

# 해양정보 특성을 고려한 해양 디지털트윈 개념 및 구축방향<sup>☆</sup>

## Concept and Construction Direction of Marine Digital Twin considering the Characteristics of Marine Information

최 태 석<sup>1</sup>      최 윤 수<sup>1\*</sup>      김 재 명<sup>2</sup>      송 현 호<sup>3</sup>      민 병 현<sup>1</sup>      이 상 민<sup>1</sup>  
Tae-seok Choi      Yun-soo Choi      Jae-myong Kim      Hyun-Ho Song      Byeong-heon Min      Sang-min Lee

### 요 약

디지털트윈은 현실데이터를 수집하고 가상공간을 구현하는 측면에서 핵심 인프라에 대한 디지털 관리체계 구축의 하나로 자리 잡고 있다. 하지만 현재 국내에는 3차원 기반의 통합적인 해양정보 분석도구 및 기술이 부재하며, 육상과 달리 유동적인 해양정보를 디지털화하기 위해서는 새로운 3D모델링 기술과 자료처리 기술이 요구되나 추진에 한계가 존재한다. 이에 본 연구에서는 해양 디지털트윈 관련 동향과 디지털트윈 기술 요소를 분석하여 향후 해양 디지털트윈의 구조, 데이터, 모델링, 활용 플랫폼 4가지 부문으로 개발 방향을 제시하고자 한다.

☞ 주제어 : 해양 디지털트윈, 해양정보, 해양공간, 해양특성, 데이터 구축

### ABSTRACT

Digital Twin is positioned as one of the establishment of a digital management system for core infrastructure in terms of collecting real data and implementing virtual space. However, there are currently no integrated three-dimensional marine information analysis tools and technologies in Korea, and unlike land, new 3D modeling technologies and data processing technologies are required to digitize flexible marine information, but there are limitations in implementation. Therefore, this study aims to present development directions in four areas: structure, data, modeling, and utilization platform of marine digital twin by analyzing trends related to marine digital twin and digital twin technology elements.

☞ keyword : Maritime digital twin, Marine information, Marine spatial, Marine characteristics, Data construction

## 1. 서 론

중앙정부는 경제 패러다임 전환 추진 과정에서 코로나 19 사태로 인한 극심한 경기침체 극복 및 구조적 대전환 대응이라는 이중 과제에 직면함에 따라 한국판 뉴딜(디지털, 그린) 정책을 추진하였다[1]. 디지털 뉴딜은 사회간접자본(SOC) 디지털화가 포함되어 있으며 디지털트윈은 현실데이터를 수집하고 가상공간을 구현하는 측면에서 핵심 인프라에 대한 디지털 관리체계 구축의 하나로 자

리 잡고 있다[2].

디지털트윈은 실세계와 동일한 3차원 공간정보 기반의 가상물리세계를 구축하고 현실의 데이터를 가상공간에 동기화하여 각종 예측 및 분석을 제공한다. 이러한 기술적 정의에 대해서는 어느 정도 합의가 이루어졌으나, 특정 분야에서 어떠한 형태로 적용되어야 하고 그 기대 효과는 아직도 많은 연구가 필요하지만[2], 현재 5G 도입, 고성능 GPU, 고성능 센서를 기반으로 하여 디지털트윈 구축의 현실화가 대두되고[3] 다양한 산업·사회 문제를 해결할 수 있는 기술로 주목 받고 있다[4].

현재 대한민국은 선박사고로 인한 인명피해를 구조·예방하기 위해 다수의 기관들이 협업하고 있지만, 현재 상황을 정확히 판단하고 시뮬레이션 할 수 있는 과학적 도구의 부재로 적절한 대응을 하지 못하고 있다. 그 예로 해양사고 발생으로 조난자 구조를 위한 조사범위 분석 시 보유한 데이터와 사고 시점의 데이터 불일치 현상이 발생하고 있으며 또한, 유기적으로 작용하는 해양을 대상으로 복합적인 분석 수행에 큰 제약이 발생하여 지속

<sup>1</sup> Department of Geoinformatics, University of Seoul, Seoul 02504, Korea

<sup>2</sup> Department of Urban planning and engineering, University of Seokyeong, Seoul 02713, Korea

<sup>3</sup> Korea Science Policy Platform, Seoul 06151, Korea

\* Corresponding author (choiys@uos.ac.kr)

[Received 4 December 2021, Reviewed 15 December 2021, Accepted 23 December 2021]

☆ 이 논문은 2021년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (S-100 기반 국가 해양 GIS 핵심기술의 국산화 개발연구)

적으로 변화하는 해양특성을 반영할 수 있는 데이터 구축 및 연계기술이 필요하다.

