

특집

디지털 트윈 기반의 선박 건조 및 관리

본 특집 내용은 2018 MacNet 기술정책제언집 Smart Innovation 4.0 내용을 일부 전제한 것임을 알려드립니다.

손명조, 이정렬(한국선급)

» 향후 도래할 자율운항 선박의 핵심 요소인 디지털 트윈 기술은 국내 관련 업계에서 중장기적으로 개발해야 하는 성장 가능성 높은 기술이다. 클라우드 플랫폼 기반의 3D 통합 정보 가상 선박 모델인 디지털 트윈 기술은 조선·해운 관련 산업에 전 방위적으로 활용 가능하다. 아직은 초기 단계인 디지털 트윈 선박 기술 개발에 대한 로드맵을 수립하여 범산업계가 협업하여 개발할 수 있는 토대를 조성해야 할 것이다.

1. 4차 산업혁명과 디지털 트윈

조선 해양 분야의 전략 기술 개발 필요성

IoT·빅데이터·AI 등 4차 산업혁명 기술을 통한 초연결, 초융합, 초지능화가 대두되는 가운데, 그 실현 수단으로서 제너럴 일렉트릭(GE: General Electric Company)은 '디지털 트윈'을 제안하였다. 디지털 트윈은 2016년 10월 가트너(Gartner)의 10대 전략 기술 트렌드로 제시된 바 있다.

현재 제조 산업뿐만 아니라 조선 해양 분야에서도 DNV-GL, BV 등의 선급에서 선도적으로 디지털 트윈 모델 기반의 선박 기술을 제시하고, 중장기적 비전으로 관련 기술 및 S/W, 시스템을 개발 중이다. 디지털 트윈 기술은 향후 도래할 자율운항 선박의 핵심요소 기술로, 국내 관련 업계에서도 개념을 정립하고 중장기적 비전 및 로드맵을 수립하여 관련 기술을 체계적으로 개발할 필요가 있다.

2. 글로벌 디지털 트윈 선박 개발 현황

디지털 트윈 선박의 개념

디지털 트윈 선박은 조선소에서 설계, 생성되어 운항 과정에서 생애주기 동안 IoT를 활용해 빅데이터를 수집함으로써 지속적으로 업데이트 및 관리되는 클라우드 플랫폼 기반의 3D 통합 정보 가상 선박 모델이다.

디지털 트윈 선박의 기술적 특성

디지털 트윈 선박은 IoT 기술을 기반으로 선박의 각종 장비

가 연결되고 빅데이터가 수집되어, 지속적으로 업데이트 및 관리가 되어야 한다.

하나의 선박에 대해서는 하나의 디지털 트윈 모델이 존재해야 하며, 클라우드 플랫폼으로 모든 데이터, 즉 CAD (Computer-Aided Design)와 CAE(Computer-Aided Engineering), 시뮬레이션 모델이 일원화되어 관리됨으로써 다양한 이해 당사자가 협업할 수 있는 창구의 기능을 해야 한다.

클라우드 플랫폼은 워크스테이션 단위에서 수행하기 어려운 빅데이터 분석, 시를 통한 예측, 고성능의 CAE 및 예측 시뮬레이션을 지원할 수 있어야 한다. 이러한 디지털 트윈의 대상으로 수백억에서 수조 원의 물리적 자산인 선박 또는 해양 플랜트 등이 우선적으로 고려될 수 있다. 이렇게 확보한 3D 모델 기반의 디지털 트윈을 이용하여 가상현실(VR) 및 증강현실(AR), 혼합현실(MR) 시뮬레이션이 가능하다.

