

전자해도 기반의 해상작업 모니터링 시스템 설계 및 구현

정성훈* · 임재홍**

*한국해양대학교 대학원, **한국해양대학교 전파·정보통신공학부 부교수

Design and Implementation of Sea Operation Monitoring System based on ENC

Sung-Hun Jung* · Jae-Hong Yim**

*Graduate school of National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

**Division of Radio and Information Communication Engineering, National Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

요 약 : 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 사용되는 선박 자동화를 위한 모니터링 시스템이다. 다양한 센서로부터의 입력과 환경 설정을 통해 얻어진 데이터를 가공 처리하고, 전자해도 데이터를 읽어 GPS의 위치정보와 함께 나타낸다. 또한, 작업과 관련한 루트파일의 정보를 오버레이해서 관련 데이터를 처리하며, 무선 네트워크 환경으로 구축된 무선접속장치(AP; Access Point)와 클라이언트 측의 휴대용 개인정보단말기(PDA; Personal Digital Assistants)를 무선 랜으로 연동시켜 실시간으로 정보를 처리하도록 하며, 유효 반경 내에서의 자유로운 이동을 가능하게해서 작업의 효율성을 높일 수 있다. 본 연구는 이러한 상황 하에서 해상작업과 관련한 모니터링 시스템을 임베디드 환경에서 설계 및 구현함으로써 선박 자동화와 선박의 안전 항해를 지원하고 해상에서의 작업 부하를 최소화시키며 사고 방지를 통한 선박의 경쟁력을 높일 수 있다.

핵심용어 : 임베디드, 전자해도, 전자해도표시시스템, 모니터링 시스템, 해상작업, S-57, S-52, GPS, PDA

Abstract : Sea operation monitoring system is a system for the automatic ship operation that is used on the variety sea operations such as laying optical cables on the sea between the countries, laying cables on the seabed for a remote island, laying pipelines for the natural gas, and so forth. This system processes data which obtained through setting up environment and input from several sensors, and display GPS information with ENC data. And this system processes not only data of route file about sea operation, but also realtime information from PDA of client wirelessly connected with AP on wireless LAN. In addition, this system can improve efficiency of the operation as a result of enabling free movement within valid range. This paper design and implementation monitoring system from above appropriate to the embedded system, and improve competitive power of ship through prevention of a ship accident, to keep minimizing operation loads and support both the automatic ship operation and the safety voyage.

Key words : Embedded, ENC, ECDIS, Monitoring system, Sea operation, S-57, S-52, GPS, PDA

1. 서 론

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. 국제기구와 선진국들은 1980년 중반부터 선박 사고를 방지할 개선책으로 선박에 컴퓨터로 해도정보를 표시하는 전자해도표시시스템(ECDIS; Electronic Chart Display and Information System)의 도입을 검토하기 시작하였다.

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(김 외, 2001).

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 응용프로그램들이 사용되고 있지만, 단순한 센서로부터의 입력과 자료의 가공 및 처리 프로그램에서 벗어나 전자해도를 기반으로 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 가지

* 대표저자 : 정성훈(정회원), jongro@hanmail.net 010)9844-2483

** 정회원, jhyim@bada.hhu.ac.kr 051)410-3840

는 국제 표준의 시스템 개발에 대한 연구의 중요성이 대두되고 있다.

이러한 시점에서 본 논문은 임베디드 환경 하에서의 해상작업 모니터링 시스템을 설계하고 구현하여 선박 자동화와 선박의 안전 항해를 지원하고 해상에서의 작업 부하를 최소화시키며 사고 방지를 통한 선박의 경쟁력을 높이는데 있다.

2. 관련 연구

2.1 전자해도

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.

Fig. 1의 기본적 ECDIS에서는 항법 계산, 해도 업데이트, 항로 계획, 항로 감시, 시뮬레이션 등의 종이 해도에 관련된 전통적인 작업을 지원하게 된다.

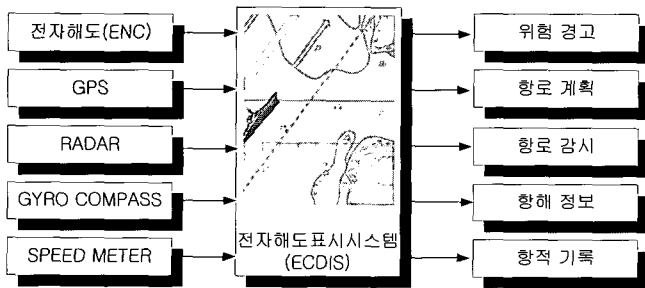


Fig. 1 Function of ECDIS

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(IMO, 1995).

