

## 수색 드론을 활용한 대규모 지역 공간정보 구축 및 활용방안에 관한 연구

이상범

대우조선해양 선박해양연구소

## A study on the establishment and utilization of large-scale local spatial information using search drones

Sang-Beom Lee

Ship and Ocean R&amp;D Institute, Daewoo Shipbuilding &amp; Marine Engineering Co. Ltd.

**요 약** 최근 군사용에서 산업용으로 확대되고 있는 4차 산업 기술 중 하나인 드론은 경찰청의 수색 임무에서 적극적으로 활용되고 실종자를 발견함으로써 광범위한 지역에 관한 관심과 대규모의 수색 인력의 투입을 감소시키고 있다. 그러나 경찰의 드론 운용의 법률적 검토가 지속적으로 필요하고 관련 운영에 대한 시스템의 고도화와 수색기법과 연계된 촬영 이미지 분석의 중요성도 동시에 증가하고 있다. 본 연구에서는 정밀 수색 및 모니터링 개념에서 기록, 보존, 모니터링이 원활하기 위해서는 영상 데이터 기반의 수색이 아닌 사진 기반으로 공간정보를 구축하여 정밀 수색이 수행되면 효율성이 높고 골든타임 확보가 가능하다. 따라서 피사체의 크기에 따라 불필요한 공간정보 완성률을 조절하여 결과 데이터 용량을 감소시키는 공간정보 구축 기법을 제안하고자 한다. 이를 통해 대규모 지역에 대한 드론 수색 임무의 활용 범위를 고도화하고 경찰 수색의 드론 운용 매뉴얼 구축을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

• **주제어** : 드론 수색, 공간정보, 디지털 데이터 전송, 드론 고도, 드론 카메라

**Abstract** Drones, one of the 4th industrial technologies that are expanding from military use to industrial use, are being actively used in the search missions of the National Police Agency and finding missing persons, thereby reducing interest in a wide area and the input of large-scale search personnel. However, legal review of police drone operation is continuously required, and the importance of advanced system for related operations and analysis of captured images in connection with search techniques is increasing at the same time. In this study, in order to facilitate recording, preservation, and monitoring in the concept of precise search and monitoring, it is possible to achieve high efficiency and secure golden time when precise search is performed by constructing spatial information based on photo rather than image data-based search. Therefore, we intend to propose a spatial information construction technique that reduces the resulting data volume by adjusting the unnecessary spatial information completion rate according to the size of the subject. Through this, the scope of use of drone search missions for large-scale areas is advanced and it is intended to be used as basic data for building a drone operation manual for police searches.

• **Key Words** : Drone Search, Spatial Information, Digital Data Transmission, Drone Altitude, Drone Camera

Received 16 March 2022, Revised 26 March 2022, Accepted 28 March 2022

\* **Corresponding Author** Sang-Beom Lee, Ship and Ocean R&D Institute, Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co. Ltd., Geoje-daero, Geoje-si, Gyeongsangnam-do, Korea, E-mail: lsb7766@gmail.com

## I. 서론

최근 드론을 활용한 사진이나 영상 촬영은 실종자 수색과 치안 부분에서 다양하게 활용되고 실제 업무에 확장되고 있다. 드론 수색 임무에서 안정적 도입과 활용을 위해서는 드론 활용 기관의 드론 운용과 관련된 법적 제도를 구축하고 운용 매뉴얼 구축이 필요하다. 드론 운용의 목적은 사진이나 영상 데이터를 취득하여 조종자에게 정보를 전달하는 것이다. 그러나 동일한 목적을 추구하여도 활용하는 기관에 따라 수행하는 임무가 다르므로 관련 법률적 검토 및 운영 매뉴얼은 개별적 마련이 필요하다.

