

# RC잠수함을 이용한 해상풍력하부구조 모니터링 융합시스템

방걸원<sup>1</sup>, 방상원<sup>2\*</sup>, 김용호<sup>3</sup>

<sup>1</sup>광주대학교 사이버보안경찰학과, <sup>2</sup>송원대학교 컴퓨터정보학과, <sup>3</sup>광주대학교 자율융복합전공학부

## Convergence system of offshore wind infrastructure monitoring using the RC submarine

Gul-Won Bang<sup>1</sup>, Sang-Won Bang<sup>2\*</sup>, Yong-Ho Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dept of Self-designed & Open Majors, Gwangju University

<sup>2</sup>Dept of Computer Information Science, Songwon University

<sup>3</sup>Dept of Self-designed & Open Majors, Gwangju University

**요약** 모형잠수함, 중계부 및 제어부를 포함하는 수중 탐사 장치. 모형잠수함이 촬영한 영상정보를 중계부를 통해 전송한다. 모형잠수함의 자세 및 속도를 제어하는 제어신호 또한 중계부를 통해 제어 한다, 모형잠수함은 수중환경을 촬영하여 영상을 중계부로 전송하고, 중계부는 제어신호를 수신하여 수중에서 자세 및 속도를 제어한다, 중계부는 부표에 결합되어 수면에서 부유하고 제어부와 모형잠수함 사이에서 영상신호와 제어신호를 중계하되, 제어부와는 무선통신을 수행한다. 모형잠수함과는 유도선을 통해 유선통신을 수행하는 것으로 부표에 설치된 중계부와 모형잠수함 간을 유선통신으로 연결함으로써 모형잠수함에 대한 분실의 위험 없이 원활하게 수중 탐사를 수행할 수 있다. 또한 중계부와 제어부 간을 무선통신으로 연결함으로써 수중탐사를 쉽고 용이하게 수행할 수 있다 이런 모형잠수함과 무선통신 및 제어를 결합한 융합기술을 구현하였다.

• **주제어** : RC모형, 잠수함, 해상풍력하부구조, 무선영상전송, 부표, 풍력발전융합기술

**Abstract** The image information acquired by a model submarine is transmitted through the repeater. The control signal of a position for submarine and its speed is also controlled by the repeater. Shooting images of underwater circumstances are transmitted to the repeater where the received signal controls a position and speed of underwater submarine. This repeater is combined by a buoy that is floating on the surface to relay the signal of image as well as control between a control unit and a submarine whereas the repeater communicates wirelessly with a control unit. Due to wire communication between the repeater and the submarine, the underwater exploration can be smoothly carried out without a risk of loss of a model submarine. Also, connecting to the repeater and control unit wirelessly makes it possible to conduct easily the underwater exploration. The convergence technology that combines a wireless communication and a control as well as a model submarine is designed.

• **Key Words** : RC model, Submarine, Offshore wind infrastructure, Wireless video transmission, Buoy, Wind power generation convergence technology

\*\*교신저자 : 방상원(swbang@songwon.ac.kr)

접수일 2015년 10월 26일

수정일 2015년 11월 19일

게재확정일 2015년 12월 20일

## 1. 서론

풍력발전에 관한 기술과 관심이 육상에서 해상으로 옮겨감에 따라 해상풍력 관련 기술 중 해상 풍력 발전 기초에 대한 설계에 관해 관심이 높아지고 있다. 특히, 삼면이 바다인 지형적 특성으로 인해 우리나라는 풍부한 해상풍력 자원을 보유하고 있다. 2010년 11월 지식경제부는 서남해안에 대규모 해상풍력단지 건설 추진을 위한 로드맵을 발표하여 서남해안에 2.5GW의 대규모 해상풍력 단지를 개발 할 계획이다[1].

풍력발전은 설치 장소에 따라 육상, 해상 발전으로 분류되고, 해상발전은 하부 구조물의 형식에 따라 고정식 풍력발전과 부유식 풍력발전으로 나뉜다. 해상용 풍력발전의 설비구조는 로터 너셀 조립부(rotor nacelle assembly), 지지구조부(supporting structure) 및 파일 기초부(pile foundation)로 구성된다. 해상풍력은 육상풍력과 달리 해상에 설치하기 위한 기초 구조물이 필요하다. 기초 구조물의 설계 하중은 파도를 기초로 좌굴, 부식 환경 등에 의한 추가 적인 하중에 견딜 수 있도록 설계되어야 한다[2].

