

# 5G 및 수상드론을 통한 울산항 안전운항 관리 솔루션 및 가상현실 시뮬레이션

김성연\*, 김연진\*, 김정수\*\*, 황준호\*, 김정민\*\*\*\*,  
\*중앙대학교 컴퓨터공학과, \*\*중앙대학교 융합공학부, \*\*\*\*KT

## Ulsan-Port safety management solution & virtual-reality simulation with 5G and water drone

\*Seongyeon Kim\*, \*Yeonjin Kim\*, \*Jeongsu Kim\*\*, \*Jhunho Hwang\*,  
\*Jeongmin Kim\*\*\*\*

\*Dept of Computer Engineering, Chung-Ang University

\*\*Integrative Engineering, Chung-Ang University

\*\*\*\*KT

### 요 약

전체 해양 사고 원인 중 선박 운항 부주의가 34%로 사고 발생 원인 중 대다수를 차지한다. 해당 문제를 해결하기 위해서는 선박 운항자를 대상으로 효과적인 운항 교육 및 실시간 관제 시스템을 제공해 사고를 방지하는 것이 중요하다. 따라서 울산항만을 현실적으로 반영한 가상현실 시뮬레이션 및 5g 수상드론을 이용한 운항 교육 시스템과 모든 선박들이 사용가능한 실시간 관제 시스템을 연구하고 이를 울산 항만에 제공한다.

### 제 1 장 서론

울산항은 항 내수 면적 1,100만 제곱미터의 우리나라에서 부산항 다음으로 가장 큰 무역항구로, 전국에서 액체화물을 가장 많이 처리하는 항구이다. 하지만 액체화물 운반시의 위험성에 비해 매년 상당한 수의 어선 해양 사고가 발생하고 있다. 2019년 기준 울산항에서 발생한 선박사고는 총 3,820 건으로, 이 중 운항 부주의로 인한 선박사고가 2번째로 높은 1,297건 34%를 차지했다.[1] 또한, 해당 수치를 4년 전인 2015년 통계와 비교해봤을 때 52%나 사고 발생률이 증가한 만큼 운항 부주의 사고는 매년 증가 추세에 있어 해당 문제의 해결책 제공은 중요성을 가진다.[2]

| 구 분   |   | 2015년 | 2016년 | 2017년 | 2018년 | 2019년 |
|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 운항부주의 | 척 | 853   | 915   | 1,042 | 1,096 | 1,297 |
|       | 명 | 5,996 | 8,518 | 7,706 | 9,585 | 9,304 |

( 표 1 ) 운항 부주의로 인한 연도별 해양사고 통계 [1]

운항 부주의 선박 사고의 해결을 위해 해당 논문은 크게 2가지 방법을 제시한다. 첫 번째는 단계적 운항 교육, 두 번째는 실시간 관제 시스템이다.

운항 부주의 사고는 다른 사고들과는 다르게 철저한 교육을 통해 충분히 예방이 가능하다. 따라서 운항 부주의 사고의 주 원인이 되는 중, 소형 선박 운항자들을 대상으로 안전 운항 교육을 실시하는 것은 효과적인 사고 방지책이 될 수 있다.

선박 안전 운항을 위한 관제 시스템인 VTS의 취약점이 울산항 사고 발생의 원인이 되기도 한다. VTS는 시스템 이중화가 되어 있지 않아 정전 등으로 인한 시스템 장애가 발생 할 시 선박 관제가 불가능하다. 또한, 100% 해외 장비들로 구축되기 때문에 VTS 시스템 하나당 약 20억 원 이상의 유지 보수 개발비용이 소요되며 50톤 이상의 선박이 아닌 경우에는 VTS 시스템을 사용하는 것이 의무가 아니기 때문에 해양 선박 사고의 대다수 원인이 되는 소형 선박들을 관제하기 어렵다는 문제점이 있다. [2]

본 논문은 2019년 스마트해상물류 경진대회에서 승실대팀이 진행한 울산항 안전운항 솔루션을 보완 및 확장하여, 가상현실 시뮬레이션, 상호 사용자간 데이터 통신 중심의 이동통신인 5G를 이용한 수상드론 안전운항 교육 시스템 [3], 실시간 관제 시스템을 통해 해당 문제를 해결하려 한다.