드론 운용 시 우선적으로 고려해야 할 부분은 사진 촬영으로 인한 기본권 침해와 국가보안법 부분이다. 그중에서도 고속도로의 교통단속 드론으로 촬영된 사진과 영상이 법적 제도 안에서 관리가 되지 않기에 많은 문제점과 심각성이 대두되고 있다. 교통단속의 목적으로 촬영되었지만, 차량의 실내의 모습도 동시에 촬영되기에 사생활 침해와 인권 보호 문제가 발생하고 교통단속의 권한이 경찰의 임무임에도 불구하고 드론 운용은 드론 대행업체에 임무를 할당하여 데이터를 취득하는 행위 문제, 교통법규 위반 차량의 선별적 영상 촬영 및 데이터 저장이 아닌 비행 중인 드론 상공에서 카메라 화각에 들어오는 모든 자동차에 대한 영상 촬영 등 결과물에 대한 저장 및 보관, 무영상 사진 촬영, 드론 추락에 위험성 등에 대한 다양한 입법을 제안하고 있다. 또한, 치안 분야에서도 CCTV와 헬리콥터의 단점을 보완하여 경제적인 이득 측면에서 드론이 앞서지만, 치안 임무는 정밀 촬영이 필요하므로 감시활동으로 인한 사생활 침해와 밀접하게 관계성을 지니고 있어 개인정보 보호와 국민의 안전망 구축의 양면성을 내포하여 드론을 활용하는 임무 관련 검토 및 개선방안이 지속해서 제안되고 있다[1].

드론은 군사용에서 산업용, 취미용으로 확대 보급됨에 따라 공공임무 분야에서 실종자 수색은 다양한 사례를 통하여 필요성이 검증되었다. 경찰청에서는 초기 수색에 대한 실종자의 골든타임 확보, 국방부에서는 실시간 현장 파악 및 공간정보 구축, 해양수산청은 항만 관리, 기상청은 실시간 국지적 기상감시, 국립수산물과학원은 적조와 유류 유출 감시 및 예측, 국토정보공사는 해안지도 구축 등 공공기관에서는 다양하게 드론

을 활용하고 있다. 특히 경찰청은 관련 전담 부서인 폴-드론팀 구성과 지속적인 드론 보급으로 인하여 실종자 수색의 성과 및 공유를 통하여 운용규칙을 제정하고 수집된 개인정보의 관리가 진행되고 있다. 또한, 무작위 수색 방법보다는 균일한 Parallel sweep search pattern 방식을 제안하고 있다. 그러나 드론의 종류가 다양하고 카메라 및 렌즈의 종류, 이미지 센서, 해상도 등의 영상취득 기기의 제원 차이가 발생하여 정확한 임무별 매뉴얼 구축의 필요함을 보이고 있다[2]

현장에서 세부적인 수색 방법은 대부분 조종자의 경험과 노하우에 의존하고 있다. 기능적인 측면에서 우수한 장비가 있음에도 불구하고 현장에 맞춘 임무 수행이 어렵다. 실시간 발견 용도로 카메라의 해상도가 4K, 실시간 FHD로 운영하고 있으나 광범위한 수사 범위와 방대한 데이터를 실시간 운영자가 육안으로 확인하고 피로 누적 시 정확도가 떨어짐에 따라 수색 현장 환경에 부합하는 정보시스템 구축이 필요하다[3]. 또한, 실종자 수색에서 기존의 헬기 및 인력 운영과 드론 운영 비교 시 순 현재가치와 편익 비용 측면에서 높게 나타나고 있다[4].

드론을 활용하여 대규모 지역수색에 적용하기 위해서는 공간정보 구축을 통하여 정밀 확인이 필요하다. 드론을 활용한 공간정보 구축을 위해서는 드론으로 취득된 정사 사진을 기반으로 다양한 맵핑 프로그램을 활용하여 구현이 가능하다. 2D 및 3D로 맵핑된 결과물은 정해진 구역을 모니터상에서 정밀하게 수색하고 지속적인 관리가 가능하다. 일반적으로 공간정보 구축은 측량 분야, 시설물 점검 분야, 토목 설계 분야, 농업 분야에서 활용되고 있다[5, 6]. 또한, 정해진 구역의 공간정보 구축을 빅데이터 화 하여 실시간 변화하는 하천 분석 및 도로균열 관리를 통하여 지속적으로 관리하고 효과적인 정보를 제공하여 드론을 활용하고 있다 [7].

공간정보의 구축은 새로운 임무 수행을 가능하게 하고 있다. Single Shot Multi-Detector 딥러닝 기술을 활용하여 드론을 활용한 실시간 불법 주정차 차량의 번호판을 인식하는 연구가 수행되고 있다. 또한, 해상도별 용량 및 인식률을 제시하고 있다[8]. 이러한 기술은 광범위한 지역의 수색을 위한 원천기술로 공간정보 구축과 분석프로그램이 융합된 형태이다. 기존의 넓은 지역을 수색하기 위해서는 LiDAR를 탑재한 유인기 및 고정익으로 임무를 수행하고 있으나 지표면에 대한 정

확한 정보 취득이 어려워 드론을 활용한 사진측량의 효율성이 높음을 제시하고 있다[9].