파일은 직경이 4m~6m의 강관 형태의 말뚝을 시공하여 항타 및 굴착 시공이 가능하여 제작이 간편하며 해저 지반을 정리할 필요 없이 시공이 가능하여 널리 사용된다. 해상풍력 발전은 육상에 비해 초기 투자비가 크고 지지구조물과 기초의 비용이 전체의 30%~40%로 차지하여 비중이 큰 영역이다.

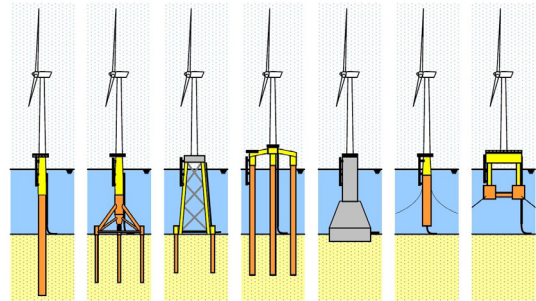
본 논문은 해상풍력 하부 구조물의 상태를 유관으로 검사할 수 있도록 무인 모형잠수함에 비디오카메라를 장착하여 해상풍력하부인 재킷의 상태의 영상을 무선으로 전송하는 시스템으로 무인잠수함은 RC(Radio Control) 모형 잠수함으로 전파를 이용하여 제어하고 영상을 무선으로 전송한다.

전파는 수중에서 차폐가 되기 때문에 실제 무인잠수함의 제어에 애로가 있고 영상을 무선으로 전송이 불가능하다. 본 논문에서는 이러한 무선제어의 문제점 및 무선영상 전송의 문제점을 해결하여 잠함의 제어 및 영상 전송이 가능한 시스템을 실현하였으며, 모형잠수함과 영상전송시스템을 결합한 융합기술을 적용한 시스템이다.

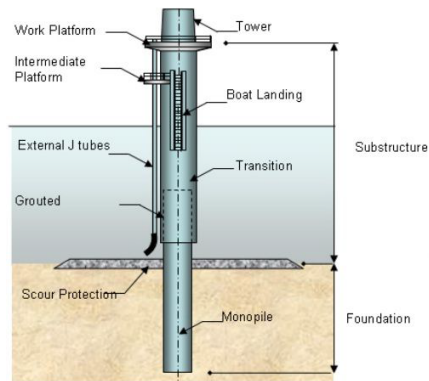
## 2. 관련 연구

### 2.1 해상풍력 하부구조의 종류

[Fig. 1] 은 해상에 설치되는 하부 기초 구조물의 종류를 나타낸 것이다. 일반적으로 모노파일(mono pile), 트라이패드(tripod), 재킷(jacket), 중력식(gravity), 부유식(floating) 형태가 있다. 이 중 모노파일, 트라이 패드, 재킷 형태가 가장 많이 사용된다. 현재 해상풍력 발전기 하부 구조물로 가장 많이 사용되는 파일기초는 직경 4m~6m의 강관형태로 말뚝과 타워를 연결하는 전이부로 구성된다. 보통 수심 25m~30m에 많이 사용된다.



[Fig. 1] Types of offshore wind infrastructure



[Fig. 2] Fundament pile structure

[Fig. 2]와 같이 대구경의 파일은 항타(Piling)와 그라우팅으로 연결된다. 파일의 특징은 제작 및 설치가 용이하여 기초 형식 중 가장 경제적이며, 비교적 얇은 수심에 적합하다. 풍력 발전기의 기초 설계는 대부분 해양 구조물의 기술을 선별하거나 적용하여 사용하며, 하부 구조물의 경우 연직하중에 비해서 수평하중이 차지하는 비중이 크다. 하부 구조물의 경우 풍력 발전기 로터(rotor)의 회전, 바람, 파도, 조류 등에 의한 피로하중의 영향을 고려해야 한다. 설계 시 고려해야 할 사항으로 바람, 파도, 수위, 얼음, 지반 특성을 고려해야 한다. 해상풍력 기초는

