> 포트 정보 읽기 루틴	62
<그림 4-5> 매개 텍스트 창의 구성	63
<그림 4-6> 매개 텍스트 창	63
<그림 4-7> 매개 텍스트의 처리 루틴	64
<그림 4-8> 기타 설정 창	65
<그림 4-9> 프린트 옵션의 KP 거리 및 인쇄 제목	66
<그림 4-10> 인쇄 용지의 타이틀 생성	67
<그림 4-11> 프린터 출력 전의 실시간 미리보기 화면	68
<그림 4-12> GPS 및 장력계, 자이로콤파스의 입력	69
<그림 4-13> 장치상태창의 3개 부분	70
<그림 4-14> CSV 파일의 내용 보기	70
<그림 4-15> ENC와 루트 파일의 오버레이	72
<그림 4-16> PDA 환경의 클라이언트 로고 및 ENC 화면	73
<그림 4-17> 클라이언트의 GRID와 GRAPH 화면	74
<그림 4-18> 클라이언트의 GPS, CHAT 화면	75
<그림 4-19> 클라이언트의 HDG와 자이로콤파스의 방위표	76

Abstract

Sea operation monitoring system is monitoring system for vessel automation system which is used from possible various kinds operation such as work of fiber cable laying between a nation, sea bottom work of laying electric wire for distant island or pipe line laying work of natural gas construction etc at sea. Sea operation monitoring system has getting detail data from manufacturing and calculating numerical value of data which is getting from various sensor that found input and environment setting, after than system decide that detail data output saving to DB or printing a printing machine and display data value to screen or output graph for realtime and also if input value pass over the normal value from a pointment sensor then create alarm sound to speaker.

In the Server, display the GPS position information of electronic maritime chart from a reading ENC data, display relation data which overlaid information of relation Route file from operation. There are exchange information between client/server with wireless LAN which is PDA of client and wireless AP established from wireless network environment of server. In addition, there are raised to higher efficiency from be possible free movement at available radius.

In this paper, there are improve competitive of vessel from that support for vessel automation, safety voyage, reduce a burden of sea operation to the minimum, prevent a accident which is embody monitoring system of relate sea operation under a based ENC at such as before conditions.

제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경

선박이 점차 대형화되고 고속화됨에 따라 해상 안전과 관련하여 해난 사고가 빈번하고 그 피해도 선박이나 적재화물의 물적 피해를 넘어 환경 생태계를 위협하는 수준에 이르렀다. 이와 함께 선박자동화 및 컴퓨터기술의 발달로 안전항해를 지원하고 선원의 작업 부하를 덜어주는 자동화 시스템들이 속속 출현되고 있다. 이에 따라 국제기구와 선진국들은 1980년 중반부터 선박 사고를 방지할 개선책으로 선박에 컴퓨터로 해도정보를 표시하는 전자해도표시시스템(ECDIS; Electronic Chart Display and Information System)의 도입을 검토하기 시작하였다[1].

10여 년 동안 분야별로 각 국의 전문가가 참여하고 국제적 합의를 통해 1995년 12월 ECDIS의 성능기준, 1996년 11월 ECDIS에 사용될 해도 정보인 전자해도(ENC; Electronic Navigational Chart)의 제작기준을 완성 및 발표하게 되었다. 우리나라도 1995년부터 전자해도 개발에 착수하여 금년까지 주요항만과 우리나라 주변 해역을 나타내는 해도 205종을 모두 전자해도로 만들어 공급하고 있다[2].

특히 해상 작업과 관련하여 국가와 국가 간 해저 광케이블의 매설 공사나 낙도의 전기 공급을 위한 전선 케이블의 매설, 해저의 유전 시설 및 천연 가스 생산 등 정밀한 해상 작업을 위한 선박용 응용 프로그램들이 사용되고 있지만, 단순한 센서로부터의 입력과 자료의 가공 및 처리 프로그램에서 벗어나 ENC를 기반으로 한 위성 위치 확인 시스템(GPS; Global Positioning System)과의 결합으로 선박의

위치나 자동 항법, 수심측량 및 항해거리 도출 등의 기능은 항해의 안전을 위한 필수적인 사항이 되었다. 이에 해상 작업과 관련한 응용 프로그램들도 해상 안전을 고려한 작업의 효율성과 신뢰성을 가지는 국제 표준의 시스템 개발에 대한 연구의 중요성이 대두되고 있다.

1.2 연구의 필요성 및 목표

ECDIS 제작 기술의 국산화를 위한 노력이 한국해양연구소 선박해양공학분소와 민간업계에서도 계속되었지만, 시장이 제한되어 있고 당초 예상과는 달리 ECDIS의 사용을 강제화하지 않은 국제적 분위기 등이 요인으로 완전한 국산 시스템은 선보이지 못하고 있었으나,噸수별 항해 장비 탑재 요건에서 선박자동식별장치(AIS; Automatic Identification System), 항해자료기록장치(VDR; Voyage Data Recorder) 등은 이미 강제 탑재 장비로 되었으며, ECDIS도 강제 탑재여부에 관한 논의가 활발히 진행되고 있다. 현재 건조되는 대부분의 신조선에는 ECDIS가 이미 탑재되고 있으며 전 세계적으로 약 60여개의 회사에서 ECDIS 제품을 생산 및 판매하고 있다 [1],[4].

현재 해상인명안전협약(SOLAS; International Convention for the Safety of Life at Sea)을 적용받는 상선에 탑재되는 ECDIS는 국제적 선급의 승인을 받은 제품이며, 우리나라의 한국선급(KR; Korea Register of Shipping)에서는 근래에 들어 해양시스템안전연구소와 ECDIS 선급 승인에 관한 연구를 수행하고 있으나 아쉽게도 아직까지 ECDIS 승인에 관한 선급 규정이 없는 실정이다[11].

본 논문의 해상작업 모니터링 시스템은 해상에서 수행될 수 있는

국가와 국가 간의 광케이블 매설 작업이나 낙도의 전기 공급을 위한 해저의 전선 매설 작업, 천연가스공사의 파이프라인 매설 작업 등 각종 해상작업에서 사용된다. 선박 자동화를 위한 모니터링 시스템으로 다양한 센서로부터의 입력과 환경 설정을 통해 얻어진 데이터를 가공 처리 및 수치 계산을 통해 얻어진 정밀 데이터의 출력을 데이터베이스로 저장하거나 프린터로 인쇄하고 스크린을 통한 데이터 값의 표시 및 그래프를 실시간으로 출력하며, 지정한 센서로부터의 입력 값이 정상 수치를 넘어서는 경우 스피커를 통해 경보음을 발생시켜주는 기능 등을 담당한다[9].

또한, 서버의 경우 ENC 데이터를 읽어 표시되는 전자해도 상에 GPS의 위치정보를 나타내고, 작업과 관련한 루트(Route) 파일의 정보를 오버레이(Overlay)하여 관련 데이터를 표현한다. 이는 서버 측의 무선 네트워크 환경으로 구축된 무선접속장치(AP; Access Point)와 클라이언트 측의 휴대용 개인정보 단말기(PDA; Personal Digital Assistants)로 무선랜(Wireless LAN)을 이용하여 클라이언트/서버간 처리되는 정보를 실시간으로 교환하며, 유효 반경 내에서의 자유로운 이동을 가능하게 하여 작업의 효율성을 높이는데 있다.

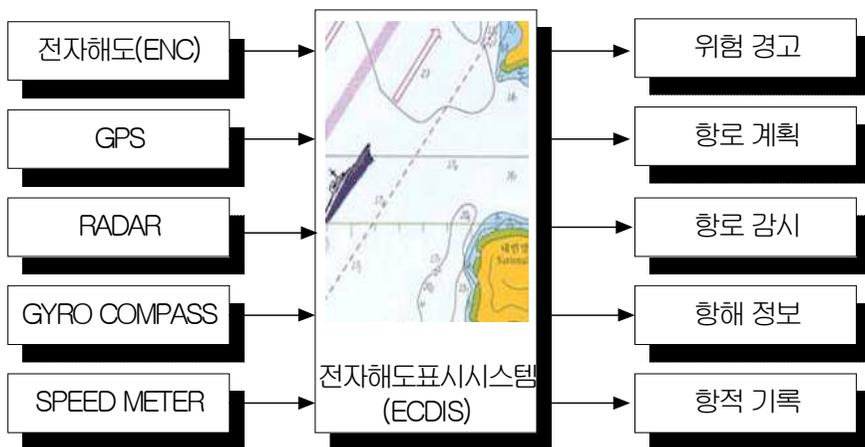
본 논문에서는 이러한 상황 하에서 해상작업과 관련한 모니터링 시스템을 ENC 기반 하에 설계 및 구현함으로써 선박 자동화와 선박의 안전 항해를 지원하고 해상에서의 작업 부하를 최소화시키며 사고 방지를 통한 선박의 경쟁력을 높이는데 있다.

본 본문의 구성은 제 2 장에서 전자해도의 개요 및 기능에 대하여 기술하며, 전자해도의 활용분야와 연구동향을 정리하여 전자해도의 이용현황을 분석하였고, 제 3 장과 제 4 장에서는 전자해도를 기반으로 해상 모니터링 시스템에 대한 설계와 구현 내용을 기술하고, 제 5 장은 결론과 향후 연구계획에 대하여 기술하였다.

제 2 장 전자해도의 개요

2.1 전자해도 표시 시스템

국제 해사 기구(IMO; International Maritime Organization)에서는 ECDIS에 관련된 일반적인 성능 기준들을 정의하고, 국제 수로 기구(IHO; International Hydrographic Organization)에서는 항해용 해도 데이터의 국제 표준인 디지털형 수로 데이터(S-57; Special Publication No.57)의 전송 및 ECDIS 내용 및 표시에 관한 표시 방법 및 기호의 통일성을 위해 IHO의 국제표준 사양서로 정하여 간행한 특수서지(S-52; Special Publication No.52)의 형식에 따른 전자해도 표시 기능들을 열거하고 있다. <그림 2-1>의 기본적인 ECDIS에서는 항법 계산, 해도 업데이트, 항로 계획, 항로 감시, 시뮬레이션 등의 종이 해도에 관련된 전통적인 작업을 지원하게 된다[1].

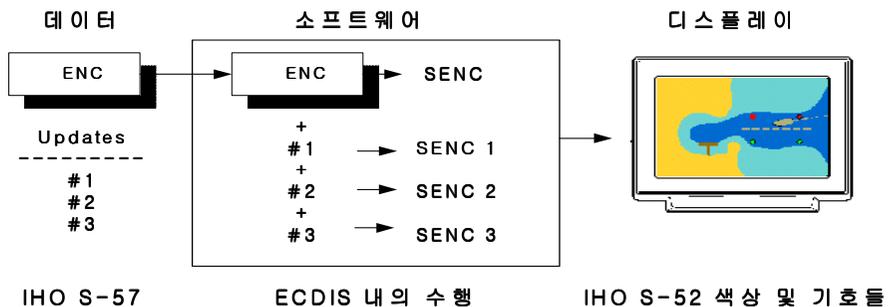


<그림 2-1> 전자해도 표시 시스템

<Fig. 2-1> Electronic chart display and information system

선박의 안전항해를 위해 이용하는 종이 해도에는 해안선, 등심선, 수심, 위험물, 등대, 항계 등의 항해에 필요한 정보가 표시되어 있는데, 이를 전자해도 제작의 국제기준인 S-57에 따라 각 국 정부 기관이 제작한 디지털 해도를 전자해도(ENC)라 칭하며, 전자해도를 실제항해에 이용하기 위해서는 전자해도를 표시할 수 있는 소프트웨어와 하드웨어가 있어야 하는데 이를 전자해도표시시스템(ECDIS)이라 칭한다[2].

ECDIS는 국제해사기구가 정한 ECDIS의 성능 기준안과 국제수로기구가 발표한 국제기준 S-52에 따라 제작된 항해 장비로써 전자해도 자료를 받아들인 후 GPS, 레이더, 속력계, 자이로컴파스 등의 항해장비와 연결되어 전자해도 표시시스템 화면상에서 선박의 위치, 속력, 방향, 주위의 다른 선박 등을 한 눈에 볼 수 있다. 위험물 접근 시나 항로이탈, 다른 선박의 접근 등 위험상황이 발생하면 자동으로 경보를 울려 해난사고를 예방할 수 있는 가장 큰 장점을 가지고 있으며, 항적 기록이 저장되어 해난사고 시 원인규명이 가능한 첨단 항해 장비이다[4],[5].



<그림 2-2> ECDIS의 갱신과 ENC의 변화
 <Fig. 2-2> Change of the ENC and updated ECDIS

2.1.1 ECDIS의 성능 사양

ECDIS는 인증된 공식 ENC 데이터를 받아서 시스템 자체의 전자 해도(SENC; System ENC) 저장 구조로 변환할 수 있어야 한다.

SENC는 ENC의 데이터와 해당 ENC를 위한 갱신정보를 모두 포함한다. ECDIS는 화면에 정보를 나타내기 위해 적절한 형태의 데이터를 가져야 하지만, ENC는 이에 적합하지 않으므로 기능 표준에 적합하면서도 데이터의 저장과 화면 표시를 위한 가장 효과적인 자체 데이터 구조를 가져야 한다. <그림 2-2>의 ENC 변화에 따른 ECDIS 디스플레이의 변환된 데이터 구조 및 정보를 나타내며, 이를 SENC라 한다[3],[4].

<표 2-1> ECDIS의 단위와 범례

<Table 2-1> Legend and unit of the ECDIS

항목	단위 및 범례
위치(Position)	도(°)단위의 위도, 경도, 소수부분의 분(minutes)
깊이(Depth)	Meters와 Decimeters
높이(Height)	Meters
거리(Distance)	해상 마일(Nautical mile)과 소수부분 또는 Meters
속도(Speed)	Knots와 소수부분(Decimal knots)
시간(Time)	Hour, Minute, Seconds
방위(Direction)	Degrees와 Tenths of degrees

문자 표시에 있어서 ECDIS 화면에서 1미터 거리에서 읽을 수 있어야 하며 문자체는 “Sans serif”, “non-italic”체를 사용하고, 일반적

으로 사용되는 ∅ 문자를 사용하지 않는다. <표 2-1>의 항목별 단위와 범례는 ECDIS의 화면표시에 사용되는 표준 단위로서 매우 중요한 의미를 지닌다[5].

여기서 사용된 단위는 화면의 범례에 표시되어야 하고 특정한 시간대에 사용되는 단위계에 대한 모호성이 있어서는 안 되며, 임의의 지역을 표시하는 것과 관련된 일반적인 정보를 위해 사용되는 표준 범례 즉, 자선위치의 표시에 유용한 그래픽이나 문자로 표현된다.

2.1.2 화면 출력 기능

화면 출력에서 점, 선, 면의 모든 객체를 구별하기 위해 객체에 대한 설명과 갖고 있는 속성들을 일반적인 어휘를 사용하여 문자로 출력해야 한다. 화면에 임의의 객체가 출력된다고 해서 관련된 문자가 항상 자동으로 출력되어야 하는 것은 아니다. 화면에서 객체를 제거하는 것과 무관하게 문자를 제거하는 것은 항상 가능해야 한다 [1],[2].

항해정보의 화면 표시는 ECDIS가 자선-중심 표시모드로 제공되고 있다면 ECDIS는 자선의 기호와 전체적으로 화면을 포함하는 중심 기호와 겹쳐 출력되는 것을 피해야 한다. 예를 들어, ‘도버해협’과 같이 교통량이 많은 곳에서 사용될 수 있는 화살표 유도선과 같은 기호와 자선을 나타내는 기호는 겹쳐 표현될 수가 있다. 그러므로 화면 출력의 축척을 조정하여 이를 사전에 방지해야 한다.

항해 계산의 경우 해도에서 선박의 위치 확인을 위해 우리나라에서는 세계측지계(WGS-84; World Geodetic System-84)와 일본측지계(Tokyo Datum)가 주로 사용되고 있으나, GPS상에서는 양 측지계간에 북서방향으로 400m정도 차이가 발생한다. 따라서 세계측지계로 GPS에서 얻은 위치 값을 일본측지계로 간행된 해도에 보정

없이 그대로 사용하면 북서방향으로 약 400m정도 본 선박의 위치가 잘못 표기되어 암초가 산재한 연안이나 협수로 및 선박의 통항이 빈번한 해역에서는 안전항해에 위협을 초래할 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 국립해양조사원에서는 1996년부터 간행하는 해도에 일본측지계에 의한 경도·위도는 흑색선, 세계측지계에 의한 경도·위도는 녹색 선으로 표시하고 있으나 선박 운항자 중 일부는 아직도 이에 대해 충분히 알지 못하고 있는 실정이다. 항해자는 안전한 항해를 위하여 선박에 최신의 해도 등 항해용 간행물을 갖추어야 할 의무가 있으며, 사용하는 해도는 항상 최신상태로 유지해야 하고, 항해목적에 알맞은 해도를 사용하여야 한다[5],[10],[19].

<표 2-2> 해도의 색상

<Table 2-2> Colors of the hydro-graphic Chart

해도 표기	단계 구분	표현 색상
Day Bright	아주 맑은 날씨	흰색 바탕 밝은 색상
Day Whiteback	맑은 날씨	흰색 바탕 보통 색상
Day Blackback	흐린 날씨, 주간 레이더 Overlay시	검정 바탕 흐린 역상 색상
Dusk	새벽, 박명(薄明)	검정 바탕 어두운 색상
Night	저녁	검정 바탕 어두운 색상
Gray Background	-	회색 모드

S-52의 부속문서인 프레젠테이션 라이브러리(PL; Presentation Library)는 색상 구분 실험의 도표를 포함하는데 이것은 항해자가 다음의 단계를 찾도록 해준다. 그 단계는 화면 표시가 색깔의 차이

를 이용하여 요소들을 구별할 수 없는 경우를 의미한다. 이러한 도표들은 각 색깔 도표에 대해 S-57 형태로 코딩되어진다. ECDIS는 이 도표를 선택하고 출력하는 것이 가능해야 한다. 이러한 도표는 “Day Bright”를 제외한 모든 표의 색에 대한 식별성을 검사하는데 사용되어야 한다.

ECDIS에서 표현할 수 있는 색상의 수는 64색을 표준으로 한다. <표 2-2>와 같이 해도 색상은 하루의 시간에 따라 S-52에 정의한 6가지 모드가 제공된다[7].

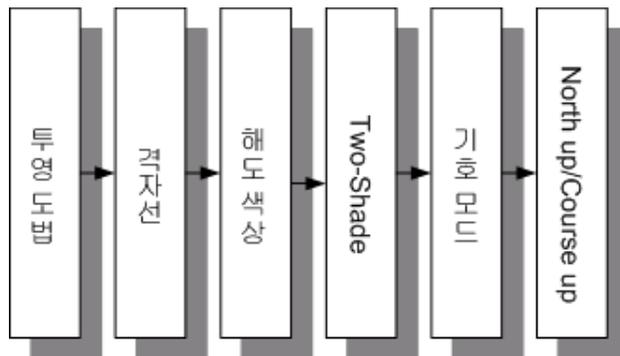
밝기와 대비의 조절은 측정된 상태로 돌아갈 수 있는 기회를 제공하며, ECDIS 사용 설명서에는 밝기의 조절이 야간의 정보 식별에 영향을 줄 수 있음을 경고해야 한다. 5개의 색상표가 PL에 제공되고 모두 사용 가능해야 한다.

지도정보의 갱신은 개별 갱신파일과 누적 갱신, 그리고 이전 에디션으로부터 모든 갱신 정보를 갖고 있는 편집 갱신이 있다. ECDIS의 모든 모드 중에도 갱신작동이 가능해야 하며 만약 다음에 설명한 내용 중에서 S-52의 요구사항과 “ENC Product Spec.”에 나와 있는 갱신관련 내용과 상충되는 내용이 있다면 “ENC Product Spec.”의 내용이 우선한다.

완전 갱신은 화면에서 분명히 구별 가능해야 한다. 일단 SENC에 결합된 데이터는 ENC 데이터와 구별할 수 없다. SENC와 결합하면 안 되는 수입동력 정보 등은 반드시 구별될 수 있어야 하고 요구에 의해 이전에 입력한 내용을 모두 볼 수 있어야 한다[5].

2.1.3 기본 및 부가 기능

ECDIS의 기능은 항법 계산, 해도 업데이트, 항로 계획, 항로 감시에 부가하여 여러 가지 부가 기능이 있다. 메뉴 영역에서는 ECDIS 작업의 특성에 따라 대, 중, 소 분류하여 3가지의 그룹으로 구분될 수 있다. 대 분류 그룹에서는 5가지 주요한 작업별로 분류하며, 중 분류 그룹에서는 선택된 대 분류 그룹의 각각 구체적인 작업을 정의하며, 소 분류에서는 구체적 작업에 따른 세부적 기능들로서 정의되고 있다. 이러한 구조에서는 하위 그룹의 메뉴들은 항상 상위 그룹에 종속되어 표시되며 각 하위 그룹의 메뉴들은 또 다른 하위의 하위 그룹을 포함 할 수 있는 트리형의 계층으로 구조화되어 있다.