### 제 2 장 관련 연구 및 핵심 기술

#### 1. 가상 현실 ( Virtual Reality, VR )

가상 현실(VR)은 실제 현실 환경과는 다르지만, 유사한 경험을 주는 모든 기술, 환경을 의미하는 포괄적 용어이다. 하지만 현재의 가상현실은 HMD(Head Mounted Display)기술 및 3D 모델 기반의 몰입형 투영 디스플레이(Cave Automatic Virtual Environment, CAVE)를 의미하는 좁은 의미로도 사용한다. CAVE는 3차원을 이미지로 구현하고 보이는 모든 360도 공간에 투영해 공간감 있는

가상현실을 생성한다.[4] 현재의 가상현실 기술은 HMD의 양안 디스플레이를 이용한 시차 원근법과 자이로 센서를 이용한 머리추적 기술, 그리고 광학, 적외선 센서 등을 이용한 위치추적(Positional Tracking)기술을 바탕으로 발전하고 있다.

오클러스 VR이 선보인 Oculus Rift를 필두로 삼성전자의 기어VR, HTC사의 VIVE 등의 다양한 VR기기들이 시장에 나와 있으며 본 연구에서는 Window MR 플랫폼을 사용하는 삼성전자의 Odyssey VR을 사용하였다.

2. 선박자동식별장치(Automatic Identification System, AIS )

선박의 항해안전을 위하여 항행선박의 일반 제원(선명, 톤수, 국적) 및 항행정보(위치, 침로, 속력)를 자동으로 파악해 항해 안전, 해난 수색 및 구조지원체제 강화와 선박 추적관리로 선박 사고로부터 위험물 운반위험선박에 대한 안전관리를 사전예방 할 수 있는 시스템이다. [5]

### 3. 해양교통관제센터 ( Vessel Traffic Service, VTS )

VTs는 선박 통항의 안전과 효율을 증진시키고 환경을 보호하기 위하여 주무관청(CompetentAuthority)이 제공하는 서비스로, 구역 내의 교통상황과 상호 작용해 대응하도록 하는 시스템이다. 해상의 인명 안전, 항해 안전과 효율성에 기여하고, 해상 교통이 야기할 수 있는 유해한 환경으로부터 해양환경, 인접해안, 작업장 및 연안 해상설비를 보호하는데 기여한다. [6]

#### 4. 시리얼 통신

시리얼 통신이란 데이터 비트를 1개의 비트 단위로 외부로 송수신하는 방식으로써 구현이 쉽고, 멀리 갈 수 있으며 기존의 통신선로를 쉽게 활용할 수가 있어 비용 절감의 장점이 있는 통신 방식이다. [7] 가상현실 시뮬레이션과 컨트롤러를 연결할 때와, 안드로이드를 라즈베리파이와 연결해 드론을 제어할 수 있도록 할 때 사용한다.

## 5. 3D 프린팅

3D 프린팅은 연속적으로 다른 층의 물질을 뿌려 쌓아올려서 3차원의 입체물을 만드는 기술이다. 제작 속도는 느리지만 컴퓨터로 제어하기 때문에 원하는 형태로 자유롭게 출력이 가능해 다양한 분야에서 활용이 가능하다. 수상드론의 외관부 제작에 사용되었다. [8]

## 제 3 장 솔루션 설계

## 1. 시스템 구조도

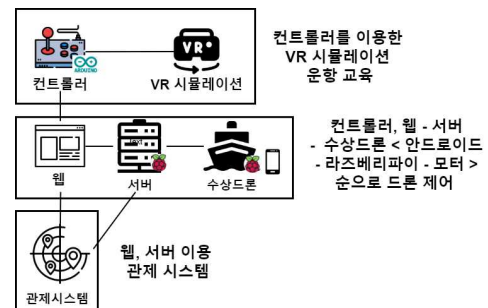
본 연구에서 제시하는 솔루션은 VR(Virtual Reality)을 이용한 가상 운항교육, 무선 수상드론 운항교육, 충돌감지 관제시스템의 세 부분으로 이루어져있다. 구체적인 솔루션 구성은 다음과 같다.