또한, 해양공간을 둘러싸고 수요자 간 갈등이 지속적으로 발생하고 있으며, 대표적인 예로 골재채취, 해상풍력 등 새로운 이용수요와 선박통항, 어로·양식 등의 전통적 이용행위 간에 이해관계로 갈등이 발생하고 있다. 이러한 난개발 및 갈등의 방지를 위해 해양용도구역 지정·관리 등 대안마련을 추진하고 있으나 2D 기반의 분석도구(GIS)는 해저지형부터 해수면 그 이상을 넘어선 해양기상을 입체·복합적으로 분석할 수 없는 실정이다. 따라서, 기존 2D 기반 정보체계가 아닌 해양특성이 반영된 3D 해양정보 분석도구를 마련하여 합리적 정책·의사결정으로 행정업무의 효율성 향상과 3D 기반의 과학적 분석기법으로 국가데이터의 신뢰성 향상을 도모할 것으로 판단된다. 하지만 현재 국내에는 3차원 기반의 통합적인 해양정보 분석도구 및 기술이 부재하며, 육상과 달리 유동적인 해양정보를 디지털화하기 위해서는 새로운 3D모델링 기술과 자료처리 기술이 요구되나 추진에 한계가 존재한다. 이에 본 연구에서는 해양 디지털트윈 관련 동향과 디지털트윈 기술 요소를 분석하여 향후 해양 디지털트윈의 구조, 데이터, 모델링, 활용 플랫폼 4가지 부문으로 개발 방향을 제시하고자 한다.

## 2. 이론적 배경 및 동향분석

### 2.1 해양 디지털트윈 동향 분석

#### 2.1.1 선행연구 고찰

국내 해양 디지털트윈의 선행연구를 조사한 결과, 육상 분야에는 여러 연구가 진행되었으나 해양 디지털트윈은 충분하게 많은 연구가 진행되지 않았다. 기존 연구로는 해양플랫폼 공정 디지털 트윈 내 공정 모사 및 제어기술에 기계 학습 알고리즘을 적용하는 연구[5]와 해상플랜트구조물을 대상으로 가상모델을 구현하는 연구가 진행되었다[6]. 이에 해양 정보의 통합적인 관리체계 차원에서 진행된 연구가 필요한 것으로 판단되었다.

#### 2.1.2 해양 디지털트윈 국외 동향

국외의 경우 2021년 현재 EU Horizon2020 (“투명하고, 접근가능한 해양 : 해양 디지털트윈)을 통해서 해양의 사회생태계 보호, Blue economy 지원을 위한 예측기술 추진 중에 있다[7]. 개발목표로 하는 예측기술의 활용범위는

네 가지로 1. 해양 기후 시나리오가 양식업 및 어업에 미치는 영향분석, 2. 해안 위험에 대한 해수면 상승 및 극한 파도의 영향분석, 3. 오염 모니터링·분석 및 완화·개선 전략마련, 4. 해양 공간계획 수립 등이 있다. 이에 따라 데이터 접근이 용이한 고해상도 수치모델 기반의 해양 디지털 시뮬레이터를 제작하고 해양 관련된 유럽의 데이터 자산과 디지털 기술을 결합한 디지털 통합기술 개발을 진행중에 있다. UN의 해양 디지털트윈 협의회(DITTO; Digital twins of the ocean)는 데이터, 정보, 기술 및 혁신에 대한 개방적이고 공정한 접근을 제공하는 접근 가능한 바다를 목표로 해양 디지털 프레임워크를 구축하고 있다 [8]. 모든 해양 데이터의 모델링 및 시뮬레이션 도구를 통해 어업 및 해양 양식, 해양 보호 구역, 해양 관광 등과 같은 문제를 해결하는 해양 관련 개발 시나리오를 제작한다.

#### 2.1.3 해양 디지털트윈 국내 동향

현재 한국형 뉴딜, 디지털 SOC 등으로 여러 부처의 디지털트윈개발이 추진되고 있는 상황 속에서 우리나라 해양환경 특성에 맞는 해양안전 및 해양공간관리 등이 요구되고 있다. 하지만 육상 디지털트윈 기술 개발현황에 비해 해양 디지털트윈은 기술격차가 존재하며 이에 최적화된 해양 디지털트윈 기술을 개발하려는 정책을 수립하고 있다. 「해양공간계획 및 관리에 관한 법률」 제5조에 따라 제1차 해양공간기본계획(‘2019)’의 목표 및 추진전략 중 해양산업·경제발전 등 해역별 맞춤형 해양공간정보 통합관리를 위한 해양공간정보체계 구축 및 고도화를 추진하였다[9]. 「제3차 해양수산발전 기본계획(‘21~’30)」을 수립하여 「제5절 환경 친화적·합리적 해양 이용」 과제 중 “가. 해양공간계획 기술 고도화 - 디지털 기반 해양공간관리체계 강화”로 계획하였다[10].