<그림 2-3> 해도 설정 모드

<Fig. 2-3> Setting mode of the chart

<그림 2-3>과 같이 전자해도의 투영도법에서 지구를 평면상에 투영하는 방법을 도법이라 하며, 지구상 위치에 따라 적용도법이 제한되며 전자 해도에서는 일반적으로 <표 2-3>의 세 가지 도법이 사용된다. 본래 지구의 형태는 완전한 구형이 아니기에 지도투영의 대

상으로는 회전타원체로 취급하며, 그 크기는 옛날부터 많은 과학자에 의해 측정되어 다음의 수치가 발표되어 있다.

<표 2-3> 전자해도의 투영도법

<Table 2-3> Map projection of the ENC

대권도법 (심사도법)	12 nm	고 위 도
	50 nm	적 도
점장도법 (Mercator도법)	12 nm	위도 70도
	일반적 사용	위도 70도 이하
다원추도법	-	위도 70도 이상

측량 및 지도류를 만드는데 사용되는 회전타원체를 준거타원체라 하며 우리는 독일의 베셀(Bessel)이 1841년에 측정한 Bessel 타원체를 쓰고 있다. 또한, 1909년 헤이포드(Hayford) 측정에 의한 수치는 1924년 국제타원체(International Ellipsoid)로서 채택된 것이며 국제수로기구에서도 이 수치의 사용을 권고하였고, 최근에는 GPS를 이용한 WGS-84의 사용을 IHO에서 권고하고 있다[10],[12],[19].

2.2 전자해도

2.2.1 ENC의 개요

ECDIS는 단지 종이해도를 시각적으로 표현하는 시스템이 아니라 지리적 정보와 항해 정보를 종합하여 제공하는 새로운 개념의 항해 장비이다. ENC는 ECDIS에 사용되는 공인 벡터자료로서 점, 선, 면의 형태로 표현되는 객체를 표현하기 위한 공간 정보와 속성정보로 구성된다. ENC에 관한 국제표준은 IHO가 준비하며 표준 문서로 S-52 와 S-57이 있다[6],[7].

<표 2-4>는 항해목적에 따라 분류한 것으로 총도, 항양도, 해안도, 항만접근도, 항박도, 항박계류도의 축척별로 나눌 수 있다.

<표 2-4> 전자해도의 항해 목적별 분류

<Table 2-4> Grouping from navigation purpose of the ENC

Code No.	차트의 구분	축척
1	총도(Overview Chart)	< 500,000
2	항양도(General Chart)	100,000 ~ 499,999
3	해안도(Coastal Chart)	50,000 ~ 99,999
4	항만접근도(Approach Chart)	25,000 ~ 49,999
5	항박도(Harbour Chart)	3,000 ~ 24,999
6	항박계류도(Berthing Chart)	>2,999

S-57은 각 국 수로국 간의 수로자료의 교환은 물론 이를 ECDIS 생산자, 항해자 및 다른 이용자에게 공급하기 위해 IHO가 제정한

교환 표준으로서 1996년 12월 Ed. 3으로 개정된 후 향후 4년 간 변경하지 않도록 결정하여 지금에 이르고 있다. S-52는 해도 데이터의 내용과 그 표현에 관한 표준으로서 1996년 11월에 Ed. 3으로 개정되었다. S-57 교환 표준은 컴퓨터 화면 표시를 위한 내부구조로 적합하지 않으므로 IHO에서는 효율적인 내부 자료구조로 변환하여 사용할 것을 권고하고 있으며 화면 표시 방법도 S-52의 부속 문서인 PL에서 자세히 규정하고 있고 구체적인 구현방법도 ECDIS 제작자에게 일임하고 있다.

그 결과 ENC를 저장하기 위한 자료구조 및 처리 알고리즘에 따라 각 ECDIS는 성능에서 차이를 보이고 있으며, 효율적인 자료구조와 처리 알고리즘을 구현하는 것이 IMO에서 규정한 ECDIS 성능사양을 만족시키기 위한 중요한 요소이다[8].

ENC는 제작 후 번호가 부여되는데 “AABCCCC.000”과 같이 기본 형식을 갖는다.

여기서 처음의 “AA”부분은 전자해도제작 국가 코드로 한국(KP)을 나타내며 다른 나라의 경우 일본 JP, 미국 US, 영국 AE, 독일 DE, 프랑스 FR, 캐나다 CA, 중국 CN, 러시아 RU 등이 있다.

다음의 “B”는 전자해도의 항해목적별 코드번호로 1번에서 6번까지 중에 하나의 번호 부여한다. 예로, 축척이 1/50,000인 해도는 해안도로써 부여번호는 3번이다.

다음으로 “CCCC” 5자리는 각 국가가 정한 셀 코드로써 한국은 주관하고 있는 국립해양조사원에서 기존의 종이해도 번호를 셀 코드를 사용하고 있다. 종이해도 번호는 동해안은 101~199, 남해안 201~299, 서해안 301~399를 부여하고 특수해도는 400~499, 일본 연안 501~599, 태평양 및 동남아시아 801~899를 부여하고 있다. 전자해도 번호 즉 전자해도 파일명을 부여하는 것은 국제적으로 기준이 정해져있어 이에 따라 전자해도 번호를 부여해야 한다.

예를 들어, 해도 번호 201인 경우는 20100을 부여한다. 마지막으로 확장자 “000”은 전자해도 업데이트 번호로 초판은 000, 제1판 001과 같이 표기하며, 계속 갱신되는 자료가 발생할 때마다 번호가 하나씩 증가하도록 되어있다. 즉, 해도 번호가 201인 부산항의 축척이 1 대 10,000인 해도를 처음으로 제작했을 경우 전자해도 파일명은 “KP520100.000”이 된다.

2.2.2 ENC 제작 현황

1989년 IHO내에 전자해도 위원회를 설립하여 전자해도 실용화를 위한 기술검토, 시험운용, 국제기준 표준 제정에 각 국의 연구결과 1996년에 S-57을 완성하여 공표함으로써 각 국의 전자해도 개발에 활기를 띠게 되었다. 우리나라의 경우 <표 2-5>와 같이 국립해양조사원이 1995년부터 연구소, 업계의 참여 하에 1999년까지 전자해도 개발사업을 완료하여, 2000년 7월부터 우리나라 전 연안의 전자해도를 판매하고 있다. 최신의 항해안전정보를 유지하기 위해 매년 신·개판 전자해도를 제작하여 현재 210종이 공급되고 있으며, 매주 진행되는 항행통보 사항을 갱신파일로 제작하고 있다[4],[5],[26].

2.2.3 ENC 형식(S-57)

IHO S-57은 ECDIS상에서 해도 내용과 화면표시 형태에 관련된 사양으로 S-57 객체모델을 기초로 한 벡터형 포맷이다. 이 모델은 수로에 관련된 정보들은 개체 묘사 및 형상적 특성들로 이루어진 속성 조합으로 정의하고 있다. 이 모델에서는 객체들을 하나의 속성부와 그와 관련된 공간부로 나누어 정의를 하고 있다[6].

속성부에서는 각 객체들의 개념적 속성들만 규정된 포맷으로 정의하고 있으며, 공간부에서는 그러한 객체들을 구체적으로 형상화하기 위하여 점, 선 및 면으로 구성된 좌표 값을 갖는 벡터로서 표시한다. 하나의 셀로 불리는 S-57 ENC에서는 그 셀이 포함하고 있는 지리적 범위의 경계 및 분명한 사용 용도를 포함하고 있다. 하나의 셀은 두 개의 자오선(수직선) 및 두 개의 위도선(평행선)으로 정의되며 하나의 셀에 포함된 데이터들은 5Mbytes 이상을 초과할 수 없다.

<표 2-5> 국내 전자해도 제작 현황

<Table 2-5> The present state of domestic ENC's production

기 간	추진내용
'95~'96	전자해도 제작 표준제정 및 시험제작
'96~'97	전자해도 60종 개발 및 해도기초자료 150종 DB
'97~'98	전자해도 105종 개발 및 해도기초자료 70종 DB
'98~'99	해도기초자료 260종 공급, 관리 시스템개발
'99~2000	해도기초자료 60종 DB, 해양정보체계 연계 기술개발
2000~현재	해도기초자료 210종 DB, 매년 신 개판 제작 및 간행

S-57 포맷의 해도 데이터는 일반적으로 종이해도 또는 래스터 해도(RNC; Raster Navigational Chart)로부터 디지털화되거나 직접적인 측량 자료로부터 생성된다. 이와 같은 전 세계적으로 규정된 표준 데이터의 주요한 목적은 항해를 위하여 사용되는 기존의 종이해도의 디지털적 대체를 의미한다.

S-57은 각 국 수로국 간의 수로자료의 교환은 물론 이를 ECDIS

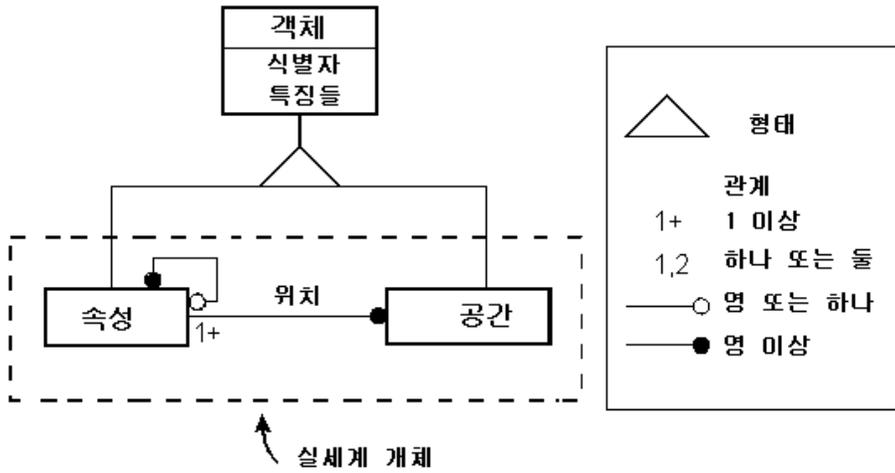
생산자, 항해자 및 다른 이용자에게 공급하기 위해 IHO가 제정한 교환 표준으로서 S-57은 1996년 12월 Ed. 3으로 개정된 후 향후 4년간 변경하지 않도록 결정하여 지금에 이르고 있다. S-52는 해도 데이터의 내용과 그 표현에 관한 표준으로서 1996년 11월에 Ed. 3으로 개정되었다[6],[7].

<표 2-6> S-57 표준 해도의 종류별 표시 분류
 <Table 2-6> Display classification of S-57 standard chart

항해 목적별	축척 구분	표시자
총 도	$\geq 500\ 001$	←
일반해도	150 001 ~ 500 000	↑
연안해도	50 001 ~ 150 000	→
접근해도	20 001 ~ 50 000	↓
항만해도	2 001 ~ 20 000	°
접안해도	$\leq 2\ 000$	±

S-57 표준에서는 해도의 사용 용도에 따라 6가지로 구분하는 데, 이러한 구분은 해도의 스케일에 따라 가능하다. 디스플레이상의 해도 표시의 기본에 있어서는 항해자가 범위를 선택함으로써 이루어지며, 이에 따라 <표 2-6>의 표준 해도의 종류별 표시 분류로 축척 및 표시자간에 연결 관계를 정의 할 수 있다.

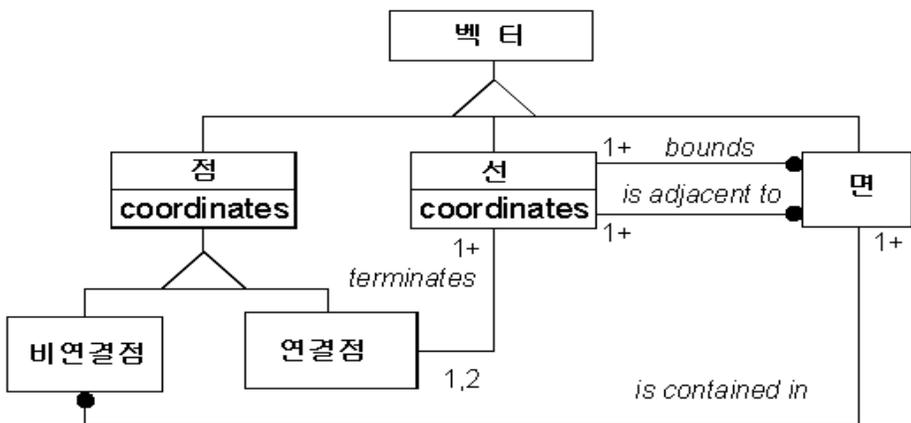
전자 해도에 있어서 표시 범위는 일반적으로 사용되는 레이더의 범위와 같아 스크린 센터주위를 감싸는 원의 반경을 의미하여, 원도우 뷰의 직경은 일반적인 해도의 수직 거리와 같다.



<그림 2-4> 데이터 모델

<Fig. 2-4> Data model

<그림 2-4>와 같이 S-57의 데이터 모델에서 데이터 표준은 실제 계를 표현하는 변환으로 디자인되어 있으며, 속성 객체(Feature Object)와 공간 객체(Spatial Object)로 구성된다[5].

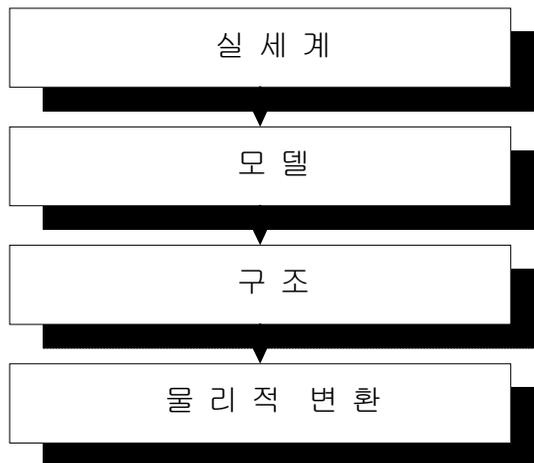


<그림 2-5> 벡터 모델

<Fig. 2-5> Vector model

속성 객체에는 4가지 타입을 정의한다. 그리고 공간 객체는 객체의 속성을 나타내는 벡터, 래스터, 매트릭스 타입으로 나눈다. 자주 쓰는 벡터 형은 <그림 2-5>의 벡터 모델에서와 같이 차원을 나타내는 점, 선, 면으로 구성된다.

S-57의 데이터 구조에서 레코드들은 실세계에 대한 정보를 표현하기 위해서는 <그림 2-6>과 같이 계층화된 접근을 사용한다.



<그림 2-6> S-57 계층도

<Fig. 2-6> S-57 Hierarchical diagram

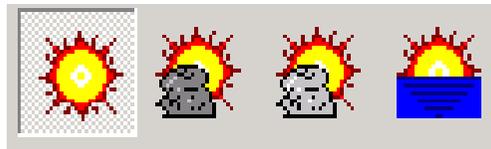
각 국 수로국의 ENC 제작 사양을 나타내는 교환 집합은 레코드는 트리 구조로 구성되며, 레코드의 식별자는 RCID(Record identification number), RCNM(Record name)으로 실제 속성 레코드와 공간 레코드의 정해진 코딩 규칙들을 포함한다.

2.2.4 ENC 디스플레이(S-52)

IHO가 ECDIS 제작을 위한 국제표준 사양서로 정하여 간행한 특수서지로 S-57 포맷의 해도를 ECDIS 표준으로 표시될 수 있도록 변환하는 표현 규칙이다. 이는 ECDIS의 성능표준 및 S-52 표현규칙에 적합한 기호 그리기 및 디스플레이 모듈을 위한 프레젠테이션 라이브러리를 말한다.

IHO는 18개국의 해도 제작 분야의 전문가로 구성되어 그 산하에 6개의 워킹 그룹(ECDIS 사양, 데이터의 최신유지, 색채, 기호, 데이터베이스의 용어, 데이터의 품질)을 설치해서, 구체적인 검토 작업을 진행시키고 있으며, 1990년 6월에 IHO S-52의 “ECDIS의 해도내용과 화상표시에 관한 잠정적 사양”을 공표 하였다[6],[7].

S-52 포맷의 표현 방식은 기본 표시(Base Display), 표준 표시(Standard Display), 전체 표시(Full Display), 사용자 정의 표시(Custom Display)로 나눌 수 있다.



<그림 2-7> 보기 그룹

<Fig. 2-7> Display group

IHO ECDIS의 PL은 S-57의 객체에 대하여 국제전기표준회의(IEC; International Electro-technical Commission)의 항해 기호들을 포함하는 기호 라이브러리와 <그림 2-7>과 같이 낮, 저녁 및 밤에

따라 표현되는 색상표들의 상세를 정의한 것으로 IMO 카테고리에서 주어지는 보기그룹과 레이더의 우선순위, 그리기 우선순위 등 SENC 객체의 기호와 색상 등의 연계를 상징적으로 지시하는 참조표로 이루어져 있다[8].

S52	Code	Acronim	Alias	Point	Line	Area	3D Points
S52 Other	1	ADMARE	Administration area (Name)	✗	✗	✓	✗
	2	AIRARE	Airport area	✓	✗	✓	✗
	3	ACHBRT	Anchor berth	✓	✗	✓	✗
	4	ACHARE	Anchorage area	✓	✗	✓	✗
	5	BCNCAR	Beacon, cardinal	✓	✗	✗	✗
	6	BCNISD	Beacon, isolated danger	✓	✗	✗	✗
	7	BCNLAT	Beacon, lateral	✓	✗	✗	✗
	8	BCNSAW	Beacon, safe water	✓	✗	✗	✗
	9	BCNSPP	Beacon, special purpose/ger	✓	✗	✗	✗
	10	BERTHS	Berth	✓	✓	✓	✗

<그림 2-8> S-52의 표시 제너레이터

<Fig. 2-8> Display generator of the S-52

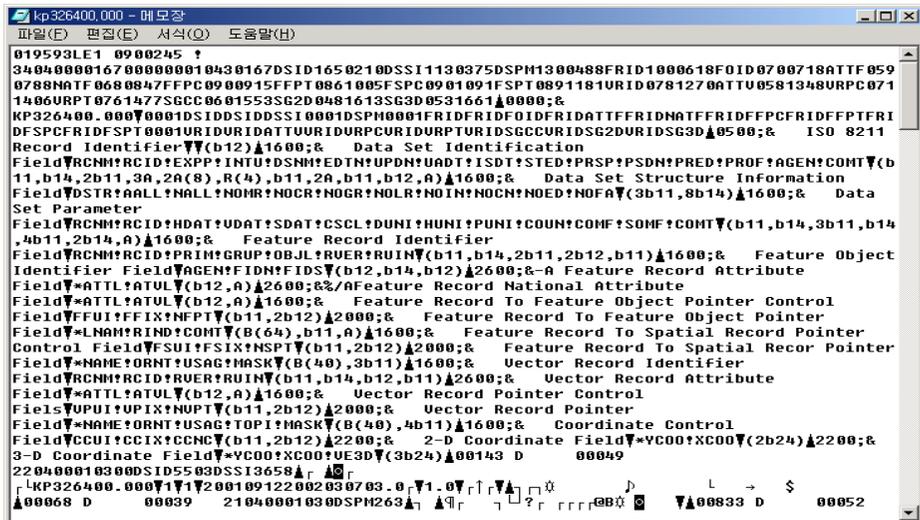
<그림 2-8>에서 보는 것처럼 디스플레이 제너레이터는 S-52의 코드별 두문자어(頭文字語)로 정의된 “Acronym” 필드와 “Alias” 필드 그리고 점, 선, 영역 그리고 “3D Points” 필드별 속성들을 체크할 수 있다. 이렇게 설정된 경우 S-52 포맷의 표현 방식에서 사용자 정의 표시로 나타내어진다.

제 3 장 시스템 분석 및 설계

3.1 ENC 파서의 분석

3.1.1 ENC 파서의 개요

ENC 파서 프로그램은 데이터를 ISO 8211 규격에 실제 세계의 모델들이 데이터 구조 구현 테이블과 물리적 변환 파일의 형태로 저장되는지 파싱하여 그 결과를 화면으로 출력하며, ISO 8211의 변환 설정에 따른 파일, 레코드, 필드, 서브필드들을 데이터 집합 설명서, 카탈로그, 데이터 사전, 객체 데이터(속성, 공간)로 분류하여 각각의 레코드들로 구성된 테이블들을 출력한다[2],[27].



