

# Drone Saver : 모선과 수중 탐사정을 이용한 수중 드론 탐색 및 구조 시스템

고선재, 박재정, 김서진, 정주연, 최병조  
인천대학교 임베디드시스템공학과  
dlem0163@inu.ac.kr

## Drone Saver : Underwater Drone search and rescue system using Mothership and ROV

Seon-Jae Ko, Jae-Jeong Park, Seo-Jin Kim  
, Joo-Yeon Jeong, Byoung-Jo Choi

\*Dept of embedded system, In-Cheon University

\*\*Dept of Economics, In-Cheon University

### 요 약

본 논문은 드론 산업이 발전함에 따라 하천, 호수, 바다 상공에서 활용하는 드론이 수중에 빠졌을 때, 물에 빠진 드론을 모선(Mothership)과 집게팔이 달린 ROV(Remotely Operated Vehicle)를 이용하여 인양하는 시스템을 제안한다. 제안한 시스템의 구성 요소는 세 가지로 첫 번째는 실시간으로 GCS(Ground Control Station)에 영상을 전송하며 ROV와 전력선 모뎀을 이용하여 통신을 하는 모선, 두 번째는 수중에 들어가 수중 카메라를 이용하여 육안으로 드론을 탐색하고 장착된 집게팔로 드론을 몸체에 고정시키는 ROV, 세 번째는 모선, ROV와 실시간으로 영상 데이터와 명령 신호를 주고 받는 GCS 이다.

### 1. 서론

최근 마스크에 드론이 등장하는 일이 많아지면서 드론에 대한 관심이 증가하고 있다. 이에 따라 상업용 드론이 다양한 목적으로 생산되고 있다. 낮은 가격의 장난감 드론부터 고가의 항공사진용 드론까지 목적이 다양한 만큼 드론의 가격 역시 다양하다.

드론이 고가화 된 만큼 사후관리도 매우 중요해 졌지만 실상은 그렇지 않다. 하천, 호수, 바다 상공에서 드론을 활용하는 개인 및 기관이 증가하고 있지만 돌풍 및 강풍, 조종 미숙, 통신 단절, 배터리 전력 소진 등 불의의 사고로 드론이 수상에 추락한 경우가 종종 생기고 있다.

직접 다이버가 수중으로 들어가 구조해오는 방법을 제외하고 현재까지 드론을 구조할 방법이 없다. 전문 다이버를 고용하기에 가격과 위험 요소가 크기 때문에 고가의 드론과 함께 중요한 데이터까지 모두 포기해야하는 상황에 직면한다.

이를 해결하기 위해 드론에 침몰 방지 부유물을 부착하는 방법도 있지만 드론 비행 시 바람의 영향을 많이 받고 전개식 부유물의 경우 상대적으로 높은 가격이 예상된다.

따라서 본 논문은 침몰 방지 부유물을 활용하지 않고 수중인양의 방법으로 수상에 유실된 드론을 구조하기 위해 원격으로 조정되는 심해자원 탐사 및 개발용 무인 잠수정 ROV(Remotely Operated Vehicle)에 유실된 물체를 몸체에 고정하는 집게 팔을 부착해 드론 침몰 지점 인근

에 ROV를 투입하여 침몰된 드론을 탐색하고 인양하는 방법을 제안한다. 침몰 지점 인근까지 무인모선으로 가는 방법을 개발 중이다.

