

PLGR 작업을 위한 실시간 모니터링 시스템의 설계 및 구현

이 태 오* · 정 성 훈** · 임 재 홍***

*농명정보대학교 정보공학부 컴퓨터공학과 진입강사, **한국해양대학교 전자통신공학과 대학원,
***한국해양대학교 진과·정보공학부 교수

Design and Implementation of Real-Time Monitoring System for PLGR Work

Tae-Oh Lee* · Seong-Hoon Jeong** · Jae-Hong Yim***

*Department of Computer Engineering, School of Information Engineering, Tongmyong University of Information Technology
*Graduate school of Korea Maritime University
**Division of Radio and Information Communication Engineering, Korea Maritime University

요 약 : 해저 광케이블 공사는 해양조사, PLGR(Pre Lay Grapnel Run), 천해부공사, 포설/매설 순서로 이루어진다. PLGR은 해저 광케이블 매설전에 루트상의 해양 오염물(로프, 와이어, 그물, 어망 등)을 사전에 제거하는 작업이다. 이러한 PLGR은 케이블의 해저면 안착을 용이하게 하고, Plough 및 ROV(Remotely-Operated Vehicle) 매설작업의 성능을 향상시키며, 매설장비를 보호하기 위한 작업이다.

본 논문은 해저 광케이블 건설 작업 중에서 PLGR 작업을 효율적으로 관리할 수 있는 실시간 모니터링 시스템의 설계 및 구현에 대해서 논한다. 본 논문에서는 이를 위하여 전체적인 실시간 모니터링 시스템을 설계하고, 시리얼 멀티포트 통신 모듈, 실시간 처리 모듈, 환경 설정 모듈, 그리고 그래프 및 프린터 출력 모듈을 설계 및 구현하였다. 끝으로 본 논문의 타당성 검토를 위하여 시리얼 멀티포트 통신, 실시간 데이터 추출, 그래프 출력을 실험하였다.

핵심용어 : 해저 광케이블, 시리얼 통신, 실시간 모니터링, GPS, NMEA-0183, PLGR, Plough, ROV

Abstract : Submarine optical fiber cable construction consists of marine survey, PLGR(Pre Lay Grapnel Run), shore-end- work, laying order. PLGR is the work process which removes the oceanic contaminations(ropes, wires, nets etc.) in the route before laying the submarine optical cable. This PLGR is work to ease the cable lay safely in seabed, improve the performance of Plough and ROV(Remotely-Operated Vehicle) laying work, and protect laying equipment.

This paper presents the design and implementation of real-time monitoring system for PLGR work in submarine optical fiber cable construction enterprise. In this paper, we design overall real-time monitoring system. For this purpose, the modules such as serial multi port communication module, real-time processing module, environment configuration module, real-time graph and a printout module are designed and implemented. For the validity evaluation of this paper, serial multi port communication module, data parsing, realtime graph output are implemented and tested.

Key words : submarine optical fiber cable, serial communication, real-time monitoring, GPS, NMEA-0183, PLGR, Plough, ROV

1. 서 론

현대 사회의 정보화, 멀티미디어화 추세에 따라 고속의 정보 이동 및 전송속도가 요구되고 있다. 특히 인터넷 방송, 주문형 비디오(DOD : Video On Demand) 등의 대용량 광대역 멀티미디어 전송에 대한 필요성이 어느 때보다도 절실하게 요구되고 있다(연순흠, 2000). 또한 전형적인 음성이나 전신뿐만 아니라 수십 가지의 새로운 서비스가 창출되고 있다. 좀더 빨리 많은 데이터를 원하는 시간 내에 보내고자 하는 요구로 인하여 광대역 전송 시스템이 필수적으로 되고 있다.

기존 국제간의 통신은 위성통신에 의해 대부분 이루어져 왔으나 위성통신의 한계성, 즉 제한된 주파수 대역 때문에 비록 온-보드 프로세싱(on-board processing), 멀티 빔 안테나(multi beam antenna)와 스프레드 스펙트럼(spread spectrum)과 같은 기술로 극복하거나 개선하고 있지만 역시 폭발적으로 늘어나는 수요를 감당하기에는 많은 경우 무리가 있다. 따라서 장거리 수요 및 서비스 품질 측면에서 해저 광케이블 시스템은 근거리 국가뿐만 아니라, 장거리 국가 간의 기간 통신망에도 설치가 계획 및 실현되고 있는 추세이다.

특히 아시아 국가의 대외, 국제활동 증가에 따라 기존 H-J

* 정희원, taolee@titweb.tit.ac.kr 051)610-8408
** jongro01@hotmail.com 051)410-4910
*** 정희원, jhyim@hhu.ac.kr 051)410-4318

-K(Hongkong-Japan-Korea) 케이블은 용량부족과 유럽국가와의 트래픽(traffic) 연결 필요성이 대두되어 우리의 관심이 고조되고 있다. 이에 따라 범세계적인 광 네트워크(global optical network)를 구성하기 위해서 TSL(Trans Siberian Line)은 동유럽, 러시아, 한국, 일본을 연결하고, 인도양 지역에서는 제7국제 해저 케이블(SEA- ME-WE3)이 동남아시아와 지중해 국가들을 연결하였다(김주진, 2001) (윤장용, 1999). 또한 급증하는 아·태 지역의 데이터·인터넷 통신수요를 충족시키기 위해 총 연장 1만 9,000km의 APCN2(Asia Pacific Cable Network 2) 해저 광케이블망 건설공사를 마침으로써 우리나라를 비롯해서 일본, 중국, 타이완, 홍콩, 필리핀, 싱가포르, 말레이시아 등의 아·태 지역 8개 국가를 초고속 광케이블망으로 연결하였다.

해저 광케이블 산업의 사업구조를 보면, 기본적으로 통신업자, 케이블공급업자, 케이블 선박 운용회사 등의 구조를 가지고 있다. 통신업자는 컨소시엄형태로 케이블을 발주하는 개체로 주로 세계적인 통신회사들(KT, AT&T, NTT 등)이며, 케이블공급업자는 광케이블 및 전송장비의 제조업체로 케이블 건설을 수주하는 주계약자가 된다. 현재 Alcatel Submarine Networks(프랑스), TyCom Ltd.(미국), KDD Submarine Cable Systems(일본) 등 세 사업자가 80%이상의 시장을 장악하고 있다.

