

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2023.23.2.95>  
JIIBC 2023-2-13

## 해양 정적 데이터 수집 및 DB 저장 알고리즘 구현

### Implementation of marine static data collection and DB storage algorithms

최승환\*, 박기조\*, 정기숙\*\*, 정우석\*\*, 김경석\*\*\*

Seung-Hwan Choi\*, Gi-Jo Park\*, Ki-Sook Chung\*\*,  
Woo-Sug Jung\*\*, Kyung-Seok Kim\*\*\*

**요약** 세계적으로 해양공간정보의 활용과 관리에 대한 중요성을 극대화하고 있고, 이러한 데이터를 분석하는 것을 연구 개발의 주요 추진 동력으로 부각하고 있다. 국내에서는 과거부터 현재까지 보유하고 있는 해양 데이터를 수집하고 가치를 추출해내는 것이 향후 우리나라의 과학발전에 중요한 역할을 할 것으로 기대하고 있다. 특히나 해양 정적 데이터는 거대 빅데이터베이스를 이루고 있으며, 높은 데이터 수집 비용과 고난이도 관측기술이 요구됨에 따라 수집된 데이터의 유실 없는 보관 및 저장이 필요로 하다. 또한 재난안전지능융합센터의 “해양 디지털 트윈 구축 및 활용기반 기술 연구” 과제를 위해 해양 데이터에 대한 수집 및 분석이 필요로 하여, 이에 본 논문에서는 해양 정적 데이터의 현황 조사를 수행하였고 이를 수집하여 DB에 저장하는 일련의 알고리즘을 제시한다.

**Abstract** Globally, the importance of utilization and management of marine spatial information is being maximized, and analyzing such data is emerging as a major driving force for R&D. In Korea, it is expected that collecting marine data from the past to the present and extracting its value will play an important role in the development of science in Korea in the future. In particular, marine static data constitutes a huge big database, and it is necessary to store and store the collected data without loss as high data collection costs and high-level observation techniques are required. In addition, the Disaster Safety Intelligence Convergence Center's "Marine Digital Twin Establishment and Utilization-Based Technology Research" task requires collection and analysis of marine data, so this paper conducts a current status survey of static marine data. And we present a series of algorithms that collect and store them in a database.

**Key Words** : Open API, Marine Static Data, Data Collection, Database

\*준회원, 충북대학교 전파통신공학과

\*\*정회원, 한국전자통신연구원

\*\*\*정회원, 충북대학교 정보통신공학과(교신저자)

접수일자 2022년 12월 13일, 수정완료 2023년 3월 3일  
게재확정일자 2023년 4월 7일

Received: 13 December, 2022 / Revised: 3 March, 2023 /

Accepted: 7 April, 2023

\*\*\*Corresponding Author: kseokkim@cbnu.ac.kr

Department of Information and Communication Engineering,  
Chungbuk National University, Korea

## I. 서 론

세계 각국에서는 육상자원의 한계로 인해 바다를 국부 창출의 기반이 되는 경제 영토로 간주하여 해양공간정보의 활용과 관리에 대한 중요성이 극대화되고 있다<sup>[1]</sup>. 최근 연구개발의 패러다임은 데이터 분석이 연구개발의 주요 추진 동력으로 부각되고, 이를 활용한 다분야융합·공동연구가 활성화 됨에 따라 연구데이터 공유·활용체계의 필요성이 점증하는 추세이다<sup>[2]</sup>. 국내에서는 다양한 연구기관에서 과거부터 현재까지 보유하고 있는 방대한 양의 데이터를 수집하고 가치를 추출해내는 것이 향후 우리나라의 과학발전에 중요한 역할을 할 것으로 기대하고 있다<sup>[3]</sup>. 특히나 해양은 지구 표면의 70%를 구성하고 있고 시간에 따라 끊임없이 변화하고 있어서 해양 데이터는 해양관광으로의 예측 및 활용가치, 해양공간 모니터링 및 지속가능성, 해양공간 계획과 관리 등을 포함한 수많은 분야에서 필요로 하고 있다. 또한 해양공간정보의 근간이 되는 데이터로 그 중 해양 정적 데이터는 빅데이터 중에서도 거대 빅데이터베이스를 이루고 있으며, 사람의 접근이 어려워 위성, 부이, 연구선 등을 이용한 데이터 수집이 이루어져 높은 데이터 수집 비용과 고난이도 관측기술이 요구되고<sup>[4,5]</sup>, 따라서 수집된 데이터의 유실 없는 보관 및 저장이 필요로 하다.