(표 1) 해양 디지털트윈 정책적 추진 경위  
(Table 1) Marine Digital Twin Policy Promotion Process

Establishment	Master plan name
2019.08	The 1st Master Plan on Marine Spatial Management(‘19~’28)
2020.12	The 3rd Master Plan for Ocean and Fisheries Development(‘21~’30)
2020.12	The 5th Marine Environment Comprehensive Plan
2021.04	The 3rd Master Plan for Marine Survey

「제5차 해양환경 종합계획(‘21~’30)」을 수립하여 「3. 융합형 해양환경 보전산업 육성」 추진과제 중 “디지털트윈 기반 해양수산 디지털화 가속화”에 계획하였다[11]. 「제3차 해양조사기본계획(‘21~’25)」을 수립하여 「과제 3-4. 한반도대수조(해양디지털트윈) 구축 기반 마련」으로 해양디지털트윈 및 실용해양예보에 관한 과제를 계획하였다[12].

### 2.2 디지털트윈 정의

디지털트윈은 실제세계의 객체 및 시스템을 가상의 디지털 쌍둥이로 구현하고 센서를 이용해 실시간 데이터를 취득하며, 이에 대해 분석 및 시뮬레이션을 운영과 예측을 효과적으로 가능하게 하는 기술이다[13]. 하지만 디지털트윈 개념은 기술의 융복합이므로 분야별 관점에 따라 디지털트윈의 개념 정의가 달라질 수 있다[14]. 디지털트윈은 4차 산업혁명의 핵심기술 중 하나로 가트너(Gartner)가 10대 전략기술로 언급했다. 유지 관리 및 안정성에 대한 정보를 제공하여 제품에 대한 데이터 및 향상된 효율성에 대한 정보를 제공함으로써 기업의 의사 결정을 개선할 수 있다고 설명한다[15].

디지털 트윈은 현재 그 기술 수준이 높지 않은 편이나 다양한 산업분야에 적용가능한 것으로 예상되며 산업, 의료, 스마트시티 등 시뮬레이션을 통해 데이터 분석과 최적의 운영 및 활용이 가능하다. 예를들면 제조분야에서는 부품과 제품설계에서부터 시스템 운용 모니터링등 효율적 제조공정 운영에 활용될 수 있다[14].

### 2.3 디지털트윈 주요 기술 및 구현 단계

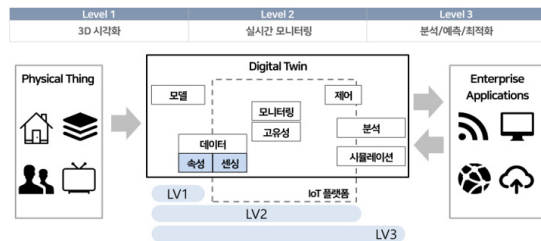
디지털트윈 구현을 위한 필수 기술은 크게 5가지로 분류된다. 표 2는 디지털트윈 요소기술이며 해당하는 내용에 맞게 나누어 본 예이다. AR / XR 및 모델링 기술은 디지털트윈을 위한 3D 모델링 구축 및 갱신 뿐만 아니라 기술 가상화에 활용될 것이다. 인공지능과 빅데이터는 3D 환경에 적합한 알고리즘 분석 기술에 활용될 것이다. 사물인터넷과 5G통신은 데이터와 가상객체의 연결 기술, Geo-IoT 기술, 유관 분야 데이터와 연계된 기술로 활용될 것이다.

디지털 트윈은 구현정도에 따라 3가지로 나누어 볼 수 있다[4]. 그림 1은 디지털 트윈 구현레벨을 요약한 그림의 예시이다. 레벨1은 3차원 시각화 단계로 현실 객체의 기본 속성을 반영한다. 레벨2는 실시간 모니터링 되어 제어

가능한 수준이다. 레벨 3은 인공지능 등을 응용하여 분석과 예측 및 최적화해 시뮬레이션이 가능하다.

