

소형 무인 해양 계측선 개발

임종환* · 강철웅* · 김성근** · 이상무*** · 김상철**** · 최민호**** · 강창모****

제주대학교 기계·에너지·생산 공학부
이어도텍, *동양대학 컴퓨터제어공학과, ****A-Mec

Development of a Small, Remote Controlled Ship for Observation of Marine Environment

JONG-HWAN LIM*, CHUL-WONG KANG*, SEONG-GUN KIM**, SANG-MOO LEE***

SANG-CHUL KIM****, MIN-HO CHOI**** AND CHANG-MO KANG****

Faculty of Mechanical, Energy & Production eng. Cheju Nat'l Univ.

Eodo Tec, ***Dept. of Computer control engineering, Dongyang Univ. *A-Mec*

KEY WORDS: Remote controlled observation ship 원격제어형 계측선, Microprocessor 마이크로프로세서, Wireless Modem 무선모뎀

ABSTRACT: We developed a small, remote controlled observation ship that can reduce the cost of gathering data for marine and coastal environments. The control system is composed of three microprocessors, one is for overall mission control, another for control of propulsion motors, and the other for sensor operation. For communication system, we adopt direct and indirect methods based on the wireless modem of commercial cellular telephone. The former is a direct communication between the modems of the ship and the server, and the latter is an indirect communication via internet between the ship and the server. The performance of the ship is demonstrated with the results produced by sets of experiments.

1. 서 론

해양은 지구 전면적의 약72%를 점유하고 있고, 생물자원을 비롯한 광물 자원의 보고이며, 조력과 풍력 등 막대한 에너지를 내재하고 있어 개발 가능성이 무한한 존재로 주목되고 있다. 따라서 해양 선진국은 육상의 부족자원 고갈에 따라 21세기는 해저 및 해양자원 개발시대가 도래할 것을 예상하고 여기에 집중투자를 하고 있다. 특히 우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸여 있어서 생활전반에 걸쳐 해양과 밀접한 관계를 갖고 있으며 최근 수년간에 걸쳐 대규모 양식 산업과 생활하수로 인해 청정지역의 환경오염이 심각하게 진행되고 있다. 이에 따라 일정해역에서 조석간만, 사시사철 등에 따른 연안 환경을 실시간으로 관측하여 자료화하며 연 근해 해안에서 해양오염 실태를 조사, 감시하기 위한 해양계측 모형선의 개발은 시급히 수행할 필요가 있다.

해양계측을 위한 기기의 연구개발은 광범위한 해양을 폭넓고 정밀하게 계측할 수 있는 대형 해양조사선, 해저 개발을 위

한 자료 관측용 해중 유·무인 잠수정 (Takaki, U, 1999; Yuh, J, 2000), 세계의 기상 변동에 영향을 미치는 해양 기상정보를 수집하기 위한 계류식 bouy (Isida, A 외, 1999) 등으로 선진 해양국가에서는 오래 전부터 해양 메커니즘 해석과 개발을 위해 많은 투자가 이루어지고 있다. 국내에서도 해양개발원을 중심으로 하여 해양환경관측을 위한 수질관측용 bouy 시스템을 개발 (안유환, 2000; 한국해양연구소 (1995))하였으며 대형 해양조사선을 보유하는 등 꾸준히 해양 환경계측을 위한 기기의 연구개발이 이루어지고 있다. 그러나 이들 시스템은 국가적인 차원에서 행해지고 있는 연구개발로서 개발경비와 부대경비가 과다하게 요구된다.

최근 날로 심각해져 가는 연근해의 해양오염을 감시 관찰하기 위해서는 실시간으로 연근해의 해양환경을 관측할 필요가 있으나 대형 해양계측선의 경우는 항해가 가능한 해역에서만 계측이 가능하고 부대 경비가 과다한 문제가 있다. 또한 계류식 bouy에 의한 관측은 이동이 불가능하므로 다양한 해역의 실시간 관측이 어렵다는 단점이 있다.