1) 조타기, 기어 컨트롤러와 가상현실 VR을 이용하여

실제 울산항을 구현한 1차 운항교육 실시

2) 자체 서버와 5G 무선 수상드론, 조타기, 기어 컨트롤러를 이용하여 실제 선박을 가정한 2차 운항교육 실시

3) 자체 서버와 스마트 폰 혹은 2차 교육에 사용한 수상드론을 이용한 웹 브라우저만으로 확인 가능한 면적 기반 충돌감지 관제시스템

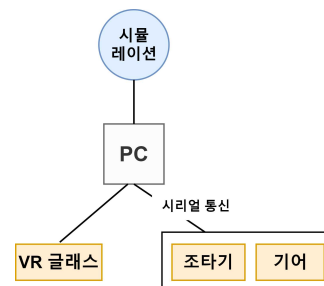


( 그림 1 ) 전체 시스템 구조도

## 2. 가상현실 운항교육

사용자는 조타기, 기어 컨트롤러를 사용하여 시뮬레이션을 조작하며, 해당 조작 정보는 PC와의 시리얼 통신을 통해 시뮬레이션에 전달된다. VR 글래스를 착용해 모든 과정을 가상현실로 체험한다. 사전 제작된 울산항 지형을 운항할 수 있으며, 원하는 선박을 선택하고 선박에 맞는 운항루트를 정할 수 있다. 또한, 운항 기록은 파일로 저장되며 리플레이 기능을 통해 운항한 기록을 복기할 수 있다. 이는 다른 각도에서도 기록을 확인할 수 있게 한다.

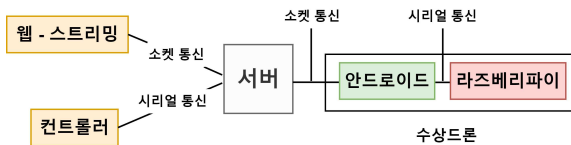
시물레이션 프로그램은 Unity3D 게임엔진을 사용하여 제작했다. Blender를 이용하여 시물레이션 내 모델을 일부 제작, 수정하였으며 현실성을 위하여 부력 및 과도 물리모형을 적용하였다.



(그림 2) 가상현실 시뮬레이션과  
컨트롤러 구성도

### 3. 수상드론 운항교육

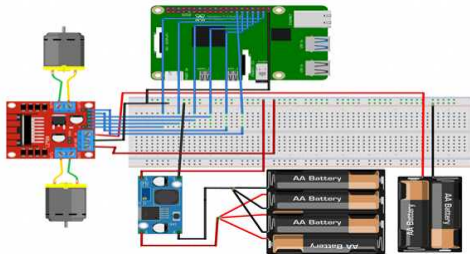
사용자는 물산항 축적을 반영한 수조에서 수상드론을 이용한 운항 교육을 받을 수 있다. 컨트롤러를 이용해 라즈베리파이 서버에 드론 제어 정보를 전달하면 안드로이드가 소켓통신으로 정보를 수신해 드론의 라즈베리파이에 전달하여 드론을 조종한다. 또한, 드론의 현재 상황을 5G 무선 통신과 웹 브라우저를 통해 실시간 스트리밍 관람이 가능하다.



( 그림 3 ) 수상드론 구성도

## 1) 수상드론

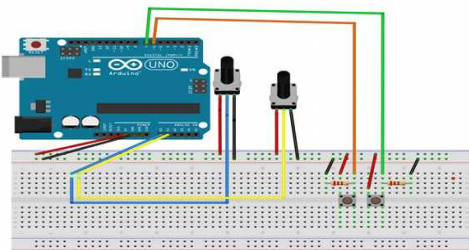
라즈베리파이로 제작된 드론은 스마트폰으로 조종되며 pySerial로 스마트폰에서 조타 각, 기어 단수 정보를 전달 받는다. 전달 받은 정보에 맞춰 RPi.GPIO 라이브러리를 이용해 각 모터의 출력을 조절한다. DC모터 2개를 충분히 구동하기 위해 보조배터리에 승압모듈로 입력 전압을 승압시켜 원하는 전압을 인가한다. [9] 제작의 편의성 및 가벼운 드론 제작을 위해 3D프린터를 사용하여 외관부를 제작하였다.



( 그림4 ) 수상드론 회로도

## 2) 컨트롤러

조타기는 시뮬레이션 혹은 수상드론 조종시에 시리얼통신을 한다. 조타기 휠은 가변저항의 중간 값을 기준으로 낮으면 좌회전, 높으면 우회전으로 인식하며 기어는 가변저항의 기준 값에 따라 1단, 2단, 정지, 후진으로 인식한다. 또한, 버튼을 이용해 눌림이 1, 눌리지 않을 때를 2로 인식하여 시뮬레이션 내에서 선택, 취소기능을 제공한다.