또한 기술적 측면에서 해저 광케이블은 회선 당 단가 저하, 디지털화, 고속 대용량화에 따라 기존 해저 케이블이 지켜오던 두 지점간 최단거리 시설 원칙에서 벗어나 다소 우회하더라도 독자적인 네트워크 건설을 피하여 경쟁관계에 있는 통신주관청을 배제하려 하고 있다. 해저 케이블의 공통적 특징인 고장수리 및 회선 중설 곤란성 때문에 초기수요 및 중국수요에 의한 적정규모의 투자방식 보다는 현재 실용화된 최대규모의 용량, 코어 수를 확보하고자 하는 현상을 보이고 있다. 그러나 이러한 추세에도 현재 우리나라는 해저 광케이블 건설에서 사용되는 시스템과 장비를 외국에 많이 의존하고 있는 실정이다(KT Submarine Telecom Ltd. Inc, 2002).

따라서 본 논문은 이러한 실정을 해결하고 해저 광케이블 건설의 경쟁력 향상을 위해서 시스템을 국산화하는데 목적을 두고 있다. 특히 본 논문은 해저 광케이블 건설 작업 중에서도 PLGR 작업을 위한 실시간 모니터링 시스템을 설계 및 구현한다. 작업 선박의 안정성 확보와 효율적인 운영을 위하여 GPS, 자이로콤파스(gyrocompass), 장력계(tension meter) 데이터를 이용하여 정보를 관리 운영한다. 이를 위해서 각 해상설비장비와 연결하는 시리얼 멀티 통신 모듈, NMEA(National Marine Electronics Association)-0183 데이터의 실시간 처리를 위한 데이터 추출 모듈, 실시간 처리된 데이터를 모니터, 그래프 및 프린터로 나타내는 출력 모듈 그리고 선박의 안정성을 위한 경보음 발생 모듈로 구현하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장의 관련연구에서는 외국 시스템인 WinFrog에 대해서 고찰하고, 3장은 실시간 모니터링 시스템의 설계 및 구현에 대해서 논하며, 4장에서는 구현된 모듈들

을 해상 설비장비와 연동하여 실제 테스트한다. 마지막으로 5장에서는 결론을 제시한다.

2. WinFrog 시스템

본 장에서는 컴퓨터와 해양 설비장비를 연결하여 NMEA-0183 데이터를 수신하여 PLGR 작업에 사용하고 있는 외국 시스템인 WinFrog에 대한 고찰이다. 여기에서 PLGR 작업은 광케이블 매설 전에 해저면의 상태를 사전조사하기 위해서 선정된 케이블 루트를 따라 케이블 매설기로 견인해 보는 것이다. 이로써 해저 면의 해양 오염 물질(로프, 와이어, 어망)을 사전에 제거하고, 매설 작업의 능력 향상 및 매설장비를 보호하기 위한 작업을 의미한다.

WinFrog는 미국의 Thales GeoSolutions(Pacific) Inc.에서 개발한 위치 항법(positioning & navigating) 시스템으로서 운항과 데이터 관리의 통합 환경 소프트웨어이다. WinFrog의 구성은 GPS 수신기와 grapnel에 대한 위치 결정과 데이터 처리 요구 조건을 구성하는 애드-온-모듈(add-on module)과 공통적인 코어 패키지(core package)로 구성되어 있다. 일반적으로 추가적인 모듈은 특정 어플리케이션에 적용되지만 코어 패키지는 모든 사용에 공통적으로 이용된다. 즉 그래픽, 수송수단 제어, 장치제어, 경로추가, 품질 관리를 위해 제공되며 다중 윈도우로 열 수 있고 독립적으로 제어할 수 있다. 본 장에서는 PLGR 작업을 위해서 이용되는 코어 패키지에 대해서 설명한다.

2.1 입/출력 디바이스 윈도우즈(I/O Devices Windows)

PLGR 작업을 수행하기 위해서는 가장 우선적으로 컴퓨터와 NMEA-0183 데이터를 제공하는 해양 설비장비가 연결되어야 한다. 입/출력 디바이스 윈도우즈(I/O devices windows)는 컴퓨터에 연결된 해양 설비장비의 추가/삭제 및 상태를 모니터링하기 위한 윈도우즈이다. PLGR 작업을 위해서는 기본적으로 GPS 수신기, 자이로콤파스, 장력계의 해양 설비장비를 연결하며, 장비들의 추가 설치를 통해서 다수의 디바이스를 사용할 수 있는 가용성을 제공한다. 또한 디바이스 데이터는 NMEA-0183과 사용자 포맷을 지원한다. 결과적으로 각각의 장비와 연동되는 시리얼 포트 번호 및 상태를 모니터링 할 수 있다. 즉 Fig. 1의 입/출력 디바이스 윈도우즈에서 좌측의 구

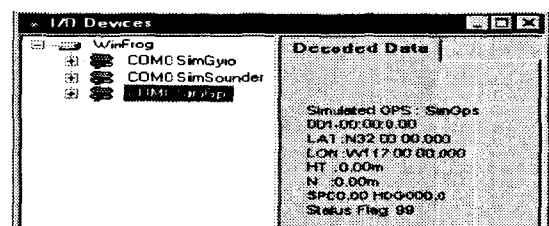


Fig. 1 I/O devices windows.
Menu bar → View → I/O Devices.

성요소를 선택하여, 상세 정보를 가지고 PLGR 작업에 필요한 해양장비를 관리한다.

2.2 그래픽 윈도우즈(Graphics Windows)

그래픽 윈도우즈(graphics windows)는 PLGR 작업 시, 항해하는 선박의 위치, 경로 등을 눈금 형태의 정보로 표시하는 뷰(view)에 해당한다. 이것은 데이터 이벤트, 차트, 그림 파일, 경로 포인트 등을 조사하여 항해하는 선박의 위치를 표시하는 그래픽 인터페이스로서 수평, 수직 방향의 위도, 경도 투사에 의한 맵(map) 형태로 보여준다. Fig 2에서 보는 것과 같이 해안선, 항해도를 벡터와 점선 방식의 데이터로 보여준다. 벡터 데이터는 DXF(Drawing Interchange Format) 파일 형태 또는 전자 도표(electronic charts)로서 가져올 수 있고 점선 방식 데이터는 전자 도표만을 가져올 수 있다. 그래픽 윈도우즈를 이용하여 PLGR 작업을 수행하는 선박의 출발(기준점)의 위치를 정하고 이동 경로에 따라서 좌표를 표시할 수 있다. 또한 좌표는 WGS(World Geodetic System)-84 타원체 표현 방식을 주로 이용하고 있다.