### 2. 본론

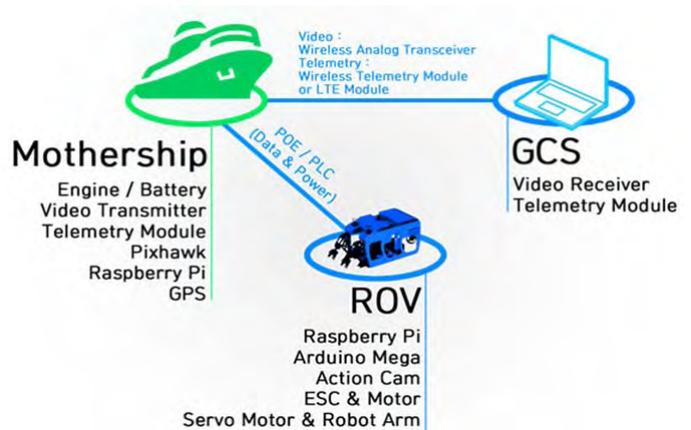


그림 1. Abstract of Drone Saver Service

그림 1은 지상통제소 GCS(Ground Control Station), 모선(Mothership), 무인 잠수정 ROV(Remotely Operated Vehicle)를 이용한 드론 세이버 서비스의 개요도이다.

기본적으로 ROV가 중심이 되고 모선이 ROV의 전력과 운반을 돕는다. GCS는 모선의 움직임을 제어하며 ROV에서 카메라에서 보내오는 영상을 보고 ROV를 제어한다. ROV에는 동력이 필요 없는 집게 팔이 부착 되어있어 유실된 물체를 ROV에 고정시켜 인양한다.

### 2.1.1 ROV(Remotely Operated Vehicle)

원격으로 조정되는 심해자원 탐사 및 개발용 무인잠수정을 ROV(Remotely Operated Vehicle)라고 한다[1]. 사람이 직접 들어가지 못하는 깊은 호수나, 바다에 입수하여 사람이 하지 못하는 작업이나 탐색 등을 대신한다.

본 논문에서 하드웨어적으로 BeagleBone Black과 Atmega2560으로 이루어진 주 컨트롤러로 나뉘져 서로 정해진 임무를 수행한다[2].

### 2.1.2 MantisClaw

MantisClaw는 드론과 같은 움직이는 RC에 장착되어 전력을 사용하지 않고, 갈고리의 동력을 가지고만 작동을 한다.

본 논문에서는 수중에서 사용하는 집게 팔이기 때문에 전선과 집게 팔 작동에 사용되는 서보 모터의 방수 및 수중 노출을 최소화하기 위해 Mantis Claw를 채택하였다.

### 2.2 Mothership

모션에는 자동차용 12V 배터리가 탑재되며, 이것으로 모든 전원을 공급한다.

또한 라즈베리파이가 탑재될 것이며, 여기에 모선의 움직임을 제어할 프로그램을 개발할 예정이다.

이 프로그램은 가이드모터의 출력과 방향타의 역할을 맡을 서보모터의 출력, ROV와 드론을 견인할 윈치의 출력을 제어한다.

### 2.3 GCS (Ground Control Station)

GCS에서는 모선의 라즈베리 파이가 촬영하는 모선의 전면부의 영상을 스트리밍하여 받는다.

영상을 스트리밍 받기 위해 GStreamer 와 UV4L를 고려해 보았다. GStreamer은 GObject 기반 지료형 체계와 더불어 C 프로그래밍 언어로 작성한 파이프라인 기반 멀티미디어 프레임워크이다. 단순 오디오 재생, 오디오 및 비디오 재생, 녹음, 스트리밍 및 편집을 비롯하여 프로그래머가 다양한 미디어 관리 구성요소를 만들 수 있게 해준다. 하지만 적용해본 결과 긴 딜레이로 인하여 UV4L를 사용했다. 이 틀은 웹페이지에서 바로 확인할 수 있는 장점과 http를 지원한다. 또한 접속 가능한 웹페이지 형식을 제공하고 있어 설정 변경이 쉬운 장점이 있다[3].

또한 GCS에서는 모선의 가이드 모터를 On/Off하는 기능

과 모선의 방향을 조정하는 서보모터를 제어하는 기능 ROV에 연결된 선을 감고 풀고 정지하는 윈치를 제어하는 기능을 추가할 예정이다.