실린더 모양의 원통형 구조물이 주로 활용된다. 대구경 파일의 경우 설계방법이나 시공법에 대한 연구가 국내외적으로 많지 않고, 거센 파도 및 파랑에 저항하는 최적의 대구경 파일에 대한 수평기동 구조에 대한 이해가 부족함으로 인해 대부분의 경우 과대 설계를 수행하여 비경제적일 뿐 아니라 구조물의 안정성에 대한 불확실성이 크다. 지지구조물을 포함한 상부구조물의 설계 시 풍하중과 파랑하중을 받는 상태에서 구조물의 강성이 매우 중요한 역할을 한다. 해상풍력터빈이 가동될 때 구조물의 고유진동수(natural frequency)가 가동 진동수에 일치하는 경우 발생하는 공진현상에 강성이 큰 영향을 미친다[3]. 직경 5m 이상의 파일을 설계하는 경우 풍력 구조물에 전달되는 피로하중으로 인하여 파일기초에 누적되는 영구변위에 대한 검증된 설계평가방법이 현재까지 없는 실정이다[4].

### 2.2 RC 모형잠수함

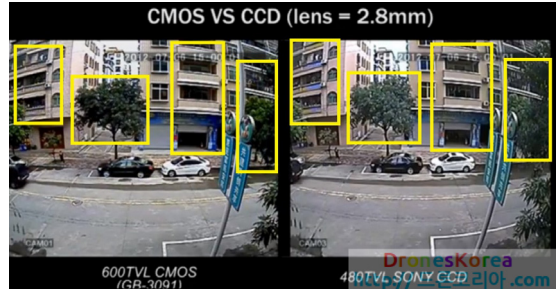
RC[Radio Control]는 무선조종이란 뜻을 가진다. RC는 사용하지 않는 대역의 AM, FM 라디오주파수를 통신 방법으로 허가받아서 고유주파수를 가지는 전파로 조종기 자동차 등을 원격조종 하는 것이다. RC는 크게 엔진구동과 전동구동 두 가지로 나누어지고 있으며 관절이 움직이는 로봇도 프로그램 되어 움직이지만 원격조종로봇도 있다. RC 보트, RC잠수함, RC 자동차, RC 헬리콥터, 드론 등이 있다.

무선 통신에서 주파수를 고정하지 않고 시간에 따라 변화시켜 송신하는 스펙트럼 확산 방식. 즉, 송신 측과 수신 측에서 주파수 위치를 변화시켜 통신하는 방식이다. 이 방식을 표준화한 IEEE 802.11에 의하면, 송신하는 데이터는 주파수를 편이 변조시켜 도약 패턴으로 주파수를 도약, 외관상 주파수 대역폭을 넓혀 송신하고 반대로 수신한 신호는 복조 과정을 거쳐 데이터를 검출한다. 전송 과정에 어떤 간섭파가 존재하는 경우, 간섭파에 반사된 송신파는 폐기되어 재송신되고, 반사되지 않으면 영향을 받지 않는다.

### 2.3 무선영상전송시스템

무선영상전송시스템에서 FPV(First-person view) 카메라는 모형잠수함을 만들 때 가장 중요한 부분 중 하나이다. FPV 고글 또는 모니터 화면의 이미지 품질은 카메라에 좌우되기 때문이다.

현재 사용할 수 있는 대부분의 FPV 카메라는 비디오 감시 및 보안 산업에서 주로 사용하고 있기 때문에 작은 크기와 어두운 조명 아래에서도 좋은 영상을 얻을 수 있다.



[Fig. 3] CMOS VS CCD

FPV 카메라를 선택할 때 고려 사항은 이미징 센서 타입(CCD, CMOS)과 비디오 인코딩 방식(NTSC, PAL)으로 카메라에서 사용되는 CCD, CMOS 이미징 센서는 서로 다른 특성과 장점을 갖고 있다. 많은 HD 디지털 카메라는 CMOS를 사용하지만 FPV 카메라는 CMOS보다 CCD가 적합하다. CCD 카메라는 갑자기 조명조건(어두운 곳에서 밝은 곳으로)이 바뀌더라도 잘 적응한다. 모형잠수함의 시야는 어두운 곳과 밝은 곳을 향할 수 있는데 이때 CCD 카메라의 특성이 잘 맞는다.