현재 재난안전지능융합센터에서는 “해양 디지털 트윈 구축 및 활용기반 기술 연구”과제를 수행하고 있으며, 해양 디지털 트윈 구축을 위한 해양 데이터에 대한 수집 및 분석이 필요하다. 이에 본 논문에서는 각종 해양 관련 공공 기관에서 제공하고 있는 데이터를 분석하여 해양 디지털 트윈을 위한 기반 데이터로 활용하고자 하는 것을 목적으로 하여 해양 정적 데이터의 현황 조사를 수행하였고 이를 수집하여 DB에 저장하는 일련의 알고리즘을 제시하였다.

## II. 해양 정적 데이터 현황

국립해양조사원은 이용 목적에 따라서 싱글빔과 멀티빔 센서를 이용하여 국가해양기본조사, 연안해역기본조사, 연안해역정밀조사, 항만해역정밀조사 등을 통해 해양 데이터를 구축하고 있으며<sup>[1,6]</sup>, 그림 1은 현재 국립해양조사원에서 제공하는 16건의 해양 정적 데이터명과 데이터 업데이트 주기를 정리한 표이다. 16건의 해양 정적 데이터의 업데이트 주기는 1~3년으로 년 단위로 업데이

트되며, 신항만 예정구역 경우에는 신항만이 생길 때마다 업데이트가 된다.

데이터 명	데이터 제출여부	실 제공기관	데이터 업데이트 주기
국가어항	0	국립해양조사원	1년
수중케이블	0	국립해양조사원	1년
해수욕장	0	국립해양조사원	1년
마리나항만	0	국립해양조사원	1년
마리나시설	0	국립해양조사원	1년
갯바위 낚시포인트	0	국립해양조사원	3년
선상낚시포인트	0	국립해양조사원	3년
유어장	0	국립해양조사원	1년
해양레저활동구역	0	국립해양조사원	1년
영해기점 무인도서	0	국립해양조사원	1년
항만구역	0	국립해양조사원	1년
신항만 예정구역	0	국립해양조사원	주기적
정박지	0	국립해양조사원	1년
교통안전특정해역	0	국립해양조사원	1년
해상사격훈련구역	0	국립해양조사원	1년
수상레저금지구역	0	국립해양조사원	1년
합계			16개

그림 1. 국립해양조사원에서 제공하는 16건 해양 정적 데이터  
Fig. 1. 16 Cases of marine static data provided by the Korea Hydrographic and Oceanographic Agency

그림 2는 국립해양조사원에서 16건의 해양 정적 데이터 제공 방식에 대한 흐름도이다. 국립해양조사원은 ‘개방 海’ 사이트에서 Open API 형식으로 16건의 해양 정적 데이터를 제공하고 있으며 각각의 데이터는 고유의 Open API 주소로 구성되어 있다. 이 중 ‘마리나항만’과 ‘마리나시설’은 ‘마리나정보’라는 하나의 Open API로 제공하고 있다.

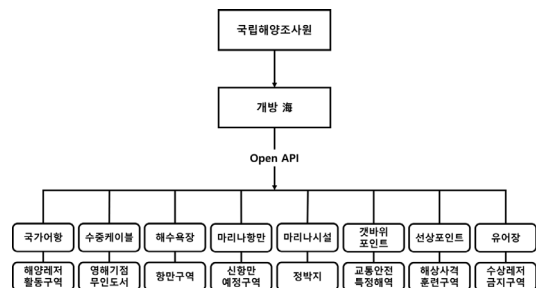


그림 2. 데이터 제공 방식  
Fig. 2. Data providing method

## III. 효율적인 해양 정적 데이터 수집/파싱/저장 구현

그림 3은 해양 정적 데이터의 수집/파싱/저장에 대한 흐름도이다. 수집/파싱/저장은 Python 언어를 통해 진행하며, 먼저 16건의 Open API 형식 해양 정적 데이터를 수집한 후, 데이터 가공 및 보정 작업인 데이터 파싱을 진행하고 최종적으로 DB에 저장한다.