(표 2) 디지털 트윈 구현을 위한 필수 기술  
(Table 2) Necessary Technologies for Implementation of Digital Twin

Technology	content	
AR/XR Modeling	3D Modeling	3D content creation
		precision enhancement
		existing data technology
		automation and artificial intelligence technology
	real-time refresh technology	
visualization/operations	Fast imaging technologies such as AR/VR	
AI/BigData/ Cloud	Analysis	compression/retrieval/operation of data
IoT / 5G	Connection	Analysis technology for 3D environments
		Linking Data and Virtual Objects
		Geo-IoT
		Connection and Convergence of Related Data



(그림 1) 디지털 트윈 구현 단계  
(Figure 1) Steps for Implementing Digital Twin

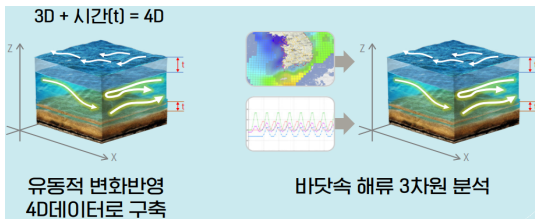
### 2.3 기존 디지털트윈과 해양 디지털트윈의 차별성

기존 디지털 트윈은 현실과 동일한 가상모델을 만들고 현실의 데이터를 가상공간에 동기화하여 가상공간에서 분석 및 시뮬레이션 하는 기술이라는 정의에 대해 어느 정도 합의점이 보인다. 하지만 해양의 특성인 수시로 변화하는 해양공간과 유동 데이터를 제대로 반영하지 못하고 각 정보들 간에 3차원으로 영향을 미치는 경우는 기존 디지털트윈 방식으로 분석할 수 없어 정확성이 떨어져 활용에 어려움이 발생한다. 이처럼 특정한 분야에 대해 맞는 디지털 트윈은 무엇인지 또는 어떤 모양의 디지털 트윈으로 적용해야할지 연구가 필요하다[a]. 따라서 해양

분야에서 디지털 트윈에 대한 재정의의 해아하며 기존 디지털 트윈과 차별을 가져야한다.



(그림 2) 육상 디지털 트윈 모델  
(Figure 2) Land Digital Twin Model



(그림 3) 해양 디지털 트윈 모델  
(Figure 3) Marine Digital Twin Model

해양분야에서 디지털 트윈을 재 정의의 하면 다음과 같다. 해양을 공간적 범위로 하는 가상공간을 통해 발생할 수 있는 현상에 대한 설계, 모의실험이 가능하고 최종적으로 결과에 대한 가시화 및 정량화가 가능하여 의사결정을 지원하는 도구를 말한다. 즉 기존 3D 공간의 디지털 트윈에 시간변화를 더한 4D공간의 디지털 트윈이 필요하고 이를 가동하는 4D엔진 기술과 3차원 수치분석 기술이 더해진 기술이 해양 디지털트윈이라고 요약할수 있다. 해양 디지털 트윈의 특성은 해양정보의 정확한 정보 획득과, 디지털 화 한 복제물, 의사결정 지원이 있다.

해양 디지털트윈 특성을 반영할 때 기존 디지털 트윈과 차별성은 다음과 같다. 그림 2와 같이 기존 육상 디지털트윈은 고정된 지표면을 기준으로 3차원 공간의 데이터와 2차원 수치분석을 수행 하도록 되어있다. 반면에 그림 3과 같이 정적데이터에서 해양 특성인 실시간, 동적, 3차원등 다양한 정보의 융합으로 활용이 될 것이다. 그리고 단순한 해상의 공간정보가 아닌 설계 및 조정 가능한 수준의 3차원 플랫폼이 구현 가능하며 육상과 해상을 통합 가능하고 수치적 정보가 아닌 현황 위주의 근거한 동적으로 활용 할 수 있다.

### 3. 해양 디지털트윈 구성

해양 디지털트윈은 시간대별로 변화하는 해양정보를 기반으로 3D현상정보의 분석 및 가시화를 위해 표 1과 같이 구현수준을 5단계로 구분할 수 있다.

현재 해양분야에서 구축 및 이·활용되는 데이터의 레벨은 3레벨(동적연계)수준으로 주로 2D 기반의 시각화를 초점으로 모델링되어 있으며, 관측 및 수집데이터는 수동 처리 및 활용되고 있다. 이와 달리 해양 디지털트윈의 경우 앞서 서술한 바와 같이 4차원 기반의 분석과 3차원 기반의 모델링 및 시각화를 목표로 하고 있으며, ICT 기술 발전에 따른 기술융합 등을 고려할 때 초기 해양 디지털 트윈의 실현가능 수준은 레벨2(정적연계)인 디지털트윈에 해당하는 실시간 해양관측 및 예측데이터 수집 기술이며, 해양 IoT 장비와의 연계강화로 레벨3(동적연계)까지 고려할 수 있다. 또한, 장기적으로 다양한 분야의 외부 시스템 연계기술 등을 통해 해양 디지털트윈과 육상 디지털트윈과의 연계하여 레벨4(데이터간 상호작용) 디지털트윈의 기틀 마련이 가능할 것으로 판단된다.