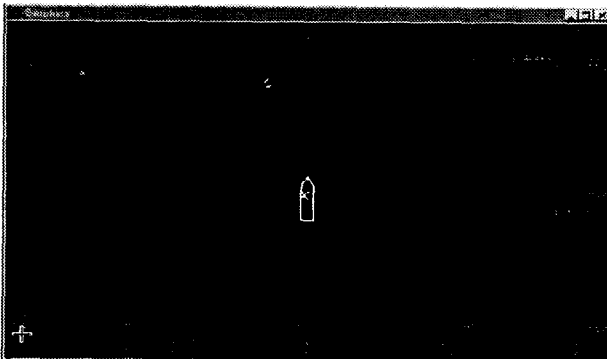


Fig. 2 Graphics windows
(Menu bar → View → Graphics).

2.3 수송 수단 텍스트 윈도우즈(Vehicle Text Windows)

수송 수단 텍스트 윈도우즈(vehicle text windows)는 PLGR 작업 시, 항해하는 선박에 대한 실시간 정보를 텍스트 형태로 보여준다. 이 윈도우즈는 사용자가 구성할 수 있고 수송 수단(항해하는 선박)의 이름, 위치, 헤딩(heading), 속도 등의 정보를 기본적으로 포함하고 있다. 수송 수단 텍스트 윈도우즈는 여러 가지 구성 선택 항목에 단축키를 제공한다. 또한 이는 멀티 구성을 지원하며 수송 수단의 위치 계산은 독립적으로 규정할 수 있다. Fig. 3처럼 수송 수단 텍스트 윈도우즈에 나타낼 항목들은 위치, 속도, 헤딩 및 경로 방향, 경로 포인트, 항해 누적 거리(KP : Kilometer Post), 경로 이탈 오차(XTE : Cross Track Error) 등이 있으며, 사용자가 임의로 선택하여 구성할 수 있다(Thales GeoSolutions(Pacific) Inc, 2001).

16:10:17.8		EVT OFF		
M32 00.0000	W117 00.0000	M3540435.00m	E419098.00m	RAW REC OFF
SPD 0.0kts	Hdg 000.0	COG 250.2	WD 147.5m	

Fig. 3 Vehicle text windows
(Menu bar → View → Vehicle Text).

3. 실시간 모니터링 시스템의 설계 및 구현

실시간 모니터링 시스템을 설계 및 구현하기 위해서는 항해하는 선박 내에서 실시간 데이터 처리 및 안정성 확보를 위하여 다음과 같은 최소 요구사항이 있다.

- 시리얼 멀티포트 통신 : GPS 수신기, 자이로콤파스, 장력계 등의 신호 데이터들을 동시에 얻기 위해서 시리얼 멀티포트 통신이 가능하고 해상 설비장비 추가를 위해서 확장성 있게 구현한다.
- 데이터의 추출 : NMEA-0183 데이터 구조에 맞는 데이터를 얻고 이를 처리하여 그 결과를 모니터링 화면으로 보여주고 또한 저장할 수 있도록 하기 위해 데이터 추출 작업이 필요하다.
- 실시간 데이터 처리 : 항해하는 선박 내에서 PLGR 작업을 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 한다.
- 안정성 확보 : 선박 관리 시스템은 PLGR 작업 로프의 장력과 선박 속도를 실시간으로 모니터링하여 그 결과를 비교 분석함으로써 안정성에 위험이 있을 때 경보장치와 연동하여 관리자에게 실시간으로 통보하여야 한다.
- 추출되어 저장된 데이터는 PLGR 작업 완료 후, 작업의 정확성을 위해서 후처리를 할 수 있도록 자동 백업 파일이 생성되어야 한다.

3.1 시스템의 설계

Fig. 4는 본 논문에서 설계한 실시간 모니터링 시스템의 전체적인 구성도이다. 그림에서 보는 바와 같이 크게 7개의 모듈로 구성되어 있다.

첫 번째, GPS 수신기, 자이로콤파스, 장력계로부터 동시에 데이터를 얻기 위한 시리얼 멀티포트 통신 모듈이다. 이 모듈은 해상 설비장비의 추가를 고려하여 10개의 시리얼 멀티포트를 제공할 수 있도록 확장성을 제공한다. 두 번째, 수신 데이터의 추출 작업을 위해서 취득한 데이터의 처리를 하는 실시간 데이터 추출 모듈이다. 세 번째, 사용자에게 원하는 모니터링 결과를 제공하기 위해서 추출한 데이터의 처리 조건인 작업 경로, 프린터 출력 조건, 작업 선박의 기본 사항을 설정하는 모듈이다. 나머지 모듈은 사용자에게 모니터링 결과를 제공하는 데이터의 모니터 출력, 그래프 출력 모듈, 가공 데이터의 저장 및 프린터 출력 모듈, 항해하는 선박의 항로를 표현하기 위한 누적 항로 모니터 출력 모듈, 그리고 항해하는 선박의 안정성 확보를 위한 경보장치 연동 모듈로 구성되어 있다.

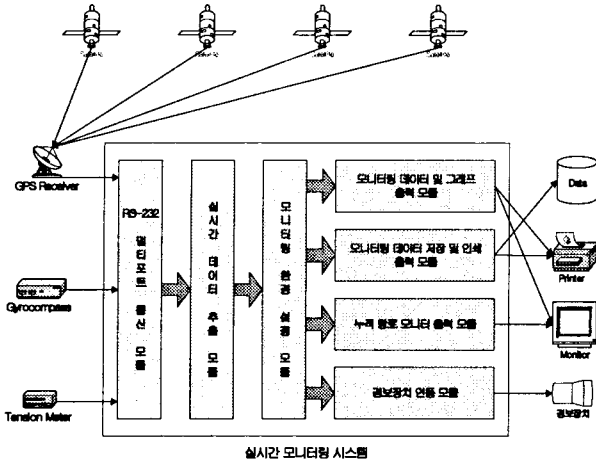


Fig. 4 Architecture of real-time monitoring system.