ENC는 ECDIS에 사용되는 공인 백터자료로서 점, 선, 면의 형태로 표현되는 객체를 표현하기 위한 공간 정보와 속성정보로 구성된다. ENC에 관한 국제표준은 IHO가 준비하며 표준 문서로 S-52와 S-57이 있다(IHO, 1996).

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 2000년 11월에 Ed. 3.1로 개정되었다.

S-57을 컴퓨터 시스템에 적용시 실제 화면에 표현되는 개발자 입장에서와 자료구조의 형식이 일치하지 않는 점이 많아 효율적으로 변환하여 이용할 수 있도록 이를 허용하고 있으며, S-52의 특수서지인 프레젠테이션 라이브러리에서 규정하고 있는 화면 표현 방법 또한 시스템 개발자가 판단하여 설계할 수 있도록 하고 있다. 이러한 특성으로 인하여 ECDIS마다 성능의 차이가 발생할 수 있다. 하드웨어의 진화로 인하여 IMO에서 규정한 ECDIS 성능사양을 충족하는 데는 문제가 없을 수도 있지만 더욱 복잡해진 화면의 메뉴와 트래픽 부하를 고려한다면 저장 메커니즘과 구현 알고리즘의 개발이 필요하다.(이 외, 2000).

2.2 ENC 파서

ENC 파서 프로그램은 데이터를 ISO 8211 규격에 실제 세계의 모델들이 데이터 구조 구현 테이블과 물리적 변환 파일의 형태로 저장되는지 파싱하여 그 결과를 화면으로 출력한다.

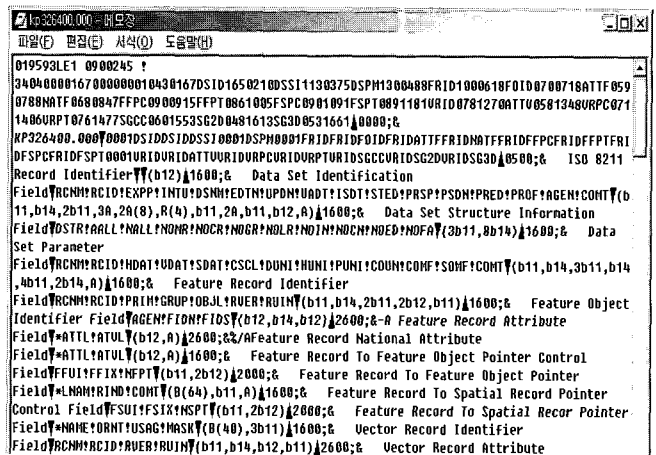


Fig. 2 ENC data of the ISO 8211

또한, 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.

IHO의 표준 규격인 S-57과 S-52에 따른 ENC 파일에 대한 분석 및 객체의 파싱을 하기 위하여 국립해양조사원에서 제공하는 우리나라 전 연안의 전자해도 중에 Fig. 2의 "KP326400.000" 파일을 사용하였다.

Fig. 3의 ENC 데이터에 포함되어 있는 DDR 헤더의 정보는 DDR 리더와 DDR 디렉터리, DDR 필드영역이 있으며, 실제적인 데이터로 여러 개의 DR 영역으로 구성되어 있다.

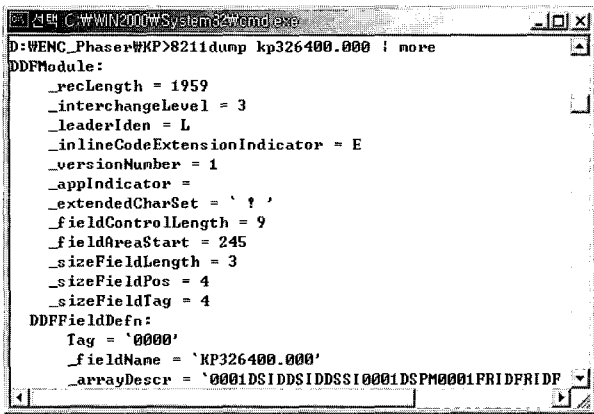


Fig. 3 Display screen of 8211DUMP

SENC의 처리절차는 Fig. 4와 같다. GeoGraphic 객체에서 초기화를 수행한 다음 GeoAttribute Map 객체와 GeoObject Map 객체에서 데이터집합, 객체 및 속성 카탈로그 파일을 읽게 된다. 다음 과정으로 Presentation Library에서는 객체에 대한 실제 표현을 위하여 사용되는 프레젠테이션 라이브러리를 로딩하여 객체의 색상 테이블과 참조표 그리고 기호 명령어를 파싱하고 분석하고 객체를 표현하게 된다.