요즘은 CCD, CMOS 카메라의 크기나 무게는 거의 비슷하기 때문에 모형잠수함 카메라로 CCD카메라 선택이 최상이고, 가격이 저렴한 카메라는 거의 CMOS 카메라일 경우가 높는데 이것은 낮은 해상도와 색상이 좋지 않을 수 있다.

비디오 인코딩 방식은 대부분의 FPV 주변 장치들은 두 가지 방식을 모두 제공하고 있기 때문에 NTSC(National Television System Committee), PAL(Phase Alternating Line) 중에 어떤 방식을 사용하지 선택은 중요하지 않다. NTSC는 우리나라를 비롯해서 미국, 일본에서 사용하고 있고 PAL은 유럽 등에서 사용한다.

<Table 1> Video encoding methods

Methods	resolution	Frame	special feature
PAL	720 x 576	25fps	Excellent resolution
NTSC	720 x 480	30fps	Ideal for video

두 방식의 차이점은 PAL방식이 더 나은 해상도를 제

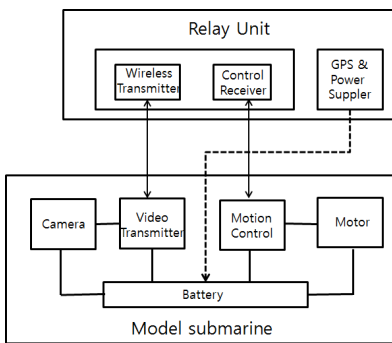
공하고 NTSC방식은 프레임 속도가 더 빠르다. 즉 좋은 사진을 원하면 PAL방식이 좋고 동영상에는 NTSC방식이 좋다. 최근 FPV 카메라는 표준화가 되어 있어서 대부분 길이 30mm ~ 38mm의 정사각형 모양으로 카메라는 플라스틱 또는 금속 케이스로 보호되어 있거나 PCB 보드가 노출된 것도 있어서 무게를 줄여 20g~50g 정도이다.

FPV 카메라 해상도 TV 라인 (TVL)은 기본적으로 FPV 카메라 해상도가 얼마나 좋은지를 알 수 있는 척도이다. FPV 카메라에서 주로 380, 480, 540, 600, 700, 800 TVL 이다. TVL값이 크면 좋은 해상도를 얻을 수 있지만 가격이 높게 되며 보통 600TVL 이하를 선택한다 [5,6,7].

### 3. 구현

#### 3.1 RC모형잠수함

모형잠수함을 이용한 수중 탐사 장치에 카메라를 장착하여 수중환경을 탐사하되, 모형잠수함은 부표에 결합된 중계부와 유도선을 통해 유선통신을 수행하고, 모형잠수함의 자세 및 이동을 제어하는 제어부는 무선통신을 통해 중계부와 무선통신을 수행하며, 중계부는 제어부와 모형잠수함 간의 통신을 중계해주는 모형잠수함을 이용한 해상풍력하부구조를 실시간 모니터링 하는 장치에 관한 것이다.

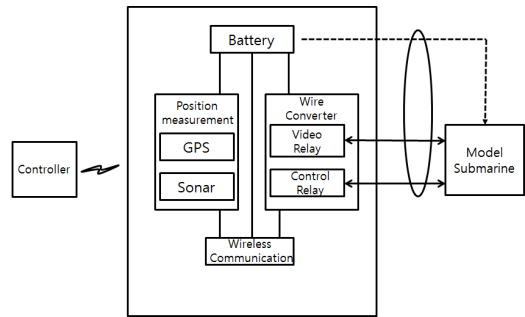


[Fig. 4] Model submarine Configuration

모형잠수함, 중계부 및 제어부를 포함하는 수중 탐사 장치로서, 제어부는 모형잠수함이 촬영한 영상정보를 중계부로부터 수신하고, 모형잠수함의 자세 및 속도를 제어하는 제어신호를 생성하여 중계부로 전송하고, 모형잠수함은 수중환경을 촬영하여 영상정보를 생성하는 카메라

를 포함하고 영상정보를 중계부로 전송하고, 중계부로부터 제어신호를 수신하여 수중에서 자세 및 속도를 제어하고, 중계부는, 부표에 결합되어 수면에서 부유하고 제어부와 모형잠수함 사이에서 영상정보와 제어신호를 중계하되 제어부와는 무선통신을 수행하고, 모형잠수함과는 유도선을 통해 유선통신을 수행 한다.