실시간 모니터링 시스템의 구동 순서도는 Fig. 5와 같다. 첫 번째, 관리 시스템을 구동하여 각각의 장비와 시리얼 통신이 가능하도록 포트의 환경 설정을 한다. 즉 각각의 해상 장비는 각각의 시리얼 통신 모듈에 연결되도록 한다.

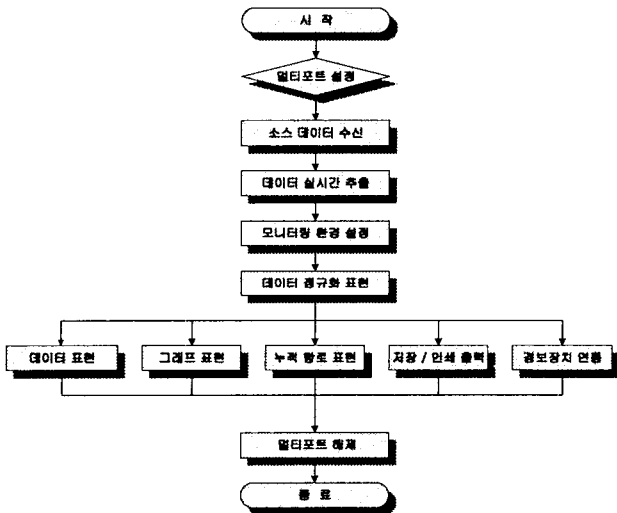


Fig. 5 The flowchart of the real-time monitoring system.

두 번째, 각각의 시리얼 통신 모듈로부터 소스 데이터를 수신한다. 세 번째, 수신한 데이터를 실시간으로 추출하고, 네 번째, 추출한 데이터를 이용하여 실시간으로 모니터링 할 수 있도록 작업 선박의 기본 사항 입력 및 모니터링 초기 설정 등을 한다. 다섯 번째, 모니터링 결과를 일정한 포맷에 맞추어 표현한다. 즉 모니터링 결과 데이터를 이용하여 누적항로 표현, 그래프 표현 및 프린터 출력, 경보장치와 연동하여 선박의 속도와 장력 값이 위험 수위에 도달하면 관리자에 알린다. 또한 추출된 데이터를 작업 완료 후, 후처리를 위하여 xxx.csv(Comma Separated Value)로 작업 날짜, 시간에 따라

서 자동 저장할 수 있도록 구현되어 있다(이태오, 2002).

3.2 시스템의 구현

본 논문에서 구현한 실시간 모니터링 시스템의 개발환경은 마이크로소프트 비주얼 베이직 6.0(Microsoft Visual Basic 6.0)을 이용하였다. 본 절에서는 중요 모듈과 컨트롤(control)을 이용한 구현 과정을 설명한다(Microsoft, 1999).

1) 시리얼 멀티포트 통신 및 실시간 데이터 추출 모듈

해양 설비장비인 GPS 수신기, 자이로콤파스, 장력계로부터 NMEA-0183 데이터를 동시에 얻기 위한 인터페이스가 시리얼 멀티포트 통신 모듈이며 가장 중요한 부분을 이루고 있다. 이 모듈에서는 시리얼 포트의 번호, 전송속도, 패리티 비트 (parity bit), 정지 비트(stop bit), 흐름제어 등의 구성요소를 하나로 묶어서 각각의 시리얼 통신 모듈을 구성하고 연결 후 실시간으로 데이터를 추출할 수 있도록 구현하였다.

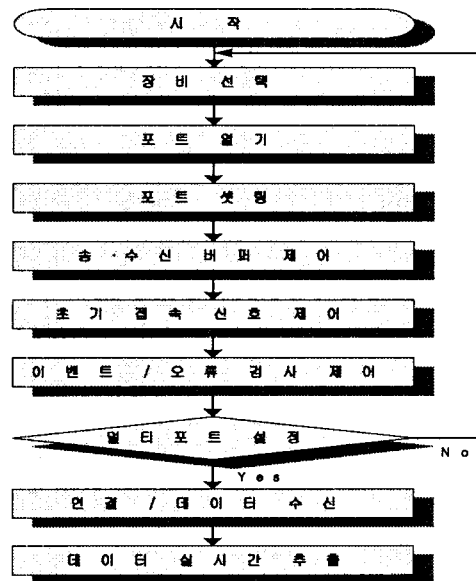


Fig. 6 The flowchart of the port configuration and data receive.

Fig. 6은 시리얼 멀티포트 통신 및 실시간 데이터 추출 모듈의 동작 흐름도를 나타내고 있다. 먼저 시스템을 구동하고 해양장비를 선택한다. 그 다음 장비와 연동 할 시리얼 포트를 열고 이벤트 및 오류 검사 제어를 통해서 포트로부터 데이터를 수신하여 데이터를 추출한다. 구현을 위해서 컨트롤을 사용할 때, 첫 단계는 시리얼 포트와의 열기를 설정하는 것이다. 시리얼 포트의 설정과 열기에 중요한 속성은 CommPort, Settings, PortOpen 속성이다(주경민, 1999). 중요 구현 부분은 Fig. 7과 같다.

Fig. 7에서 ①의 setconfig 변수에 전송 속도, 패리티, 데이터 비트와 중지 비트 수 값을 미리 지정한다. ②의 CommPort 속성은 해양장비와 연동할 시리얼 포트 번호를 지정한다. ③

```

Private Sub PortConnectON(val As Integer)
    Dim setconfig As String

    On Error GoTo skip

    ① setconfig = cboSETTING & "," & Left(cboPARITY, 1) & "," &
    cboDATA & "," & cboSTOP

    MSComm1(val).Tag = "ON"
    ② MSComm1(val).CommPort = Right(cboPORT, 1)
    ③ MSComm1(val).Settings = setconfig
    ④ MSComm1(val).PortOpen = True

    frmLeftMenu.msfGrd.TextMatrix(val, 1) = cboPORT
    frmLeftMenu.msfGrd.TextMatrix(val, 2) = cboSETTING
    Exit Sub
skip:
    MSComm1(val).Tag = "OFF"
    Resume Next
End Sub
    
```