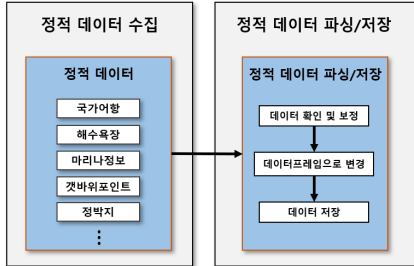


그림 3. 해양 정적 데이터의 수집/파싱/저장 흐름도  
 Fig. 3. Flowchart for collection, parsing and storage of marine static data

### 1. 데이터 수집 단계

그림 4는 해양 정적 데이터 수집에 대한 플로우차트이다. 16건의 해양 정적 데이터는 국립해양조사원의 ‘개방 海’ 사이트에서 제공하고 있다. 해당 사이트에서 각 정적 데이터에 대한 Open API 주소 형식과 레이어명을 확인한 후, requests()와 BeautifulSoup()를 사용하여 Open API 주소를 불러와 원본 데이터를 수집한다. 불러온 원본 데이터는 기본적으로 불필요한 메타 정보가 포함되어 있기에 해당 데이터에 대한 레이어명만 가진 원본 데이터만 찾으려 findAll()을 사용하여 해양 정적 데이터만 따로 분류하여 수집한다.

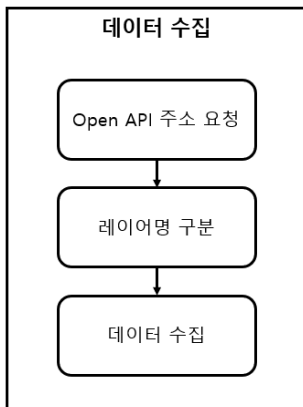


그림 4. 해양 정적 데이터 수집 흐름도  
 Fig. 4. Marine static data collection flowchart

국립해양조사원의 ‘개방 海’ 사이트에서 제공하는 16건의 해양 정적 데이터의 Open API 주소 형식에는 개개인의 고유한 인증키가 필요하다. 인증키를 발급받기 위해서는 먼저 ‘개방 海’ 사이트에 회원가입을 진행한 후 이용약관/API 발급 탭을 눌러 진행하면 그림 5와 같이 Open API 주소에 필요한 개인 인증키를 발급받을 수 있다.

번호	내용			
6860 (승인)	사용유형	민간	신청일	2022-07-26
	부서명	개인		
	사용목적	기타	발급일	2022-07-26
	서비스URL	127.0.0.1		
	사용구분	해양공간정보 레저관광,맞춤안전,수로측량정보,시설안전,지명정보,해상.		
	인증키	BE6BF4C85001E2AC62747E5A0		

그림 5. 인증키 발급 결과  
 Fig. 5. Authentication key issuance results

Open API 주소에 필요한 개인 인증키를 발급받은 후에는 그림 6과 같이 데이터의 명칭과 그에 해당하는 레이어명을 확인할 수 있다. 예시로 해양 정적 데이터 ‘해수욕장’의 레이어명은 ‘TB\_FACL\_BEACH’임을 확인할 수 있다.