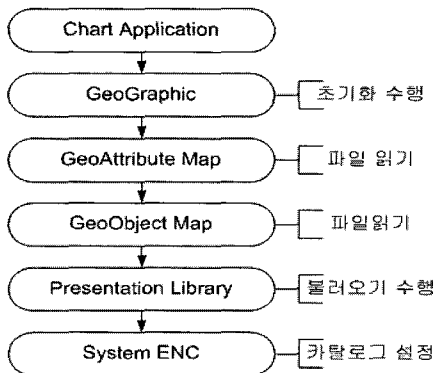


Fig. 4 Procedure of the SENC

Data set general information record				
data set identification		data set structure information		
Data set geographic reference record				
data set parameter				
Vector record				
ATTV	VRPT	SG2D	SG3D	
Feature record				
FOID	ATTF	NATF	FFPT	FSPT

Fig. 5 Record and field structure of ENC

ENC에는 새로운 데이터 집합, 갱신, 데이터 집합의 재발행, 데이터 집합의 개정판의 4가지 종류가 있으며, Fig. 5는 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, 백터 레코드와 속성 레코드로 이루어진다.

3. 모니터링 시스템의 설계

3.1 모니터링 서버

ENC 기반 모니터링 시스템에 있어서 Fig. 6과 같이 외부 센서들로부터의 각종 정보를 입력받아 내부적인 처리 및 계산 과정을 거쳐 선박의 위치정보에 해당하는 전자해도에 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.

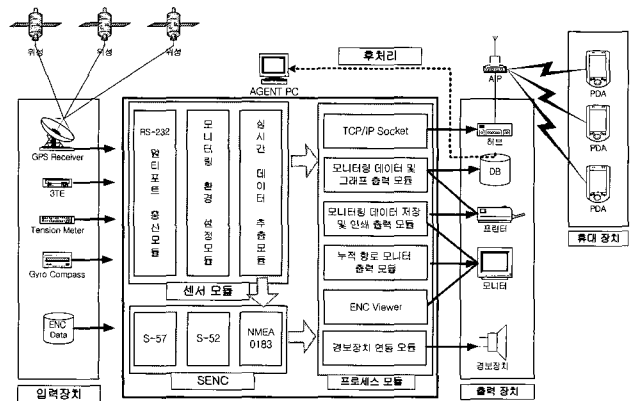


Fig. 6 Block diagram of full system

센서 모듈은 입력 장치로부터 입력되는 정보를 담당하는 모듈로써 RS-232 멀티포트 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.

3.2 모니터링 클라이언트

해상 작업을 수행하는 선박 내에는 모니터링 시스템과 관련 장비 사이의 인터페이스뿐만 아니라 Fig. 7과 같이 네트워크

크 환경이 구축되어 있어야 한다.

클라이언트는 PDA와 무선랜 환경 사용을 위한 무선랜과 액세스 포인터가 있어야 하며, 서버의 센서로부터 입력되는 정보에 대하여 TCP/IP 접속을 통한 실시간으로 처리된 정보가 반영되어야 한다. 클라이언트의 기능에서 ENC 및 루트의 오버레이에 대한 이미지 처리의 설계 시 고려해야 할 것은 ENC 이미지의 크기와 해상도이다. 현재 선박의 위치에 따른 GPS의 실제 위치정보를 반영한 전자해도를 PDA상의 구현을 위하여 전자해도의 이미지 맵과 루트 정보의 이미지를 오버랩하여 *.GIF 형태로 저장하도록 해야 하는 것이다. 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 변환하게 되며 생성된 BMP파일은 TCP/IP의 이진 데이터 스트림으로 전송이 된다. 이때 전송되는 이미지는 유니코드의 문자열이 아닌 바이트 형이어야 하며, 전송된 데이터 스트림을 클라이언트 프로그램에서 표시하기 위해서는 이미지 로딩 함수를 이용한다.