<그림 3-1> ISO 8211의 ENC 데이터

<Fig. 3-1> ENC data of the ISO 8211

IHO의 표준 규격인 S-57과 S-52에 따른 ENC 파일에 대한 분석 및 객체의 파싱을 하기 위하여 국립해양조사원에서 제공하는 우리나라 전 연안의 전자해도 중에 <그림 3-1>의 “KP326400.000” 파일을 사용하였으며, 파일의 내부에 경위도 좌표(34°90.3161, 129°58.0972)가 있다. ENC 데이터에 포함되어 있는 DDR 헤더의 정보로는 DDR 리더, DDR 디렉터리, DDR 필드 영역이 있으며, 실제적인 데이터로 여러 개의 DR 영역으로 구성되어 있음을 알 수 있다.

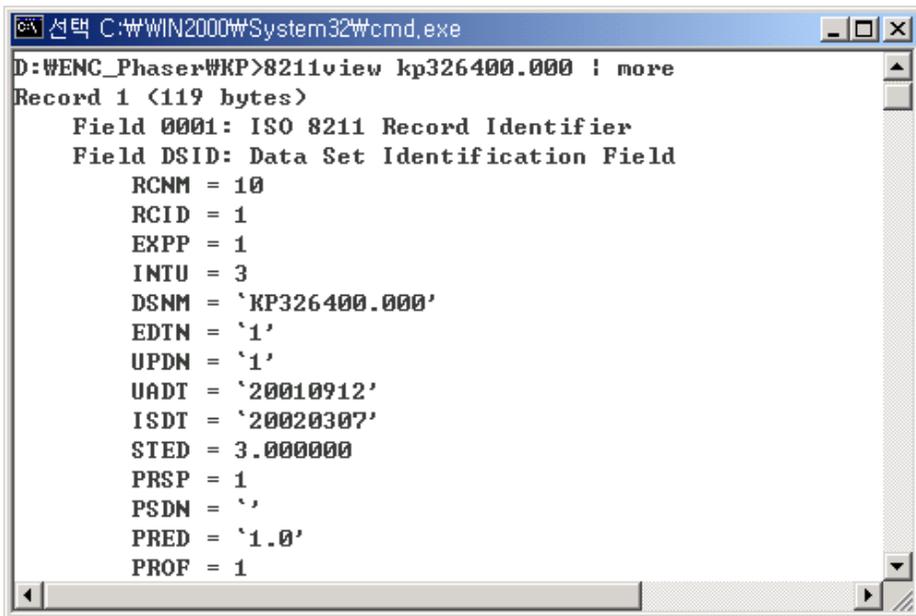
```

선택 C:\WIN2000\System32\cmd.exe
D:\#ENC_Phaser#\KP>8211dump kp326400.000 | more
DDFModule:
  _recLength = 1959
  _interchangeLevel = 3
  _leaderIden = L
  _inlineCodeExtensionIndicator = E
  _versionNumber = 1
  _appIndicator =
  _extendedCharSet = ' ! '
  _fieldControlLength = 9
  _fieldAreaStart = 245
  _sizeFieldLength = 3
  _sizeFieldPos = 4
  _sizeFieldTag = 4
DDFFieldDefn:
  Tag = '0000'
  _fieldName = 'KP326400.000'
  _arrayDescr = '0001DS I DDS I DDSS I 0001 D S P M 0001 F R I D F R I D F
  
```

<그림 3-2> 8211DUMP의 출력화면
 <Fig. 3-2> Display screen of 8211DUMP

3.1.2 ENC 파싱 과정

<그림 3-2>와 <그림 3-3>은 ENC 데이터 파일을 파싱하여 텍스트 파일로 출력해주는 커널로서 ENC 파일에 대한 “Dump”와 “View”의 결과가 출력되는 화면이다.



```
선택 C:\WIN2000\System32\cmd.exe
D:\#ENC_Phaser#\KP>8211view kp326400.000 ! more
Record 1 <119 bytes>
  Field 0001: ISO 8211 Record Identifier
  Field DSID: Data Set Identification Field
    RCNM = 10
    RCID = 1
    EXPP = 1
    INTU = 3
    DSNM = 'KP326400.000'
    EDTN = '1'
    UPDN = '1'
    UADT = '20010912'
    ISDT = '20020307'
    STED = 3.000000
    PRSP = 1
    PSDN = ''
    PRED = '1.0'
    PROF = 1
```

<그림 3-3> 8211VIEW의 출력화면

<Fig. 3-3> Display screen of 8211VIEW

S-57 문서에 포함된 ENC 데이터에서 각 필드 구조를 분석하는 예를 <그림 3-4>의 아스키코드 형식의 파일에서 볼 수 있다. 데이터의 내용은 아스키코드 형식과 이진 형식으로 구분할 수 있다.

```

DDR leader+
  019003LE1 0900319 ! 5504+
+
DDR directory+
  0000001630000000010004400163FRID0011400207FOID0007400321ATTF0006000395+
  NATF0006900450FFPC0008900524FFPT0008300613FSPC0008900696FSPT0009100785+
  VRID0008300876ATTV0005900959VRPC0007001018VRPT0007701088SGCC0005901165+
  SG2D0004601224SG3D0005101270ARCC0007801321AR2D0006001399EL2D0007401459+
  CT2D0004801533+
+
DDR field area (field control field)+ I
  0000;& Δ0001FRIDFRIDFOIDFRIDATFFRIDNATFFRIDFFPCFRIDFFPTFRIDFSPCFRID+
  FSPT0001VRIDVRIDATTVVRIDVRPCVRIDVRPTVRIDSGCCVRIDSG2DVRIDSG3DVRIDARCCARC
  CAR2DARCCCEL2DARCCCT2D+
+
DDR field area (data descriptive fields)+
  0100;& ISO 8211 Record IdentifierΔΔ(I(5))▽+
  1600;& Feature record identifier fieldΔRCNM!RCD!PRIM!GRU!OBJL!RVER!+
  RUINΔ(A(2),I(10),A(1),I(3),I(5),I(3),A(1))▽+
  1600;& Feature object identifier fieldΔAGEN!FIDN!FIDSΔ(A(2),I(10),+
  I(5))▽+
  2600;&-A Feature record attribute fieldΔ*ATTL!ATVLΔ(I(5),A)▽+

```

<그림 3-4> ISO 8211 ENC 데이터의 구조
 <Fig. 3-4> ISO 8211 ENC data structure

3.1.3 ENC 데이터의 분석

ISO/IEC 8211 교환 파일의 구조를 보면 <표 3-1>에서 보는 바와 같이 S-57의 데이터 구조는 레코드, 필드, 서브필드로 구성되며, 이와 매핑되는 ISO/IEC 8211의 인캡슐레이션은 “8211 Encapsulation” 과 같다[6].

<표 3-1> S-57 데이터 구조와 8211 인캡슐레이션의 관계
 <Table 3-1> Relation between S-57 and 8211 encapsulation

S- 57 데이터 구조	8211 인캡슐레이션
레코드	논리 레코드(LC)
필드	필드
서브 필드	서브 필드

ISO 8211의 기본적인 내용은 논리레코드(LR; Logical Record)이며, LR은 하나의 데이터설명레코드(DDR; Data Descriptive Record), 다수의 데이터레코드(DR; Data Record)로 구성된다. LR은 리더, 디렉터리, 필드 영역의 구성 요소로 이루어져 있다. <표 3-2>는 DDR 리더에 대한 엔트리 이름과 내용을 나타내고 있다[7],[12].

<표 3-2> 데이터 설명 레코드 리더

<Table 3-2> Data Description Record Leader

RP	Len	엔트리 이름	내 용
0	5	레코드 길이	레코드의 바이트 수
5	1	교환 단계(Level)	“3”
6	1	리더 식별자	“L”
7	1	인라인 코드 확장 지시자	“E”
8	1	버전 번호	“1”
9	1	애플리케이션 지시자	SPACE
10	2	제어 필드의 길이	“09”
12	5	필드영역의 기준번지	필드영역의 시작 주소
17	3	확장 문자 집합지시자	“ ! ” (SPACE,!,SPACE)
20	4	엔트리 맵(Entry map)	-

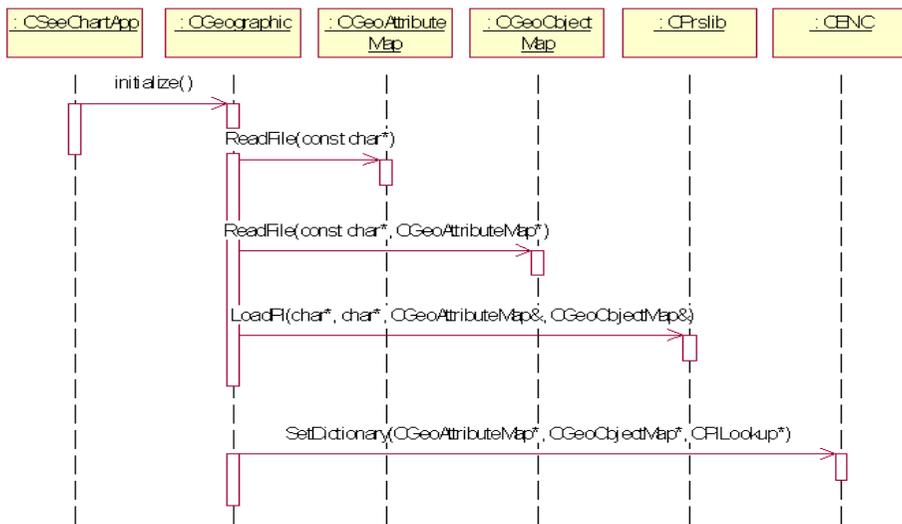
DDR 필드 영역에서는 데이터 구조 코드, 데이터 형 코드, 보조적 제어, 그래픽 인쇄, 연속적 탈출 단절의 엔트리가 있으며, 내용이 선택적으로 주어진다.

3.2 ENC 디스플레이의 설계

3.2.1 클래스의 설계

ENC 데이터를 S-57 및 S-52 표준에 맞게 표시하려면 처리해야 할 파일의 종류는 확장자가 *.000인 데이터 집합, 확장자가 *.dic 인 객체 카탈로그(예: objcatv3.dic) 및 속성 카탈로그(예: atrcatv3.dic)가 있어야 하고 기호 명령어, 색상표, 참조표 등을 포함하는 확장자가 *.dai (예: Prslib03.dai)인 PL이 필요하다[6],[7].

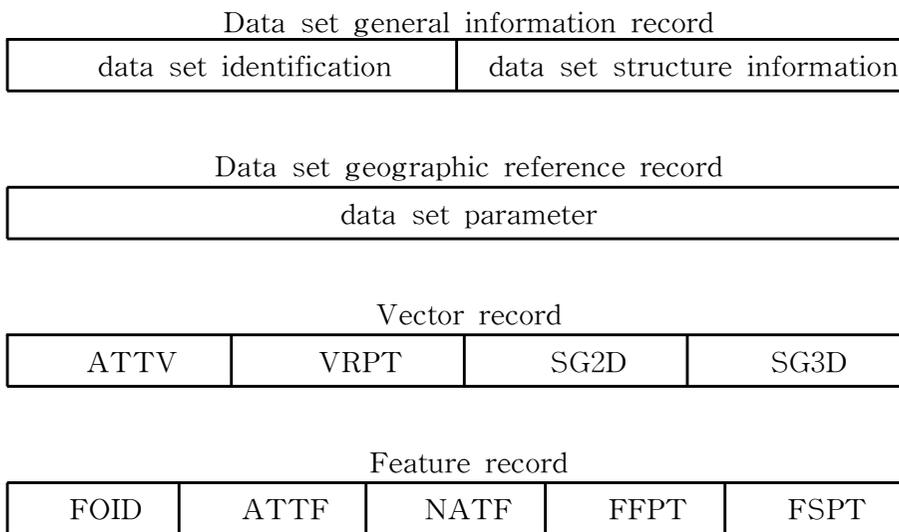
S-57과 S-52 규격에 맞게 자료의 표현을 위해서는 객체와 그 속성에 관한 정의를 담고 있는 객체 카탈로그, 속성 카탈로그 및 PL을 프로그램 시작 시의 시스템 초기화 과정에서 미리 읽어두어야 한다.



<그림 3-5> ENC 디스플레이 클래스 설계 및 절차

<Fig. 3-5> ENC display class design and procedure

이는 ENC 데이터로부터 파싱하여 인식한 객체 정보를 화면에 그리기 위하여 <그림 3-5>와 같이 Visual C++ 언어를 이용하여 S-57 및 S-52의 표준을 만족하는 객체를 설계한다. ENC에는 새로운 데이터 집합, 갱신, 데이터 집합의 재발행, 데이터 집합의 개정판의 4가지 종류가 있으며, <그림 3-6>은 ENC의 레코드와 필드구조를 보인다. 데이터 집합의 일반적인 정보 레코드는 데이터 집합의 식별자와 데이터 집합의 구조 정보로 나뉘며, 데이터 집합의 지리적 참조 레코드는 데이터 집합의 매개변수이며, 벡터 레코드와 속성 레코드로 이루어진다[22],[25].

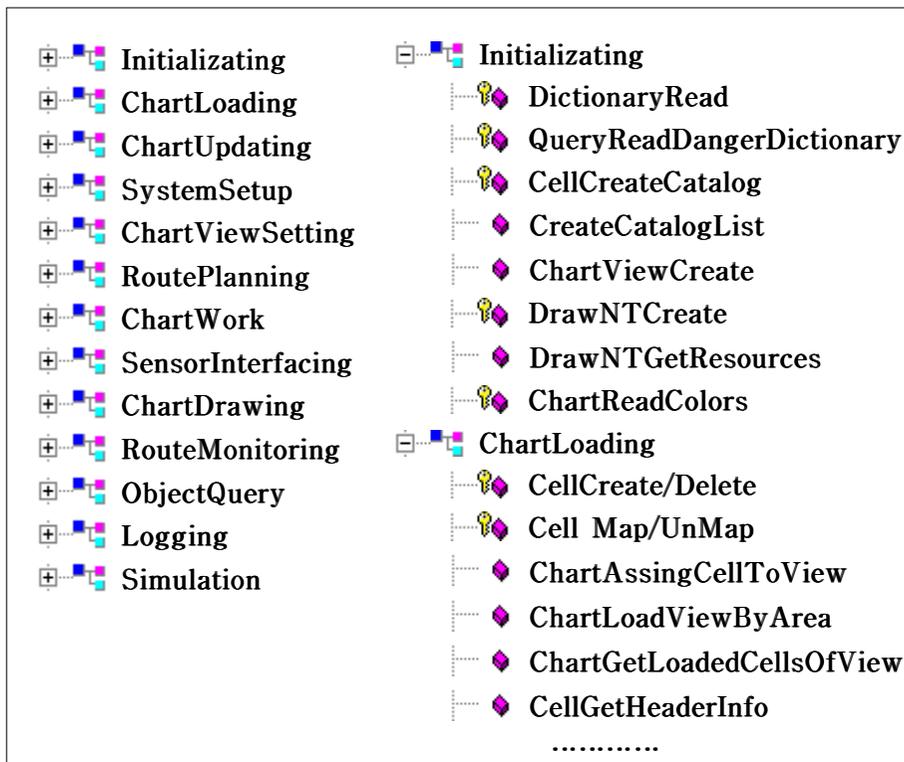


<그림 3-6> ENC의 레코드와 필드 구조
 <Fig. 3-6> Record and field structure of ENC

3.2.2 클래스의 구성

클래스는 크게 CENC 클래스를 중심으로 하는 클래스들과 “CGeoSurface”를 중심으로 하는 클래스들로 분류할 수 있는데 이들 각 클래스들은 서로 간에 참조 포인터를 갖고 있으며 적절한 메시지를 상호 교환하며 동작한다.

<그림 3-7>은 ENC에 사용되는 객체 클래스의 설계에 따른 모듈별 주요 커널 함수와 기능별 상세 커널 함수이다.



<그림 3-7> 객체 클래스의 모듈별 주요 커널 함수
 <Fig. 3-7> Kernel functions to modules of object class

1) 객체 카탈로그

객체 카탈로그는 ENC에 사용되는 지형물, 주제적 관계 그리고 자연적인 형상을 표현하는 객체 클래스를 열거하고 있는 파일이다. ENC의 객체 클래스는 프로그램상의 “CGeoObject” 클래스로 구현되며 객체 카탈로그는 “CGeoObjectMap” 클래스로 구현된다.

2) 속성 카탈로그

속성 카탈로그는 각 객체를 정의하는 속성을 열거한 파일이다. 각 속성에 관한 클래스는 “CGeoAttribute”로 구현되며 속성 카탈로그는 “CGeoAttributeMap”으로 구현된다.

3) 프레젠테이션 라이브러리

PL은 “CPrsLib”클래스로 구현되며 각 기호, 라인, 패턴에 대한 클래스는 “CPlSymbolObject”에서 계승받아 “CPlLine”, “CPlPattern”, “CPlSymbol” 클래스로 구현된다. 각 객체클래스에 대한 기호 명령어를 나타내는 참조 테이블은 “CPlLookup” 클래스로 구현되어야 한다.

4) 색상표

색상표 구성을 위한 기본 구조체로서 RGB(Red Green Blue) 및 국제조명위원회(CIE; Commission Internationale de l’Eclairage) 색 값을 가지고 있는 “PlColor”가 있으며 이러한 구조체를 각 색상별로 5개의 테이블형태로 저장하고 있는 클래스는 “CPlColor”이다.

5) 레이어 클래스

ENC의 표현을 위해서는 IHO에서 제안하는 화면 표시 개념에 따르는 것이 효율적이며 이를 위해서 계층 구조를 갖는 레이어로 구현한다. 이러한 레이어를 관리하는 클래스인 최상위 클래스인 “CGeoSurface”를 만들고 각 레이어를 표현하는 단위 클래스인 “CSurfaceLayer”를 설계하며 이것이 집합클래스로서 “CGeoSurface”에 포함되게 한다.

6) 객체 및 속성 자료구조

ENC에서 속성은 속성정보를 포함하는 ENC_FEATURE 구조로 표현되고 이는 다시 공간 자료를 저장하기 위한 ENC_VECTOR 구조와 연결된다.

3.2.3 주요 기호 명령어

1) 조건부 기호명령(Conditional Symbology)

이는 사용자의 입력 내용에 따라 그 표현 방법이 바뀌는 기호에 대한 기호명령으로서 안전 수심, 등대 등의 항로 표지를 그리는 명령어이다. 선택할 수 있는 사항을 저장하는 전역 변수는 <표 3-3>와 같다.

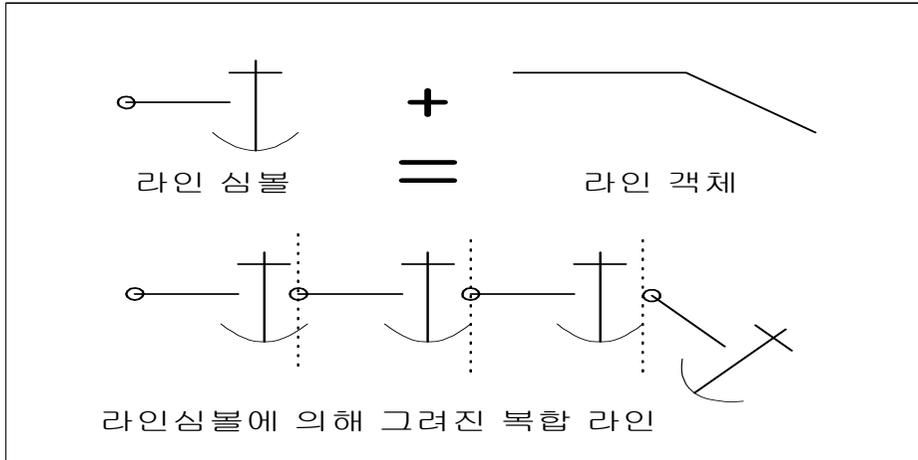
<표 3-3> 기호의 변수형

<Table 3-3> Symbology variable type

변수명	내용	변수형
SAFETY_DEPTH	안전수심 설정	Single
SHALLOW_CONTOUR	저수심선 설정	Single
SAFETY_CONTOUR	안전수심선 설정	Single
DEEP_CONTOUR	고수심선 설정	Single
TWO_SHADES	두가지 수심색상 사용여부	Boolean
SHALLOW_PATTERN	저수심 강조 여부	Boolean
SHIPS_OUTLINE	선박 기호	Boolean
DISTANCE_TAGS	거리태그의 간격	Single
TIME_TAGS	타임태그의 간격	Single
FULL_SECTORS	광달거리표시여부	Boolean

2) 복합선(Complex Line)

선을 그리는 형태에 있어 일반 직선이 아닌 기호로 그리는 것을 말한다. <그림 3-8>의 경우 묘박지(선박 대기 장소)를 표현하기 위한 닷 기호는 오른편 상단의 그림처럼 선 모양으로 그려야 한다.