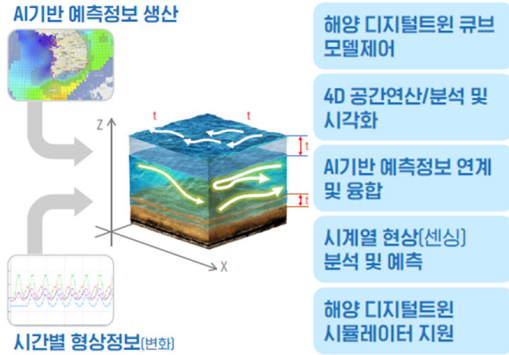
#### 3.1 해양 디지털 트윈 구조

해양 디지털트윈 구현을 위한 기본적인 체계는 전 해역을 대상으로 각 큐브별 해당 해역의 특성을 반영한 3D 큐브체계로 구성해야 하며, 시간변화에 따른 해수면 높이 변화와 큐브 크기변화를 반영한 4D공간의 구조가 요구된다. 현재 해양데이터 표준이 S-100(범용 수로데이터 모델로 개발 및 전환되고 있는 것을 고려할 때 구체적으로 3D

(표 3) 차세대 수로 표준 S-100 기반 데이터 제품  
(Table 3) S-100 Dependent Product Specification

No	Title
S-101	Electronic navigational chart (ENC)
S-102	Bathymetric surface
S-104	Water level information for surface navigation
S-111	Surface currents
S-112	Dynamic water level data
S-124	Navigational warnings
S-126	Marine physical environment
S-127	Marine traffic management
S-128	Catalogue of nautical products
S-129	Under keel clearance management (UKCM)
S-130	Polygonal demarcations of global sea areas
S-131	Marine harbour infrastructure
S-164	IHO test data sets for S-100 ECDIS

큐브의 베이스 구축을 위해서는 해저지형의 경우 S-102 표준의 1m급 초정밀 데이터와 그 외 바다 유동성 등의 경우 S-104, S-111, S-112, S-126 등에 요구되는 데이터표준을 고려하여 데이터·모델 구축 및 모델링이 필요할 것으로 판단된다.



(그림 4) 해양 디지털트윈 4D 엔진 구상도  
(Figure 4) Marine Digital Twin 4D Engine Conceptual Drawing

위 그림 4는 본 논문에서 제시하는 해양 디지털트윈 모델에 대한 구상도이다.

### 3.2 데이터 부문

데이터 부문의 경우 해양 디지털트윈의 핵심이 되는 해양지형에 대한 형상정보와 센싱 및 정보수집을 통한 현상정보의 기준이 요구되며, 수심변화에 따른 표층, 중층, 저층별 해양 데이터의 유형의 분석과 이에 따른 데이터의 3D 모델링 구축대상 기준이 요구된다. 이러한 다양한 기준이 요구되는 시점에서 표 5와 같이 해양 디지털트윈 구축에 요구되는 데이터 대상에 대한 선별 및 선정이 요구된다. 또한, 현재 기구측 측량·관측·예측 데이터 외 타기관 자료의 연계활용을 고려할 때 해양 디지털트윈 구현목적의 우선순위를 기반으로 데이터 범위를 점차 확대시킬 필요가 있을 것으로 판단된다.

(Table 4) 디지털 트윈 구현 레벨

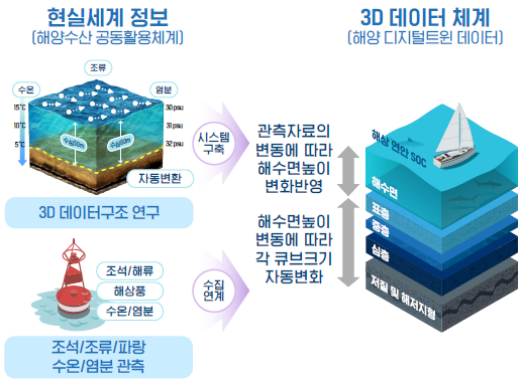
(Table 4) Digital Twin Implementation Level