수입되어지는 해양계측 모형선의 경우 최저 수천만원 이상 호가되고 있으며(Marin Tech 사(1998)), A/S등의 문제로 인하여 국내에서 사용이 저조한 형편이다. 이에 따라 본 과제에서는 일반적인 조사선을 대신하여 해안가에서 손쉽게 연안의 상

제1서자 임종환 연락처: 제주시 아라1동 제주대학교

Tel : 064-702-3712; Fax : 064-756-3886

E-Mail : jhlim@cheju.cheju.ac.kr

태를 조사할 수 있는 소형 무인 해양 계측선을 개발하는 것이 그 목적이다. 이 계측선의 특징은 원격으로 제어되는 형태로서 해양의 물리 화학적 정보를 실시간으로 무선통신으로 전송되며 인터넷망에 그 정보를 제공함으로써 여러 곳에서 동시에 정보를 공유할 수 있다는 점이다. 이 시스템은 현재까지는 원격으로 제어되지만 향후 GPS를 도입하고 필요한 자율항해 알고리즘을 개발하여 적용할 예정이며 이 경우 쉽게 자율 무인 계측선으로 기능이 향상될 수 있도록 개발하였다.

이와 같은 계측선의 개발은 연안의 물리적인 정보 외에 계측할 수 있는 화학 및 생물학적인 정보에 대하여 손쉽게 접근할 수 있음으로써 연안의 바람직한 개발 및 환경오염 방지, 그리고 21세기 해양시대에 필요한 많은 자료를 제공할 것이다. 또한 연안 개발 후 사후관리에 필수적인 역할을 수행할 것이며 연안환경의 측정에 소요되는 부대비용을 획기적으로 절감할 수 있을 것으로 사료된다.

2. 시스템 구성

본 연구에서 개발된 무인 계측선은 크게 선체, 제어부, 통신부, 구동부, 센서부, 전원부, 그리고 원격제어 및 모니터링부 등으로 구성되어 있다. Fig. 1은 시스템전체의 구성을 나타낸다. 선체부는 파도등 열악한 환경에서도 전복되지 않도록 weight distribution을 최적화시키며 수밀성과 유체저항이 최소화 되게 설계하였으며, 제어부는 센서, 통신, 스크류구동등을 제어하며 향후 다양한 기능 추가에 대비하여 각 모듈별로 따로 프로세서를 채택하고 주 프로세서가 전체를 총괄하는 분산형으로 설계하였다.

통신부는 기존 무선 통신망을 이용하며 계측선과 지상서버 간의 직접통신뿐만 아니라 기존 통신망에서 제공하는 인터넷망을 통해 지상서버와 계측선간의 통신이 수행될 수 있도록 구성되어 있으며 센서부는 우선 수온 및 염분을 측정할 수 있는 시스템을 구설하였으나 향후 다양한 센서의 추가가 용이하게 다 채널로 설계되어 있다. 또한 계측선의 위치, 상태, 그리고 측정된 데이터를 인터넷망을 통해 실시간 관측할 수 있도록 모니터링부를 설계하였다

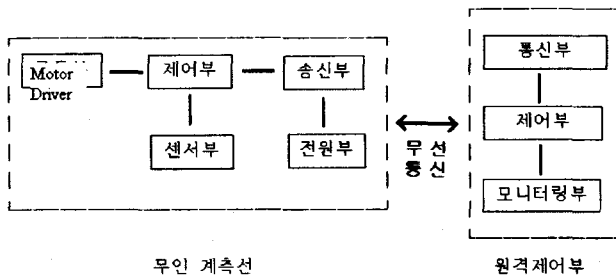


Fig. 1 Composition of the System

2.1 선체부

선체부는 거친 파도에도 전복되지 않게 하기 위하여 Fig. 2와 같이 쌍둥선 형태로 설계되어 있다. 그림에서 본체는 제어, 통신, 계측 등을 위한 각종 회로 및 전원공급을 위한 배터리 등이 내장되어 있으며 이들이 부력 조절 역할도 동시에 수행한다. 본체 좌우에는 일정한 각도를 갖고 구동역할 및 부력체 역할을 하는 부력체가 대칭으로 연결되어 있는데 여기에는 내부에 구동용 모터와 스크류가 부착되어 있으며 부력 발생 역할을 한다. 본체의 재질은 아크릴이며 부력 체의 재질은 PVC이다.