<그림 3-8> 복합선의 형태
 <Fig. 3-8> Complex line type

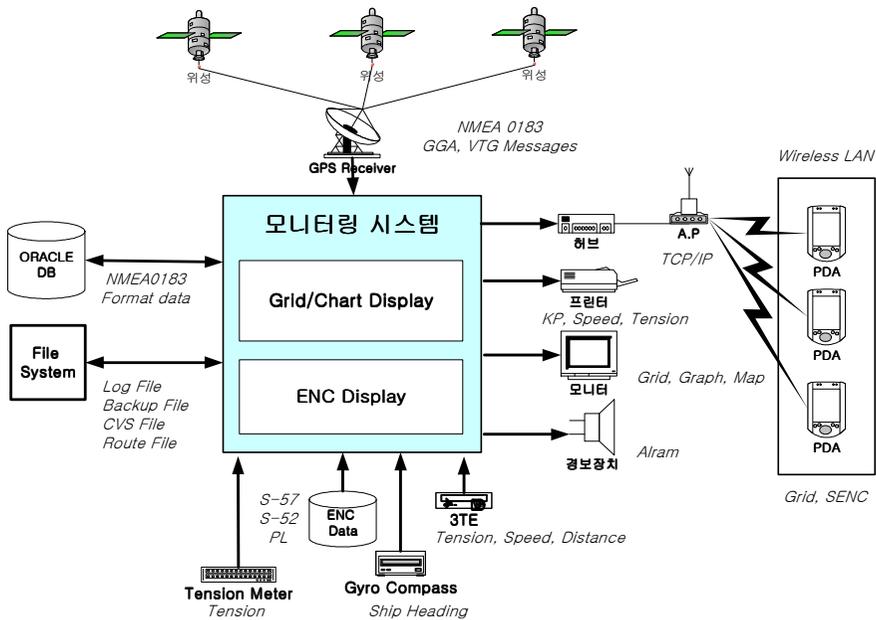
3) 중심 기호(Centered Symbol)

같은 장소에 여러 기호를 동시에 그리는 경우 화면이 복잡해지는 것을 막기 위해 중심 기호를 정하여 그 주위에 다른 기호를 배치하여 그릴 수 있도록 한다. 또한 영역 내의 기호인 경우 (예 : 묘박지 내의 닳 기호), 화면이 상하좌우로 스크롤 되어도 항상 영역의 중심에 기호가 존재해야 한다. 이러한 기호를 중심기호이라 한다.

3.3 모니터링 서버의 설계

3.3.1 시스템의 설계

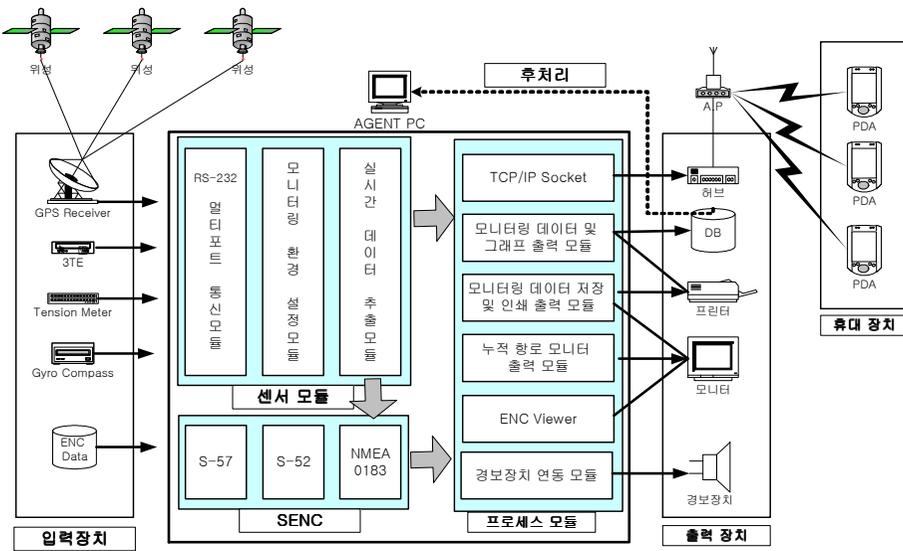
ENC 기반 모니터링 시스템에 있어서 외부 센서들로부터의 각종 정보를 입력받아 내부적인 처리 및 계산 과정을 거쳐 선박의 위치 정보에 해당하는 SENC에 해상작업과 관련한 작업 경로 파일의 내용을 오버레이하거나 선박의 속도 및 해상 작업에서 사용되는 케이블, 전선 또는 파이프라인 등을 해저에 매설할 때 센서로부터 발생하는 장력의 정보를 화면에 그래프로 실시간 처리하며, 작업에 이상이 발생하였을 때 경보음을 스피커로 출력하여 주는 기능 등을 포함한다[9],[23].



<그림 3-9> ENC 기반 모니터링 시스템의 전체 구성도

<Fig. 3-9> Diagram of monitoring system based on the ENC

<그림 3-9>은 ENC 기반의 해상작업을 위한 선박 모니터링 시스템의 전체 구성도를 나타낸다. 선체의 중앙 통제소에 설치되는 메인 컴퓨터에 <그림 3-10>의 응용프로그램 중 고정된 PC에서 구동하는 모니터링 서버와 네트워크 설비를 통해 무선랜으로 연결하는 액세스 포인트로 통신하는 휴대용 개인 정보 단말기(PDA)에 모니터링 클라이언트 프로그램이 설치된다.



<그림 3-10> 전체 시스템의 블록도

<Fig. 3-10> Block diagram of full system

<그림 3-10>에서 보는 바와 같이 주요 입력 장치는 GPS 수신기로부터의 NMEA-0183(Nation Marine Electronics Association) 데이터 포맷 중에서 \$GPGGA(Global Positioning System Fix Data)와 \$GPVTG(Actual track made good and speed over ground)의 두 가지 신호 정보와 3TE(3T-L.C.E; 3-Track Pair Linear Cable

Engine) 장비로부터 장력, 속도, 거리, 체크 섬을 지정한 형식으로 입력받는다. 또한, 장력계를 단독으로 사용하여 케이블이나 전선, 파이프라인의 장력 값을 받을 수도 있다. 따라서 중복되는 입력 장치로부터 어떤 장비가 연결되어 데이터를 보내는지를 자동으로 식별할 수 있는 알고리즘이 필요하다[15],[18].

자이로콤파스는 선박의 코스 정보를 입력받아 선체의 진행 방향에 대한 데이터를 입력받는 장비이다. 이렇듯 여러 가지의 장비로부터 데이터를 동시에 취득하기 위해서는 멀티포트 장비가 필수적이다. 모니터링 서버는 최대 99개의 포트를 소프트웨어적으로 지원하며, 이외의 추가적인 장비를 부착할 때 인식할 수 있다. 그러나 장비로부터 출력되는 데이터의 형식에 대한 정보는 별도로 처리해 주어야 한다.

<표 3-4> 3TE 장비의 데이터 형식
 <Table 3-4> Data format of 3TE equipment

SPEED	DIST	TENSION	CHECKSUM
-	-	-	123
0	134	11	-

<표 3-4>의 3TE 장비는 RS232 포트나 RS422 포트를 이용한 인터페이스를 지원하며, 광케이블, 전선, 파이프라인을 해저에 매설할 때 사용되고 있다. <표 3-4>의 데이터 형식에 의해 출력되는 값은 <그림 3-11>와 같다.

네트워크 환경에서 에이전트 PC에 설치된 모니터링 서버 응용 프로그램의 처리 모듈에 대한 블록도는 <그림 3-10>와 같이 전체 시

스텝의 블록도에 나타나 있는 센서 모듈, SENC 모듈, 프로세스 모듈로 크게 구분할 수 있다.

SPEED	DIST	TENSION	CHECKSUM
0	134	11	123
0	134	10	
0	134	10	
0	134	10	
0	134	11	
0	134	11	
0	134	10	
0	134	10	
0	134	6	

<그림 3-11> 3T-L.C.E의 출력 데이터

<Fig. 3-11> Output data of 3T-L.C.E

RS422로 통신할 때 기본적으로 통신환경 설정이 “9600 Baud, No Parity, 8 Data bits, 1 Stop bit, No Handshake”로 구성된다. 그러나 3T-L.C.E 장비는 제목이 실제 데이터와 20줄 간격으로 입력되므로 실제 데이터 값만 추출하는 알고리즘이 필요하다. 센서 모듈은 입력 장치로부터 입력되는 정보는 담당하는 모듈로써 RS-232 멀티 포트 통신모듈, 모니터링 환경 설정 모듈, 실시간 데이터 추출 모듈이 있다.

SENC 모듈은 ENC 데이터 파일을 읽어 IHO의 표준 규격인 S-52 및 S-57을 만족하는 그래픽 화면을 제공하며, GPS로부터 실시간 입력되는 선박의 위치정보데이터를 처리한다. 이후 모니터링 클라이언트 프로그램이 있는 PDA의 무선 네트워크 환경으로 이미지 정보를 전송하기 위해 TCP/IP 소켓과 연동한다.

프로세스 모듈은 TCP/IP 소켓 모듈, 모니터링 데이터 및 그래프

출력 모듈, 모니터링 데이터 저장 및 인쇄 출력 모듈, 누적 항로 모니터 출력 모듈, ENC 뷰어 모듈, 경보장치 연동 모듈로 구분된다. 이러한 처리 작업의 결과를 출력하는 모니터링 서버의 프로세스 모듈은 무선네트워크 환경의 PDA에 있는 모니터링 클라이언트에게 “ENC 데이터”, “GRID 데이터”, “GRAPH 데이터”, “GPS 데이터”, “HDG 데이터”, “CHAT 데이터” 등의 데이터를 주고받는다.

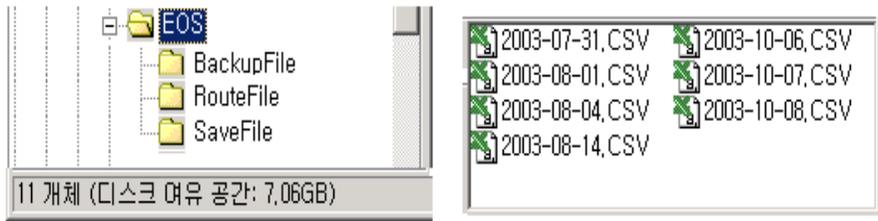
모니터링 서버는 자체적으로 시뮬레이션 하는 기능을 보유하고 있으며 해당 장비가 연결되지 않는 상태에서도 시뮬레이션 동작을 하는 모습을 볼 수 있다. 또한, 후처리 기능이 있어 해상에서 작업을 수행할 때 저장된 관련 정보 데이터 파일을 그대로 읽어 들여 시뮬레이션을 할 수 있다[16],[21].

3.3.2 데이터베이스의 설계

기본적으로 모니터링 서버에서는 입력 데이터를 처리하여 여러 가지 파일들을 생성하는 파일 시스템 구조를 갖는다. 그러나 효율적인 데이터 정보의 관리를 위하여 NMEA-0183의 표준 포맷과 센서로부터 실시간 입력되는 각종 정보를 ORACLE 9i를 이용한 DBMS를 구축하여 저장한다.

파일 시스템과 관련한 디렉터리는 “BackupFile”, “RouteFile”, “SaveFile”이 있으며, “BackupFile” 디렉터리에는 모니터링 서버프로그램이 시작되면서 자동으로 설정된 시간의 간격에 맞추어 백업 파일을 생성한다.

<그림 3-12>의 오른쪽 상자내의 파일들이 백업이 된 파일 목록이며, 동일한 날짜에 여러 번 프로그램이 구동될 때에도 해당 일자의 동일한 이름으로 누적 처리된다.

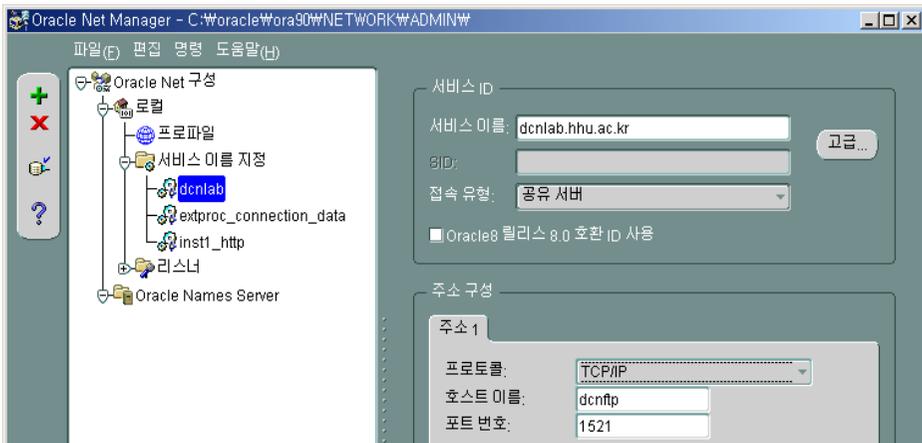


<그림 3-12> 파일 시스템의 트리 구조

<Fig. 3-12> Tree structure of File system

DB 생성 과정은 <그림 3-13>의 서버로 지정된 PC에 오라클 9i를 설치하고 데이터베이스를 사용하기 위한 표준 개방형 응용 프로그램 인터페이스(ODBC; Open Database Connectivity) 연동을 위한 시스템 식별자(SID; System Identifier)와 리스너를 구성한다.

ODBC 데이터 원본 관리자의 시스템 데이터 원본에서 사용할 드라이버는 “Oracle in OraHome 90” 으로 “ORACLE ODBC Driver”를 지정한다[17],[20].



<그림 3-13> 오라클 9i의 Net 구성과 리스너

<Fig. 3-13> Net structure and listener of oracle 9i

비주얼 베이직 언어로 작성된 모니터링 서버는 오라클 9i와의 연결을 위하여 ODBC 드라이버를 이용한 관계형 데이터베이스 시스템(RDBMS; Relational Data Base Management System) 접속과 도메인네임서비스(DNS; Domain Name Service)를 설정한다. 데이터베이스의 인터페이스를 제공하는 액티브엑스컨트롤(ADODC; ActiveX Data Objects Data Control)의 속성 값은 다음과 같다.

```
PROVIDER=MSDASQL;driver={Microsoft ODBC for Oracle};  
server=EOSDB;uid=SCOTT;pwd=tiger;
```

3.3.3 소켓 프로그래밍

무선랜 환경에서 TCP/IP 프로토콜을 지원하기 위하여 서버 측에는 허브와 연결하여 별도의 고정 IP를 할당한 3COM사의 액세스 포인터를 사용하였으며, 클라이언트 측에는 COMPAQ사의 iPAQ 3850 시리즈의 Pocket PC 2002 운영체제 환경에서 실험하였다.

서버의 개발 도구로 비주얼 베이직 6.0과 Win32 API를 사용하였으며 호환성을 고려한 클라이언트는 임베디드 윈도우 CE 3.0의 임베디드 비주얼 툴인 임베디드 비주얼 베이직 3.0으로 개발하였다 [14],[16],[24].

<그림 3-14>, <그림 3-15>와 같이 비주얼 베이직의 윈도우 소켓 프로그래밍에서 이미지 정보가 이진 데이터로 되어 있어 일반적인 문자열 스트림으로 처리를 할 경우 유니 코드 문제로 인하여 정상적인 전송이 이루어지지 않는다. 따라서 이미지 객체의 정보를 일단 보조기억장치인 하드디스크에 이진 데이터 파일로 저장하고 다시 Byte()로 처리하여 보내야만 된다. 또한, 모니터링 클라이언트 측에

서는 TCP/IP로 전송 받은 이진 데이터를 다시 파일로 저장해야만 “LoadPicture(파일명)” 함수로 이미지를 PictureBox 컨트롤에 불러 들일 수 있다.

```
Private Sub tcpSocket_ConnectionRequest(ByVal requestID As Long)

    '먼저 소켓이 닫혀있지 않다면 소켓을 닫음
    If tcpSocket.State <> sckClosed Then
        tcpSocket.Close
    End If

    '연결을 수락한다.
    tcpSocket.Accept requestID
    txt시간.Text = "연결요청받음"

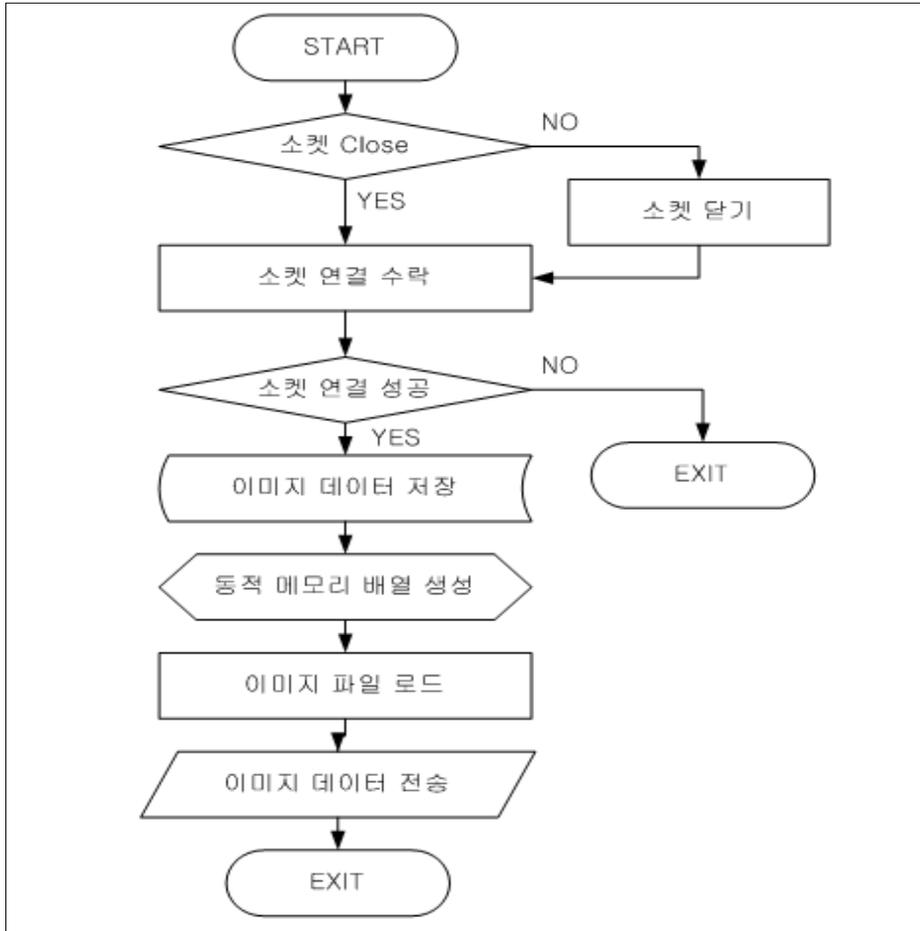
    '소켓이 연결되어 있다면
    If tcpSocket.State = sckConnected Then
        Dim sendfile As String

        '이미지를 디스크에 저장
        sendfile = "1.bmp"
        SavePicture Picture1.Picture, App.Path + "\" + sendfile

        ReDim bybuf(FileLen(App.Path + "\" + sendfile) - 1) As Byte
        Open App.Path + "\" + sendfile For Binary As #1
        Get #1, , bybuf
        Close #1
        tcpSocket.SendData bybuf
    End If
End Sub
```

<그림 3-14> 서버의 소켓 프로그래밍 소스 코드

<Fig. 3-14> Source code on the socket programming of server

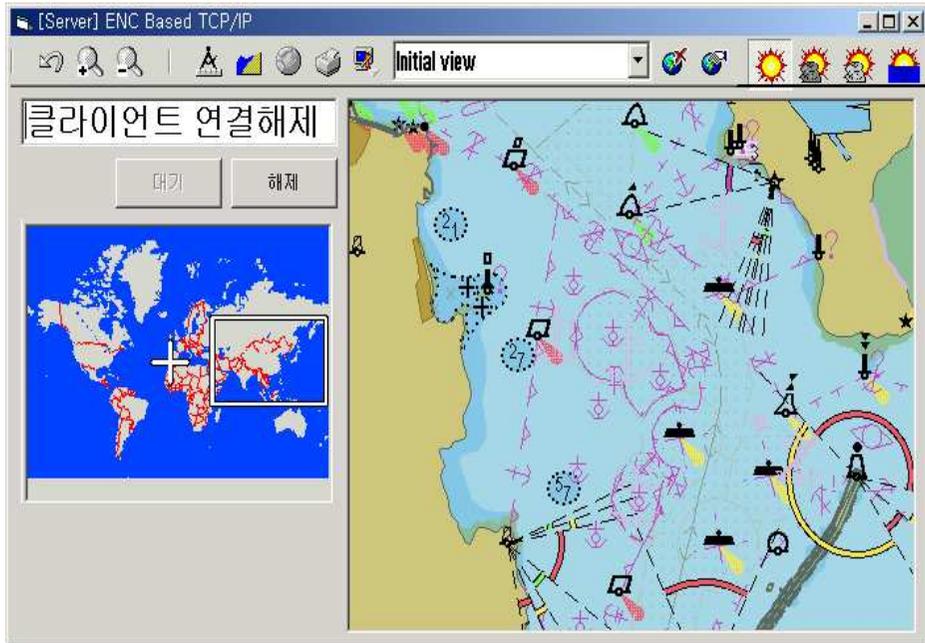


<그림 3-15> 서버의 소켓 프로그래밍 흐름도

<Fig. 3-15> Flowchart of server's socket programming

<그림 3-16>의 화면은 서버 측의 ENC 이미지를 연결요청을 수락한 후 모니터링 클라이언트에게 전송하고 나서 연결을 해제하는 모습이다.