Data Level	Current maritime data level	Maritime digital twin level
Level 1 (Shape Simulation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>2D-based modeling and visualization</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3d-based marine geospatial information modeling and visualization</li> </ul>
Level 2 (Static Connection)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manual data processing and data collection utilization.</li> <li>Some fixed observation data communication connection</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI automatic connection by applying the data standardization process</li> <li>Real-time monitoring</li> <li>Partial automatic control of some data</li> </ul>
Level 3 (Dynamic Connection)	<ul style="list-style-type: none"> <li>individually exists as a simple motion model in some IoT devices.</li> <li>Unable to simulate motion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Real-time data connection and dynamic model of IoT devices</li> <li>Simulation possible for dynamic models</li> </ul>
Level 4 (Interaction Between Data)	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Connecting Land Digital Twin data</li> <li>Interaction between data under the control of the admin</li> </ul>
Level 5 (Autonomous Fusion)	N/A	<ul style="list-style-type: none"> <li>A foundation for future autonomous/automatic synchronization operations.</li> </ul>

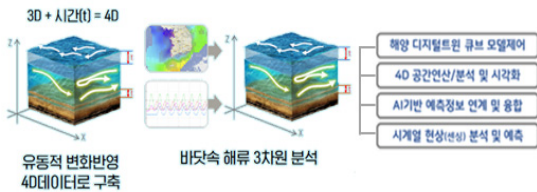
(Table 5) 디지털 트윈 핵심 데이터

(Table 5) Digital Twin Core Data

Classification	Type	Organization
Undersea terrain	1m/120mclass S-102	
phenomenon and state	surface layer	KHOA (Korea Hydrographic and Oceanographic Agency)
	middle layer	
	bottom layer	
IoT sensor information	ship sensor	Each institution
	drones, unmanned ships	
	marine facilities	
weather	Temperature, rainfall/snowfall, wind direction/wind speed, wave height etc	Korea Meteorological Administration
Satellite	water temperature, wind direction, wind speed etc	Overseas satellite information, Chollian 2B, etc



(그림 5) 해양 디지털트윈 데이터 구축 및 연계 예시  
(Figure 5) Example of Building and Connecting Marine Digital Twin Data



(그림 6) 해양 디지털트윈 모델 구상도  
(Figure 6) Marine Digital Twin Model Plan

### 3.3 모델 및 모델링 부문

해양 디지털트윈의 기초적인 모델개발을 위해서는 3차원 큐브기반 4D 데이터체계 및 계층구조에 대한 정의가 요구된다. 해양 디지털트윈 구조에서 설명한 바와 같이 1m·120m급 S-120 해저지형데이터와 수심알고리즘 기반의 3차원 데이터구조가 설계되어야 한다.

따라서, 지형 및 저질 데이터가 반영된 지형적 특성을 기반으로 해수면 및 해저에 대한 기준(표층, 중층, 저층, 저질)의 세밀격자 구획과 계층구조화가 이루어져야 한다. 또한, 고정밀한 해저해수면고 변동 예측을 위해 가공데이터 기반의 4D 데이터 자동 생성 알고리즘 및 3D 모델링 데이터 구조설계가 필요하고, 이를 기반으로 큐브의 개별적 실시간 변동값을 부여할 것으로 판단된다.

위 모델에 대한 구축을 위해 관련 모델링 기술 또한 개발되어야 한다. 첫 번째는 실시간 해저 데이터 정보 반영을 위해 해저지형을 대상으로 3D 모델링용 데이터 구조를 설계해야한다. 이를 기반으로 국제표준 타원체고를 기

준으로 하는 S-102 데이터의 3D 해저지형 모델링 기술이 요구된다. 또한, 각종 다양한 해양 및 해저 관측정보와 해저시설물에 대한 3D 모델링 기술 및 적용 기술이 요구된다. 마지막으로 해양과 육상과의 영향을 고려하기 위해 해양과 육상 3D 모델링의 경계(지적, 바닷가, 해안 등)접합 기술이 요구된다.

### 3.4 활용 플랫폼 부문

해양 디지털트윈은 결국 실제 해양환경과 동일한 가상 공간의 구축을 통해 발생할 수 있는 이벤트(현상)에 대한 설계(디자인), 모의실험(시뮬레이션)을 지원하고 최종적으로 결과에 대한 가시화 및 정량화가 가능하여 의사결정을 지원하는 DB 및 도구이다. 이를 위해서는 크게 네 가지로 분석기술, 시뮬레이션 기술, 시각화 기술, 활용연계기술이 필요할 것으로 판단된다.