드론에 탑재되어 있는 FC(Flight Control)에서 취득된 데이터를 분석하고 실시간 딥러닝 알고리즘이 적용된 영상을 송출하는 것은 불가능하다. 현재 비가시권에서의 드론 운영을 위해서는 국내의 통신 기지국을 활용하여 관제시스템을 운영하는 형태이다. 관제시스템 적용도 국가정책 시범사업으로 연구되고 운영되고 있다. 그러나 일반 소비자가 운영하는 드론의 경우 조종기와 송수신하는 방식으로 운영되고 있어 가시권 비행이 합법이며 수색 범위가 제한적이다. 따라서 광범위한 지역을 자동 비행하고 영상취득 및 데이터를 분석하기 위해서는 서버구축 및 통신망 공유가 필수적이다. 최근 근거리는 WLAN을 사용하고 장거리에서는 LTE로 전환하여 통신의 안정성 확보와 관련된 연구가 진행되고 있다[10]. 또한, 해양 통신 분야에서도 가시권의 근거리에서는 전용 통신시스템을 활용하고 근거리 통신시스템이 끊기면 위성통신 시스템을 활용한다[11]. 동일하게 실시간 무선통신을 하는 드론의 ICT 기술 구현을 위해서는 위성통신의 활용이 원활할 경우 관제시스템 구축이 가능함을 알 수 있다. 따라서 대규모 지역의 실시간 수색을 위해서는 위성통신을 기반으로 관제시스템을 구축해야 가능하다.

현장에서는 관제시스템을 구축하고 적용하기에는 비용이 많이 필요하고 관련 연구가 미흡하여 기존의 드론 운영 환경에서의 응용 및 영상 데이터 처리 관련 기술이 요구된다. 드론의 데이터 통신환경에서는 수행 임무에 따라 공간정보 구축에 대한 방안이 필요하다. 대표적인 요소는 데이터 용량을 최소화하는 방안이 우선시 되어야 한다. 또한, 맵핑 프로그램의 종류를 수색 프로그램에 적합한 프로그램 사용이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 수색 현장에서 파악하고자 하는 피사체의 크기에 따라 불필요한 공간정보 완성률을 조절하여 임무 수행이 가능한 최소의 결과 데이터 생성하고 전체 용량을 감소 시켜 단시간에 공간정보 구축이 가능한 기법을 제안하였다. 이를 위해 본 논문에서는 수색 임무 시 대표적인 수색 피사체인 3가지 피사체를 대상으로 실험을 실시하였다. 또한, 정사 사진 데이터 취득 장비는 항공 촬영에 대표적으로 사용하는 DJI사의 팬텀 4 Pro 드론을 운영하였다. 이를 통해 취득된 사진 자료를 바탕으로 맵핑 프로그램인 PTGui 프로그램을 이용해 VR 파노라마를 구성하였고, 피사체 판별 여부

를 rendering completion Rate에 따라 구분하여 수색 임무 활용 시 대규모 지역에 드론 수색이 가능하도록 하였다.

## II. 수색 드론 및 맵핑 프로그램

### 2.1 수색용 드론

수색을 임무로 하는 드론의 하드웨어 및 소프트웨어의 기능적인 제원이 정해져 있는 것은 아니다. 드론을 활용하여 수색을 목적으로 활용 시 수색용 드론으로 지칭하고 있다. 즉 수색을 위해서는 드론에 고성능 카메라가 장착되고 조종기에서 실시간 영상 확인이 가능한 기체가 이에 해당한다.