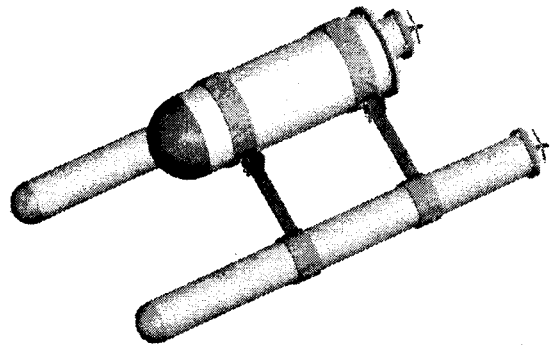


Fig. 2 Schematic diagram of the model ship

2.2 시스템 제어부

제어부의 역할은 통신부로부터 명령을 수신하여 구동부를 적절하게 제어하고 센서부로부터 각종 정보를 수집하여 송신부로 송신하는 역할을 한다. Fig. 3은 제어부의 구성도를 나타내며 주 제어기 하부에 모터 제어기, 센서 제어기, 그리고 통신제어기가 연결되어 있다.

주 제어기는 각종 명령처리 및 연산속도가 빠르고 신뢰성이 있는 80C196-KC 마이크로 프로세서를 채택하였고 하부 제어기는 비교적 단순한 기능만 요구되므로 부하가 적기 때문에 PIC 16F873 마이크로 프로세서를 채택하였다. Table 1은 각 프로세서의 사양을 나타낸다.

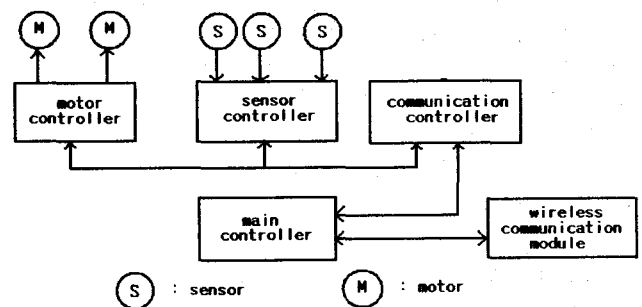


Fig. 3 Structure of the control system

Table 1 Specifications of the microprocessors

Items	PIC16F873 (Middle Range Type)	80C196KC
Frequency	Max. 20 Mhz	Max. 20 Mhz
Flash Program Memory	4 K	None
Data Memory	192	256
EEPROM Data Memory	128	256
Interrupt	13	28 interrupt sources
I/O Port	3	3
Timer	3	3
Capture/Compare/PWM Module	2	2
Serial Communication	MSSP, USART	MSSP, USART
10 Bit A/D Module	5 Channels	8 Channels

통신부는 통신 제어용 마이크로 프로세서와 무선 모뎀으로 구성되어 있으며 계측선 제어기와 지상 또는 모선의 서버와의 통신을 담당한다. 무선 모뎀에서 송신된 데이터는 기존 통신망의 중계탑을 거쳐 WAP 게이트웨이에 보내지며 이것이 다시 인터넷망을 통하여 지상의 서버에 전달되며, 원격제어시는 지상 서버로부터 반대 경로로 계측선에 명령이 전달된다. 또한 계측선의 동작을 지상서버에서 제어할 때 인터넷 망을 통한 경우 속도지연 문제가 발생하여 제어가 순조롭지 못할 경우를 대비하여 지상서버에 부착된 모뎀과 계측선 모뎀간의 직접통신을 통하여 수행할 수도 있도록 설계되어 있다. Table 2는 기존 무선 통신망용 모뎀의 사양을 나타낸다.

센서부는 염분, 수온 등 각종 해양정보를 계측하는 센서를 제어하는 부로서 현재는 수온과 염분농도를 계측하는 센서가 장착되어 있다. 그러나 필요에 따라 탁도 등 여러 물리화학적 정보를 계측할 수 있는 센서를 쉽게 추가 할 수 있게 설계되

Table 2 Specifications of the wireless modem

Detail	Wireless modem
Producer	Anydata co.
Model	DTS-1800
Frequency	1800 MHz (PCS in Korea)
Communication velocity	High data rate up to 64 Kbps
Data interface connector	RS-232
Support	TCP/IP, LCD, keyboard and audio interfaces

어 있다. Fig. 4에서 Fig. 6까지는 제어기 각각의 제어 흐름도, Fig. 7은 제작된 제어 시스템 사진이다.