명칭	레이어명
갯바위포인트	TB_YACHT_RPNT
낚시터,우어장	TB_FACL_FSHLC
레저스포츠	TB_FACL_SPORT
마리나정보	TB_YACHT_MARINA_P
민물낚시터	TL_RPISHERY_P
⋮	
테마파크	TB_FACL_THEMEPARK
해상교통	TB_FACL_MARINTRAFF
해수욕장	TB_FACL_BEACH
해안노리길	VL_BCROAD_L
해안산책마루	TB_FACL_TRAIL
휴양림	TB_FACL_RCRAFT

그림 6. 해양 정적 데이터 명칭과 레이어명  
 Fig. 6. Marine static data names and layer names

이전 단계에서 인증키와 레이어명을 확인한 후 구성된 Open API 주소는 웹 브라우저에서 입력하면 그림 7처럼 간단하게 원본 데이터를 확인할 수 있다.

```

<SE>
<CDATA[ LSR016 ]>
</SE>
<NM>
<CDATA[ 장호해수욕장 ]>
</NM>
<FACILITIES>
<CDATA[ 화장실 ]>
</FACILITIES>
<ADDR>
<CDATA[ 삼척시 근덕면 장호리 ]>
</ADDR>
<PHOTO_NO>
<CDATA[ BEACH_0040.JPG ]>
</PHOTO_NO>
<XCNTS>37</XCNTS>
<YDNTS>129</YDNTS>
<PPATH>
<CDATA[ 해양레저관광/해수욕장/ ]>
</PPATH>
<ORIGIN>
<CDATA[ 레저관광정보도 ]>
</ORIGIN>
<ORIYR>2014</ORIYR>
<ORIORG>
<CDATA[ 국립해양조사원 ]>
</ORIORG>
    
```

그림 7. 해양 정적 데이터 '해수욕장'의 원본 데이터 일부  
 Fig. 7. Part of the original data from the marine static data 'Beach'

그림 8은 레이아웃이 'TB\_FACL\_BEACH'인 해양 정적 데이터 '해수욕장'의 353개 데이터 중 하나의 데이터에 대한 태그 명과 데이터를 정리한 것이다.

태그 명	데이터	태그 명	데이터
lowerCorner	1160818.242401	upperCorner	1160818.242401
OBJECTID	1	ID	20150220
LEISURE_ID	15001631	ATPT	42000
SIGUN	42230	SE	LSR016
NM	장호해수욕장	FACILITIES	화장실
ADDR	삼척시 근덕면 장호리	PHOTO_NO	사진
XCNTS	37	YDNTS	129
PPATH	해양레저관광/해수욕장/	ORIGIN	레저관광정보도
ORIYR	2014	ORIORG	국립해양조사원
pos	1160818.242401		

그림 8. 해양 정적 데이터 '해수욕장'의 태그 명과 데이터  
 Fig. 8. Tag name and data of the marine static data 'Beach'

## 2. 데이터 파싱 단계

그림 9는 해양 정적 데이터 파싱에 대한 플로우차트이다. 이전 단계에서 수집한 해양 정적 데이터는 누락된 태그가 있는지를 확인하기 위해서 try문과 조건문(if)을 통해 확인하고나서 배열에 저장한다. 이후에 DB에 저장하기 위해서는 배열을 정형화된 형식으로 바꿔야 함으로, DataFrame()을 사용하여 배열을 데이터프레임으로 변경한다.