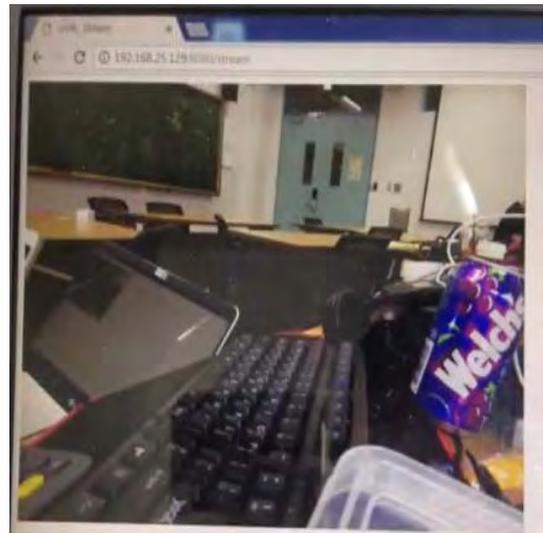


그림 2. 영상 스트리밍 실험

## 3.구현

### 3.1 ROV(Remotely Operated Vehicle)

본 논문에서는 사용하는 ROV는 하나의 제어부에서 사용자에게 영상을 송신하고, 모터 제어 및 센서들을 동작시킨다.

제어부에는 사용자에게 실시간으로 영상을 송신하고, ROV에게 명령을 주기 위해 Beaglebone Black을 전력선 모뎀과 함께 사용한다. 영상 송신과 명령 전달은 전력선 모뎀을 통해 사용자와 개통된 HTTP 포트의 Cockpit 웹 브라우저를 이용한다. 전송되는 영상은 Beaglebone black과 USB로 연결된 HD카메라를 이용한다.



그림 3. 제어부

그림3은 제작한 제어부의 사진으로, 비글본 블랙은 Atmega2560을 개조한 ROV Controller Board에 탑재된다.

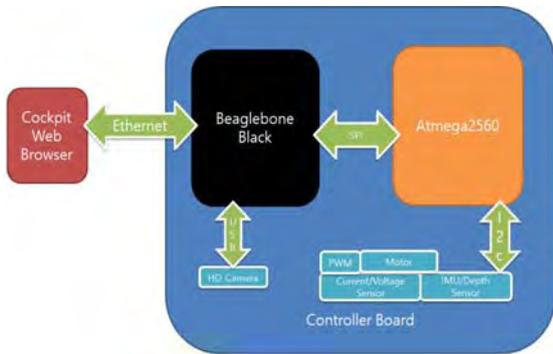


그림 4. 제어부 회로도

ROV Controller Board는 Atmega2560에 추가적으로 개조를 가한 보드로, 모터 제어를 위한 3개의 ESC와 전력선 모뎀을 장착하기 위한 핀, 외부(수중)으로 노출되는 모터와 센서, 전력선을 제어하는 핀을 내보내기 위한 DB-25가 내장되어있다. DB-25는 총 25개의 핀으로, 9개의 모터 제어 핀, 4개의 모터 전력공급 핀(배터리), 4개의 PWM 핀, 4개의 IMU/Depth 센서 전용 핀, 전력선 모뎀과 연결이 되는 2개의 전력선 핀, 마지막으로 2개의 +(VCC),-(GND) 핀이 있다. 컨트롤러 보드에서는 다양한 센서들과 I2C 통신을 하며 데이터를 받고, 받은 데이터를 Beaglebone Black에 SPI 통신으로 전송한다[4]. 사용자는 Cockpit에서 해당 데이터를 확인이 가능하다.



그림 5. Mantis Claw



그림 6. 제작한 ROV

그림 5와 그림 6.는 완성한 집게팔과 ROV로 그림 4.의 Mantis Claw 은 레이저 커터기를 이용해 아크릴을 재단한 후, 조립을 하였다. 그림 6.의 완성한 ROV는 방수 처리를 위해 연결된 아크릴 사이에는 아크릴 접착제를 사용하고, 배터리와 제어부에 있는 선들의 입구를 Epoxy 접착제와 테프론 테이프를 이용하여 이중 방수를 하였다. 위의 제작한 두 물품을 서로 아크릴 파이프를 이용하여 그림.7의 모습처럼 연결한다.