국내 드론은 종류가 다양하고 영상을 취득하는 카메라도 다양해 일반적으로 임무의 목적과는 별도로 필요 이상의 고화질 사진과 영상을 취득하는 경우가 많다. 이는 드론을 운영하는 조종자가 사진에 대한 이론적 이해도가 낮기 때문이다. 드론으로 취득된 이미지를 분석하기 위해서는 비트 심도, 픽셀, 해상도, 화소 수, 파일 크기, 이미지 센서의 기본적인 개념 이해를 통해 수색 임무 수행에 부합하는 최적의 장비 조합 및 운용 기법이 필요하다. 또한, 실시간 모니터링을 시행하기 위한 장비인 모니터의 해상도까지 고려되어야 한다. 일반적으로 이미지 취득 장비인 카메라의 해상도가 높아 불필요한 고화질 이미지를 취득함으로써 이미지 데이터 용량이 크고 실시간 공간정보 구축이 어려운 실정이다. 현재 경찰청에서 수색용으로 사용 중인 드론은 중국에서 개발된 완제품과 비교하여 하드웨어 측면에서 비행이 불안정하고, 맵핑을 통한 효율적 수색과 연계한 기법과 매뉴얼 구축을 위한 연구와 실적은 매우 부족한 실정이다.

대표적으로 카메라를 장착하고 촬영용으로 많이 사용하고 있는 중국제품 DJI사의 매빅 시리즈, 팬텀 시리즈, 인스파이어, 매트릭스 시리즈가 대표적이다.

국내에서 가장 많이 사용하고 있는 MAVIC Pro 2 제품과 Phantom 4 Pro V2.0 제품은 이미지 크기와 해상도가 동일하여 수색에 활용하고 있는 드론의 이미지를 생성한 정사사진의 크기는 동일한 것으로 볼 수 있다.

Table 1. MAVIC Pro 2 vs Phantom 4 Pro V2.0 Specifications Comparison

Type	Pixel [Pixel]	Image sensor size [mm]
MAVIC Pro 2	20,000,000	12.8×9.6
Phantom 4 Pro V2.0	20,000,000	12.8×9.6

## 2.2 드론 맵핑 프로그램

드론으로 취득된 데이터 정사 사진을 활용하여 맵핑 작업을 수행하여 특정 위치의 공간정보를 구축하는 것이다. 일반적으로 Pix4D 맵핑 프로그램을 사용하고 있다. Pix4D 맵핑 프로그램은 건설 분야에 적용 시 효과적이지만 같은 사진으로 맵핑 시 맵핑 시간 차이가 커 수색용으로 활용하기에는 부적합한 선행 연구 결과를 보인다[12]. 따라서, 본 연구에서는 맵핑 시간이 적은 PTGui 프로그램을 사용하였다.

## Ⅲ. 공간정보 구축

### 3.1 VR 파노라마 생성

국내 포털사이트에서 제공되고 있는 지도의 거리뷰와 항공뷰를 통하여 원하는 장소에서 회전기능을 통하여 벡터 이미지 지도의 서비스가 제공되고 있다. 또한, 해양수산부의 국립해양조사원의 바다 로드뷰를 구축하여 해양 공간정보를 온라인 기반으로 제공하고 있다. 이러한 공간정보는 드론의 VR 파노라마 기능을 통하여 구현할 수 있다. VR 파노라마는 맵핑 시간이 짧고 360° 방향으로 물체 식별이 가능한 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 VR 파노라마 기능을 활용하여 물체 크기에 따른 최적의 데이터 확보 방안을 제안하고자 한다.

드론으로 수색 임무에 실제 활용을 위해서는 이미지의 맵핑 시간이 중요하다. 맵핑 시간을 줄이는 방법은 데이터의 해상도를 낮춰 데이터의 용량을 줄이는 것이다. 데이터 용량을 줄이고 효율적인 수색을 위해 VR 파노라마 수색기법을 제안한다. 또한, VR 파노라마 렌더링 시 파노라마 시물레이션 완성률을 조절하여 임

무 수행에 부합하는 최소 용량 결과물을 도출하는 것이다. 완성률이 낮으면 해상도가 낮아진다. 해상도가 낮아지게 되면 수색하고자 하는 물체의 식별도 낮아지게 된다. 따라서 수색 범위에서 물체의 크기에 따라 VR 파노라마 생성 시간 단축이 가능하도록 적절한 해상도와 완성률을 설정하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 완성률을 설정하여 물체 크기에 따라 식별 가능성을 확인하였다.