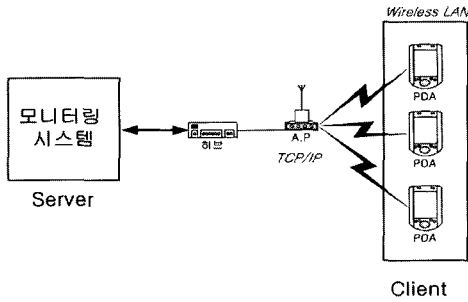


Fig. 7 Client structure based on the PDA

4. 모니터링 시스템의 구현 및 실험결과

4.1 모니터링 서버 시스템

해상작업 모니터링 시스템의 중추역할을 수행하는 서버 프로그램은 Fig. 8과 같이 에플레이터 모드로 구현된 전체 화면으로 가상 데이터가 표시되는 모습이다.

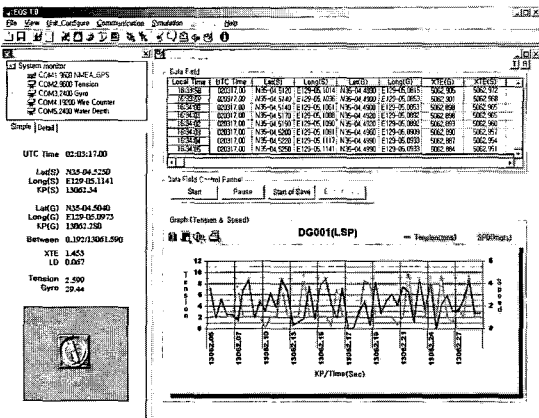


Fig. 8 Sea operation monitoring system

해상 작업에서 항해하는 선박에 대한 선박의 항해누적거리(KP; Kilometers between Positions)와 경로이탈오차(XTE; Cross Track Error) 결정을 위한 최적의 기하 알고리즘이 필요하다. KP는 항해 경로를 따라서 항해하는 선박이 작업의 기준점으로부터 얼마나 진행했는지를 나타낸다. XTE는 선정된 작업루트에서 항해하는 선박이 얼마나 벗어났는지를 나타낸다.

구면 위의 호 길이 응용은 지구상의 점들 사이 거리를 근사하는 것으로 대원거리라고 한다. 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(1)~(3)과 같다.

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

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

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

두 지점 좌표가 $p_1(lat_1, lon_1)$, $p_2(lat_2, lon_2)$ 일 때 두 지점 사이의 거리(d)는 식(4)과 같이 구할 수 있다.

$$d = 2\arcsin\left(\sin^2\frac{lat_1 - lat_2}{2} + \cos(lat_1)\cos(lat_2)\sin^2\frac{lon_1 - lon_2}{2}\right) \quad (4)$$

이때 $p_1(lat_1, lon_1)$ 지점에서 $p_2(lat_2, lon_2)$ 지점으로 향하는 코스(c)는 $\sin(lon_2 - lon_1) < 0$ 일 때 식(5)과 같이, $\sin(lon_2 - lon_1) \geq 0$ 일 때 식(6)과 같이 표현할 수 있다.

$$c_1 = \arccos\left(\frac{\sin(lat_2) - \sin(lat_1)\cos(d)}{\sin(d)\cos(lat_1)}\right) \quad (5)$$

$$c_2 = 2\pi - \arccos\left(\frac{\sin(lat_2) - \sin(lat_1)\cos(d)}{\sin(d)\cos(lat_1)}\right) \quad (6)$$

따라서 지점 $p_1(lat_1, lon_1)$ 에서 코스(c)가 c_1 또는 c_2 이고, 거리(d)가 d_1 또는 d_2 만큼 떨어진 지점 $p_2(lat_2, lon_2)$ 는 식(7)와 식(8)과 같이 구할 수 있다.

$$lat_2 = \arcsin(\sin(lat_1)\cos(d) + \cos(lat_1)\sin(d)\cos(c)) \quad (7)$$

$$lon_2 = \text{mod}\left(lon_1 - \arcsin\left(\frac{\sin(c)\sin(d)}{\cos(lat_1)}\right) + \pi, 2\pi\right) - \pi \quad (8)$$

식(6)의 $\text{mod}(x, y)$ 는 다음과 같이 정의한다.

$$y \geq 0 \text{ 일 때, } \text{mod}(x, y) = x - y \cdot \text{int}\left(\frac{x}{y}\right) \text{ 이고,}$$

$$y < 0 \text{ 일 때, } \text{mod}(x, y) = x + y \cdot \text{int}\left(\frac{-x}{y}\right) + 1 \text{ 이다.}$$

이때 지점(n)을 A, 지점(n+1)을 B라고 정의한다면, 임의의 한 지점 $C(p_3(lat_3, lon_3))$ 으로부터 경로이탈오차(XTE)의 거리를 식(9)과 같이 구할 수 있다.