PDA 환경의 클라이언트 소켓 컨트롤의 이벤트 핸들러 함수에서 서버로부터 전송되어지는 이미지의 바이트 스트림을 “GetData” 메서드를 통하여 수신하며, 수신이 완료되면 파일을 PDA의 메모리에 저장한다.



<그림 3-16> 서버의 ENC 데이터 전송
 <Fig. 3-16> ENC data transmission of server

<그림 3-17>, <그림 3-18>의 클라이언트 측의 TCP/IP를 이용한 ENC 데이터를 처리하는 모습을 보여주고 있다.

PictureBox 컨트롤은 외부 저장매체에 저장되어 있는 파일을 읽어오는 메서드인 LoadPicture() 함수를 사용하여 화면에 나타낼 수 있다. 클라이언트가 처리하는 이진 데이터 파일 또한 바이트 스트림이므로 모니터링 서버 측과 동일하게 처리해야 한다.

```

Private Sub tcpSocket_DataArrival(ByVal bytesTotal As Long)
    Dim filename As String
    ReDim strByte(bytesTotal) As Byte

    tempfilelen = bytesTotal
    filename = "EncMap.bmp"

    tcpSocket.GetData strByte, vbArray + vbByte, bytesTotal

    Open App.Path & "\" & filename For Binary Access Write As #3
        Put #3, fileByte_Tot + 1, strByte
        fileByte_Tot = fileByte_Tot + bytesTotal
    Close #3

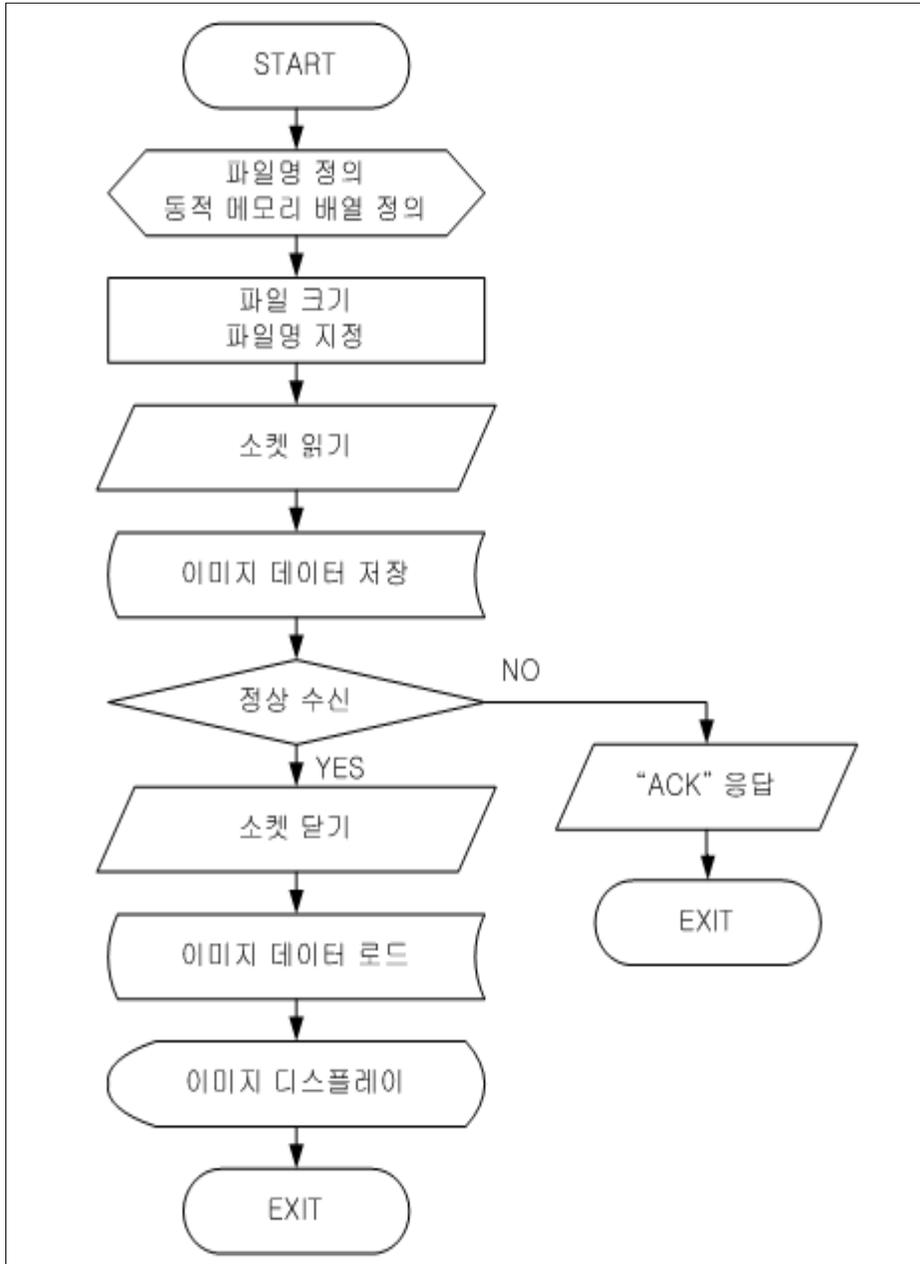
    If fileByte_Tot >= tempfilelen Then
        MsgBox "파일 내려받기 완료", , "다운로드 성공."
        tcpSocket.Close
        fileByte_Tot = 0
        Picture1.Picture = LoadPicture("EncMap.bmp")
        Exit Sub
    End If

    '응답용
    ReDim strsendByte(10) As Byte
    tcpSocket.SendData "ACK"
End Sub

```

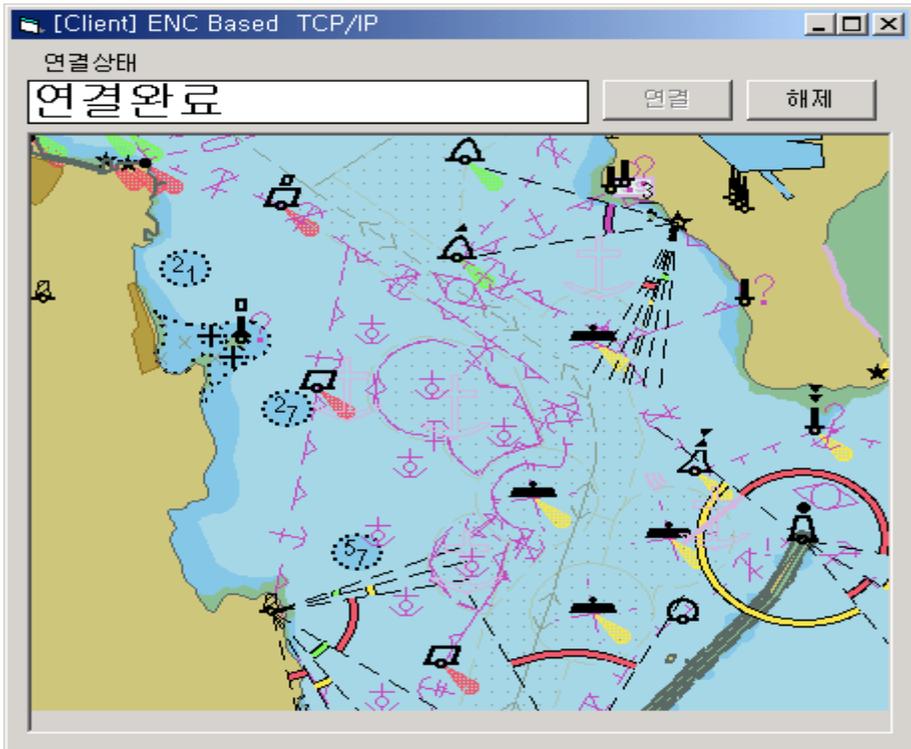
<그림 3-17> 클라이언트의 소켓 프로그래밍 소스 코드

<Fig. 3-17> Source code on the socket programming of client



<그림 3-18> 클라이언트의 소켓 프로그래밍 흐름도
 <Fig. 3-18> Flowchart of client's socket programming

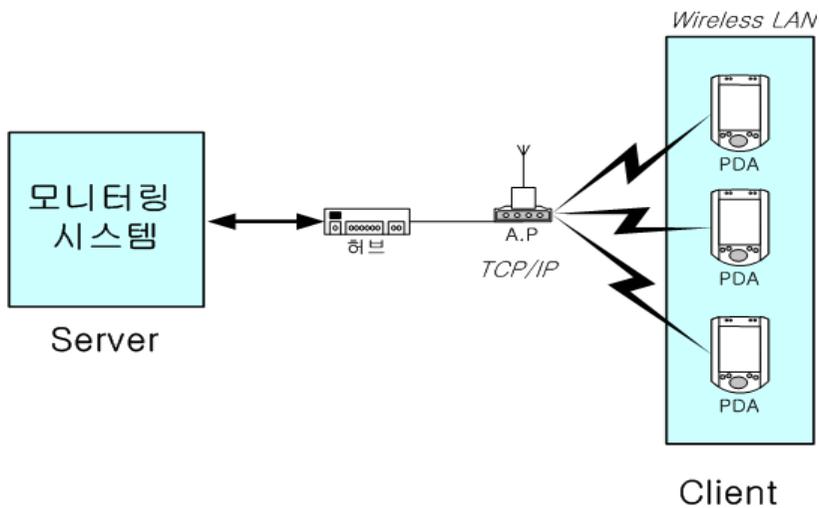
<그림 3-19>의 클라이언트측은 이미지 정보를 TCP/IP로 전송받아 일차적으로 바이트 스트림으로 처리하며, 전송이 완료되었을 때 외부 저장매체인 하드디스크에 파일로 저장한다.



<그림 3-19> 클라이언트의 ENC 이미지 출력
<Fig. 3-19> Display on the ENC image of client

3.4 모니터링 클라이언트의 설계

해상 작업을 수행하는 선박 내에는 모니터링 시스템과 관련 장비 사이의 인터페이스뿐만 아니라 <그림 3-20>과 같이 네트워크 환경이 구축되어 있어야 하며, 클라이언트측은 PDA와 무선랜 환경 사용을 위한 무선랜과 액세스 포인트가 있어야 한다.



<그림 3-20> PDA 환경의 클라이언트 구성도
 <Fig. 3-20> Client structure based on the PDA

클라이언트는 서버로부터 실시간 입력되는 정보에 대하여 양방향 데이터 전송이 가능해야 한다. 서버로부터 TCP/IP 접속을 통한 실시간 또는 집약 정보의 항목은 다음과 같다.

<그림 3-21>의 클라이언트의 구성을 보면 첫 번째로, ENC 및 루트의 오버레이에 대한 이미지이다. 해당 ENC 이미지는 서버 측의 현재 선박의 위치에 따른 GPS의 실제 위치정보를 반영한 전자해도로서 PDA상의 구현을 위하여 ENC 엔진부로부터 이미지화된 Map

과 루트 정보의 이미지를 일차적으로 *.GIF 형태로 저장한다. 그 이유는 PDA상에서 표시되는 이미지의 기본이 BMP이며 고해상도를 지원하지 않기 때문에 이차적인 팔레트 정보의 재조정과 보정을 위하여 GIF 타입으로 저장하는 것이다. 이렇게 변환된 이미지 정보는 다시 저해상도의 비트맵 형식으로 변환하여 생성된 BMP파일은 TCP/IP의 이진 데이터 스트림으로 전송이 된다. 이때 전송되는 이미지는 유니 코드의 문자열이 아닌 바이트 형이어야 하며, 임베디드 비주얼 베이직 3.0 개발 환경에서 지원되는 PictureBox 컨트롤에 LoadPicture() 함수를 이용하여 나타내질 수 있다.



<그림 3-21> 클라이언트의 구성

<Fig. 3-21> Contents of Client

GRID 총괄 정보의 경우 서버 측의 “GRID Matrix”에 실시간으로 채워지는 데이터를 그대로 전송받아 표시해준다. 다음 세 번째,

GRAPH는 KP와 속도 값, 장력 값을 시각적으로 알아보기 쉽게 마이크로소프트의 차트 기능을 이용하여 표현된 후 해당 컨트롤의 이미지를 파일로 저장하여 TCP/IP를 통한 데이터 스트림으로 전송된다. 이 이미지는 PDA상에 펜으로 화면의 좌·우측을 클릭 할 때 스크롤이 되면서 전체적인 이미지를 보여준다.

네 번째, GPS의 위치정보의 경우 실제 서버 측의 위치정보를 전송받아 표시하고 있으나, 차후 이러한 정보는 클라이언트의 GPS 수신기를 통하여 위치정보를 필요에 따라 전환할 수 있도록 메뉴화하여 사용할 수 있게 개선되어야 한다.

선박의 heading정보(HDG)는 자이로콤파스의 방위각의 정보를 입력받아 선체가 어느 방향을 향하고 있는지의 정보를 원형 그래픽 이미지에 시계바늘과 같이 표현하여 준다.

마지막으로 의사전달 기능은 서버 측과 클라이언트 측의 사용자간 실시간 대화를 지원하기 위하여 서버측은 키보드의 문자를 채팅창을 통하여 PDA에게 보내주며, PDA의 경우 펜을 통한 입력의 불편함을 해소하기 위하여 펜의 필기체인 그리기의 이미지를 그대로 보내줌으로써 간편하게 이용하도록 설계하였다.

3.5 모니터링 시스템의 알고리즘

본 절에서는 해상 작업에서 항해하는 선박에 대한 선박의 항해누적거리(KP; Kilometers between Positions)와 경로이탈오차(XTE; Cross Track Error) 결정을 위한 최적의 기하 알고리즘에 대해서 논한다.

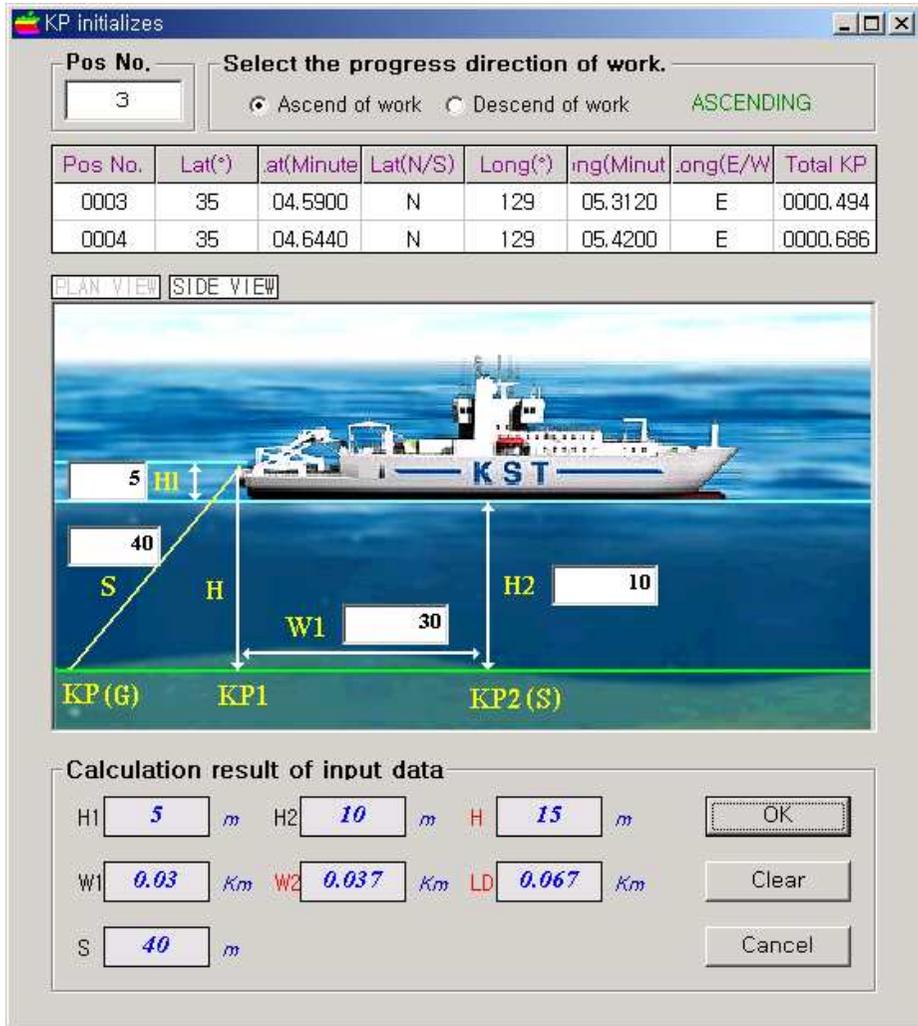
3.5.1 항해누적거리와 경로이탈오차

KP는 항해 경로를 따라서 항해하는 선박이 작업의 기준점으로부터 얼마나 진행했는지를 나타낸다. XTE는 선정된 작업루트에서 항해하는 선박이 얼마나 벗어났는지를 나타낸다.

KP와 XTE를 적용하기 위하여 <그림 3-22>의 KP Initializes에서 설정할 작업 루트파일을 기반으로 하면 <그림 3-23>에서와 같이 항해하는 선박과 작업 루트를 중심으로 2차원적으로 나타낼 수 있다. 즉 KP와 XTE 구현을 위한 기하 알고리즘을 구현하기에 앞서 정해진 루트를 따라 항해하는 선박의 이동에 대해서 살펴본다.

<그림 3-24>에서는 해상 작업의 정해진 루트와 항해하는 선박과의 관계를 평면적으로 도시하고 있다. 실선은 해저 광케이블 작업을 행하여야 하는 정해진 항로를 나타낸다. 작업 선박은 이 정해진 루트를 따라 항해하면서 작업을 실시한다.

여기에서 코스는 작업 선박이 진행하는 방향을 나타내고, KP는 작업 선박이 작업을 시작할 때의 작업 기준점인 작업 시작 루트 번호로부터 현재 선박이 위치한 곳까지의 항해 거리를 나타낸다.

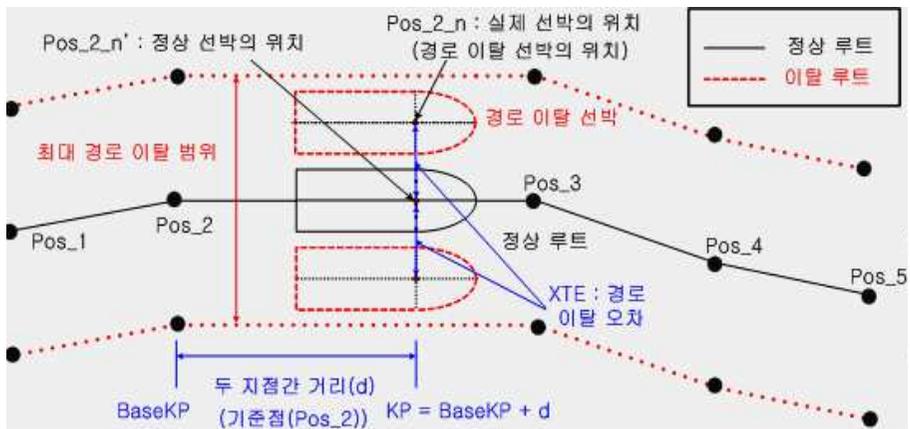


<그림 3-22> KP의 환경설정

<Fig. 3-22> Initializes of KP

또한 XTE는 항해하는 선박이 육상의 자동차와는 달리 파도, 바람, 조류 등의 영향으로 정해진 루트에서 이탈한 거리를 나타낸다. 따라서 작업 선박의 코스, KP와 XTE를 정확히 계산해야만 정확한 작업이 이루어질 수가 있다.