Fig. 7 Implementation of serial multi port

의 Settings 속성은 ①의 setconfig 값으로부터 넘겨받는다. ④의 PortOpen에서 앞에서 지정된 셋팅 값에 시리얼 포트를 열기 한다. 또한 버퍼를 관리하기 위해서 버퍼 메모리 할당을 기본으로 할당하였다. 그리고 초기 접속 신호 제어로서 수신 및 전송 버퍼를 관리할 때는 데이터가 앞뒤로 성공적으로 전송되는지 확인해야 한다. 즉 데이터가 수신되는 속도는 버퍼 한계를 넘지 않아야 한다. 초기 접속 신호 프로토콜은 통신 장치가 수신 버퍼로 데이터를 옮기는 것보다 빠르게 포트에 수신되어 포화된 버퍼에서의 데이터 유실을 막아준다. 마지막으로 장치와 연결하거나 데이터를 수신 또는 전송하는 동안 발생하는 이벤트(event)나 오류(error)를 검사하고 응답해야 한다. OnComm 이벤트와 CommEvent 속성을 사용하여 오류를 잡고 통신 이벤트와 오류의 값을 점검할 수 있도록 기본 설정을 하였다.

2) 모니터링 환경 설정 모듈

Fig. 8은 모니터링 환경 설정을 위한 흐름도를 나타내고 있다. 이 모듈은 해양 설비장비인 GPS 수신기, 자이로컴퍼스, 장력계로부터 NMEA-0183 데이터를 수신하여 정확한 모니터링 결과를 산출하기 위해서 작업 경로와 작업 선박에 대한 정보를 설정하는 모듈이다. 첫 번째, PLGR 작업 경로의 위치 번호(Pos No : Position Number)를 입력하고, PLGR 작업 경로의 방향이 순방향(ascend), 역방향(descend) 인지를 설정한다. 두 번째, PLGR 작업 선박의 초기 정보에 대한 입력이다. 이 정보에는 GPS 수신기로부터 로프 작업대까지의 거리, 선박의 높이, 선박 밑 부분에서 해저 면까지의 수심, 선박의 로프 작업대로부터 해저 면까지의 수심, 로프의 길이 등을 입력한다. 그 다음에는 입력 정보 계산식에 의해서 결과 값이 출력된다. 따라서 모니터링 환경 설정 모듈까지의 과정이 이상 없이 끝나면 실시간 모니터링하기 위한 준비 작업이 완료된다.

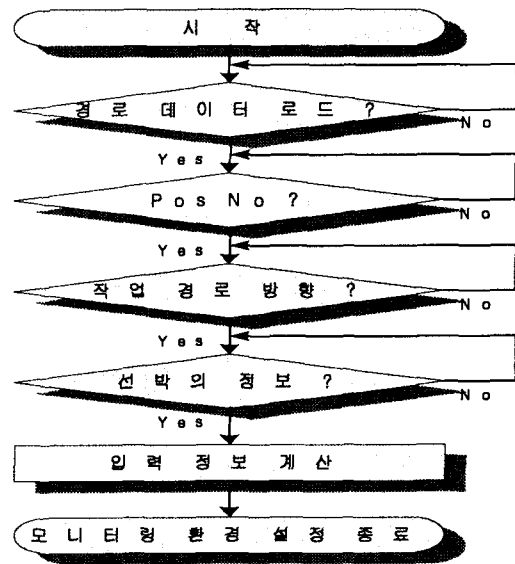


Fig. 8 The Flowchart of Monitoring Environment Configuration.

4. 실험 및 고찰

4.1 실험 준비

본 논문에서 설계 및 구현한 실시간 모니터링 시스템을 실험하기 위해서 Javad Navigation System 사의 LeqAnt 모델의 안테나, ODYSSE 모델의 수신기를 이용하였다 (Javad Navigation Systems). 그 외 마그네틱 자이로컴퍼스 (magnetic gyro-compass) 장력계, 그리고 각각의 장비와 컴퓨터와의 연결을 위해서는 시스템베이스 사의 Multi-2/PCI (Peripheral Component Interconnect) 멀티포트 커넥터를 이용하였다(시스템베이스, 2002). 현장 실험 구간은 현재 해저 광케이블 건설이 이루어질 예정 구간인 부산(송정 : 35° 10.6100 N, 129°11.8590 E) - 일본(후쿠시마 : 32°18.0000 N, 128°19.8500 E)간의 일부 구간을 실험하였다.

Fig. 9에서는 앞에서 설명한 MSComm 컨트롤을 이용하여 시리얼 통신 모듈이 여러 개의 장비를 동시에 연결할 수 있도록 확장성을 고려하여 10개의 시리얼 멀티포트를 제공하도록 인터페이스를 구현한 결과이다. 여기에서 장비 선택은 GPS 수신기이고 연결 시리얼 포트는 COM1, 전송 속도는 9600bps, 패리티 비트는 없고, 흐름 제어는 하드웨어(hardware)를 나타내고 있다.

그리고 Fig. 10에서는 수신한 NMEA-0183 데이터의 실시간 처리를 위해서 실시간 데이터 추출 모듈을 구현한 결과이다. 이 모듈은 항해하는 선박의 속도 및 PLGR 작업 속도를 고려하여 실시간 처리 간격(interval)을 1초로 설정하였다. GPS 수신기로부터 수신한 NMEA-0183 데이터 중에서 구현에 필요한 GPVTT(GPS Global Positioning System Fix Data), GPVTG (GPS Track Made Good and Ground Speed) 데이터를 실시간으로 추출하고 있는 모습을 보이고 있다.

PLGR 작업을 위한 실시간 모니터링 시스템의 설계 및 구현

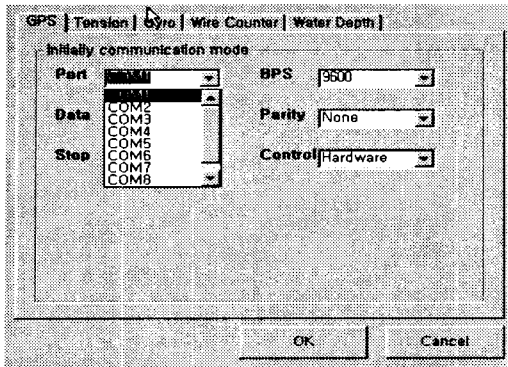


Fig. 9 Serial multi port communication module.