XTE가 양수일 경우 코스(c)의 오른쪽, 음수일 경우 코스(c)의 왼쪽을 의미하며, 지점 A에서 지점 C의 거리(d)는 $d(AC)$ 와 같이 정의할 수 있다.

$$XTE = \arcsin(\sin(d(AC))\sin(c(AC) - c(AB))) \quad (9)$$

이렇게 구해진 경로이탈오차(XTE) 거리는 작업 루트의 지점과 지점사이에서 선박의 실제 위치에 대해 이동한 구간만큼의 거리를 구해야 하므로 지점 A의 KP(baseKP)와 선박의 지점간 거리에 따른 선박의 위치는 작업 지점의 이탈 간격의 여부를 판단하여 정확한 루트상의 거리가 구해지는 것이 아니라 식(10)과 같이 XTE만큼의 보정된 값으로 계산되어지며, 현재 선박의 작업 진행 방향에 따라 선체의 GPS 수신기의 위치 및 선미로부터 케이블의 길이(W) 등을 재계산해 주어야 한다.

$$KP = \triangle KP + \sqrt{d(AC)^2 - XTE^2} \pm W \quad (10)$$

KP와 XTE를 적용하기 위하여 Fig. 9의 KP Initializes에서 설정할 작업 루트파일을 기반으로 한다.

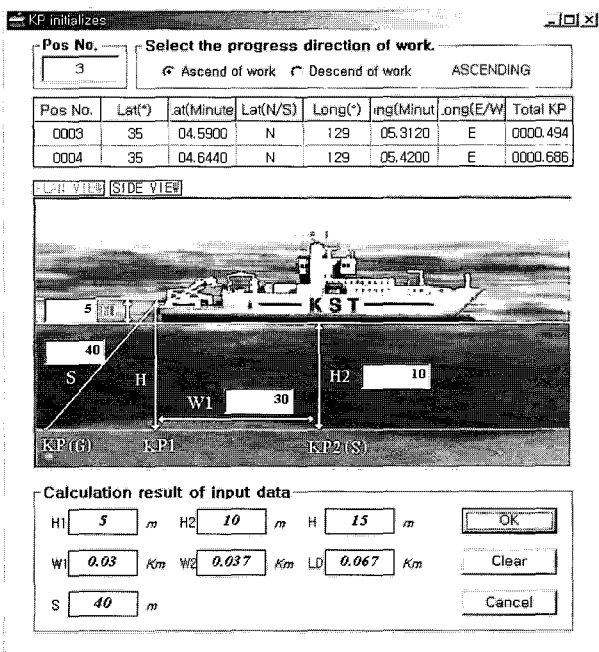


Fig. 9 Initializes of KP

Fig. 9의 해상 작업의 정해진 루트(Pos No.)와 항해하는 선박과의 관계를 평면적으로 도시하고 있다.

해저 광케이블 작업을 행하여야 하는 정해진 항로를 따라 작업 선박은 이렇게 정해진 루트를 따라 항해하면서 작업을 실시한다. 여기에서 KP는 작업 선박이 작업을 시작할 때의 작업 기준점인 작업 시작 루트 번호로부터 현재 선박이 위치한 곳까지의 항해 거리를 나타낸다.

전자해도 모듈로부터 특정위치의 맵 정보를 추출하기 위하여 사용되는 파라미터 값은 위도, 경도, 축척과 표현 면적이다. GPS로부터 실시간으로 현재 선박의 위치정보를 받아 위도, 경도 값을 구하며, 지정된 설정치의 축척과 표현 면적으로 구해진 이미지에 현재 작업 구간의 경로를 동일 비율의 그래프로 생성하여 오버레이 시킨다. 이렇게 생성된 이미지 맵은 모니터링 클라이언트로부터 요청된 이미지의 크기와 해상도가 다르기 때문에 이미지 변환 작업 및 크기를 동기화하여 전송하게 된다.