유도선은 영상정보의 송수신을 위한 유선 및 제어신호의 송수신을 위한 유선으로 구성, 중계부는 중계부의 각 구성요소와 모형잠수함으로 전원을 공급하는 배터리로 구성되고 중계부는 수면상의 위치에 대한 GPS(Global Positioning System) 신호를 검출하고 검출한 GPS 신호를 제어부로 전송하며, 제어부는, 수신한 GPS 신호로부터 중계부의 수면상 위치인 부유위치를 획득할 수 있다.



[Fig. 5] Relay unit (buoys) Configuration

중계부는 음파를 이용하여 모형잠수함에 대한 음파탐지신호를 검출하고, 검출한 음파탐지신호를 중계부로 전송하는 음파탐지부를 포함하고, 중계부로부터 GPS가 계측한 부유위치 및 음파탐지부가 검출한 음파탐지신호를 수신하고, 수신한 부유위치 및 음파탐지신호로부터 모형잠수함의 수중위치를 획득하는 위치연산부로 구성된다.

#### 3.2 해상풍력하부구조 모니터링 시스템

모형잠수함을 이용한 해상풍력하부구조 모니터링 시스템은 제어부, 부표에 결합된 중계부, 및 모형잠수함으로 구성된다. 모형잠수함은 수중환경을 촬영하여 영상정보를 생성하는 카메라를 장착하고 있으며, 3차원인 해상풍력하부구조(재킷 등)을 이동하면서 수중환경 촬영, 수중 탐사, 해양지도 작성, 해양서식지 모니터링 등을 수행한다. 모형잠수함의 자세 및 이동은 제어신호에 의해 제어되는데, 모형잠수함을 제어하는 제어신호는 제어부에

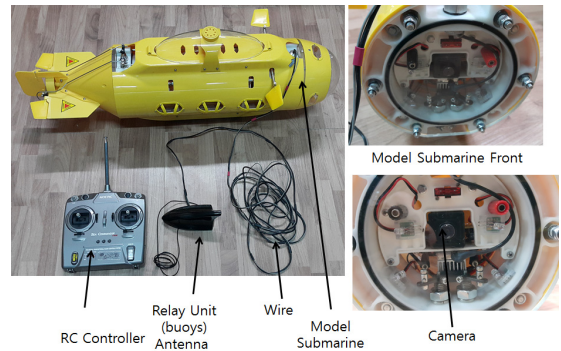


서 생성된다. 제어부는 사용자의 입력에 따라 모형잠수함의 자세 및 이동을 제어하는 제어신호를 생성하며, 생성된 제어신호는 중계부를 거쳐 모형잠수함으로 전송된다. 한편, 모형잠수함이 촬영한 영상정보는 중계부를 거쳐 제어부로 전송된다. 중계부는 제어부와 모형잠수함 사이에서 영상정보와 제어신호의 송수신을 중계한다. 중계부는 제어부와는 무선통신을 수행하고, 모형잠수함과 유도선을 통한 유선통신을 수행한다. 즉, 중계부는 무선통신을 통해 제어부로부터 제어신호를 수신하고, 수신한 제어신호를 유도선을 통해 모형잠수함으로 전송한다. 그리고 중계부는 모형잠수함이 촬영한 영상정보를 유도선을 통해 수신하고, 수신한 영상정보를 무선통신을 통해 제어부로 전송한다. 한편, 중계부는 부표에 결합되어 수면에서 자유롭게 부유할 수 있다. 수중에서는 물의 전파 차폐효과로 인해 무선통신을 통해 신호를 송수신하는 것에 장애가 있어 제어부에서 중계부까지 무선통신을 구축하고, 중계부에서 수중의 모형잠수함까지 유도선을 통한 유선통신을 구축하였다.

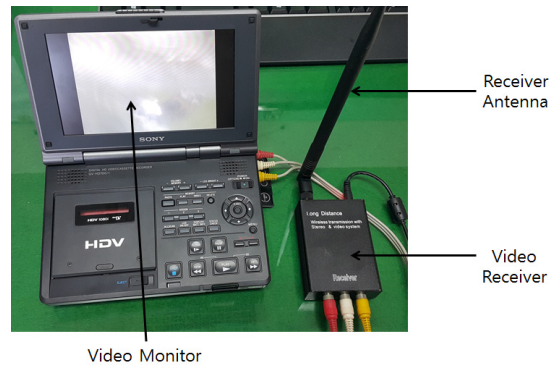
모형잠수함은 부표에 결합된 중계부와 유도선을 통해 연결되므로, 해류, 모터 오동작, 조작 미숙, 또는 전원 이상 등으로 모형잠수함의 위치를 잃어 버려 모형잠수함을 분실하는 경우를 방지할 수 있다.

