

수중정보 획득을 위한 무인원격선체 개발

Development of Remote Control Ship for Acquisition of Underwater Information

최병길* · 조광희**

Choi, Byoung Gil · Cho, Kwang Hee

要 旨

본 연구의 목적은 수중의 다양한 공간정보를 무인으로 획득할 수 있는 무인원격선체를 개발하는데 있다. 무인원격선체는 GPS, 음향측심기, 사이드스캔소나, 지층탐사기 등을 탑재하고 자동제어에 의한 방법으로 내수면 및 연안해역의 수중공간정보를 획득하는 기능을 수행한다. 무인 원격 수중 공간정보 획득장비를 개발함으로써, 기존의 측량선을 이용하기가 어려운 저수지, 댐 등의 지역 및 오염으로 인해 사람이 접근하기 불가능한 지역의 각종 수중정보 취득이 가능할 것으로 기대된다. 또한 하나의 선체에 다중빔 에코사운더, 영상센서, 수질측정 센서 등 사용목적에 맞는 센서를 장착하여 다목적으로 사용할 수 있으므로 내수면과 관련된 정보의 획득을 필요로 하는 거의 모든 산업분야에서의 경제적인 활용이 가능할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 수중정보, 원격측정, 다목적, 무인원격선체

Abstract

This study is aimed to develop a remote control ship for acquisition of various underwater information. Remote control ship equipped with GPS, echosounder, sidescan sonar, subbottom profiler. Remote control ship is an automatic system for acquisition of inland water and coast information. For the development of remote control ship, underwater information acquisition of reservoir, dam, polluted area is expected. Also, multibeam echosounder, image sensor, water analysis sensor, etc. could be equipped in one ship. So robot-ship will be applied for the most part of industry managing water resources and preventing the flood by making bed topographic map and estimating water volumes.

Keywords : Underwater information, Remote control, Multi purpose, Remote Control Ship

1. 서 론

본 연구의 목적은 내수면 및 연안의 수중공간정보를 무인 원격으로 획득할 수 있는 무인원격선체를 개발하는데 있다. 무인원격선은 측정지점의 정확한 위치정보 및 수중공간정보를 획득하고 이를 무선으로 전송할 수 있는 기능을 수행한다.

수중공간정보 획득 및 분석과 관련된 연구는 꾸준히 진행되어 왔으나, 수중공간정보를 획득하는 방법은 측량선, 고무보트 등을 이용한 유인측정방법이 이용되어 왔다. 특히 수심정보를 획득하는 방법에는 음향측심측량, 사진측량, 수중측량, 레이저측량 등 다양한 방법이 있으나, GPS (Global Positioning System, 위성측위시스템)와 음향측

심기를 이용하여 수면위치 및 수심을 동시에 측정하는 수심측정 방법이 정확성과 경제성 면에서 다양한 연구가 수행되었고 그 실효성이 검증되어 최근에 주로 사용되고 있다. 서용운과 최윤수(2000)는 실시간 DGPS 및 음향측심기 데이터를 이용하여 방파제 축조시 투하되는 사석의 물량을 확인하는 연구를 수행하였고, 정영동과 강상구(2002)는 음향측심기와 GPS를 이용한 하천의 수심측량 정확도를 연구하였으며, 박운용 외 2인(2003)은 음향측심기를 이용한 하구하상 측량의 정밀도를 향상시킬 수 있는 연구들이 진행 되고 있다. 또한 측량선의 경우 흘수가 깊거나 내륙까지의 운반이 어렵기 때문에 내수면에서 이용하기 곤란하며, 고무보트의 경우 장비를 장착하고 파라미터를 조정하는데 시간이 소요되며 안전사고의 위

2008년 8월 8일 접수, 2008년 9월 12일 채택

* 정희원 · 인천대학교 공과대학 토목환경시스템공학과 교수 (bgchoi@incheon.ac.kr)

** 교신저자 · 정희원 · 인천대학교 공과대학 토목환경시스템공학과 박사 후 과정 (raphael@incheon.ac.kr)

힘을 지니고 있다. 따라서 비접근지역 및 수심이 낮은 지역 등 유인측정방법이 불가능 한지역의 측량 및 기존 수심측량방법의 단점을 개선하고, 수심 및 기타 수정의 공간정보를 일괄적으로 획득 할 수 있는 다목적의 무인원격선의 개발이 필요하다.