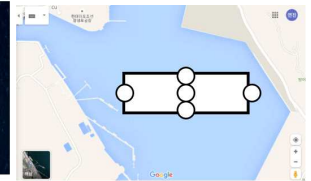
( 그림6 ) 컨트롤러 회로도

## 4. 면적기반 충돌감지 관제 시스템

안전교육을 완료하고 선박을 직접 운항할 때, 앞서 사용한 수상드론을 선박의 중앙, 상, 하, 좌, 우에 배치해 선박gps를 실시간으로 서버에 송신한다. 수신된 정보를 사용해 관제 시스템에서 선박들의 관제 정보를 관리하며 충돌 가능성이 있을 시 알려준다. 또한 실시간 드론 스트리밍, 드론 로그 출력과 모든 선박의 AIS 데이터를 표기하는 vessel finder map의 기능을 추가 제공하며, 충돌 위험

시 알림 제공 및 충돌 시 정보를 메시지 및 csv 파일로 볼 수 있다.

수상드론 : O

선박의 중앙, 상, 하, 좌, 우에 드론 부착  
센서로 gps 값 전달

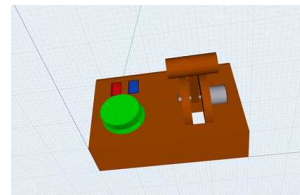
gps 값 매핑해 지도에 선박 위치 표시

( 그림 7 ) 수상드론을 이용한 gps값 센싱

## 5. 자체제작 웹, 통신 서버

수상드론 운항교육과 면적기반 충돌감지 관제 시스템의 경우 자체 제작한 서버와 웹 브라우저를 통해 이용이 가능하도록 설계하고, Node.js와 소켓을 연결해 실시간으로 데이터를 주고받는 웹 소켓 통신[10] 등을 이용하여 서버를 구축하였다. 솔루션 이용은 모바일, PC의 여부와 상관없이 웹 브라우저에 접속이 가능하며 운항내역 또한 서버에 저장하여 언제 어디서든 확인이 가능하다.

## 제 4장 실험 및 구현

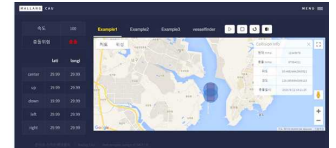
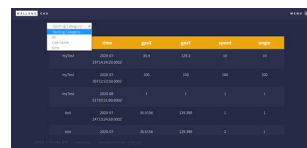


( 사진 1 ) 컨트롤러 모델



( 사진 2 ) VR 장비 작동 모습

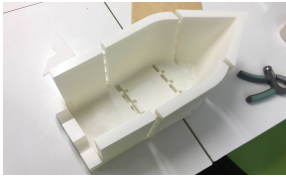
사진 1, 사진 2는 조타기, 기어 컨트롤러의 3D모델링과 가상현실 시뮬레이션의 작동모습을 보여주고 있다. 컨트롤러는 Arduino를 이용하여 제작하였으며 시뮬레이션과 시리얼 통신을 사용해 작동한다.



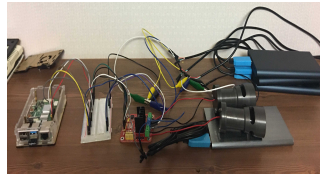
( 사진 3 ) 웹 관제 시스템

위는 웹 브라우저를 통해 이용 가능한 관제 시스템 및 수상드론 조종, 관람 화면이다. 사용자는 수상드론의 영상, 위치 등의 데이터를 확인 가능하며, 계정 시스템을 이용하여 사용자에게 따라 불필요한 기능 접근을 차단할 수 있다.

사진 4, 5, 6은 솔루션에서 제작된 하드웨어들을 보여준다. 솔루션에서 쓰이는 서버는 라즈베리파이를 사용하여



( 사진 4 ) 3D 프린터로 출력한 수상드론 선체



( 사진 5 ) 수상드론, 컨트롤러 내부



( 사진 6 ) 라즈베리파이 서버 자체 제작 하였으며, 인터넷 공중망에서 유동IP에 고정 도메인을 제공하는 DDNS 설정을 통해 외부 네트워크 통신을 통해 접속가능하다. [11]

## 제 5 장 차별성 및 기대효과

### 1. 가상현실 운항교육

기존 송실대 솔루션의 경우, 모니터와 조타기를 이용하였으며 운항 시작 및 도착의 기능만 존재하였다. 반면 본 연구의 시뮬레이션은 가상현실 기기를 이용하여 시뮬레이션의 3차원 내부를 사용자가 직접적으로 확인, 체험이 가능하며 리플레이 기능을 제공해 본인이 운항 연습을 했던 모습을 1인칭 시점 및 탑뷰 시점으로 다시 볼 수 있어 운항 내역을 확인하고 복기할 수 있다.