한편, 제어부와 중계부는 무선통신으로 연결되므로, 제어부는 육상 또는 선박 등 어느 위치에 배치되어도 상관없다. 탐색하고자 하는 위치로 중계부와 모형잠수함을 함께 이동시킨 후, 사용자는 제어부를 조작하여 모형잠수함을 수중에서 자유롭게 이동시키면서 수중을 탐사할 수 있다.

모형잠수함을 제어하는 RC컨트롤러는 40MHz대역의 무선주파수를 사용하고 카메라의 영상을 무선으로 전송하는 영상 송수신기의 주파수는 5.8GHz 대역의 주파수를 사용하고 출력은 0.6W의 영상출력으로 송수신 도달 거리는 수 Km에 달한다. 이런 모형잠수함의 제어와 무선영상 송출은 수중에서 불가능하였다. [Fig. 8] A의 그림은 실제 수중에서 영상의 수신이 되지 않은 사진이다. [Fig. 6]과 중계부가 포함된 모형잠수함 영상전송시스템이다. [Fig. 7]은 해상풍력하부구조를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 영상 수신시스템이다.



[Fig. 6] System of offshore wind infrastructure monitoring using the RC submarine



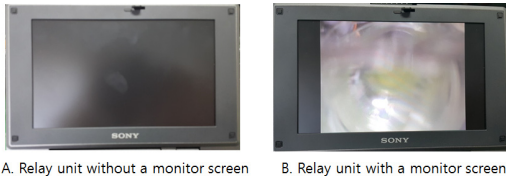
[Fig. 7] Monitoring System

#### 4. 결론

모형잠수함과 영상전송시스템을 결합한 융합기술을 적용한 시스템으로 RC 잠수함을 이용한 해상풍력하부구조 모니터링 시스템은 무선영상통신을 이용한 실시간 영상 송수신 방법으로 수중에서 전파는 차폐가 된다. 그러므로 수중에서 영상은 무선으로 송수신한다는 것은 어려운 문제이며 특히 모형 잠수함에 FPV 카메라를 장착하여 영상을 무선으로 송수신하는 것은 더욱더 불가능하다. 최근에는 RC모형자동차, 헬기 등에 2.4GHz 주파수 대역을 사용하는 추세이나 모형잠수함에는 40MHz 주파수 대역을 사용하는 것은 전파의 차폐 영향을 최소화하기 위해 사용되며 모형잠수함의 제어 가능 범위는 수중 10m 이내이다.

본 연구에서는 수중 전파차폐로 인한 모형잠수함 제어 불능 및 무선영상 전송 불능의 문제점을 부표를 활용한 전파 중계부를 돕으로써 해결하였다. 특히 해상풍력

하부구조를 탐사하기 위해서는 수중 20m까지 잠수가 가능해야 함으로 모형잠수함과 부표사이를 유선으로 연결하여 수중 20m까지 잠수가 가능하게 되었다. 부표에는 해류에 의한 모형잠수함의 분실을 방지하기 위해 GPS를 장착하여 위치를 확인할 수 있게 하였다.



[Fig. 8] Compare the image transfer

본 연구에서 무선영상송수신장치를 5.8GHz 주파수 대역과 600mW의 송신출력을 사용함으로써 모형잠수함의 제어를 자유롭게 할 수 있었으며, [Fig. 8]의 A 그림처럼 영상이 수신되지 않은 현상을 [Fig. 8]의 B 그림처럼 영상을 수신할 수 있었다. 본 시스템은 보다 선명하고 장거리의 전송이 가능하게 되었다.

### ACKNOWLEDGMENTS

이 연구는 2015년도 광주대학교 대학 연구비의 지원을 받아 수행되었음.