4.2 모니터링 클라이언트 시스템

무선랜을 통하여 접속하는 클라이언트는 전자해도의 이미지 정보와 GRID 데이터, GRAPH의 장력 값, 속도 값의 표현을 위한 이미지 정보, GPS의 위치정보, HDG의 선체 방향에 대한 자이로 콤팩스의 정보와 서버측과 클라이언트간의 원활한 의사소통을 위한 펜 마우스의 필기체 전송 기능이 있다.

Fig. 10과 같이 클라이언트 프로그램의 주 메뉴는 ENC, GRID, GRAPH, GPS, HDG, CHAT 탭으로 나눌 수 있다.

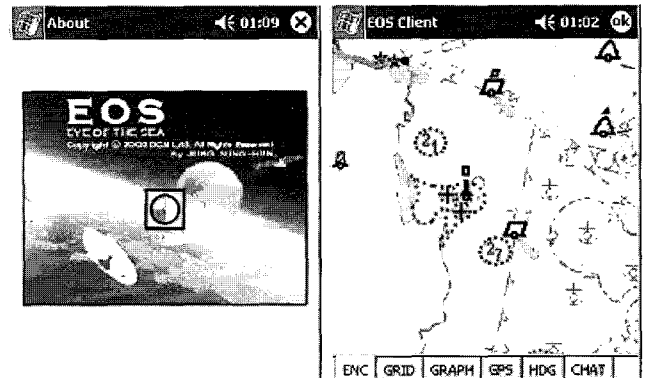


Fig. 10 Client logo and ENC screen based on the PDA

ENC 화면은 모니터링 서버로부터 전송된 전자해도 이미지 정보와 루트파일이 합쳐진 이미지로 현재 작업 구간의 지도를 나타내며, 다른 위치의 ENC로 갱신하기 위하여 위도와 경도 값을 입력할 수도 있다.

클라이언트는 이미지 정보를 TCP/IP로 전송받아 일차적으로 바이트 스트림으로 처리하며, 전송이 완료되었을 때 외부 파일로 저장하여 이미지 객체로 다시 로딩을 수행하여 화면에 표시하게 된다. Fig. 11은 서버로부터 전자해도 이미지를 동적 메모리 배열로 읽어 들여 파일로 저장한 후 화면에 표시하는

소켓 프로그래밍의 흐름도이다.

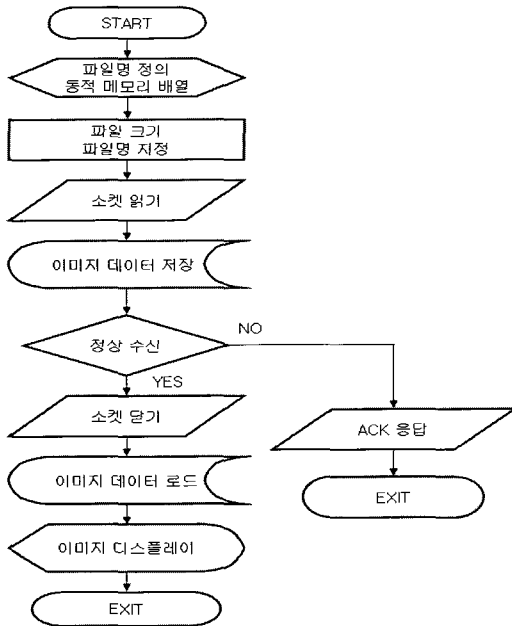


Fig. 11 Flowchart of client's socket programming

4.3 실험 결과 및 고찰

실제 해상작업이 이루어지려면 작업 구간에 대한 루트 파일이 필요하다. 이들 파일의 내용은 Excel과 호환성을 유지하기 위하여 Fig. 12와 같이 CSV(Common Separated Value) 확장자인 Text 형식으로 구성된다. 모니터링 프로그램에서 CSV File을 다음과 같이 읽어 들여 확인해볼 수 있다.

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	55.3	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	

Fig. 12 Show that contents of CSV files

해상 작업 구간이 4개의 루트인 Fig. 12의 실제 구조는 실험 지역인 Table 1의 동해 가스공사 작업루트 파일을 보면 알 수 있다.