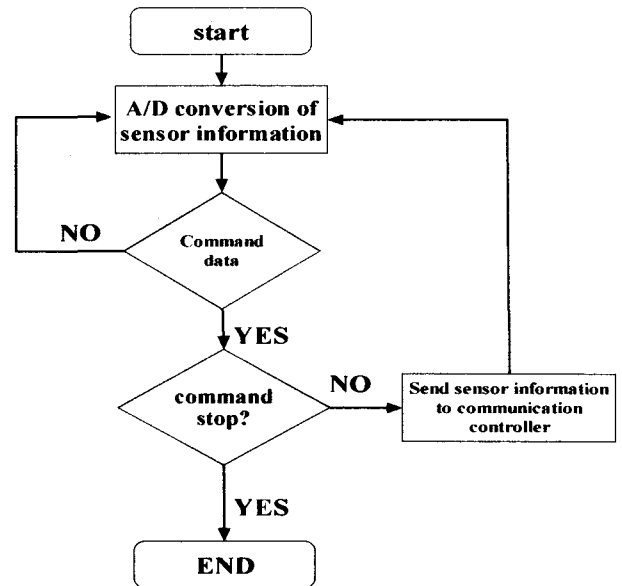


Fig. 4 Flowchart of the sensor control system

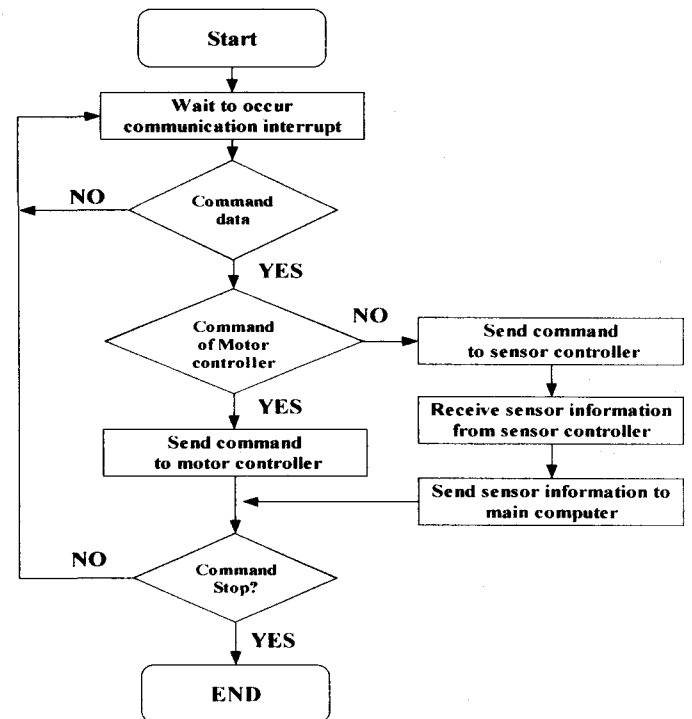


Fig. 5 Flowchart of the communication control system

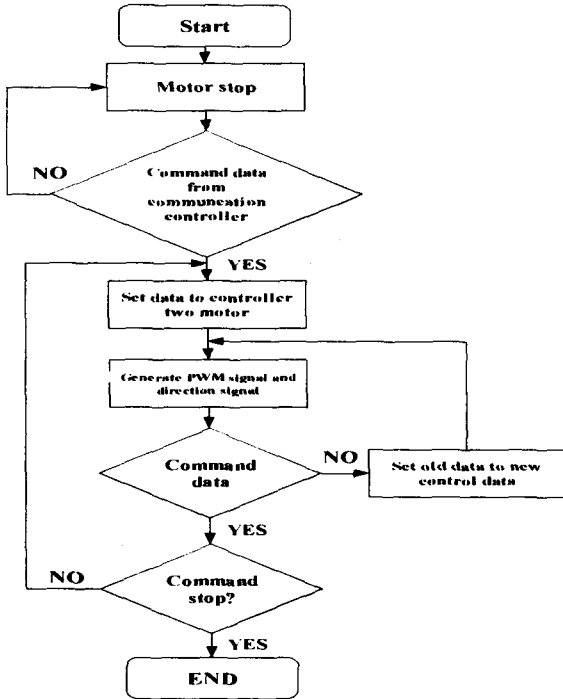


Fig. 6 Flowchart of the motor control system

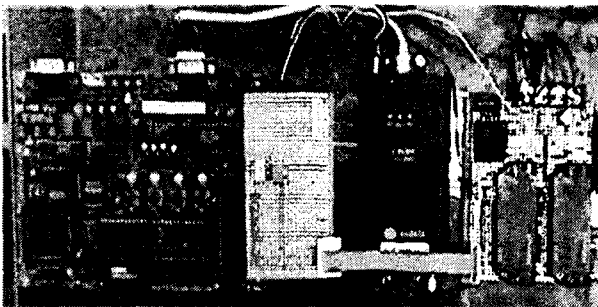


Fig. 7 Controller

3.3 구동부

구동부는 계측선을 추진시키고 방향을 조절하는 역할을 담당하는데 본체 양면의 부력체 내부에 DC 모터가 장착되어 있고 이 모터 축이 외부로 돌출되어 부착되어 있다. 따라서 본체 양측에 두 개의 스크류가 동시에 작동하여 계측선을 추진시키며 양 스크류의 속도차에 따라 방향을 전환하는 구조로 되어 있다. 또한 내부 모터와 외부 스크류를 연결하는 축은 3중 retainer로 방수처리 하였다.

Table 3은 DC 모터와 구동드라이버의 사양을 나타낸다. DC 모터의 용량은 20W 이며 드라이버는 브레이크 기능과 PWM 제어기능이 있다. 모터 구동은 Table 4와 같은 사양의 배터리를 사용하였으며, 이 배터리는 용량이 12V-7.0AH로서 1회 충전으로 최대 2시간까지 동작이 가능하다.

Table 3 Specification of Motor and driver

	Type	V	W/A	
Motor	S6D15 -24G	24V	20W	Gear ratio:1:15
Driver	STK6855	16-42V	5A	Break PWM control

Table 4 Specifications of Batteries