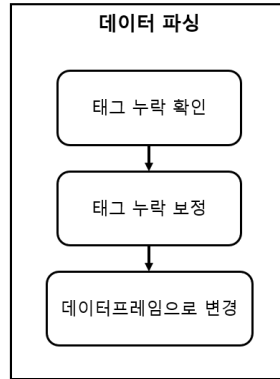


그림 9. 해양 정적 데이터 파싱 흐름도  
 Fig. 9. Marine static data parsing flowchart

그림 10은 수집한 해양 정적 데이터 '해수욕장' 중 '백도해수욕장'에 대한 내용이다. 그림 7의 '장호해수욕장'에는 <NM> 태그 "장호해수욕장" 데이터 다음으로 <FACILITIES> 태그, <ADDR> 태그로 구성되어 있지만, '백도해수욕장'에서 <NM> 태그 "백도해수욕장" 데이터 다음으로 <FACILITIES>가 빠지고 바로 <ADDR> 태그로 오는 것을 확인할 수 있다. 이 같은 문제는 이후에 저장 시에 데이터가 밀린 채로 저장될 수도 있기에 따로 보정을 진행한다.

```

<SE>
<CDATA[ LSR016 ]>
</SE>
<NM>
<CDATA[ 백도해수욕장 ]>
</NM>
<ADDR>
<CDATA[ 강원도 고성군 죽왕면 문암진리 ]>
</ADDR>
<XCNTS>38</XCNTS>
<YDNTS>129</YDNTS>
<ORIGIN>
<CDATA[ 머춘어항협회 ]>
</ORIGIN>
<ORIYR>2017</ORIYR>
<ORIORG>
<CDATA[ 해양수산부 레저정보과 ]>
</ORIORG>
    
```

그림 10. 해양 정적 데이터 '해수욕장'의 '백도해수욕장' 데이터 일부  
 Fig. 10. Part of the data of 'Baekdo Beach' in marine static data 'Beach'

태그 누락 보정은 try문과 조건문(if)을 통해 정상 태그 시에는 그대로 배열에 저장하고, 태그 누락 시에는 데이터가 밀리는 문제점을 보완하기 위해 '없음'이라는 데이터를 배열에 저장한다.

이전 단계에서 데이터 보정 및 파싱까지 진행한 후, 데이터가 담긴 배열은 DataFrame()을 이용하여 데이터프레임으로 변경한다. 이 작업은 이후에 DB에 저장하기

위해서는 정형화된 형식인 데이터프레임으로 구성되어야 하기 때문에 진행한다.

### 3. 데이터 저장 단계

그림 11은 해양 정적 데이터 저장에 대한 플로우차트이다. 이전 단계에서 해양 정적 데이터를 수집하고 파싱하여 데이터프레임으로 변환한 후에, PostgreSQL DB에 저장하기 위해서는 먼저 Create\_engine()을 사용하여 DB와 연결을 진행한다. 그 다음으로 해양 정적 데이터가 담겨있는 데이터프레임을 to\_sql()을 사용하여 PostgreSQL DB에 저장하고 추가적으로 to\_csv()을 사용하여 Excel 로도 저장한다.

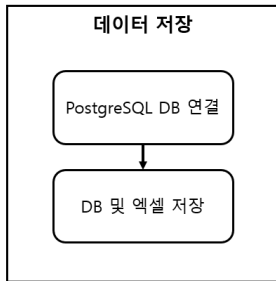


그림 11. 해양 정적 데이터 저장 흐름도  
 Fig. 11. Marine static data storage flowchart

그림 12는 해양 정적 데이터 '해수욕장'의 데이터프레임에 to\_sql()을 사용하여 테이블 명을 '해수욕장'으로 만들어 PostgreSQL DB에 저장하고, to\_csv()을 사용하여 엑셀 파일 명을 '해수욕장'으로 만들어 엑셀 파일로 저장한 내용이다.

고유ID	이름	보유시설	위치	관할기관	지리
1	장포해수욕장	화장실	삼척시 근덕면 장포리	국립해양조사원	1160818.2424
2	신남해변	사위실, 화장실	삼척시 원덕읍 갈남리	국립해양조사원	1161999.2782
3	임원해수욕장	사위실, 탈의실, 화장실	삼척시 원덕읍 임원리	국립해양조사원	1163353.3873
4	고포해변	화장실	삼척시 원덕읍 울전리	국립해양조사원	1165523.8848
5	망상해수욕장	사위실, 탈의실, 급수대	동해시 망상동	국립해양조사원	1140408.3744
6	어달해수욕장	사위실, 탈의실, 화장실	동해시 어달동	국립해양조사원	1142826.7135
7	돌머리해수욕	사위실, 화장실, 급수대	함평군 함평읍 석성리	국립해양조사원	903482.19320