지점(Pos No.) 1의 통제소로부터 작업구간이 정해지며 사용되는 필드는 작업루트(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), 케이블 형태(Cable Type)를 포함한다.

구현된 해상작업 모니터링 시스템을 실제 선박에 탑재한 후 실험을 실시하였다.

Table 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° 09.121' E	0		0.2	0.2	0	0.2	0.2	DA
3	AC00	37° 29.810' N	129° 08.894' E	13		124.8	1.387	2	1.415	1.615	DA
4	AC01	37° 29.667' N	129° 08.967' E	15		157.9	0.286	2	0.291	1.906	DA
5	AC02	37° 29.483' N	129° 09.217' E	15		132.7	0.502	2	0.512	2.418	DA
6	AC04	37° 29.400' N	129° 09.484' E	19		111.3	0.422	2	0.431	2.849	DA
7	AC261	37° 29.300' N	129° 09.733' E	21		116.7	0.411	2	0.419	3.268	DA

Fig. 13는 선박에서의 작업과정을 모니터링하고 로그한 결과이다. 223.5Km지점과 224.5Km와 225Km의 중간지점 그리고 마지막 225Km지점과 225.5Km지점에서 선박의 속도와 장력값이 갑작스런 변화를 일으키고 있는 현상을 관측할 수 있다.

이러한 현상은 반드시 선박의 속도가 빨라진다고 해서 장력값이 증가하는 것이 아니고 해저케이블이나 가스관을 해저에 매설하는 중에 장애물이나 외적 환경 요인인 파도, 바람, 조류 등의 원인으로 인하여 순간적인 케이블이나 가스관의 장력이 상승하는 것으로 관측된다. 이렇게 발생하는 장력값 상승으로 인하여 케이블이나 가스관이 끊어지는 치명적인 결과를 초래할 수 있다. 따라서 본 시스템에서는 지정된 장력값을 초과하는 이상 변화를 보일 때 경보음을 발생하여 조작자에게 전달하고 상황을 조치할 수 있도록 하고 있다.

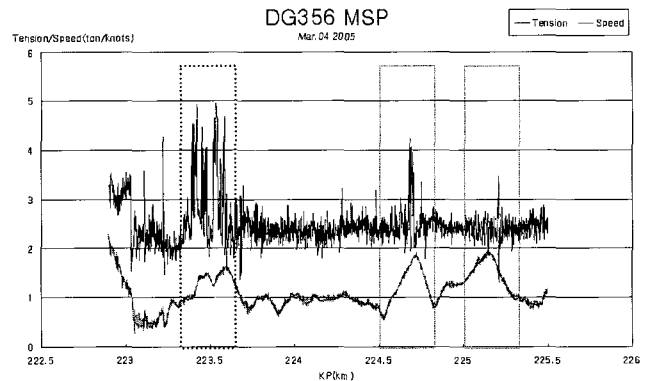


Fig. 13 Test result of optical fiber cable work

이렇게 구현된 모니터링 시스템을 통한 실시간 대응과 후처리를 통해 결과 분석을 가능하게 함으로써 해상작업의 능력을 향상하고, 작업 부하를 최소화시킬 수 있었다.

5. 결론

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 더욱 필수적일 수밖에 없다.

본 논문에서는 이러한 조건을 충족시킬 수 있는 전자해도 기반의 해상 작업 모니터링 시스템을 설계하고 구현하였으며, 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. 또한, 국내의 해상작업에서 측위를 수행하는 경우는 문제가 없었지만 출발위도가 같은 반구에 있지 아니하고 북반구에서 남반구 또는 그 반대로 항해하는 경우에 대한 후속 개발이 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(2001), “전자해도·ECDIS의 기술 개발 동향”, 한국박용기관학회지 통권 89호, 1월호.
- [2] 이희용, 서상현(2000), “S-52 표현사양 및 S-57 교환표준을 만족하는 전자해도 표현 시스템 구현”, 해양정보통신학회지 vol. 4, No. 2, pp. 469-478.
- [3] IMO(1995), “IMO Performance standard for ECDIS”
- [4] IHO(1996), “Specification for chart content and display aspects of ECDIS”, Special publication No. 52.
- [5] IHO(1996), “IHO Transfer standard for digital hydrographic data edition 3.0”, Special publication No. 57.

원고접수일 : 2005년 10월 11일

원고채택일 : 2006년 5월 3일