### REFERENCES

- [1] <http://www.mke.go.kr> 'Ministry of Knowledge Economy' Roadmap offshore wind, 2010.
- [2] S.Thöns, M.H.Faber, W.Rucker, "Fatigue and Serviceability Limit State Model Basis for Assessment of Offshore Wind Energy Converters", ASME J. Offshore Mech. Arct Eng., Vol. 134, 2012.
- [3] Thomas B. Johannessen, "Nonlinear Superposition Methods Applied to Continuous Ocean Wave Spectra", ASME J. Offshore Mech. Arct Eng., Vol. 134, p. 302, 2012.
- [4] Yoon Gillim, Kim Hongyeon, "Case Study on Reliability Analysis of Offshore Wind Turbine Foundation", Journal of The Korea Geotechnical Society, Vol. 13, No. 12, pp. 91-98, 2012.
- [5] <http://blog.oscarliang.net/best-fpv-camera-quad-coper>
- [6] <http://www.rchelicopterfun.com/fpv-camera.html>
- [7] <http://www.fpvforme.com/fpv-camera-review>
- [8] Jeong YooJin, Shin SooYoung, Park SooHyun, "Media Access Control Mechanism for Efficient Wireless Communication in Underwater Environments", Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 15, No. 4, pp. 79-86, 2006.
- [9] Jang Sunwoong, Lee Sungkoo, Oh Seungryuel, Kim Daehyun, Yoon Hongju, "The Application of Unmanned Aerial Photography for Effective Monitoring of Marine Debris", Journal of the Korean society of marine environment & safety, Vol. 7, No. 4, pp. 307-314, 2011.
- [10] Kim, Won, "Design of Visual Surveillance System based on Wireless High Definition Image Transmission Technology", The journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication, Vol. 12, No. 5, pp. 25-30, 2012.
- [11] Na Doback, Shin Hyusoon, Na Duckju, "Offshore Wind Power, Review", Journal of energy engineering, Vol. 20, No. 2, pp. 143-153, 2011.
- [12] Leblanc C et., al, "Response of stiff piles in sand to long-term cyclic lateral loading", Geotechnique, Vol. 60, N. 2, pp. 79-90, 2010.
- [13] Seidel M, "Design, fabrication and installation of the offshore wind turbine REpower 5M", STAHLBAU, Vol. 76, No. 9, pp. 650-656. 2010.
- [14] Kim KyoungNam, Lee JaeMoon, Hong Sunghyuck, Lee MyounJae, "Convergent Secure Wireless Sensor Network Routing Algorithm", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 6, No. 1, pp. 65-70, 2015.
- [15] Jeong Byeongho, Park Juhoon, Kang Boan, "A Study of the WPT Module Using Inductive Coupling for the Convergence Applications", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 6, No. 2, pp. 57-63, 2015.

## 저자소개

## 방 걸 원(Gul-Won Bang) [정회원]



- 2002년 8월 : 전남대학교 대학원 SW공학과 (공학석사)
- 2008년 2월 : 전남대학교 대학원 SW공학과 (공학박사)
- 2000년 11월 ~ 2009년 12월 : (주) 위너테크기술연구소장

- 2012년 7월 ~ 2015년 8월 : 목포대학교 정보전자공학과 교수
- 2015년 9월 ~ 현재 : 광주대학교 사이버보안경찰학과 교수

<관심분야> : 정보통신, 소프트웨어공학, IoT, 풍력발전, ICT융합

## 방 상 원(Sang-Won Bang) [정회원]



- 1988년 2월 : 전남대학교 대학원 계산통계학과 (이학석사)
- 1997년 8월 : 전남대학교 대학원 전산통계학과 (이학박사)
- 2004년 8월 ~ 2007년 8월 송원대학 산학협력단장

- 1987년 3월 ~ 현재 송원대학교 컴퓨터정보학과 교수
- <관심분야> : 정보통신, Mobile Computing, 소프트웨어공학

## 김 용 호(Yong-Ho Kim) [정회원]



- 2005년 2월 : 조선대학교 대학원 전자계산학과 (이학박사)
- 2010년 10월 ~ 현재: 한국융합학회 이사
- 2010년 10월 ~ 현재 : 중소기업융합회광주전남지부장/편집위원

- 2015년 11월 ~ 현재: 한국융합학회 편집위원
- 2012년 4월 ~ 현재 : 광주대학교 자율융복합전공공학부 교수

<관심분야> : ICT융합, IOT, MIS, SP인증, BIG DATA, SW 테스트