B	C	D	E	F
고유ID	이름	보유시설	위치	관할기관
1	장포해수욕장	화장실	삼척시 근덕면 장포리	국립해양조사원
2	신남해변	사위실, 화장실	삼척시 원덕읍 갈남리	국립해양조사원
3	임원해수욕장	사위실, 탈의실, 화장실, 급수대	삼척시 원덕읍 임원리	국립해양조사원
4	고포해변	화장실	삼척시 원덕읍 울전리	국립해양조사원
5	망상해수욕장	사위실, 탈의실, 급수대, 매점	동해시 망상동	국립해양조사원
6	어달해수욕장	사위실, 탈의실, 화장실, 급수대, 매점	동해시 어달동	국립해양조사원
7	돌머리해수욕장	사위실, 화장실, 급수대	함평군 함평읍 석성리	국립해양조사원
8	홍동해수욕장	사위실, 탈의실, 화장실, 급수대, 매점	전남 무안군 현경면 홍동리	국립해양조사원
9	조금나루해수욕장	사위실, 탈의실, 화장실, 급수대, 매점	전남 무안군 담운면 송리	국립해양조사원

그림 12. 해양 정적 데이터 '해수욕장' DB 및 엑셀 저장  
 Fig. 12. Marine static data 'Beach' DB and Excel storage

그림 13은 Python 언어를 이용하여 '해수욕장' 데이터를 포함한 그림 1의 해양 정적 데이터의 수집, 파싱 그리고 PostgreSQL DB와 엑셀 파일로 저장한 내용이다.

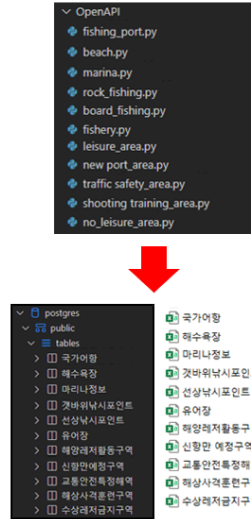


그림 13. Python 언어를 이용한 PostgreSQL DB 및 엑셀 저장  
 Fig. 13. PostgreSQL DB and Excel storage using Python language

## IV. 결론

데이터 분석이 연구개발의 주요 추진 동력으로 부각되고, 이를 활용한 다분야융합·공동연구가 활성화 됨에 따라 연구데이터 공유·활용체계의 필요성이 나날이 높아지고 이를 위해서 해양 정적 데이터의 유실 없는 보관이 필요로 하다. 해양 디지털 트윈 구축을 위한 해양 데이터에 대한 수집 및 분석이 필요하기에 본 논문에서는 각종 해양 관련 공공 기관에서 제공하고 있는 데이터를 분석하여 해양 디지털 트윈을 위한 기반 데이터로 활용하고자 하는 것을 목적으로 하여 해양 정적 데이터의 현황 조사를 수행하였고 이를 수집하여 DB에 저장하는 일련의 알고리즘을 제시하였다. 그 결과, 국립해양조사원에서 제공하고 있는 16건의 해양 정적 데이터는 각각 고유의 레이어명을 바탕으로 한 Open API 주소로 구성되어 있었고, 각각의 Open API 주소를 웹 브라우저에 입력하여 원본 데이터를 간단히 확인할 수 있었다. 이를 Python 언어를 이용하여 Open API 형식의 해양 정적 데이터를 수집하였고, 데이터 파싱 단계에서 태그가 누락된 데이터의 보정 작업을 진행한 뒤에 최종적으로 PostgreSQL DB와 엑셀로 저장하였다.