TYPE	VOLTAGE REGULATION	INITIAL CURRENT
STAND-BY USE	13.5~13.8V	NO LIMIT
CYCLIC USE	14.4~15.0V	1.75A MAX

3.4 원격제어 및 모니터링 시스템

지상 서버부는 계측선과의 통신을 위한 통신부 및 제어부 그리고 데이터 및 계측선의 위치등을 감시하는 모니터링부로 구성되어있다. Fig. 8은 원격제어 및 모니터링 개념도를 나타낸다. 계측 선으로부터의 각종 데이터나 정보는 무선 통신망을 통해서 인터넷망으로 지상 서버에 전달된다. 이 데이터는 서버 관리자에 의해서 선택적으로 공개할 수 있으며 이 경우 위치에 상관없이 실시간으로 데이터를 공유할 수 있게 되어있다. Fig. 9는 원격 제어부의 흐름도이다.

본 연구에서 이용된 통신모듈은 우리나라에서 널리 이용되고 있는 O19무선모뎀을 이용하였다. 따라서, 국내 통화권 지역 내에서는 거리와 시간의 영향을 받지 않고 무선 통신이 가능하며 서버측에서 해양계측 모형선과 무선통신을 원할 때는 Mobile to Mobile 통신방식을 통하여 1:1 실시간 데이터 송수신이 가능하다. 만약 해양계측 모형선의 개수가 다수일 때는 서버측에 동시에 데이터를 전송하기 위하여 TCP/IP 네트워크를 이용하게 되며 이를 통하여 송신되는 데이터들은 여럿이 공유할 수도 있다.

3. 실험 결과 및 고찰

그림 10은 이와 같이 설계되어 제작된 무인 계측선의 사진이다. 이 선체의 전장은 1 m, 폭은 0.7m, 그리고 높이는 0.4m이다. 스크류의 최대 회전수는 600 rpm이며, 수온과 염분을 계측하는 센서가 장착되어 있다. 계측선 본체의 전방에는 GPS 장비가 장착되어 있으나 아직까지는 그 기능을 이용하지 않고 있으며 지상의 서버에서 키보드로 원격 제어하게 되어있다. Fig. 11은 지상서버의 원격 제어 화면을 나타낸다.