(그림 7) 해양 디지털트윈 활용 프로세스  
(Figure 7) Process of Utilizing Marine Digital Twin

첫 번째 해양 디지털트윈 모델기반 분석기술은 해양데이터에 대한 3D, 4D기반의 분석 및 연산이 가능한 엔진의 개발과 결과를 기반으로 시뮬레이션 할 수 있는 수치모델의 기반함수 알고리즘이 요구된다.두 번째 해양 디지털트윈 시뮬레이션 기술은 시뮬레이터의 요구사항 분석을 통해 아키텍처 설계가 필수적이며, Raw데이터 기반의 해양변화 동인, 해수면고 예측엔진이 요구되고 실시간 해양측정데이터 및 예측데이터와 시뮬레이션 결과의 지속적인 보정을 위한 해양정보 순환구조 설계가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 본 기술을 이용하기위한 시뮬레이터 및 서비스 모델 인터페이스 기술이 필수적이다.

세 번째 해양 디지털트윈 기반 해양정보 시각화 기술은 시뮬레이션 결과에 대한 3D기반의 디지털트윈 모델용 시각화 기술 및 엔진 개발이 요구되며, 범사용자를 위한 개방형 해양정보 뷰어 오픈 API 등의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

마지막으로 해양 디지털트윈의 활용과 확장을 위한 개

방향 플랫폼 및 활용연계기술은 개방형 해양 디지털트윈 플랫폼의 요구사항을 기반으로 시뮬레이션 모듈 및 서비스 모델 연계기능이 필요하다. 또한, 다양한 해양데이터 예측분석 기술의 고도화를 위해 해양 디지털트윈 모델에 대한 저장과 관리기술이 요구되며, 최종적으로 육상분야의 데이터 또는 시스템 연계에 대비한 개방형 API와 개방형 해양 디지털트윈 SW 플랫폼 개발 기술이 필요할 것으로 판단된다.

#### 4. 결 론

여러분야의 디지털트윈 개발이 추진되고 있는 상황 속에서 국가 인프라 보호 및 국민 안전을 확보하고, 해양공간에 대한 입체적 분석 및 모니터링 환경이 요구되고 있다. 디지털트윈이 해양 분야까지 확장될 것으로 기대됨에 따라 해양 디지털트윈의 목표와 역할을 고민하고 개발 방향을 논의해야 할 시기임은 분명하다. 이에 해양 디지털트윈 동향을 분석하고, 디지털트윈의 주요 기술요소 및 구현단계를 기반으로 구조, 데이터, 모델링, 활용 플랫폼 4가지 부문으로 발전방향을 제시하였다.

이에 본 연구에서는 해양 디지털트윈 구현을 위한 기본적인 체계는 전 해역을 대상으로 해당 해역의 특성을 반영한 3D 큐브체계로 구성하였으며, 해양지형에 대한 형상정보와 센싱 및 정보수집을 통한 현상정보의 기준과, 이에 따른 데이터의 3D 모델링 구축대상 기준을 제시하였다. 또한, 모델 부문의 경우 3차원 큐브기반 4D 데이터 체계 및 계층구조에 대한 정의가 요구되어 S-120 해저지형데이터와 수십알고리즘 기반의 3차원 데이터구조 설계를 제시하였다. 해당 모델의 구축을 위한 모델링 기술의 경우 해저지형 대상, 해양 및 해저 관측정보, 해저시설물, 육상과의 영향 등을 고려한 3D 모델링 기술을 기준으로 하였다.

해양 디지털트윈 활용을 위한 활용 플랫폼은 분석기술, 시뮬레이션기술, 시각화 기술, 활용연계 기술이 필요할 것으로 판단되었으며 각 기술의 요구사항을 정리하였다. 우리나라는 S-100 시대에 발맞춰 테스트베드 추진, 국제표준 선도 등을 국가적으로 주도하고 있으나, 해양조사·정보업의 산업계는 영세하여 독자적인 기술 개발과 이에 따른 수출 등에 어려움이 따르고 있다.

따라서, 본 연구를 통해 차세대 해양정보 분석도구 개발로 주요 해양선진국과의 기술격차를 해소하고, 개발된 기술의 국가적 제공을 통해 해양정보산업 성장에 주요

발판이 될 것으로 판단된다.