2. 무인원격측정선의 구성

2.1 개발 조건

무인원격측정선의 선체는 크게 안전성, 운반성 및 작업 편의성, 적용성의 세 가지 측면을 고려하여 개발하였다. 측정에 탑재되는 장비는 위치정보 획득에 필요한 GPS 센서 및 안테나, 수중정보 획득을 위한 음향측심기, 사이드스캐너 및 지층탐사기, 통신을 위한 RF 모듈 및 안테나, 선체의 이동과 센서에서 획득한 데이터의 처리 등을 위한 컨트롤러 등 다양하며, 대략적인 무게는 약 120kg 정도 된다. 이러한 장비들을 적재하고도 충분한 부력 및 추진력을 확보하여 원하는 정보를 획득할 수 있어야 한다. 또한 사용 중에 수중 구조물과 충돌할 경우 파손되지 않고, 파도나 급격한 선회 등에도 전복되지 않아야 하며, 적재된 전자장비들이 물에 노출되어 기능을 상실하는 경우가 발생하지 않아야 한다. 또한 운반이 용이하도록 가급적 소형이면서도, 측량법에 규정된 범위내에서 안정적으로 이동할 수 있도록 개발하였다. 다음 그림은 무인원격측정선의 전체 구성도를 나타내고 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 성능을 확보할 수 있는 다목적용 플랫폼을 개발하기 위하여 다음과 같이 구성하였다.

2.2 선체 구성

보트 및 프레임은 듀얼 헐 폰툰(dual hull pontoon) 선체로 개발하였다. 일반적인 선박형태로 개발할 경우, 적재되는 장비들의 부피 및 무게로 인해 크기가 매우 커져야 할 뿐만 아니라 흘수도 깊어지기 때문에 설계한 조건들을 만족시키지 못할 우려가 매우 크다. 폰툰 선체는 일반적으로 바닥이 낮음, 즉 흘수가 낮은 선체를 말한다. 일반적으로 부양체가 좌우 양쪽 끝에 위치하고 프레임으로 연결하며 그 위에 선박형태의 구조를 장착하여 선체를 이루게 된다. 폰툰 선체는 부양체가 좌우 양쪽 끝에 위치하기 때문에 무게 중심을 선체 전체에 골고루 분산시킬 수 있기 때문에 파도나 급격한 선회에 대한 안정성이 높은 장점이 있다.

무인원격측정선은 두 개의 헐을 프레임으로 연결하는데 있어서 프레임의 크기를 조절 가능하도록 개발하였다. 수중 공간정보 획득센서를 선택적으로 사용할 수 있도록 설계하였는데 이를 위해서는 불필요하게 선체가 클 필요

표 1. 선체 사양

전장	선평	무게	부력
1.95m	1.17m	19.47kg	158.5kg

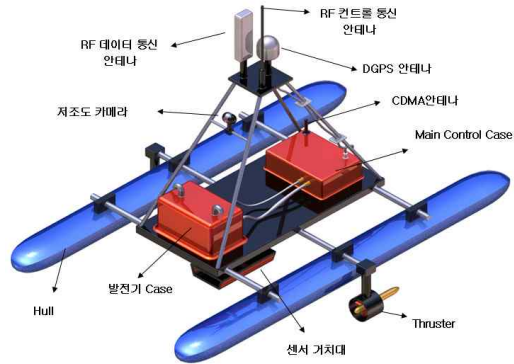


그림 1. 무인원격측정선 구성도



그림 2. 쌍둥선 타입 선체

가 없기 때문이다. 표 1은 선체의 사양을 나타내며 그림 2는 선체 및 프레임을 나타낸다.

선체의 부력은 식 (1)에 의해 구할 수 있다.

$$A = V \times M \times G \text{--- 선체무게} \tag{1}$$

여기서, A 는 부력

V 는 선체의 부피

M 은 유체의 밀도 (약 1.03g/cm³)

G 는 중력가속도 (9.8m/sec²)

따라서 무인원격측정선의 부력은 158.5kg으로 선체에 탑재되는 장비의 최대 하중을 120kg으로 할 때 선체가 안정적으로 운용이 가능 하다.

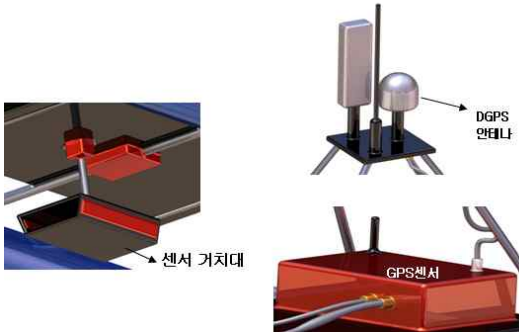


그림 3. 센서부 구성도



그림 4. 거치식 센서

표 2. 발전기의 제원

항 목	제 원
최대AC출력	2kVA
DC 출력	12V-8A
연료탱크용량	4.1리터
연속운전시간	10(1/4부하)-4시간(정격)
크기(길이×폭×높이)	510×290×425mm
건조중량	21kg

표 3. 스텔러의 제원

항목	제원
추진력	약 77kg × 2
구동부 직경	약 10cm
노즐 직경	약 26.4cm
전체 길이	약 46cm
중량	약 11kg



그림 5. 배터리 및 방수케이스

2.3 센서부 구성

센서는 크게 위치정보를 획득할 수 있는 GPS와 수중정보를 획득할 수 있는 수중장비로 구성된다.