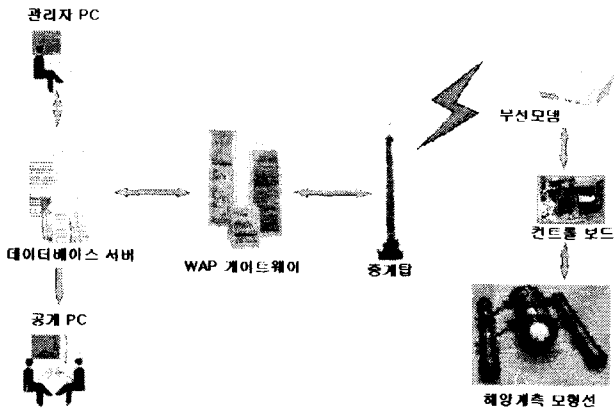


Fig. 8 Schematic diagram of the wireless control system

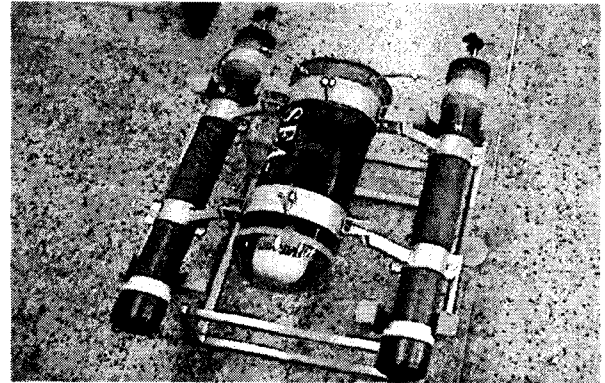


Fig. 10 Photograph of the developed ship

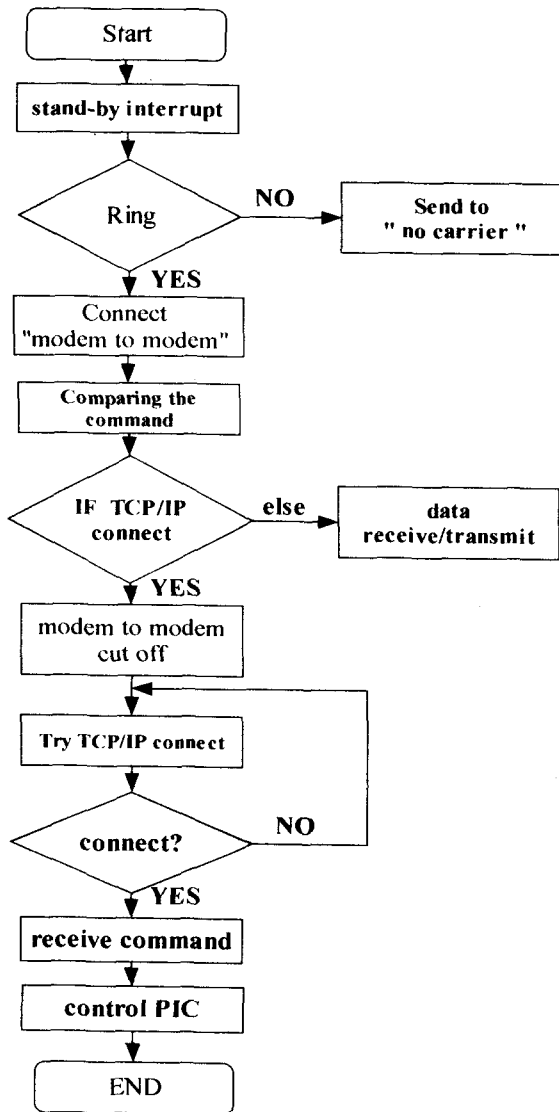


Fig. 9 Flowchart of the wireless control system

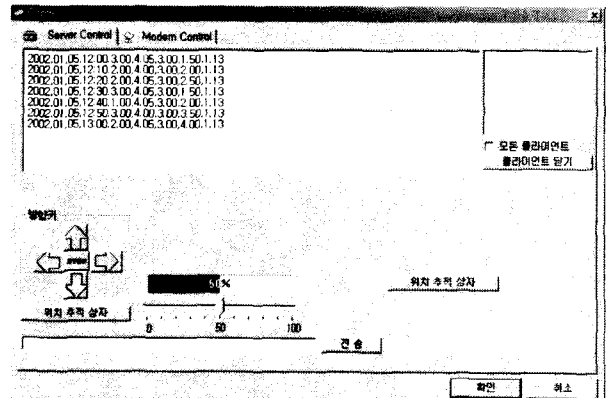


Fig. 11 A view of the control screen

Fig. 12는 이 계측선을 실제 바다에서 시험 항해하는 광경을 나타낸다. 시험 항해는 30분 동안 수행되었으며 해안에서 약 1Km까지 항해하였다. 계측선의 최대 속력은 약 1노트 정도로 관측되었으며 항해도중 통신두절은 1회가 발생하였다. 또한 항해 후 선체 내에 스며든 해수의 양을 살펴 본 결과 방수 상태는 양호한 것으로 나타났다.

이와 같은 시험 항해에서 나타난 문제점은 다음과 같다. 우선 짧은 시간에 폭넓은 영역을 탐사하기 위해서는 계측선의 속력을 좀더 증가시킬 필요가 있을 것으로 사료된다. 이것은 모터의 사양을 높이고 rpm을 증대시킴으로서 쉽게 해결가능할 것이다. 또 다른 문제점은 현재 모뎀의 안테나가 본체 내부에 장착되어 있어 파도의 영향 때문에 통신효율이 떨어질 수 있다는 것인데, 이것 역시 외부로 고성능 안테나를 높이 세움으로서 쉽게 해결 가능하리라 사료된다.



Fig. 12 Experimental navigation

4. 결 론

본 연구에서는 해양의 각종 물리, 화학적 정보를 계측할 수 있는 무인 원격제어형 해양 계측 모형선을 개발하였다. 본 시스템은 특히 소형으로서 기존의 조사선이 접근하기 어려운 해역이나 연안에서 저렴한 비용으로 조사가 가능하며 그 특징은 다음과 같다.

1. 쌍동선 형태로 설계되어있어 전복등의 위험이 적다.
2. 저가격, 고성능 마이크로 프로세서 및 GPS 장비를 갖춘 최첨단 기술의 집약체이다.