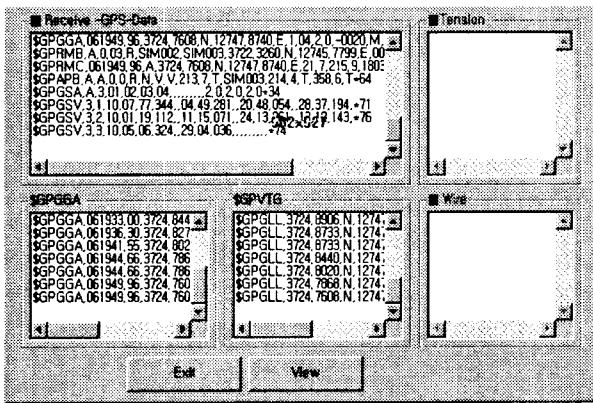


Fig. 10 The Real-Time Data Parsing Module.

Fig. 11은 모니터에 보이는 그래프 출력 결과를 프린터로 출력하기 위한 환경 설정 화면이다. 즉 그래프 결과를 출력하여 보관하여야 하며, 구간설정은 작업 해역의 상태에 따라서 변경할 수 있어야만 한다. Fig. 12는 실시간 모니터링 환경 설정을 위한 구현 결과를 나타내고 있다.

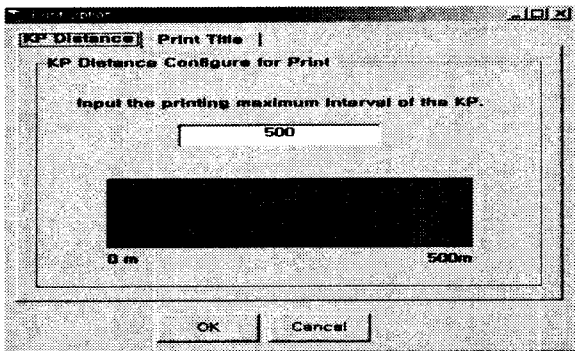


Fig. 11 The Print Configuration.

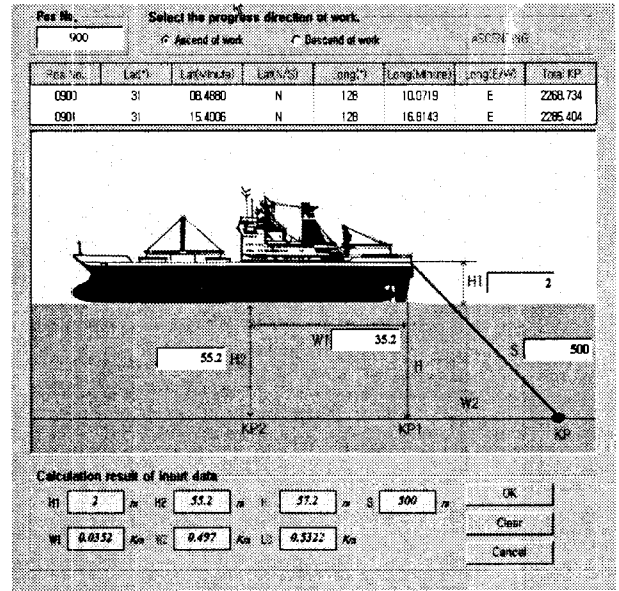


Fig. 12 Monitoring environment configuration.

Fig. 12에서 실시간 모니터링 환경 설정 후 결과를 보면, Pos No에 첫 번째 작업경로의 위치 번호와 두 번째 작업경로의 위치 번호가 나타난다. Lat(°)는 작업 해역에 대한 위도의 도(°), Lat(Minute)는 작업 해역에 대한 위도의 분을 나타낸다. Lat(N/S)는 작업 해역의 위도가 북위(N)인지 남위(S)인지를 나타낸다. Long(°)는 작업 해역에 대한 경도의 도(°), Long (Minute)는 작업 해역에 대한 경도의 분을 나타낸다. Long (E/W)는 작업 해역의 경도가 동경(E)인지 서경(W)인지를 나타낸다. 마지막으로 Total KP는 PLGR 작업 경로의 기준 향해 누적거리를 나타낸다. 두 번째, PLGR 작업 선박의 초기 정보에 대한 입력 결과이다. W1는 GPS 수신기로부터 로프 작업대까지의 거리, H1은 선박의 높이, H2는 선박 밑 부분에서 해저 면까지의 수심, H는 선박의 로프 작업대로부터 해저 면까지의 수심($H = H1 + H2$), S는 로프의 길이, KP2는 GPS 수신기가 설치된 향해 누적거리, KP1은 선박의 로프 작업대가 설치된 향해 누적거리($KP2 - W1$), KP는 PLGR 작업에 사용되는 grapnel이 위치한 향해 누적거리를 나타낸다.

4.2 실험 결과

실시간 모니터링 시스템을 이용한 실험 결과는 Fig. 13, 14, 15에 나타내고 있다. 실험에서 GPS 수신기를 COM 1, 장력계는 COM 6, 자이로컴파스는 COM 5번에 각각 연결하여 실험을 하였다.

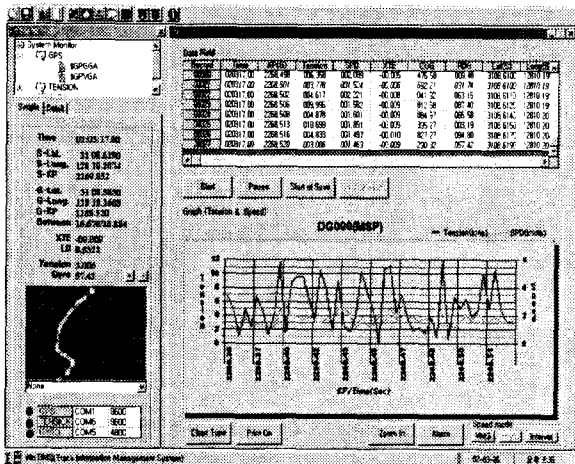


Fig. 13 Test result(initial screen).

실험 결과의 Fig. 13은 크게 4부분으로 설명할 수 있다. 첫 번째, 시스템 모니터(system monitor)부분은 실시간 모니터링 시스템과 연결된 해양 설비장비의 종류 및 상태를 나타내고 있다. 두 번째, 데이터 필드(data field)부분은 수신한 NMEA-0183 데이터의 실시간 모니터링 결과 데이터를 나타내고 있다. 처리 결과에 대한 데이터 필드의 상세 정의 내용은 Table 1과 같다.