위치정보는 기본적으로 DGPS 방법을 이용하여 정밀한 위치정보를 획득할 수 있도록 하였다. GPS 안테나는 수신률 확보를 위하여 지지기둥위에 부착하도록 하였으며, GPS 센서는 개폐식 수밀케이스에 장착하여 방수성을 확보하였다.

수중장비는 음향측심기, 사이드스캔소나, 지층탐사기를 선체 하부에 장착하였으며, 획득하려는 수중공간정보의 종류, 획득 목적에 따라 선택적으로 탈부착하여 사용할 수 있도록 하였다. 다음 그림 3은 센서부의 구성을 나타내고 있으며, 그림 4는 개발된 거치식 센서의 구성을 나타내고 있다.

2.4 발전부 및 구동부 구성

무인원격 측정선은 선체를 움직이기 위한 동력과 장비를 운용하는데 필요한 전원을 발전기 하나로 해결할 수 있도록 개발하였다. 무인원격 측정선에 탑재되는 장비는 모두 전기를 사용하게 되는데 각 장비들의 입력전원이 서로 다르고 소비되는 전력도 적은 양이 아니기 때문에 배터리는 쉽게 처리하기 곤란하다. 또한 장비들이 차지하는 부피 때문에 동력부, 즉 엔진을 별도로 장착하려면 선체가 더 커지고 무거워지는 단점이 발생하게 된다.

이를 해결하기 위하여 선체의 구동에는 스텔러를 이용하고 전력원은 발전기를 이용하였다. 스텔러는 그 자체가 엔진, 스크류 및 키의 역할을 모두 수행하는 장비로서 일반적으로 소형의 무인 잠수함에 장착되는 장비이며, 전기를 이용하여 작동하기 때문에 별도의 엔진을 탑재할 필요가 없어진다. 전원이 입력되면 프로펠러가 회전하면서 추진력을 얻게 되고 기어를 이용하여 좌우 회전을 조절함으로써 방향을 전환하게 된다. 특히 방향회전의 경우 기어를 이용한 360도 회전이 가능하기 때문에 제자리 회전을 통해 선회반경을 극히 최소화할 수 있는 장점이 있다.

전력원은 배터리 대신 소형 발전기를 이용하였다. 최소 4시간의 가동시간을 확보하여 작업중단 및 정비시간을 최소화하였으며, 개폐식 방수 케이스로 보호하여 방수성을 확보하였다. 표 2는 발전기의 제원, 표 3은 스텔러의 제원을 나타내며, 그림 5는 발전기 및 방수케이스, 그림 6은 스텔러를 나타낸다.

2.5 통신부 구성

다목적용 플랫폼은 무인으로 작동하기 때문에 위치정보 및 수중공간정보가 제대로 획득되는지, 선체가 계획한 항로로 이동하는지를 모니터링해야 할 필요가 있다.



그림 6. 스페리얼



그림 8. 통신용 안테나

표 4. 통신모듈 및 안테나의 제원

항목	제원
FWB6000	5.8GHz Adanced Wireless Bridge (J-MAC,18Mbps)
FWB2400	2.4GHz Wireless Bridge (J-MAC,8Mbps)
WPC250	Weather Proof Case
Antenna	2.4Ghz or 5.8Ghz Patch/Grid Antenna
Omni Antenna	2.4Ghz or 5.8Ghz Omni Antenna
LMR400-2M	2M Coaxial Antenna Cable
VAS7200	1CH, MPEG4 Encoder/Decoder
VAS7264	1CH, H.263 NVR Video Server

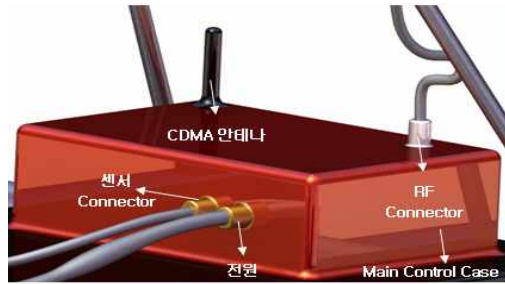


그림 9. 제어부 컨트롤 박스 및 컨트롤러



그림 7. RF네트워크 모듈

다목적용 플랫폼에서 전송되는 정보는 위치정보, 수심 정보, 수중지형정보, 수중영상정보, 수상장애물 감시용 영상정보 등이 있는데 영상정보의 경우 정보의 양이 많기 때문에 고속의 대용량 정보를 안정성있게 송신할 필요가 있다.