3. 기존 무선 통신망을 이용하여 지상서버와 직접 통신 또는 인터넷망을 통한 통신등 2가지 방법의 통신이 가능하여 상황에 따라 최적의 통신방법을 선택할 수 있다.
4. 각종 데이터 및 계측선의 상태를 실시간으로 모니터링 가능하며 계측된 정보는 인터넷망을 통해 동시에 여러 곳에서 이용 가능하다.
5. 기존의 일반 조사선에 비해 특히 소형이며 무선제어가 가능하므로 일반 조사선이 접근하기 어려운 지형에도 쉽게 접근이 가능하다.
6. 해양환경측정에 소요되는 부대 비용이 획기적으로 절감된다.

향후 연구 방향은 먼저 장착된 GPS를 이용하여 계측선의 위치를 판단하는 방법을 적용하고, 수중 초음파 센서등을 이용하여 local path planning(obstacle avoidance) 과 global path planning 알고리즘을 개발하여 무인 계측선의 완전한 자율항해를 실현하는 것이다.

참 고 문 헌

- Tamaki, U. (1999) ,"Development of AUV PTEROA," International Advanced Robotics MBARI, pp.195-200.
 Yuh, J. (2000) ," Design and Control of Autonomous

Underwater Robots," International J. of Autonomous Robots.

Ishida, A., Kasino, Y., Mitsudera, H. and Kadokura, T.(1999)," Mean Structure and variability of the Equatorial Pacific Subspace Countercurrent in the JAMSTEC High-resolution OGCM," JAMSTECR No.39, pp.117-137.

안유환 (2000), "해양환경관측 및 개선을 위한 기반기술 연구," KORDI 2000 Annual Report, pp.18-19.

한국해양연구소 (1995), 광역 표층 해류관측을 위한 TGPS Buoy 시스템 운영지침서, 1995

Marin Tech 사(1998), 연안 관측모형선 카탈로그