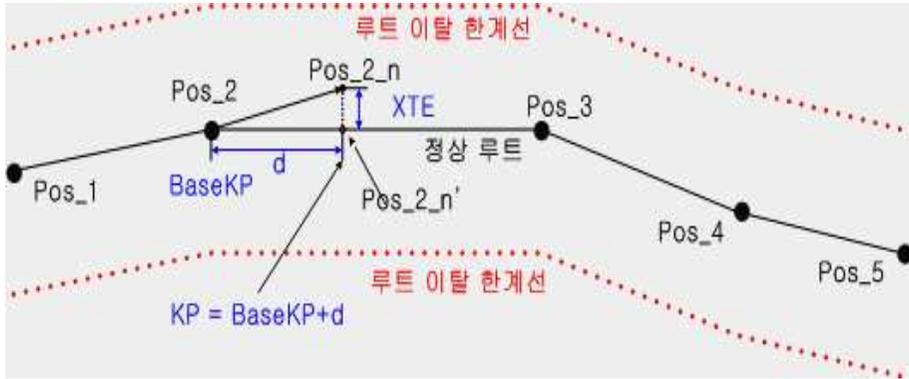
<그림 3-23>에서 중앙실선의 루트에서 Pos_1, Pos_2, Pos_3, Pos_4, Pos_5는 정해진 작업 루트 번호를 지시하며, 작업 선박이 작업을 시작할 때의 기준점이 된다. 점선은 선박이 환경요인에 의해서 XTE를 가지므로 작업을 하는데 있어 최대로 벗어날 수 있는 구간을 표시하고 약 10m 내의 값을 갖는다. 즉 정해진 루트에서 좌우로 10m 이상을 벗어나면 정해진 루트에서 벗어난 것으로 간주하고 작업을 중단하고 다시 실시하여야 한다.



<그림 3-23> 해상 작업의 구성도

<Fig. 3-23> Configuration diagram of sea operation

<그림 3-24>는 해상 작업 시 KP, XTE, 코스 등을 구하기 위해서 <그림 3-23>을 단순화하여 나타내었다. 작업을 Pos_2에서 시작할 때, 이를 해석하기 위해서 몇 가지 사항을 정의한다. 작업 시작 기준점을 Pos_n으로 정의하며, Pos_2에서 작업을 시작함으로써 시작 기준점(Pos_n)은 Pos_2가 된다. 다음 기준점은 Pos_n+1로 정의하며, Pos_n+1은 Pos_3이 된다.



<그림 3-24> 지점들의 단순화
 <Fig. 3-24> Simplification of positions

해상 작업 시 향해하는 실제 선박의 위치를 Pos_n_n으로 정의한다. 즉 시작 기준점(Pos_n = Pos_2)에서 작업을 시작하여 첫 번째 GPS 위치 정보가 가리키는 실제 선박의 위치는 Pos_2_1, 그 다음은 Pos_2_2, Pos_2_3으로 증가를 한다.

<표 3-5> 파라미터의 정의
 <Table 3-5> Definition of parameters

내 용	정 의	설 명
작업 시작 기준점	Pos_n	작업을 시작하는 루트 번호
작업 다음 기준점	Pos_n+1	작업을 실시하는 다음 루트 번호
실제 선박의 위치	Pos_n_n	작업을 시작한 루트에서 향해하고 있는 선박의 임의의 지점
정상 루트 상의 선박 위치	Pos_n_n'	Pos_n_n 지점에서 XTE 만큼 떨어진 루트상의 지점

따라서 임의의 실제 선박의 위치는 Pos_n_n이 된다. 그리고 임의의 실제 선박의 위치인 Pos_n_n 지점에서 XTE만큼 떨어진 Pos_n에서 Pos_n+1 사이의 코스에 있는 지점을 Pos_n_n'로 정의하며, <표 3-5>과 같이 요약할 수 있다. <그림 3-24>는 <그림 3-23>에 대한 KP와 XTE 계산 알고리즘을 나타내고 있다.

구면 위의 호 길이 응용은 지구상의 점들 사이 거리를 근사하는 것으로 대원 거리라고 하였다. 지구상의 위도와 경도가 알려진 두 점 사이의 거리를 근사하기 위해 먼저 각 점을 구면 좌표 값으로 바꾸고 모든 각도를 도에서 라디안으로 바꾸어야 한다. 그리고 라디안과 거리 단위로 쓰인 마일과의 상호관계는 다음 식 (3-1), 식 (3-2), 식 (3-3)과 같다.

$$\angle_{rad} = \frac{\pi}{180} \angle_{deg} , \quad \angle_{deg} = \frac{180}{\pi} \angle_{rad} \quad (3-1)$$

$$distance_{rad} = \frac{\pi}{10800} distance_{nm} \quad (3-2)$$

$$distance_{nm} = \frac{10800}{\pi} distance_{rad} \quad (3-3)$$

두 지점의 좌표 $p_1(lat_1, lon_1)$, $p_2(lat_2, lon_2)$ 사이의 대원 거리(d)는 식 (3-4), 식 (3-5)과 같이 표현할 수 있다. 식 (3-4)은 원거리의 두 지점 사이 거리(d_1), 식 (3-5)은 근거리의 두 지점 사이 거리(d_2)를 구하기 위해서 각각 사용한다. 여기에서 lat_1 , lat_2 는 위도, lon_1 , lon_2 는 경도, d 는 두 지점 사이의 거리를 의미한다.

$$d_1 = \arccos\{ \sin(lat_1)\sin(lat_2) + \cos(lat_1)\cos(lat_2)\cos(lon_1 - lon_2) \} \quad (3-4)$$

$$d_2 = 2 \arcsin((\sin^2((lat_1 - lat_2)/2))$$

$$+ \cos(lat_1) \cos(lat_2) \sin^2((lon_1 - lon_2)/2)^{1/2} \quad (3-5)$$

$p_1(lat_1, lon_1)$ 지점에서 $p_2(lat_2, lon_2)$ 지점으로 향하는 코스는 다음 식 (3-6), 식 (3-7)과 같이 표현할 수 있다. 식 (3-7)은 $\sin(lon_2 - lon_1) < 0$ 일 때 $course_1$, 식 (3-8)은 $\sin(lon_2 - lon_1) \geq 0$ 일 때 $course_2$ 를 적용한다.

$$course_1 = \arccos\left[\frac{\sin(lat_2) - \sin(lat_1) \cos(d)}{\sin(d) \cos(lat_1)}\right] \quad (3-7)$$

$$course_2 = 2\pi - \arccos\left[\frac{\sin(lat_2) - \sin(lat_1) \cos(d)}{\sin(d) \cos(lat_1)}\right] \quad (3-8)$$

또한 $p_1(lat_1, lon_1)$ 지점에서 방향이 'course'이고, 거리는 d 만큼 떨어져 있는 지점 $p_2(lat_2, lon_2)$ 의 좌표는 다음 식 (3-9), 식 (3-10)과 같이 구할 수 있다.

$$lat_2 = \arcsin\{\sin(lat_1) \cos(d) + \cos(lat_1) \sin(d) \cos(course)\} \quad (3-9)$$

$$lon_2 = \text{mod}\left[lon_1 - \arcsin\left(\frac{-\sin(course) \sin(d)}{\cos(lat_1)}\right) + \pi, 2\pi\right] - \pi \quad (3-10)$$

단, $\text{mod}(x, y)$ 는 다음과 같이 정의한다.

$y \geq 0$ 일 때, $\text{mod}(x, y) = x - y \times \text{int}(x/y)$ 이고

$y < 0$ 일 때, $\text{mod}(x, y) = x + y \times \{\text{int}(-x/y) + 1\}$ 이다.

또한 Pos_n 은 A , Pos_{n+1} 은 B 라고 정의하고, 임의의 한 지점 C 를 $p_3(lat_3, lon_3)$ 이라고 할 때, 경로 이탈 거리는 다음 식 (3-11)과 같이 정의할 수 있다. XTE의 양수는 코스의 오른쪽, 음수는 코스의 왼쪽을 의미한다. 단, 식 (3-7) 또는 (3-8)에서와 같이 A 지점에서

B 지점으로의 코스는 $course = crs_{AB}$, A 지점에서 C 지점으로의 코스는 $course = crs_{AC}$,라고 정의하고, 식 (3-4) 또는 식 (3-5)에서와 같이 A 지점에서 C 지점으로의 거리는 $d = distance = dist_{AC}$ 라고 추가 정의한다.

$$XTE = \arcsin\{ \sin(dist_{AC}) \times \sin(crs_{AC} - crs_{AB}) \} \quad (3-11)$$

그리고 KP와 XTE 계산을 위해서는 좌표계를 선택하여야 한다. 현재 우리나라에서 채택하고 있는 지구타원체는 베셀이 정의한 베셀 타원체를 준거타원체로 사용하고 있다. GPS 위성측량에서 사용하고 있는 지구타원체는 WGS-84 타원체로서 이것은 세계를 균일한 정도로 위치를 결정함으로써 군사목적으로 이용할 수 있도록 정의한 타원체이고 베셀과 WGS-84 타원체의 값은 <표 3-8>과 같다.

<표 3-6> 타원체의 비교

<Table 3-6> Comparison of ellipsoid

타원체 명	사용	장반경(km)	단반경(km)	1/편평도
Bessel 1841	한국, 일본, 독일	6377.397	6356.076	299.1528128
WGS-84	GPS	6378.137	6356.752	297.257223563

타원은 여러 방법으로 정의된다. 그러나 측지학적 설명에서는 보통 장반경(a)과 편평률(f)로 정의된다. 따라서 WGS-84의 편평률(f)은 장반경(a)과 단반경(b) 모두에 달려있다. 식 (3-12)은 편평률(f) 계산식이다.

$$f = \frac{(a-b)}{a} \quad (3-12)$$

타원은 또한 타원의 장반경 축과 이심률(e^2 ; Eccentricity)에 의하여 정의된다. 이심률은 식 (3-13)과 같다.

$$e^2 = \left(1 - \frac{b^2}{a^2}\right) = \frac{(a^2 - b^2)}{a^2} = (2f - f^2) \quad (3-13)$$

<그림 3-25>와 <그림 3-26>은 해상작업을 위한 선박의 KP와 XTE에 대한 프로그램 소스로 위의 식에서 제안된 계산 알고리즘을 이용하여 구현하였다.

```
'Greate circle course from A to B at A
If Sin(rLongB - rLongA) < 0 Then
  crsAB = Acn((Sin(rLatB) - Sin(rLatA) * Cos(DistAB)) / (Sin(DistAB) * Cos(rLatA)))
Else
  crsAB = 2 * PI - Acn((Sin(rLatB) - Sin(rLatA) * Cos(DistAB)) / (Sin(DistAB) * Cos(rLatA)))
End If

'get Cross Track Error(XTE)
XTE = Asn(Sin(DistAX) * Sin(crsAX - crsAB))
'MsgBox "XTE " & Format(XTE, "00000.0000000")
If XTE >= 6 Then ' 6.283 Then
  XTE = Asn(Sin(DistAX) * Sin(crsAX - crsAB)) - PI * 2!
End If

Distance Point A to X to convert Km
DistAX = DistAX * 180 * 60 / PI 'Distance convert [radian] to [nm]
DistAX = DistAX * NM 'Distance convert [nm] to [Km]
```

<그림 3-25> 경로이탈오차의 소스코드
 <Fig. 3-25> Source code of XTE(Cross Track Error)

```

'computing the KP
If Order = "ASCENDING" Then
'BaseKP is Kp of Point A 'DistAVX is KP between Point A and VX
KP = BaseKP + Sqr(DistAX ^ 2 - XTE ^ 2) - W 'W is W1 + W2
If NextKP < KP And recordCount > row Then 'when KP over
  Call KP_reset
End If

```

<그림 3-26> 항해누적거리의 소스 코드

<Fig. 3-26> Source code of KP(Kilometers between Positions)

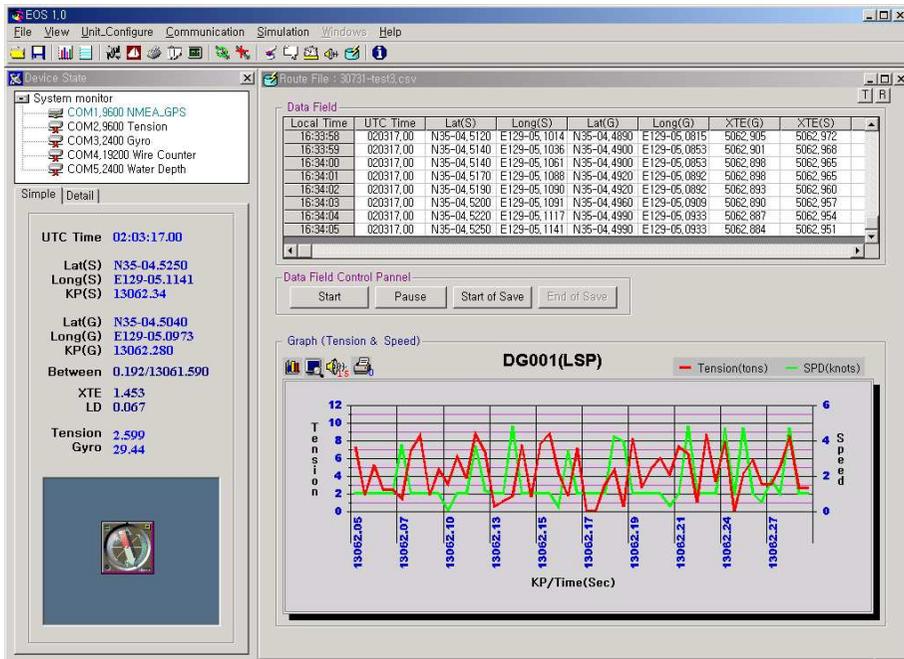
$$KP = BaseKP + \sqrt{distAX^2 - XTE} \pm W \quad (3-14)$$

KP는 작업 루트의 지점과 지점사이에서 선박의 실제 위치에 대해 이동한 구간만큼의 거리를 구해야 하므로 기준점과 선박의 지점간 거리에 따른 선박의 위치는 작업 지점의 이탈 간격의 여부를 판단하여 정확한 루트상의 거리가 구해지는 것이 아니라 식 (3-14)과 같이 XTE만큼의 보정이 된 값이므로 <그림 3-25>의 소스에서 보이는 바와 같이 계산되어야 하며, 현재 선박의 작업 진행 방향에 따른 선체의 GPS 수신기의 위치 및 선미로부터 케이블의 길이 등을 재계산하여 주어야 한다.

제 4 장 시스템의 구현 및 실험

4.1 모니터링 서버의 구현

해상작업 모니터링 시스템의 서버 프로그램의 전체 화면의 모습은 <그림 4-1>에서 확인할 수 있다.

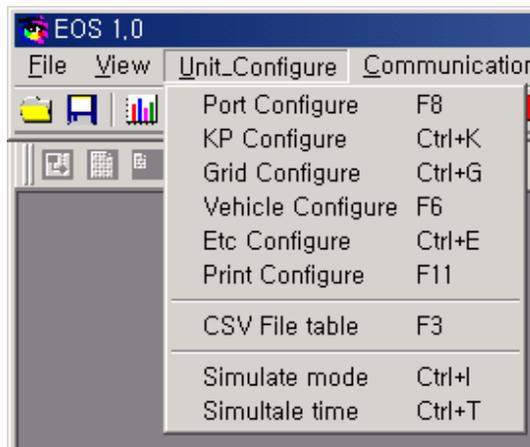


<그림 4-1> 해상작업 모니터링 시스템
 <Fig. 4-1> Sea operation monitoring system

처음 제작할 때 다중문서인터페이스(MDI; Multiple Document Interface) 구조로 메인 폼 안에 좌측 화면의 “Device State” 창과 우측의 “Grid and Chart Graph” 창을 표시하는 구조를 지녔다. 하지만, 실제 해상 작업에서 사용해본 결과 전체를 총괄하는 메뉴 부

분과 나머지 “Device Status” 창, “Grid and Chart” 창, “Vehicle Text” 창, “Navigation Map” 창 등이 분리될 수 있는 단일문서인터페이스(SDI; Single Document Interface) 구조가 편리하다는 것이 증명되어 각 창별로 분리되어 화면의 임의의 위치에 표시될 수 있도록 개선하였다. 또한, 윈도우를 복제하여 여러 개의 동일한 창을 띄울 수 있도록 하여 듀얼 모니터를 이용한 시스템의 가동 시 사용의 효과를 높일 수 있었다.

<그림 4-1>의 “Grid Frame”과 “Graph Frame”은 두 개의 창으로 분리할 경우 중복처리 되는 정보인 KP, 장력, 속도의 정보를 공유하는데 어려움이 있어 실제로는 하나의 창 위에 구현을 하고 오른쪽 상단에 토글 버튼(☐)을 두어 클릭시마다 그리드 창, 그래프 창, 그리드와 그래프 창으로 표시될 수 있도록 창 객체의 복제를 통한 여러 개의 윈도우가 사용될 수 있도록 설계하였다.

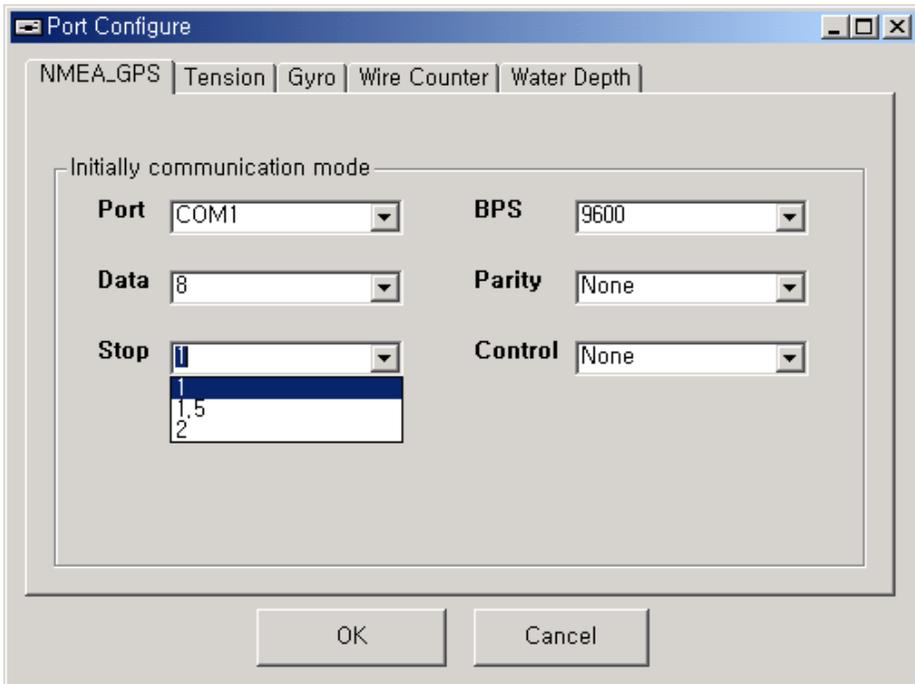


<그림 4-2> 장치 설정 메뉴

<Fig. 4-2> Unit configure menu

모니터링 시스템의 모니터링 서버 프로그램이 동작하면 기본적으로

로 설정할 수 있는 모든 환경은 사전에 설정되어야 한다. 다만, 설정된 정보는 변경이 있기 전까지는 계속 상태 값을 유지함으로써 유저 인터페이스 기능을 향상시켰다. 초기 설정을 수행해야 할 기능들은 주화면의 메뉴 중에 “Unit_ Configure”로 <그림 4-5>와 같이 부메뉴로는 “Port Configure”, “KP Configure”, “Grid Configure”, “Vehicle Configure”, “Etc Configure”, “Print Configure”가 있다.