### 3.2 드론 수색 범위

드론의 수색 범위는 수색 시 드론을 운용하는 드론에 따라서 수색의 범위와 결과물이 다르다. 또한, 실제 드론을 운용하는 고도와 드론에 탑재된 카메라의 제원에 따라 차이가 발생한다. 본 연구에서는 드론은 일반적으로 가장 많이 사용하고 있는 Phantom 4 Pro V2.0를 통해 이미지 데이터를 취득하였다. 일반적으로 수색 범위는 탑재된 카메라의 성능과 직결된다. 따라서 이미지 센서로 취득되는 수평화각의 수색 범위의 개념도와 탑재된 카메라 세부 제원을 살펴보면 다음과 같다.

Table 2. Detailed Specifications of Phantom 4 Pro V2.0

Type	Camera configuration		
	Focal length [mm]	Horizontal angle of view [°]	Sensor diagonal [mm]
Phantom 4 Pro V2.0	8.8	72	12.8

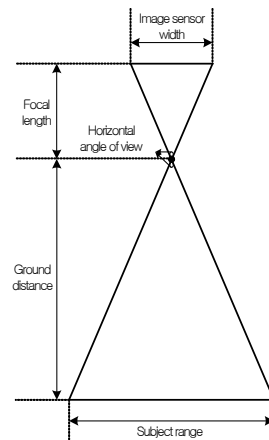


Fig. 1. Conceptual diagram of subject range by angle of view

#### IV. 사례연구

본 연구에서 제안하는 드론 수색 방법으로 드론으로 취득된 이미지를 기반으로 PTGui 시뮬레이션 파노라마 완성률에 따라 수색 임무를 수행하고자 하였다. 수색 시 발견하고자 하는 피사체의 크기별 파노라마 완성률에 따른 피사체 판별 여부를 확인하였고 최종적으로 최소 VR 파노라마 완성률에 관한 결과를 보이면 다음과 같다. 여기서 드론 운용 고도에 따라 결과가 다르므로 선행연구인 드론의 수색 범위에 대한 자료와 동일하게 드론의 고도는 45M를 기준으로 설정하였다 [2]. 피사체의 종류로는 사람, 칼, 열쇠 3가지 피사체를 대상으로 실험하였다. 먼저 칼을 대상으로 VR 파노라마 완성률에 따른 피사체 판별 여부에 관한 결과를 보이면 다음과 같다.

Table 3. Whether a subject is identified according to the VR panorama completion rate

Object size	Image size		Data capacity [MB]	Identification
	Width [Pixel]	Length [Pixel]		
230mm	22,938	11,489	58.7	Possible
	13,762	6,881	24.5	Possible
	11,468	5,734	17.6	Possible
	4,588	2,294	3	Impossible

사람, 칼, 열쇠 3가지 피사체를 VR 파노라마 결과 데이터에서 수색이 가능한 최소 완성률 시뮬레이션 결과를 보이면 다음과 같다.

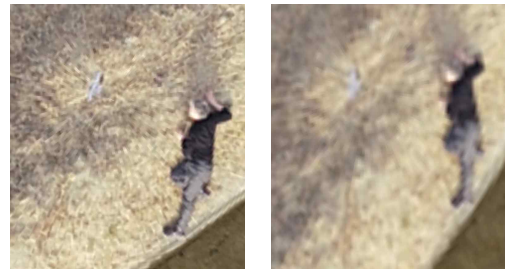


Image source data



100% completion rate

60% completion rate



40% completion rate

20% completion rate

Fig. 2. VR panorama simulation results

Table 4. Minimum capacity according to VR panorama completion rate by subject type

Object type	Image size		Data capacity [MB]	VR Panorama rendering completion Rate [%]
	Width [Pixel]	Length [Pixel]		
Key	22,938	6,881	58.7	100
Knife	4,588	2,294	11.3	40
Person	4,588	2,294	3	20

#### IV. 결론

본 연구에서는 수색 임무에 따른 최적의 데이터 생성을 통한 드론 활용 수색법을 제안하는 논문이다. 이는 실시간 관제시스템 구축을 위해서는 실시간 데이터 송수신이 필요하다. 이는 데이터 용량을 최소화하여 맵핑을 통한 공간정보 구축 시간을 단축하고 실시간 관제센터에서 모니터링을 통하여 대규모 지역의 수색이 가능하도록 PTGui 시뮬레이션을 통하여 결과를 도출하였다.