#### 참고문헌(Reference)

- [ 1 ] Ministry of Economy and Finance. Korean NEW DEAL[Internet]. Available: <https://www.knewdeal.go.kr/>
- [ 2 ] M.Y, “Suggestions for Applying the Digital Twin to the Urban area through the Domestic Research Trend”, *The Korea Society For Geospatial Information System*, Vol. 28, NO. 4, pp. 49-57, December 2020. <http://dx.doi.org/10.7319/kogsis.2020.28.4.049>
- [ 3 ] A. Rasheed, “Digital twin: Values, challenges and enablers from a modeling perspective.”, *Ieee Access*, Vol. 8, pp. 21908-22012, January 2020. <http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2970143>
- [ 4 ] T. Huh, “ Social Problem Resolution and Possibility of Digital Twins and Metaverse” *Local Information Magazine*, Vol 129, No 0, pp54-59, July 2021.
- [ 5 ] Y. T. Seo, N. Y.Lee, & M. C. Park, “Developments in Marine Platform Process Digital Twin Technology” *Bulletin of the Society of Naval Architects of Korea*, Vol.58 No 1, pp. 25-31, June 2021.
- [ 6 ] S. Y. Jang “Implementation of Virtual Reality Model for Offshore Gas Field Platform and Evaluation of Gas Hydrate Formation for Subsea Production Pipeline using AI”, *Journal of The Korean Society of Mineral and Energy Resources Engineers*, Vol. 58, No. 2 pp. 150-160, April 2021. <https://doi.org/10.32390/ksmer.2021.58.2.150>
- [ 7 ] EU. EUHorizon2020[Internet]. Available: <https://www.ukri.org/councils/innovate-uk/guidance-for-applicants/guidance-for-specific-funds/horizon-2020/>
- [ 8 ] UN. DITTO[Internet]. Available: <https://www.oceandecade.org/ko/actions/digital-twins-of-the-ocean-ditto/>
- [ 9 ] Ministry of Oceans and Fisheries 1st Marine Spatial Planning, 2019.
- [ 10 ] Ministry of Oceans and Fisheries Master Plan for Ocean and Fisheries Development(2021~2030)

- [11] Ministry of Oceans and Fisheries Key Components of the 1st Framework on Marine debris Management
- [12] A law on the Marine Survey and Utility of Marine Information
- [13] J. S. Bang, "Technology Trends in Digital Twins for Smart Cities," The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences 37(5), Vol. 37, No. 5, pp. 11-19, June 2020. <https://doi.org/10.9728/dcs.2016.17.4.273>
- [14] Y.S. Chang, , "Technology Trends in Digital Twins for Smart Cities," Electronics and telecommunications trends, Vol. 36, No. 1, pp. 99-108, February 2021. <https://doi.org/10.22648/ETRI.2021.J.360111>
- [15] S.G, You., "Standardization of technology for digital twin manufacturing," OSIA Standards & Technology Review, Vol. 34, No. 1, pp. 17-21, March 2021.

## ○ 저 자 소 개 ○



### 최 태 석(Tae-seok Choi)

2019년 서경대학교 도시공학과(공학사)

2020년~현재 서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정

관심분야 : GNSS, 공간정보(Geospatial Information), 데이터 품질관리(Data QC) 등

E-mail : cts2613@uos.ac.kr



### 최 윤 수(Yun-soo Choi)

1992년 성균관대학교 대학원 토목공학과(공학박사)

1991년 국립한경대학교 토목공학과 교수

2001년~현재 서울시립대학교 공간정보공학과 교수

관심분야 : GNSS, 공간정보(Geospatial Information) 등

E-mail : choiys@uos.ac.kr



### 김 재 명(Jae-myung Kim)

2015년 서울시립대학교 공간정보학과(공학박사)

2015년 에이케이티 공간정보 연구소장

2018년~현재 서경대학교 도시공학과 조교수

관심분야 : GNSS, 공간정보(Geospatial Information), 데이터 품질관리(Data QC) 등

E-mail : jm927k@skuniv.ac.kr



### 송 현 호(Hyun-ho Song)

2016년 단국대학교 미생물학과(공학사)

2019년 경희대학교 대학원 지리학과(공학석사)

2019년 서울연구원 위촉연구원

2020년 (주)에코파이 선임연구원

2021~현재 한국과학기술정책플랫폼융합동조합 전임연구원

관심분야 : GNSS, 공간정보(Geospatial Information), 데이터 품질관리(Data QC) 등

E-mail : song71710@kspp.re.kr



● 저 자 소 개 ●



**민 병 현(Byeong-Heon Min)**

2020년 서울시립대학교 토목공학과(공학사)

2020년~현재 서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정

관심분야 : GNSS, 공간정보(Geospatial Information), 데이터 품질관리(Data QC) 등

E-mail : geodesy1995@uos.ac.kr



**이 상 민(Sang-Min Lee)**

2017년 한국교통대학교 컴퓨터정보공학과(공학사)

2020년~현재 서울시립대학교 스마트시티학과 석사과정

관심분야 : GNSS, 공간정보(Geospatial Information), 데이터 품질관리(Data QC) 등

E-mail : winger336@uos.ac.kr