그림 7. 연결한 모습

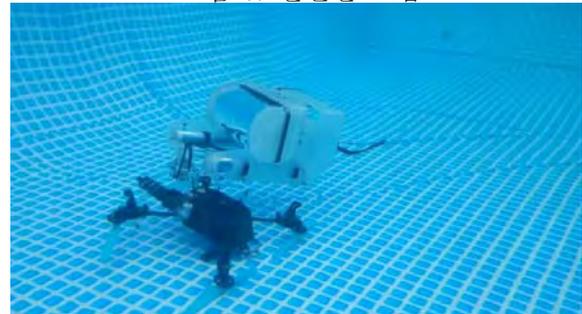


그림 8. 수조 실험 사진

그림.8은 실험을 위해서 설치한 수조에 드론을 입수 시킨 후, 테스트를 하는 모습이다. 여러 번의 실험을 진행하면서 실제로 드론을 몸체에 고정하고 구조해오는 기능은 수행이 가능하나, 집게팔로 인한 수중 저항 때문에 수중에서 기울어지는 현상 등 여러 가지 문제점이 발생하여 앞으로는 이러한 문제점들을 개선하고자 한다.

#### 4. 결론

최근 매스컴에 드론이 등장하는 일이 많아지면서 드론에 대한 관심이 증가하고 있다. 이에 따라 상업용 드론이 다양한 목적으로 생산되고 있다. 낮은 가격의 장난감 드론부터 고가의 항공사진용 드론까지 목적이 다양한 만큼 드론의 가격 역시 다양하다. 하천, 호수, 바다 상공에서 드론을 활용하는 개인 및 기관이 증가하고 있지만 돌풍 및 강풍, 조종 미숙, 통신 단절, 배터리 전력 소진 등 불의의 사고로 드론이 수상에 추락한 경우가 생겨, 고가의 드론과 함께 중요한 데이터까지 모두 포기해야하는 상황에 직면한다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 원격으로 조정되는 심해자원 탐사 및 개발용 무인 잠수정 ROV(Remotely Operated Vehicle)에 유실된 물체를 본체에 고정하는 집게팔을 부착해 드론 침몰 지점 인근에 ROV를 투입하여 침몰된 드론을 탐색하고 인양하는 방법을 제안한다. 드론 세이버는 바다에 빠지거나 물에 빠진 드론을 회수하기 수월해지고 물에 빠지는 걱정이 줄어들며 따라 비행이 금지되었던 공간 이외에도 물 위라는 공간에서 드론을 조종하는 사람들이 늘어나 좀 더 많은 사람들이 드론을 이용하여 여가 활동을 즐길 수 있게 되는 효과가 있을 수 있다. 또한 사람이 위험해서 하지 못했던 해저탐사의 경우에도 무인 ROV를 이용하여 탐사를 하였는데, 본 논문에서 ROV에 팔을 제작하여 동작하게 될 경우에는 해저에 있는 물건들(ex, 돌, 유실물)을 수집하여 가져옴으로써, 돌과 같은

해저에만 있는 것들은 지질학적으로 분석을 하여 바다 생태계 분석에 공헌을 할 수 있다. 더 나아가서 이를 발전시킬 경우에는 해저의 해양 자원들의 위치를 파악해서 채집까지 하는 기술로 발전할 가능성이 있다. 또 드론을 인양하는 모선과 ROV을 조금씩 바꿔 ROV에 추가적으로 초음파 센서를 장착해 강 위에 모선을 띄우고 ROV를 동작 시킴으로써 강바닥의 생김새와 강안의 생태계를 조사하는 것도 가능하다.

### 참고문헌

- [1] 환경 경제용어 사전,  
<http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=2075335&cid=50305&categoryId=50305>, 2013년 4월 최종수정
- [2] 조현준, 김도균, 백선민, 변영범, 유환우. (2016). GPS 모듈과 카메라를 이용한 해양 인명구조 지원용 ROV. 한국정보과학회 학술발표논문집, , 160-162.
- [3] 리눅스 프로젝트  
<http://www.linux-projects.org/>
- [4] Charles A Hamilton, BeagleBone Cookbook: software and hardware problems and solutions. Packt publishing Ltd. 2015