Table 1 Data field of fig 13.

Field	Description
Time	UTC(Universal Time Coordinated)
KP(G)	grapnel의 KP
Tension	grapnel의 장력 값
SPD	선박의 속도
XTE	코스 이탈 거리
COG	진행 방향
HDG	헤딩(heading) 값
Lat(S)	항해하는 선박의 위도
Long(S)	항해하는 선박의 경도
DGPS	측량이 DGPS인지를 나타낸다
SVs	측위에 사용된 위성 수
HDOP	수평의 정확도
Age	정정 주기
STID	기본 STID

세 번째, 그래프 출력 부분은 실시간 모니터링 결과 데이터 중에서 항해하는 선박의 안정성을 고려하여 선박의 속도, grapnel의 장력 값을 그래프로 표현한 부분이다. PLGR 작업 로프의 장력과 선박 속도를 실시간으로 모니터링하여 그 결과를 비교 분석함으로써 선박의 속도가 5노트(knots) 이상이거나 장력 값이 10톤(tons) 이상일 경우는 작업을 주의 깊게 관

측해야 하며, 경보장치와 연동하여 관리자에게 알려야 한다. 그리고 그래프의 아랫부분의 KP는 단위가 km이며 현재 항해하는 선박이 기준 작업루트로부터의 항해 누적거리를 나타내고 있다. 네 번째, 데이터 필드의 저장, 경보장치(alarm), 프린트 출력, 누적 항적 표현을 위한 부분으로 나누어져 있다.

Fig. 14, 15는 실험 구간의 일부 구간에 대한 실험 결과를 그래프로 표현한 것이다. 이 그림에 나타난 데이터와 데이터 필드부분에 표현된 데이터는 후처리를 위해서 자동 저장 파일(date.csv) 형태로 저장이 가능하다. 그림에서 Y축은 선박의 속도(knots)와 장력 값(tons)을 공통으로 나타낸다. X축은 PLGR 작업 경로에서 기준 경로로부터의 KP를 km단위로 나타내고 있다. 이 그림에서 보는 것 같이 선박의 속도와 장력 값은 아주 밀접한 관계를 보이고 있다. 선박의 속도가 저하되면 선박의 grapnel에 해양 오염 물질 또는 장애물이 걸려서 힘을 많이 받는 것을 알 수 있다. 반대로 선박의 속도가 높으면 선박의 grapnel에 장애물이 거의 없을 나타낸다. 따라서 순간적인 선박 속도의 저하와 grapnel 장력 값의 증가인지 또는 지속적인 선박 속도의 저하와 grapnel의 장력 값이 증가되는 경우인지를 판단하여야 한다.

Fig. 14를 살펴보면 KP가 199km - 200.5km인 구간에서 선박의 속도는 약 2.1 노트를 유지하며 장력 값은 약 1.4 톤을 유지하고 있다. 그러나 KP가 200.6km - 202km인 구간에서 선박의 속도는 약 2.1 - 0.5 노트까지 지속적으로 저하되고 있고 장력 값은 약 1.4 - 3 톤까지 지속적으로 증가를 하고 있다. 이러한 경우는 이 때의 작업 경로 위도와 경도를 표시하여 다음 작업 시에는 세밀한 관측이 이루어질 수 있도록 한다. 또한 장력 값이 위험수위에 도달할 경우는 경보장치를 연동하여 관리자에게 알려야 한다.

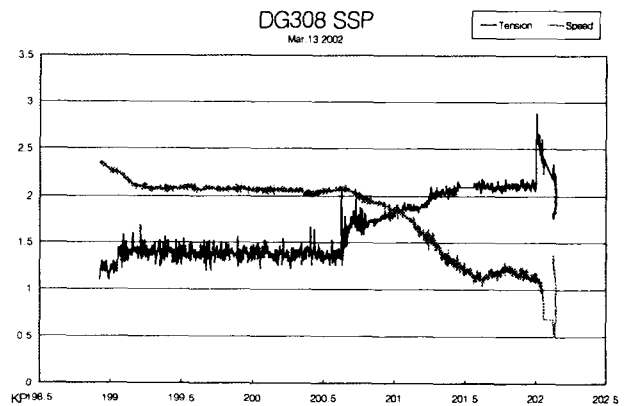


Fig. 14 Test result(1).

Fig. 15는 특정 KP 지점에서 선박의 속도와 장력 값이 갑작스런 변화를 일으키고 있는 현상을 관측할 수 있다. 즉 223.2 km인 지점에서 순간적으로 선박의 속도는 약 0.5 노트로 저하, 장력 값은 약 4 톤으로 상승하고, 223.5km인 지점에서는 선박의 속도는 약 1.7 노트로 상승, 장력 값은 약 1 톤으로 저하하

고, 224.8km인 지점에서는 선박의 속도는 약 1.9 노트로 상승, 장력 값은 약 1.8 톤으로 저하하고, 225.25km인 지점에서는 선박의 속도는 약 1.9 노트로 상승, 장력 값은 약 2.5 톤으로 저하하고 있다. 이렇게 특정한 KP의 한 지점에서 갑작스런 변화는 파도, 바람, 조류 등의 작업의 외적인 환경 요인으로 순간적인 출력이 될 수 있는 것이다. 따라서 PLGR 작업을 하는데 있어서는 영향을 주지 않는 것을 알 수 있다.

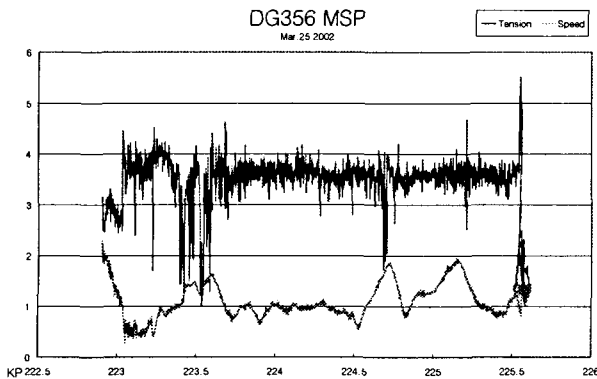


Fig. 15 Test result(2).