## References

- [1] B. G. Kim, H. K. Young, Y. S. Choi, K. S. Min, J. M. Kim, "A Study on Standard and Conversion for Marine Spatial Information", Journal of The Korean Cadastre Information Association, Vol. 18, No. 3, pp. 3-12, 2016
- [2] Ministry of Science and ICT. The research data in the drawer is reborn as big data that is used together [Internet]. Available: <https://eiec.kdi.re.kr/policy/materialView.do?num=173274>
- [3] H. G. Han, C. Y. Lee, Y. G. Park, "A Plan to Build an Integrated Data Platform for Real-Time Data Collection and Analysis of Extreme Ocean Spaces", Journal of Digital Contents Society, Vol. 22, No. 6, pp. 989-998, 2021  
DOI: <https://doi.org/10.9728/dcs.2021.22.6.989>
- [4] H. G. Han, C. Y. Lee, T. H. Kim, J. R. Han, H. W. Choi, "Establishment of A WebGIS-based Information System for Continuous Observation during Ocean Research Vessel Operation", Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, Vol. 24, No. 1, pp. 40-53, 2016  
DOI: <https://doi.org/10.11108/kagis.2021.24.1.040>
- [5] S. W. Oh, J. M. Park, S. H. Suh, "A Study on Developing XML Marine GIS metadata", Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 28, No. 3, pp. 247-252, 2004  
DOI: <https://doi.org/10.5394/KINPR.2004.28.3.247>
- [6] S. T. Kim, T. Y. Lee, Y. Kim, "Deriving the Determining Factor for the Management of Oceanographic Data", Journal of Information Science Theory and Practice, Vol. 43, No. 3, pp. 97-115, 2012  
DOI: <https://doi.org/10.1633/JIM.2012.43.3.097>
- [7] I. S. Lee, "A Study on Geospatial Information Role in Digital Twin", Journal of the Korea Academia-Industrial, Vol. 22, No. 3, pp. 268-278, 2021  
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2021.22.3.268>
- [8] S. M. Kim, J. S. Kim, "A Study on the Evaluation Model for Reliability of Public Data", Journal of Korean Institute of Information Technology, Vol. 21, No. 1, pp. 21-28, 2023  
DOI: <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2023.21.1.21>

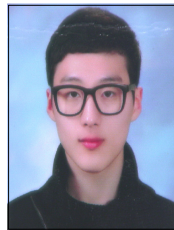
## 저 자 소 개

## 최 승 환(준회원)



- 2016년 3월 ~ 2022년 2월 : 충북대학교 정보통신공학부 졸업(학사)
- 2022년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 전파통신공학과 석사과정
- 주관심분야 : 재난 시스템 모델링, 근거리 무선통신기술, 생체 신호 처리

## 박 기 조(준회원)



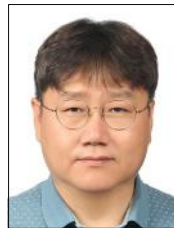
- 2016년 3월 ~ 2022년 2월 : 충북대학교 정보통신공학부 졸업(학사)
- 2022년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 전파통신공학과 석사과정
- 주관심분야 : 재난 시스템 모델링, 전파신호처리, 생체 신호 처리, 딥러닝

## 정 기 숙(정회원)



- 1995년 : 포항공과대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)
- 1997년 : 한국과학기술원 전산학과 졸업(석사)
- 1997년 ~ 2001년 : (구)데이콤 종합연구소 연구원
- 2001년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원
- 주관심분야 : Intelligence Network, Blockchain, Digital Twin

## 정 우 석(정회원)



- 1987년 3월 ~ 1992년 2월 : 명지대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 1992년 3월 ~ 1994년 2월 : 명지대학교 전자공학과 대학원 졸업(석사)
- 2002년 3월 ~ 2009년 8월 : 충남대학교 컴퓨터공학과 대학원 졸업(박사)
- 1994년 2월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 재난안전지능융합센터 센터장
- 주관심분야 : PS-LTE, IoT, Digital Twin, 메타버스, 재난안전 응용서비스

김 경 석(정회원)



- 1989년 1월 ~ 1998년 12월 : 한국 전자통신연구원 무선통신연구단 선임연구원
- 1999년 1월 ~ 2002년 3월 : University of Surrey(영국) 전기전자 공학과 대학원 졸업(공학박사)
- 2002년 2월 ~ 2004년 8월 : 한국전자통신연구원 이동통신연구단 책임연구원
- 2004년 9월 ~ 2005년 2월 : 전북대학교 생체정보공학부 전임강사
- 2005년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 정교수
- 주관심분야 : 재난정보시스템, AI 지정맥 인증, AI 헬스케어 플랫폼, AI 의료기기, AI 기반 5G Massive-MIMO

※ 이 논문은 2023년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20220441, 해양공간 디지털트윈 적용 및 활용 기술개발)