본 연구에서는 플랫폼에서 송수신하는 데이터를 위치 정보 및 제어명령, 각종 수중정보, 수상장애물 감시용 영상으로 구분하고 각각의 데이터 특성에 맞는 RF모형을 선택하였다. 위치정보 및 제어명령 송수신과 수중정보 송수신용 RF 모형을 주파수 2.4GHz, 전송속도 8Mbps, 영상 송수신용 RF 모형을 주파수 5.8GHz, 전송속도 18Mbps의 모형을 이용하였다. 표 4는 통신모듈 및 안테

나의 제원을 나타낸다. 다음 그림 7은 RF 네트워크 모듈을 나타낸다.

2.5 제어부 구성

제어부는 각종 센서들의 획득정보 처리, 구동부 제어 및 통신제어에 필요한 인쇄회로기판(PCB : printed circuit board)와 운용 프로그램으로 구성된다.

제어부는 GPS 및 3축 모션센서의 정보를 이용하여 획득한 위치 및 자세정보와 음향측심기, 사이드스캔소나, 음향측심기 등을 이용하여 획득한 수중공간정보의 통합 처리할 수 있도록 하였다. 또한 계획경로와 플랫폼의 위치를 비교하여 항로를 자동으로 수정하고 수정항로를 따라 이동할 수 있도록 스페리얼을 제어할 수 있도록 하였다. 다음 그림 8은 다목적용 플랫폼의 제어부의 구성을 나타내고 있다.

3. 결 론

본 연구에서는 수중공간 정보를 획득하기 위한 다목적의 무인원격측정선의 선체를 개발하였다. 무인원격측정선은 안전성, 운반성 및 작업 편의성, 적용성의 세 가지 측면을 고려하여 보트 및 프레임, 센서부, 발전부 및 구동부, 통신부, 제어부로 구성되며, 최고속도는 시속 10km 이상, 선회반경은 5m 이내, 작동시간은 최소 4시간 이상

이 되도록 개발하였다. 본 연구에서 개발한 무인원격측정선은 저수지, 댐, 하천 등의 내수면 및 연안의 수중 지형 및 지질정보, 수중 지층정보, 수질정보 등을 획득하는데 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 음향측심기, 사이드스캔 소나, 지층탐사기 등의 장비를 탑재할 수 있도록 개발함으로써, 기존 방법에 비해 다양한 수중 공간정보 획득에 소요되는 시간 및 비용을 절감할 수 있을 것이며, 사용목적에 맞는 센서를 장착하여 다목적으로 사용할 수 있으므로 내수면과 관련된 정보의 획득을 필요로 하는 거의 모든 산업분야에서의 경제적인 활용이 가능할 것이다. 특히 무인으로 정보를 획득할 수 있기 때문에 오염 또는 군사보안상의 이유로 사람이 접근하기 곤란한 지역이나 위험지역에 본 연구에서 개발한 무인원격측정선을 이용하면 만일에 발생할 수 있는 인명의 피해 없이 정확한 수중정보를 획득하는데 활용할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 논문은 2007년도 지능형국토정보기술혁신사업인 “공간정보구축 통합장비 개발” 과제의 성과 일부로서 연구를 지원해주신 국토해양부에 감사드립니다.

참고문헌

1. 김병연, 이상정, 무인비행체 자동비행 및 지상제어시스템 개발, 과학기술부, 2001.
2. 김정하, 박일경, 이운성, 병렬구조형 1/2 Size 차량 운전 모사 장치의 설계 및 특성연구, 제어계측·자동화·로보틱스연구회 합동학술발표회, 1997, pp. 49-43.
3. 문두열, 이재원, 장한룡, 류왕수, The coast monitoring combined by GPS and echosounder, *정보통신연구지*, 제5집, 동의대학교 정보통신연구소, 2004, pp. 115-121.
4. 지규인, GPS/INS/CDMA 통신망 통합 복합 항법시스템, 과학기술부, 2004.
5. 최병길, 무선 인터넷과 DGPS를 이용한 원격측정 로봇선 개발, 건설교통부, 2004.
6. LG-EDS 시스템아이엔텍팀, 무선인터넷 어플리케이션프로그래밍, 삼양출판사, 2000.
7. Comfile Technology, Manual of Servo Motor Controller, 2001, pp. 1-4.
8. Comfile Technology, PICBASIC 2000 Data Book, 2000, pp. 78-79.
9. Kammerer, E., L., L., A new method for the removal of refraction artifacts in multibeam echosounder systems, Ph. D dissertation, University of New Brunswick, Canada, 2000.
10. Stephens, R., Visual Basic Graphic Programming, Wiley, 1999.
11. Strang, G. and Borre, K., Linear Algebra, Geodesy, and GPS, Wellesley- Cambridge Press, 1997.
12. <http://www.comfilecom.co.kr>
13. <http://www.worldservo.com/html/arc.htm>