구현 결과 및 실험 결과를 통해서 WinFrog와 본 논문에서 구현한 실시간 모니터링 시스템의 비교는 다음과 같다. 첫 번째, 입/출력 디바이스 가용성 측면에서는 장비의 추가 삭제가 용이하게 구현하여 10개의 시리얼 통신 모듈을 제공함으로써 WinFrog와 같이 다수의 디바이스를 연결할 수 있도록 가용성을 제공하고 있다. 두 번째, 그래픽 윈도우 측면에서는 WinFrog의 경우는 이동 경로에 따라서 좌표를 표시할 수 있고 좌표는 WGS-84 타원체 표현 방식을 이용하고 있다. 본 시스템은 PLGR 작업 경로의 루트만을 표시하는 단점이 있다. 그러나 그래프 표현 모듈을 추가함으로써 선박의 속도와 장력 값을 향해 누적 거리(km)와 함께 나타냄으로써 효율성을 가지고 있다. 이것은 숫자로 표시되는 모니터링 결과를 관리자가 좀더 편리하게 볼 수 있도록 구현하였다. 또한 PLGR 작업 후 보고서 작성 시, 정확한 결과를 제시할 수 있는 기능을 제공한다. 세 번째, 수송 수단 텍스트 윈도우 측면에서는 WinFrog의 경우는 사용자가 필요한 데이터를 선택하여 볼 수 있도록 하고 있지만, 후처리를 위하여 xxx.csv 파일 형태의 자동 저장 기능은 제공하지 않는다.

5. 결 론

본 논문에서는 해저 광케이블 건설 작업 중에서도 PLGR 작업을 위한 실시간 모니터링 시스템을 설계 및 구현하였다. 이를 위해서 GPS 수신기, 자이로콤파스, 장력계를 동시에 연결하여 데이터를 얻기 위한 시리얼 멀티 포트 통신모듈을 구현하였고, 수신한 데이터를 실시간으로 처리하고 그 처리 결과를 데이터 필드와 그래프 출력으로 나타내었다. 실험결과에

서 보여주듯이 시리얼 멀티포트 통신이 실시간으로 이루어졌으며, 데이터의 처리 속도도 PLGR 작업을 위해서 항해하는 선박 속도에 비추어 볼 때 만족한 결과를 얻을 수가 있었다. 또한 선박의 속도를 표현함에 있어서 파도, 바람 등의 외부적인 요소를 감안하여 GPS 수신기로부터 얻어진 속도와 함께 항해하는 선박의 KP를 비교하여, 실제 선박이 이동한 거리 및 시간을 이용한 선박의 속도를 얻어내었다. 그리고 GPS 수신기로부터의 KP와 실제 grapnel이 위치한 KP를 모두 표현함으로써 작업의 정확도를 높일 수가 있었다. 마지막으로 항해하는 선박의 안정성 확보 차원에서 PLGR 작업 경로에서 이탈한 선박의 위치 거리를 나타내는 XTE로 표현하였고, grapnel의 장력 값을 측정하여 갑작스런 변동 값을 분석하고 표현함으로써 항해하는 선박의 안정성을 한 차원 높일 수가 있었다.

본 논문에서 설계 및 구현한 실시간 모니터링 시스템은 실제 현장 테스트 결과를 볼 때, 해저 광케이블 건설에 필수적인 PLGR 작업을 위한 선박 관리 시스템으로 손색이 없음을 확인할 수 있었다. 향후 연구로는 지구의 중력장과 지구형상을 근거로 하여 1984년에 만들어진 지심좌표계(earth-centered, earth-fixed)로서 지구전체를 대상으로 하는 세계 공통 좌표계인 WGS-84 타원체를 이용하여 선박의 누적 항적도를 나타내고, 다양한 해양환경변화를 적절히 관측하고, 모니터링하기 위한 이용 가능한 센서의 활용을 확대하고, 수심계(echo-sounder)를 추가하여 수심 상태를 모니터링 할 수 있는 모듈을 추가하는 한편 해양원격탐사 자료의 바른 해석을 위해 종합적인 관측망의 일부로 개발되어야 할 것으로 사료된다(유신재, 1999).

참 고 문 헌

- [1] 김주진, 문상균, 김흥기(2001), 동북아시아 지역의 정보통신망 구축 방안, 한국통신학회논문지, 제26권 제3호B호, p375-382.
- [2] 연순홍, 부기진, 이명수(2000), 위성 인터넷 기술과 서비스, 한국통신학회지, 제17권, 제6호, p78-90.
- [3] 윤장용, 조준구(1991), 동북 아시아에 있어서의 해저 광케이블 구성 전략, 한국통신학회논문지, 제16권 제5호, p395-402.
- [4] 유신재(1999), 정종철, 해양환경관측을 위한 원격탐사의 활용과 그 전망, 대한원격탐사학회지, 제15권, 제3호, p227-288.
- [5] 이태오, 정성훈, 임재홍(2002), 해저광케이블 작업을 위한 모니터링 시스템의 설계 및 구현, 한국해양정보통신학회 2002 춘계학술발표대회.
- [6] 이해욱(2000), 풀어쓴 정보통신 기초지식, 전자신문사
- [7] 안태곤, 진용, 김성진 공저(2002), 포켓 PC와 함께하는 모바일 프로그래밍, 정보게이트.
- [8] 주경민, 박성완, 김민호 공저, Visual Basic Programming Bible Ver. 6.X, 영진출판사

- [9] G.P.S Data Net(Ltd. Inc)(2001), Standard for Interfacing Marine Electronic Devices NMEA-0183 Version 2.00 A-0183 Standard for Interfacing Marine Electronics Devices(2000), <http://www.nmea.org>
- [10] Javad Navigation Systems(Ltd. Inc), <http://www.javad.com>, [14] SystemBase Inc., <http://www.systembase.co.kr>
- [11] Korea Submarine Telecom, <http://www.kst-kt.co.kr/korea>, [15] Thales GeoSolutions(Pacific) Inc(2001), WinFrog User's Guide v3.1
- [12] Microsoft(Inc) (1999), Microsoft MSDN Library.
- [13] National Marine Electronics Association(1983), NMEA
-

원고접수일 : 2002년 11월 24일

원고채택일 : 2003년 3월 14일