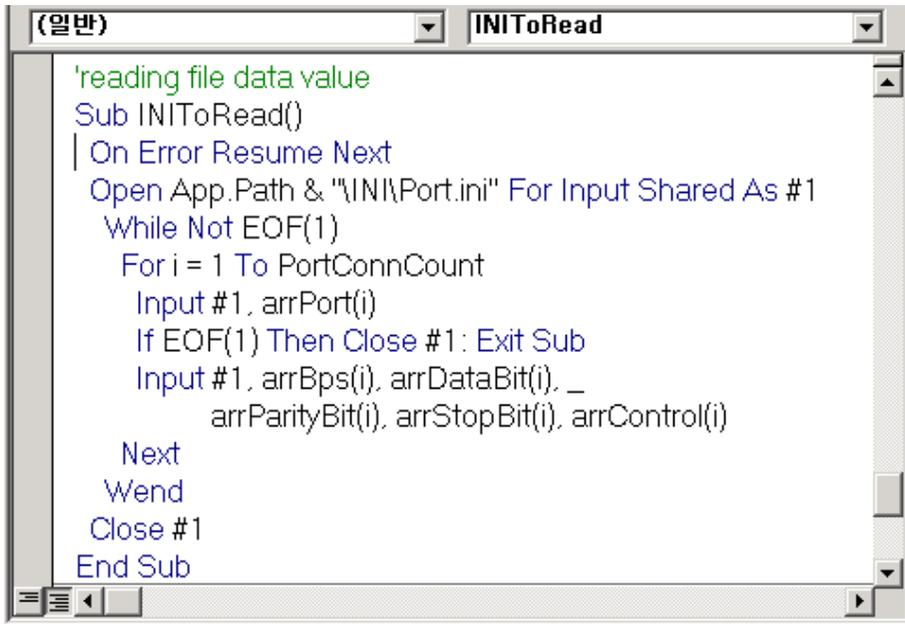


<그림 4-3> 포트 설정창

<Fig. 4-3> Port configure window

먼저 RS-232C 시리얼 포트로부터 연결된 입력 장치에서 데이터를 수신하기 위하여 각 장비에 맞게 통신 환경을 설정하여야 한다. <그림 4-3>의 포트 설정 창에는 위치정보(NMEA_GPS), 장력 값 (Tension), 자이로콤파스(Gyro), 케이블의 길이(Wire Counter), 수심

(Water Depth)을 측정하는 장비가 설정되어 있다.



```
'reading file data value
Sub INIToRead()
| On Error Resume Next
Open App.Path & "\INI\Port.ini" For Input Shared As #1
While Not EOF(1)
  For i = 1 To PortConnCount
    Input #1, arrPort(i)
    If EOF(1) Then Close #1: Exit Sub
    Input #1, arrBps(i), arrDataBit(i), _
      arrParityBit(i), arrStopBit(i), arrControl(i)
  Next
Wend
Close #1
End Sub
```

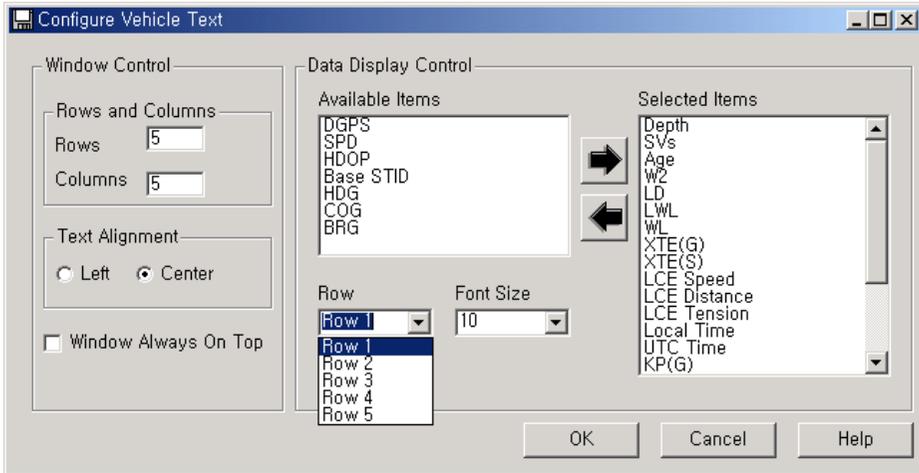
<그림 4-4> 포트 정보 읽기 루틴

<Fig. 4-4> Reading Routine from port information

<그림 4-4>의 포트 정보 읽기 루틴처럼 설정된 장비의 종류별 설정값들을 배열 처리하여 파일로 저장한 후 최초 프로그램을 실행할 때 읽어 들이는 루틴이다. 초기화 파일과 관련하여 저장된 디렉터리는 현 위치인 App.path() 경로의 서브디렉터리인 “\INI”이며, 포트 정보는 “Port.ini” 파일에 들어있다. 이들 장비는 멀티포트를 통하여 연결되어 있으므로 각 장비의 특성에 맞게 포트번호, 접속속도, 데이터비트, 정지비트, 패리티 비트, 흐름제어 등의 통신 환경을 변경하여야 한다.

<그림 4-5>의 매개 텍스트 창은 “Grid Matrix”를 통하여 출력되는 정보가 스크롤 되면서 표시되므로 잘 알아보기가 힘들다. 입력

및 가공된 정보 중에서 원하는 항목을 직접적으로 화면에 나타내고자 할 때 사용할 수 있는 표시창의 항목에 대한 설정을 할 수 있다.



<그림 4-5> 매개 텍스트 창 구성

<Fig. 4-5> Configure of vehicle text window

<그림 4-6>의 매개 텍스트 창은 <그림 4-5>의 설정 창에서 지정한 줄수와 칸수에 따라 격자형의 매트릭스가 나뉘어 지며 해당 매트릭스에는 실시간으로 입력되는 정보 및 가공된 최신 정보로 갱신되면서 표시가 된다.

Depth	SVs 5	Age 0	W2 0,037	LD 0,067
LWL	WL	XTE(G) 5062,884	XTE(S) 5062,951	LCE Speed
LCE Distance	LCE Tension	Local Time 16:34:05	UTC Time 020317,00	KP(G) 13062,280
KP(S) 13062,35	Lat(G) N35-04.5040	Long(G) E129-05.0973	Lat(S) N35-04.5250	Long(S) E129-05.1141
Tension 2,599	Wire Out Length			

<그림 4-6> 매개 텍스트 창

<Fig. 4-6> Vehicle text window

이 창은 여러 개의 복제 창을 만들 수 있으므로 환경 설정 창에서 가로×세로 규격에 맞게 매개 텍스트 창을 변경하면서 창을 생성하면 서로 다른 필드를 포함하는 매개 텍스트 창을 만들 수 있다.

<그림 4-6>의 매개 텍스트 창처럼 그리드 컨트롤에 지정한 크기의 줄 수, 칸 수를 그린 후 해당 셀 위치에 실시간으로 구해진 표시 정보를 출력하기 위하여 <그림 4-7>의 매개 텍스트 처리 루틴처럼 getTable() 함수를 선언하여 일치되는 배열의 값 위치의 실제 결과를 그리드의 셀에 나타낸다.

```

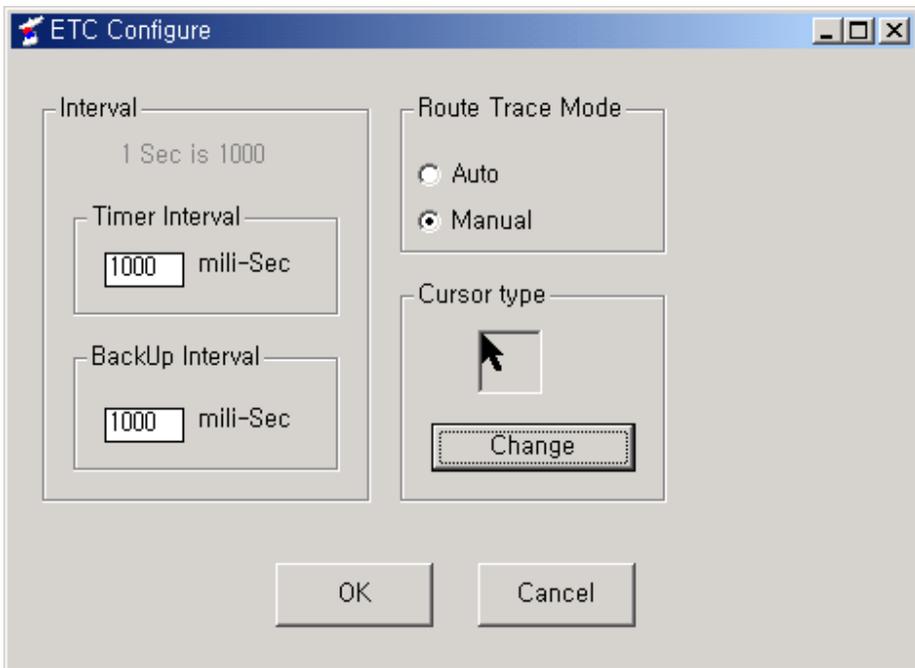
Timer1
Timer
For i = 0 To G_ROWS - 1
  For j = 0 To G_COLS - 1
    'Compare Table
    If sbl(i, j) = "" Then Exit For
    For k = 1 To CP_TABLE_COUNT
      If CP_TABLE(k, 2) = sbl(i, j) Then
        Result = getTable(sbl(i, j))
        Exit For
      End If
    Next
    FGrid.col = j
    FGrid.row = i
    FGrid.Text = Result
  Next
Next
  
```

<그림 4-7> 매개 텍스트의 처리 루틴
 <Fig. 4-7> Process routine of vehicle text

기타 설정과 관련하여 <그림 4-8>의 “ETC Configure” 창의 설정 값을 변경할 수 있다. 첫 번째 기능은 “Interval”로 저장 시간의 간격을 지정할 수 있는데 “Milli-Second”의 단위는 1000분의 1초로 동

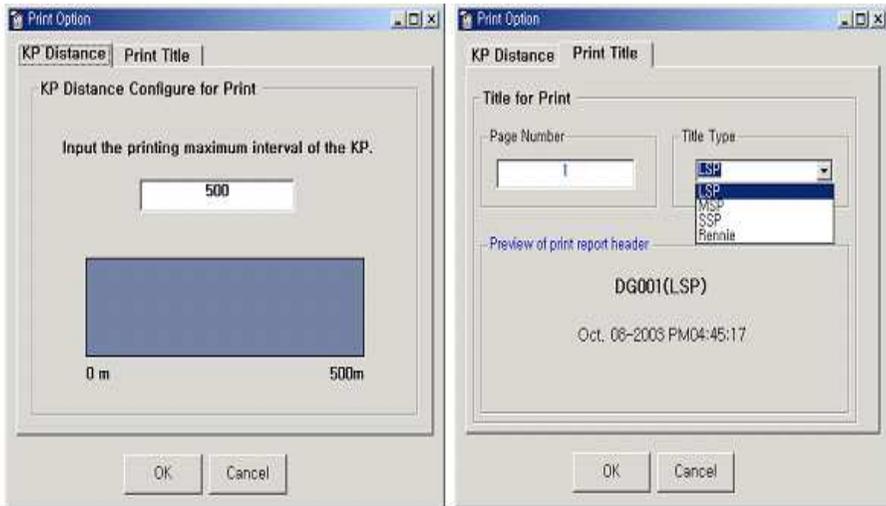
작함을 알 수 있다. 기본적인 자료처리의 시간조절은 “Timer” 객체의 “Interval” 속성의 값을 변경하여 지정할 수 있으며, “Backup Interval”의 값을 변경하여 지정하면 지정된 시간 간격으로 백업이 이루어지게 된다.

“Route Trace Mode”는 자동 기능과 수동 기능으로 구분할 수 있다. 자동기능의 경우 “KP Configure”의 선택이 자유롭게 이루어지며, 수동기능의 지정은 항상 처음 동작 시 기본적인 루트 파일 등을 읽어 와서 처리속도를 빠르게 해준다. 또한, 커서 타입에서 “Change” 버튼을 눌러 변경하면 계속 마우스의 아이콘 모양을 변경할 수 있다.



<그림 4-8> 기타 설정 창
 <그림 4-8> Configure of ETC's window

<그림 4-9>는 프린터로 인쇄를 하기 위한 설정들이다. KP는 종이로 인쇄를 할 때 작업 구간의 길이를 KP로 하여 지정한 작업 구간의 길이를 만족했을 때 그때까지의 KP의 진행 대비 선박의 속도 값과 장력 값을 지정한 프린터로 인쇄한다. 인쇄는 <그림 4-10>처럼 인쇄용지 상단의 제목 부분에 대하여 선택한 “PageNumber”, “TitleType”, “KPdistance” 의 필드를 결합한 “lblTitleString”처럼 헤더부분의 “DG”와 세 자리 페이지번호, “TitleType”에 해당하는 LSP, MSP 의 값으로 이루어져 있다.



<그림 4-9> 프린트 옵션의 KP 거리 및 인쇄 제목
 <Fig. 4-9> KP distance and print title of print option

<그림 4-9>의 프린트 옵션 창에서는 프린트 제목에 대한 탭 스트립의 항목인 “Page Number”와 “Title Type”을 볼 수 있다. 이곳에서 입력하거나 선택할 경우 하단의 “Preview of print report header”와 같이 미리보기를 통하여 지정한 내용이 제대로 설정되었는지를 한 눈에 확인해 볼 수 있다.

```

'== INI File Reading =='
StrTemp = String$(100, " ")
Temp = GetPrivateProfileString("PrintOption", "PageNumber", "1", _
    StrTemp, 100, App.Path & "\INI\EOS.INI")
Num = val(StrTemp)

StrTemp = String$(100, " ")
Temp = GetPrivateProfileString("PrintOption", "TitleType", "LSP", _
    StrTemp, 4, App.Path & "\INI\EOS.INI")
tit = Left(StrTemp, 3)

StrTemp = String$(100, " ")
Temp = GetPrivateProfileString("PrintOption", "KPdistance", "500", _
    StrTemp, 100, App.Path & "\INI\EOS.INI")
KPmc = val(StrTemp)

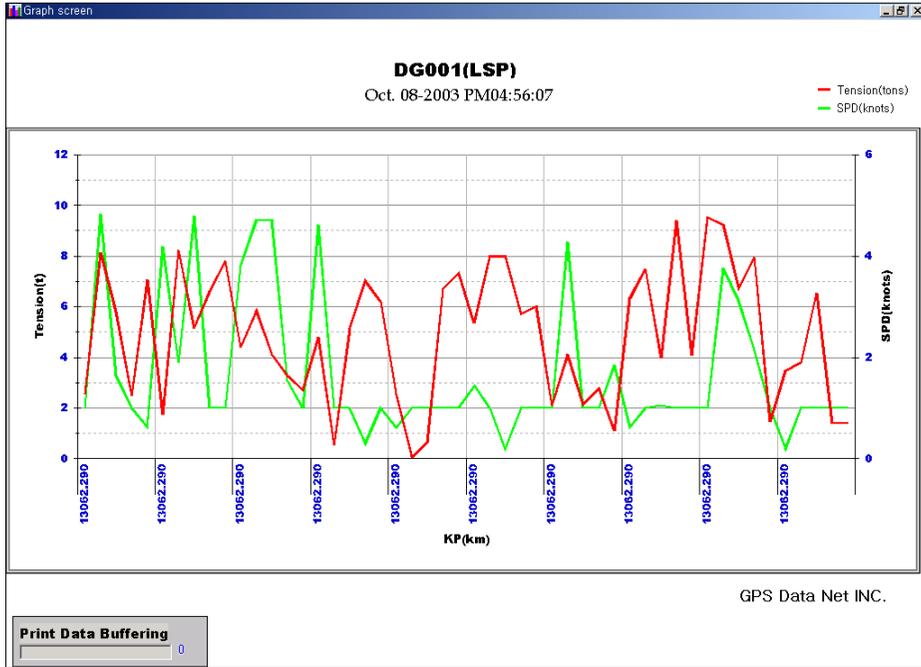
lblTitleString = "DG" & Format(Num, "000") & "(" & tit & ")"

'All Save Timer
BackupTimer = GetSetting(AppName, "EOS", "BackupTimer", 1000)
allSAVETimer.Interval = BackupTimer

```

<그림 4-10> 인쇄용지의 타이틀 생성
 <Fig. 4-10> Title creation of print paper

프린터로 출력하기 전 화면을 통한 인쇄 내용을 실시간 시뮬레이션해주면서 지정된 설정값에 도달 시 프린터로 인쇄해주는 기능이 <그림 4-11>과 같다. 이때 출력되는 정보가 설정된 KP의 길이에 도달되었는지를 백분율(%)로 표시하여주는 “Print Data Buffering” 기능이 있으며, KP 대비 선박의 속도와 장력 정보를 실시간 그래프로 출력한다. 프린터의 용지는 기본값으로 A4용지로 설정되어 있으며, 현재까지 용지의 규격에 따른 출력 형식은 단일규격이다.



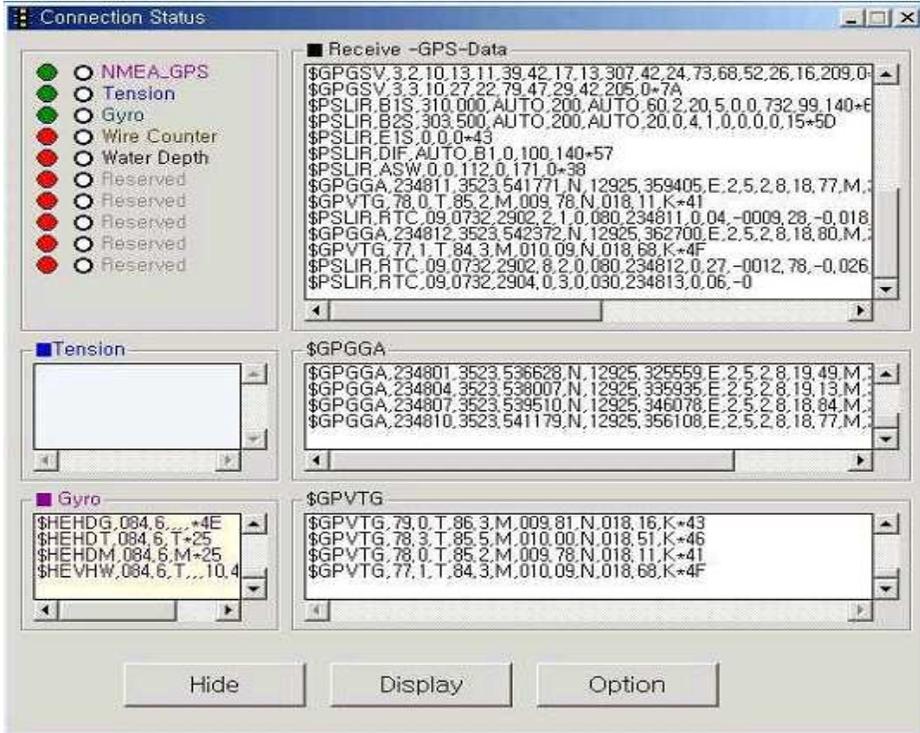
<그림 4-11> 프린터 출력 전의 실시간 미리보기 화면
 <Fig. 4-11> Real-time preview window before output printer

해상 작업 모니터링 시스템의 주요 기능 중 장력 값이 작업의 정상 수치를 초과하는 경우 경보음을 발생하는 부분으로 설정 창에서는 임의로 설정값을 변경 및 적용할 수 있다. 경보음과 관련한 값의 범위는 0에서 15까지로 지정한 값을 초과하여 경과되는 상황이 발생하면 스피커를 통하여 경보음을 발생한다.

특히, 케이블의 해저 매설시 선박의 속도가 급격히 빨라지는 경우 및 와이어의 정상적인 방출이 되지 않을 경우 케이블이 끊길 수가 있기 때문에 지정한 장력 값을 경보 발생의 기준값으로 설정하여 사용한다.

입력 장비에 대한 기본값을 설정한 후 “Connect” 버튼을 눌러 연결을 시도하면 <그림 4-12>와 같이 GPS의 위치정보와 장력계의

장력 값, 마그네틱 자이로컴파스의 heading 값이 RS-232C 시리얼 포트를 통하여 입력된다.



<그림 4-12> GPS 및 장력계, 자이로컴파스의 입력

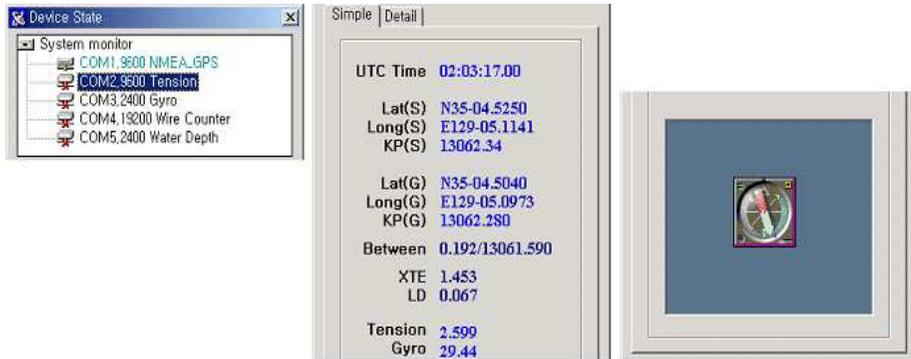
<Fig. 4-12> Input data from GPS and tension, gyrocompass

<그림 4-12>의 화면은 N35.23(위도), E129.25(경도)의 좌표계에서 실제로 측정된 데이터의 입력 정보이며, NMEA-0813 포맷 중에서 \$GPGGA와 \$GPVTG의 두 가지 신호 정보를 파싱하여 아래에 필터링한다.

또한, 자이로컴파스 장비의 경우 마그네틱 원반형으로 선수(船首)의 방향에 대한 각도 값을 받아들인다. 각도 값은 북쪽의 시작점이 0도이고, 동쪽은 90도, 남쪽은 180도, 서쪽은 270도이다.

<그림 4-13>의 “Device State”의 오른쪽 이미지는 선박의 나침반

(방위각) 정보를 보여주고 있다. 왼쪽 이미지는 현재 시스템에 연결되어 있는 각 입력 장비들의 접속 여부를 보여준다.