### 2. 5G 수상드론

수상드론은 울산항 축적을 반영한 수조에서 안전 운항 교육의 목적으로 사용된다. 해당 드론은 5g 통신망과 기존 솔루션에 존재하지 않는 자체 제작 컨트롤러를 통한 원격조종, 실시간 영상 스트리밍 기능을 제공해 실제 운전과 유사한 운항교육이 가능하다. 선박 운항자는 운항 교육을 마친 뒤 실제 선박 운항 시에, 드론을 선박의 가운데와 상하좌우에 부착해 gps 값을 실시간으로 전달하여 관제 시스템에서 선박의 현재 위치를 보여준다.

폼 보드로 제작한 기존 솔루션과는 달리 본 논문의 수상드론은 3D 프린터를 이용해 충분한 부력을 가지면서 방수가 가능한 친환경 플라스틱 소재 PLA로 외관을 제작했고, [12] 3D 프린팅, 추가 센서를 이용해 커스터마이징 및 유지 보수가 가능하므로 저비용의 범용성 있는 드론 사용이 가능하다.

### 3. 컨트롤러

기존 솔루션은 무선 마우스를 이용한 컨트롤러로 시뮬레이션을 조작하는 방식을 사용했지만, 본 연구에서는 이를 가변저항으로 대체해 무선마우스의 지연과 배터리 문제를 해결했다. 또한 컨트롤러를 시뮬레이션뿐만 아니라 수상 드론 조작도 가능하도록 설계해 사용 범위를 넓혔다.

## 4. 먼적기반 충돌감지 관제 시스템

본 논문에서는 휴대폰 앱 애플리케이션 설치 혹은 운항 교육에 사용한 드론만으로도 gps값을 이용해 실시간 관제 시스템을 사용할 수 있도록 하여 VTS 시스템을 사용하는 대형 선박뿐만 아니라, 소형선박들 또한 적은 비용으로 효과적인 관제 시스템의 이중화, 보수, 대체가 가능하도록 한다. 또한 선박의 먼적을 기반으로 한 충돌 감지시스템을 통해 보다 정확한 충돌여부 및 위치 확인이 가능하며 선박 운항자들에게 축적이 확인 가능한 위치정보를 제공한다.

## 제 6 장 결론

본 연구에서는 가상현실 시뮬레이션과 5g를 이용한 수상드론, 실시간 관제시스템을 이용해 안전 운항 솔루션을 설계하고 구현하였다. 본 연구의 솔루션은 2가지 단계의 운항 교육을 통한 선박 운항자들의 실력 향상과 사고 발생확률을 줄여 울산 항만공사의 선박, 물류, 인명 등의 손해와 선주의 물질적 피해, 선원 인명피해 발생 확률을 줄일 것으로 예상된다.

## 참고문헌

- [1], (표 1) 해양경찰청 2019년 해상조난사고 통계연보
- [2] 정용철, "VTS레이더 시스템, 정전 댐 '무용지물'", 디지털 타임즈, (2015.05.31.)
- [3] 마상열, "5G 및 B5G 이동통신 대역에서의 주파수 공유 성능 개선 방안 " (2020) p.1
- [4] 임익수, and 우탁. "HMD 기반의 가상현실 콘텐츠 디자인 방법론 개발을 위한 탐색 연구." 한국영상학회 논문집 14.4 (2016): 91-106.
- [5]이주환 ,AIS 데이터 메시지 형식과 사양 확장에 관한 연구“ (2007), p5.
- [6] 박성용, "VTS관제사의 업무량 측정을 위한 교통량 분석에 관한 연구" (2008), p7.
- [7] 윤명용, "데이터 패턴 검출에 의한 비동기 시리얼 통신속도 자동 설정 기법 연구" (2013) p.10
- [8] 박지환, "3D 프린팅의 예술적 가능성에 관한 연구 : 사진학 관점을 중심으로" (2017). p.2
- [9] 진성민, "승압 기능을 갖는 모듈형 3상 무정전 전원장치(UPS)의 제어기법에 관한 연구", (2018) p.10
- [10] 김은정, "웹소켓 기반의 CoAP 구현 연구" (2017) p.5
- [11] 장경환, "DDNS를 응용한 목적 시스템의 상태 진단 시스템 설계 및 구현" (2005) p.3
- [12] 전형민, "PLA와 Acryl계 첨가제의 interaction에 따른 결정화도 및 결정화 속도 변화", (2020) p.2

본 논문 작성에 도움 주신 중앙대학교 손용석 교수님께 감사드립니다.

해당 프로젝트 진행에 도움이 된 한이음 19년 송실대 팀의 지원에 감사드립니다.

본 논문은 해양수산부 실무형 해상물류일자리지원사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트의 결과물입니다.