기존의 드론 제품의 고도화로 인하여 고스펙의 카메라를 탑재한 드론이 지속해서 개발되고 있다. 이는 대용량의 데이터 전송이 필요하여 단거리 및 무선 기반으로 운영되는 드론은 대용량의 데이터를 송수신하기 위해서 추가적인 고사양의 분석 장비가 요구된다. 그러나 수색 임무는 신속하게 투입하여 끝단타임을 놓치지 않고 임무 수행이 필요하고 취득된 이미지 데이터를 활용하여 공간정보 구축을 통한 모니터링 감시가 가능해야 한다. 이를 충족하기 위해서는 픽셀 수를 줄이고 맵핑 속도를 향상시켜 피사체의 빠른 식별이 가능하도록 해야 한다. 따라서 본 연구에서는 거리뷰의 개념인 드론 공간 뷰 환경 구축으로 대규모 지역의 수색이 가능한 VR 파노라마 활용이 효과적으로 보이며 파노라마 렌더링 완성률을 조절하여 저용량의 결과물을 생성하고 수색 임무를 수행할 수 있는 기법을 제안하였다. 이러한 기법은 추후 모니터링의 해상도를 추가로 고려하여 수색 임무를 수행할 수 있는 관제시스템 구축이 필요하고 관련 연구가 지속적으로 요구된다.

#### REFERENCES

[1] J. W. Cho, "A legal review of the operation of drone by the Police," Korean Law Association, vol.19, no.2, pp. 381-406, 2019.

[2] W. Kang, "A Study on the Effective Utilization of Public Service Drones - Focused on Search and Rescue Drones," Korea Security Science Association, no.62, pp. 65-86, 2020.

[3] S. K. Choi and D. S. Woo, "A Study on the Effective Search Methods by Drones for the Rapid Rescue of Missing Persons," The Journal of Police Science, vol.19, no.2, pp. 191-216, 2019.

[4] H. J. Son and W. Kang, "A Study on Validity of the Applications of Search and Rescue Drone : Cost and Benefit Analysis and Review of Ethical Aspects," Journal of Korean Criminological Association, vol.14, no.3, pp. 5-25, 2020.

[5] S. C. Kang, C. S. Kim, J. I. Jung, U. J. Kim, J. W. Park, "A Study on the Method of Facility Management and the Effectiveness of 3D Mapping using Drone In Large Areas," The Korean Association Of Computer Education, vol.25, no.1(A), pp. 223-226, 2021.

[6] Y. J. Kim and Y. G. Yu, "A Study for River Change Analysis using Spatial Information and Drone Photogrammetry," Journal of Korean Society for Geospatial Information Science, vol.28, no.3, pp. 29-37, 2020.

[7] S. K. Hyun and M. S. Do, "Artificial Intelligence Based Road Cracks Detection Using Drone and Mobile Mapping System," Journal of Korean Society of Transportation, vol.39, no.4, pp. 555-564, 2021.

[8] G. S. Lee, "Illegal Parking Number Recognition Technology using Deep Learning Algorithm Based on Drone Image," Journal of the Korean Cadastre Information Association, vol.22, no.3, pp. 20-31, 2020.

[9] D. S. Bang, "Comparative analysis of drone photogrammetry results of LiDAR data and RGB images acquired using drones," Proceedings of Korean Society for Geospatial Information Science, pp. 97-98, 2019.

[10] J. H. Yang, J. G. Ryu, W. Kim, "Hybrid Communication System for Drones Supporting LTE and WLAN," Korean Institute of Information Technology, pp. 13-14, 2019.

[11] S. H. Hong, B. K. Kim, "The Efficient Ship Wireless Sensor Network Using Drone," Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, vol.26 no.1, pp. 122-127, 2022.

[12] S. B. Lee and J. T. Lim, "A study on the creation of mission performance data using search drone images," Journal of the Institute of Convergence Signal Processing, vol.22, no.4, pp. 179-184, 2021.

---

저자소개

---

이 상 범 (Sang-Beom Lee)



2003년 2월 : 부산대학교

조선해양공학과(공학사)

2007년 2월 : 부산대학교

조선해양학과(공학석사)

2013년 2월 : 부산대학교

조선해양학과(공학석사)

2018년 4월~현재 : 대우조선해양

선박해양연구소 책임연구원

관심분야 : 선박운동, 슬로싱, 유체 충격하중