<그림 4-13> 장치 상태 창의 3개 부분
 <Fig. 4-13> Three part of device state window

가운데 이미지는 GPS로부터 입력된 정보를 파싱하여 유효정보를 실시간 출력하며, 내부적 계산 처리 과정의 결과치인 KP(G), Between, XTE, LD 등으로 구성된다.

Pos No.	Lat(*)	Lat(Min)	Lat(N/S)	Long(*)	Long(Min)	Long(E/W)	A/C	Bearing*T	(-P,+S)	Depth	Leg Dist(Km)
1	35	4.446	N	129	5.038	E	ac	57.93		35	0.301
2	35	4.532	N	129	5.206	E	ac	56.3		45	0.193
3	35	4.59	N	129	5.312	E	ac	58.47		48	0.192
4	35	4.644	N	129	5.42	E	ac			45	

<그림 4-14> CSV 파일의 내용
 <Fig. 4-14> Contents of CSV files

실제 해상작업이 이루어지려면 작업 구간에 대한 루트 파일이 필요하다. 이들 파일의 내용은 Excel과 호환성을 유지하기 위하여 CSV(Common Separated Value) 형식의 파일을 사용하며, 내용은 Text 형식을 가진다.

해상 작업 구간이 4개의 루트인 <그림 4-14>의 실제 구조는 <표 4-1>의 동해 가스공사 작업루트 파일을 보면 사용되는 필드로 작업 루트번호(Pos No), 이벤트(Event), 위도(Latitude), 경도(Longitude), 수심(Depth), 방위각(Bearing(° T)), 위치간 거리(Distance (km) Between Positions), 선박의 누적 KP(Cumulative Total), 느슨한 정도(Slack %), 케이블의 길이(Cable Distance (km) Between Positions), 케이블의 누적 KP(Cumulative Total), 케이블의 종류(Cable Type)의 항목이 있다.

<표 4-1> 동해 가스공사 작업 루트 파일(1선 A라인)

<Table 4-1> Route file from gas work of East Sea (1A line)

Pos No	Event	Latitude	Longitude	Depth	Bearing °T	e (km) Between	ve Total	Slack %	Cable Distance (km) Between Pos.	Cumulative Total	Cable Type
1	통제소			0							
2	NEW LP	37° 30.238' N	129° 08.121' E	0		0.2	0.2	0	0.2	0.2	DA
					124.8	1.387		2	1.415		DA
3	AC00	37° 29.810' N	129° 08.894' E	13			1.587			1.615	
					157.9	0.286		2	0.291		DA
4	AC01	37° 29.667' N	129° 08.967' E	15			1.873			1.906	
					132.7	0.502		2	0.512		DA
5	AC02	37° 29.483' N	129° 09.217' E	15			2.374			2.418	
					111.3	0.422		2	0.431		DA
6	AC04	37° 29.400' N	129° 09.484' E	19			2.797			2.849	
					116.7	0.411		2	0.419		DA
7	AC2B1	37° 29.300' N	129° 09.733' E	21			3.208			3.268	

선박의 작업 루트 파일에 따른 그래프를 출력하는 <그림 4-15>의 “Navigation map” 창을 보면 현재 지정된 루트파일의 작업 경로를 표현하고, 구간별 노드마다 작업 루트 번호, 구간 KP, 위도/경도 등으로 선택하여 표시해준다.

4.2 모니터링 클라이언트의 구현

무선랜을 통하여 ENC의 이미지 정보, GRID 데이터, GRAPH의 장력 값과 속도 값의 표현을 위한 이미지 정보, GPS의 위치정보, HDG의 선체 방향에 대한 데이터 정보 그리고 서버 측과 클라이언트 측의 원활한 의사소통을 위한 펜 마우스의 필기체 전송 기능이 있다.

<그림 4-16>의 로고화면이 뜨는 동안 PDA에 설치된 모니터링 클라이언트 프로그램은 ENC의 이미지 정보를 전송 받아 <그림 4-16>의 오른쪽과 같이 화면에 표시한다.

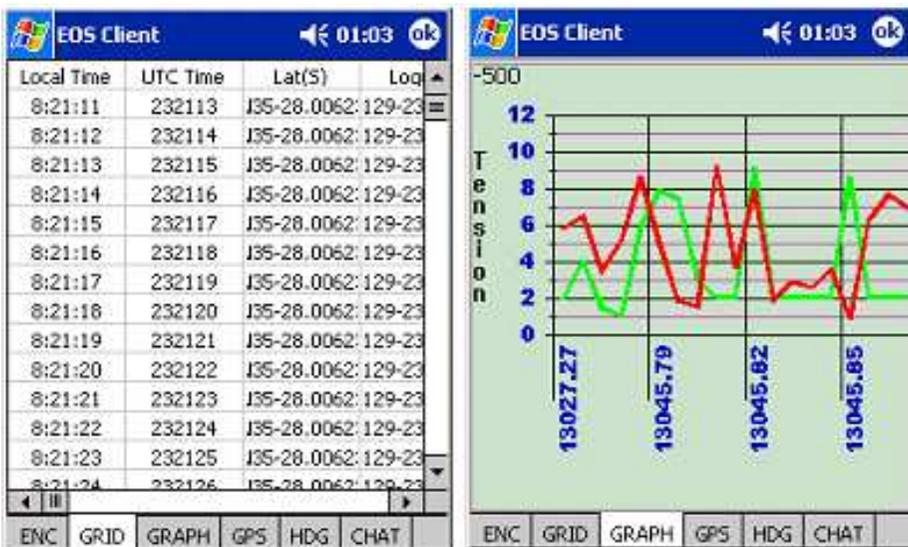


<그림 4-16> PDA 환경의 클라이언트 로고 및 ENC 화면
<Fig. 4-16> Client logo and ENC screen based on the PDA

클라이언트 프로그램의 주 메뉴는 하단에 ENC, GRID, GRAPH, GPS, HDG, CHAT로 나눌 수 있다. <그림 4-16>과 같이 출력되

는 ENC 화면은 다른 위치의 ENC로 갱신하기 위하여 위도와 경도 값을 입력할 수 있다. 현재까지 개발된 상태에서는 ENC에서의 자유로운 화면의 이동이나 확대, 축소의 기능보다는 실제 해상 작업이 이루어질 때 현재 위치에 대한 정보가 제일 중요하기 때문에 현재 위치 정보에 대한 ENC의 이미지정보만을 전송하도록 되어 있다.

<그림 4-17>의 “GRID” 화면은 모니터링 서버 측으로부터 전송되어 온 실시간 데이터를 GRID 컨트롤에 직접적으로 출력함으로써 모니터링 서버에서 얻어진 다양한 정보를 확인할 수 있다. 그리드의 출력 창은 다양한 필드로 구성되어 있으며 좌측의 “Available data”의 목록 중에서 실제 그리드에서 사용할 목록을 추가 또는 삭제 버튼을 이용하여 “Selected data”의 리스트 상자에 추가 또는 삭제를 할 수 있다.

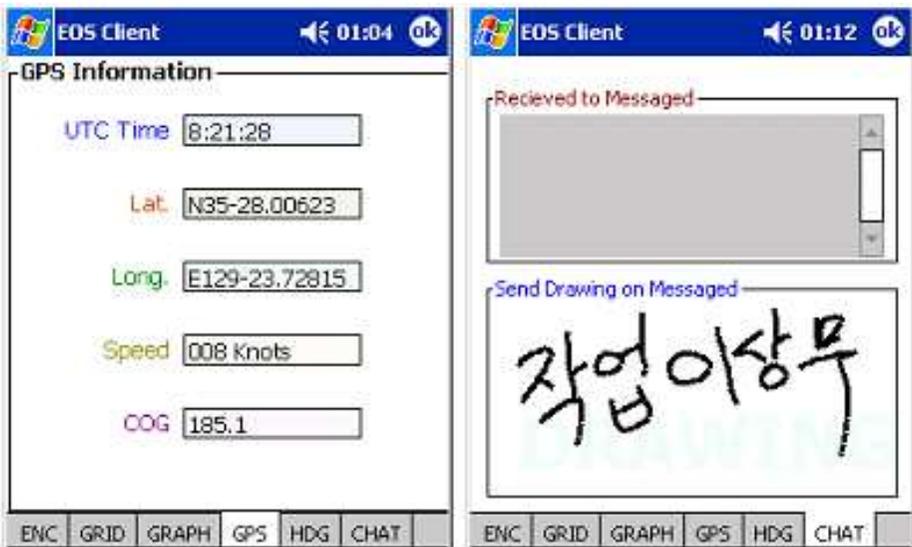


<그림 4-17> 클라이언트의 GRID와 GRAPH 화면

<Fig. 4-17> GRAPH and GRID screen of client

현재까지 입력되는 정보 중에서 화면에 표시 및 파일 시스템이나 데이터베이스로 저장하고자 하는 모든 정보 필드를 다룬다. 추가적인 장비가 있을 경우 해당 장비로부터 입력되는 정보를 처리하기 위해서는 차후 소스를 수정하여 항목을 추가해 주어야 한다.

<그림 4-17>의 오른쪽 GRAPH 화면은 모니터링 서버에서 계산되어지고 표시되어진 데이터 이미지를 전송받아 그대로 화면에 출력해준다. 문제점으로 지적되는 것은 이미지 정보를 전송함으로써 실시간적으로 갱신이 어렵다는 점이다. 차후 임베디드 윈도우 CE에서 직접 구현되어 단순한 데이터 정보만을 수신하도록 해야 실시간적으로 처리가 가능하다.



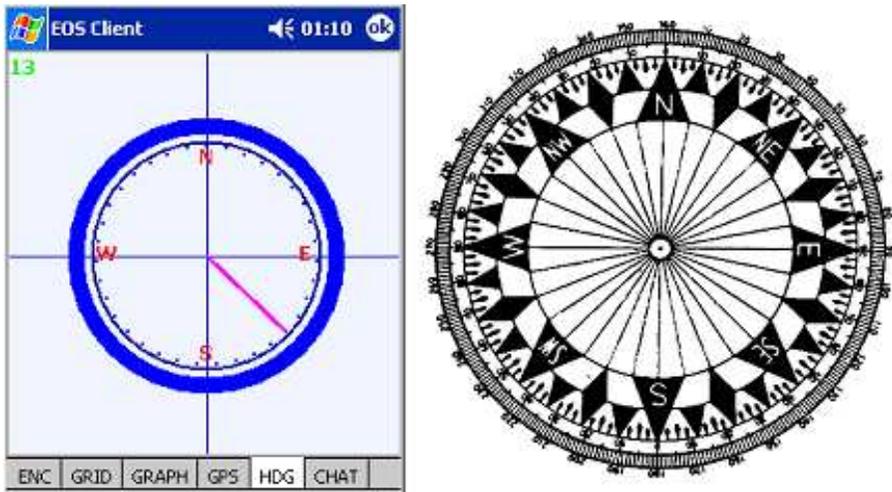
<그림 4-18> 클라이언트의 GPS, CHAT 화면

<Fig. 4-18> GPS and CHAT screen of client

선박의 속도와 장력의 변화를 그래프화하여 이미지 정보를 전송하여 표시하고 좌, 우 스크롤 기능을 지원하여 PDA 화면의 좌측 부분

과 우측 부분을 클릭 했을 때 전송받은 이미지 파일을 횡 스크롤 시킬 수 있다.

<그림 4-18>의 GPS 화면은 모니터링 서버 측의 위치정보를 표시한 것이다. 클라이언트 입장에서 해상에서의 작업을 할 때 자신의 위치에 대한 정보보다도 선체의 중심점을 기준으로 한 위치정보가 더 유용하다.



<그림 4-19> 클라이언트의 HDG와 자이로컴파스의 방위표
 <Fig. 4-19> Compass table of gyrocompass and HDG of client

그러나 PDA 환경에서 이동이 간편한 GPS 수신기를 부착하여 클라이언트 자신의 위치정보를 구할 수 있게 개선된다면 지금의 GPS 화면 정보의 부메뉴로 모니터링 서버의 위치정보와 모니터링 클라이언트의 위치정보를 제각기 독립적으로 표시되도록 하는 것이 바람직하다. 또한, 모니터링 서버 측에서는 이러한 모니터링 클라이언트 측의 위치정보를 수집하여 클라이언트에 속하는 PDA가 어디에 위치하는지를 한 눈에 파악할 수 있는 모니터링 화면을 설계할 수 있을 것이다. 서버 측과 클라이언트 측은 양방향으로 메시지를

전송할 수 있기 때문에 서버 측에서는 전달하고자 하는 내용을 키보드를 이용하여 전달하고, 클라이언트측은 <그림 4-18>의 CHAT 처럼 스크린의 스타일러스 펜을 이용한 필기체의 메시지를 처리한다.

차 후 연구과제로 음성을 실시간으로 전송하는 기능을 구현한다면 이렇게 키보드나 스타일러스 펜으로 메시지를 전송하는 단점을 보완할 수 있을 것이다.

<그림 4-19>의 HDG 화면은 선체의 방향인 동, 서, 남, 북의 나침반을 보여주는 것으로 <그림 4-19>의 자이로콤파스는 입력되는 센서 값이 0도에서 360도까지의 코스 정보를 나타내며, 이를 이용하여 선체가 어느 방향으로 향하고 있는지를 확인해 볼 수 있다.

제 5 장 결 론

최근 들어, 중대형 이상의 선박에서는 전자해도 표시 시스템이 필수 장비로서 사용되고 있으며, 선박 내 자동화 시스템과 관련하여 전자해도를 기반으로 하는 소프트웨어 및 장비가 일반화되고 있는 추세이다. 특히, 선박 내 작업이 휴대가 간편한 PDA 단말기를 적용한 무선 환경이라면 해상에서의 작업은 보다 효율적이며 정밀성과 신뢰성이 필요한 경우라면 더더욱 필수적일 수밖에 없다.

본 논문에서는 이러한 조건을 충족시킬 수 있는 전자해도 기반의 해상 작업 모니터링 시스템을 설계하고 구현하였으며, 해상 작업 모니터링 서버의 구현에 대해서는 제 3 장과 제 4 장에서 언급하였다. 또한, 작업 루트의 위치 계산 및 KP 계산 알고리즘과 XTE 계산 알고리즘을 구현하고 실험하였다.

실제 작업 현장에서 실험한 결과를 볼 때, 선박의 속력에 대한 다양한 알고리즘을 사용함에도 불구하고 파도와 바람 등의 영향에 의한 선체의 흔들림으로 GPS 정보에 대한 보정 알고리즘이 필요하다는 것을 알 수 있었다. XTE의 경우 보정의 한계치를 선체의 중심축으로 하여 계산할 경우 실제 선미(船尾)의 케이블 길이와 루트 상에 놓여지는 선박의 방향 등이 결정적인 오차 값으로 작용하였으며, 이러한 문제점에 대하여 보다 정밀한 측위 방법의 연구와 계산 기법의 고안이 필요하였다.

향후 연구 계획으로는 이러한 기존 알고리즘의 문제점들을 해결하고자 제시되는 새로운 대안책을 모색하고, 정밀 측위를 위한 칼만 필터 알고리즘의 적용과 XTE를 최소화할 수 있는 새로운 방법론의 제안을 통해, KP의 계산 결과에 대한 신뢰성 있는 개선책에 대하여 연구하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] 김옥수, 진준호, “전자해도·ECDIS의 기술 개발 동향”, 한국박용기관학회지 통권 89호, 2001. 1월호.
- [2] 풍한 인터네이셔널(주), “ECDIS 사용자 인터페이스 및 ECDIS 표시 정보에 관한 제안서”, 1996.
- [3] 국립해양조사원, “전자해도 보기(ENC Viewer) 사용자 매뉴얼”, 2001. 12.
- [4] 한국기계연구원, “선박항해용 전자해도시스템 기술개발에 관한 연구 최종보고서”, 1999. 2.
- [5] 한국해양개발(주), “항해도서지의 일반지식”, 1995. 8.
- [6] IHO, “IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic data Edition 3.0”, Special Publication No.57, November 1996.
- [7] IHO, “Specification for Chart Content and Display Aspects of ECDIS”, Special Publication No.52, 1996.
- [8] IMO, “IMO Performance Standard for ECDIS”, 1995.
- [9] 이태오, 정성훈, 임재홍, “해저광케이블 작업을 위한 모니터링 시스템의 설계 및 구현”, 한국해양정보통신학회 2002 춘계종합학술대회 논문집, 제 6 권, 제 1 호, pp.205-208, 2002. 5.
- [10] 광재하, 김천곤, “GPS 위성측량의 이해”, 부산정보대학 출판부, pp.105-115, 1999. 8.
- [11] 이형철, “항해안전에 관한 SOLAS 협약 제5장의 개정에 대한 소개”, 한국선급 정부대행검사부, 2000. 11.
- [12] 임재홍, 김시화, 이희용, 김창수, 정성훈, “선박운항용 전자해도 표시시스템 소프트웨어 개발”, 중간연구보고서, 한국해양대학교 산업기술연구소, 2003. 8.

- [13] 조동섭, 한정현 공역, 컴퓨터 그래픽스, 홍릉과학, 1998. 3.
- [14] 정성훈, 이태오, 임재홍, “PDA 환경에서 RTK-GPS보정 데이터 전송 에이전트 설계 및 구현”, 한국정보처리학회 2002 춘계학술발표 논문집, 제 9 권, 제 1 호, pp.1273-1276, 2002. 4.
- [15] NMEA0183 Version 2.00, “STANDARD FOR INTERFACING MARINE ELECTRONIC DEVICES”.
- [16] 남기범, “about Pocket PC 2002 Programming”, 영진닷컴, 2002. 6.
- [17] 심준호, “데이터베이스 이론과 실전사이 Oracle 9i 중심”, 이한출판사, 2002. 12.
- [18] DIE GPS-HOMEPAGE VON KLAUS H. HIRSCHMANN, “<http://www.kh-gps.de/nmea-faq.htm>”, Oktober, 2003.
- [19] 정보 조사 분석팀, “무선통신, GPS 기술/시장 보고서”, 한국전자통신연구원, 2000. 11.
- [20] 이공명, “기초에서 실무개발자로 Oracle 프로젝트 실무”, 구민출판사, 2003. 1.
- [21] 주경민, 박성완, 김민호, “Visual Basic Programming Bible Ver. 6.x”, 영진출판사, 1999. 11.
- [22] 정일홍, 이경휘, “단계별 실습으로 배우는 Visual C++ 6.0”, 생능출판사, 2002. 8.
- [23] www.vbbank.net 멤버, “비베뱅크 고수들이 만든 비주얼 베이직 실전 노하우”, 동일출판사, 2003. 3.
- [24] 고재관, “Mobile PDA Programming”, 삼각형프레스, 2002. 3.
- [25] Kyle Loudon, “Mastering Algorithm with C”, Published by HANBIT Media, Inc., 2001. 9.
- [26] 국립해양조사원 홈페이지, <http://www.nori.go.kr/kr/index.html>
- [27] 원격탐사 홈페이지, <http://www.remotesensing.org/gdal>

감 사 의 글

배움의 길은 끝이 없고, 또 하나의 단계를 밟아가면서 부족함을 채우려 애를 썼던 지난 시간들이 주마등처럼 스쳐 지나갑니다. 지금까지 많은 분들의 관심과 가르침이 있었기에 결실을 맺을 수 있었습니다. 항상 그 분들의 은혜를 잊지 않고 살아가며 저 또한 그 관심과 가르침을 널리 펼칠 수 있도록 노력하겠습니다.

본 논문을 연구하기까지 부족한 저에게 많은 격려와 관심을 아끼지 않으셨던 임재홍 지도교수님과 논문이 완성되기까지 세심한 관심과 질책으로 올바른 논문이 되도록 지도해주신 김기문 교수님 그리고 이상배 교수님께 진심으로 감사드립니다.

아울러, 대학원 생활에 많은 도움을 준 네트워크 연구실의 여러 동문들께 고마움을 전합니다. 논문을 완성하기까지 자료 수집과 프로그램 테스트를 위하여 멀리 거제도에 정박한 “세계로”호에서 비바람을 맞아가면서 밤을 지새웠던 지피에스테이타넷(주)의 김천곤 사장님께 머리 숙여 감사드립니다.

항상 부족하지만 늦은 나이에 공부하는 아들을 위하여 아낌없는 성원과 기도로 보살펴주신 어머니와 형제들에게 감사를 드리며, 사랑으로 이해하고 지켜보면서 언제나 든든한 후원자가 되어준 아내 양정숙에게 고맙다고 사랑한다고 전하고 싶습니다.

아버지를 자랑스러워하는 딸 다희와 힘들 때마다 서툰 글씨로 “아빠 힘내세요. 사랑해요.”라고 편지를 보내는 아들 다훈이에게 사랑한다는 말을 전합니다.

마지막으로, 이 세상에 계시지 않지만 살아오는 동안 고난과 역경 속에서도 저의 방패가 되어 주시고, 삶의 나침반이 되어주신 아버지께 이 논문을 바칩니다.