디지털 트윈 선박의 목적

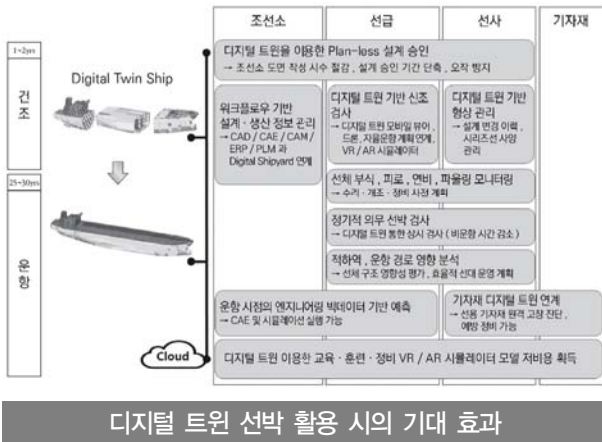
디지털 트윈 선박은 조선소, 선사, 선급, 기자재 업체 등 조선해양 산업에서 설계, 생산, 운영, 개조, 폐선·재활용에 이르는 선박의 전 생애주기에 걸쳐 다양한 목적¹⁾의 업무를 수행하는데 활용된다.



자료 : www.shipmap.org

디지털 트윈 선박의 목적

1) 배치, 설계, 시뮬레이션, 워크플로우 기반 설계·생산·운영 정보 관리, 빅데이터 분석, 선대 운영, 예지보전, 제 3자 인증용 모델 등



디지털 트윈 선박 관련 연구 개발 동향

세계 단일 시장인 조선·해운 업계에서는 선급이 디지털 트윈 기술에 대한 방향성을 선도적으로 제시하고 플랫폼 개발을 진행하면서, 디지털 트윈 기반의 설계 승인 시스템 개발과 함께 운항 빅데이터의 표준화 및 육상 빅데이터 센터 설립 등을 진행 중이다.

노르웨이 선급(DNV-GL)

노르웨이 선급은 디지털 트윈 기술을 '테크놀로지 아웃룩(Technology Outlook) 2025'에 천명하고 기술 및 플랫폼 개발을 선도하고 있으며, 요소 기술로 산업 빅데이터 플랫폼인 'Veracity'를 구축했다. Veracity는 Microsoft Azure를 기반 플랫폼으로 하여, 선박·해양플랜트 등의 운영 데이터 관리와 빅데이터 분석 솔루션을 제공하는 플랫폼으로 현재 구축 후 운영 초기 단계이다.

선주 입장에서는 자산 관리 시스템으로서 디지털 트윈의 활용을 지원하고 있으며, 앞으로 조선·선급·선사 등 다년간 단일 협업 엔지니어링 플랫폼으로 확산할 계획이다.

프랑스 선급(BV)

프랑스 선급은 2017년 4월에 선박의 설계, 건조 및 유지 보수에 이르는 전 생애주기 동안의 광범위한 스마트 데이터 분석 플랫폼인 디지털 트윈 솔루션(VERISTAR AIM3D; Asset Integrity Management)을 출시했다.

디지털 트윈 솔루션은 '다쏘시스템즈'의 3D Experience 플랫폼을 기반으로 구축되었으며, 물리적 자산으로서의 '3D'와

의사 결정을 지원하는 '스마트 데이터', 여러 이해 당사자가 하나의 팀처럼 협업 할 수 있는 '협업 플랫폼'이 조합된 솔루션이다.

본 솔루션은 자산 관리 대시보드를 각 선박, 해양플랜트, 설비 단위 또는 그들의 연합 형태인 전체 선대 단위로 제공한다. 이를 통해 더 나은 가시성으로 스마트한 의사 결정을 할 수 있으며, 운항 기간 동안의 비용 및 획득한 데이터와 경험을 통해 설계와 건조 공정 개선에 활용할 수 있어 CAPEX와 OPEX 모두를 줄일 수 있다.

디지털 트윈 솔루션은 선박 검사원, 드론, 전문가, 데이터를 모바일, 클라우드, 전자 시스템과 연결함으로써 리스크 감소 및 안전성 향상과 함께 경제적인 운영을 도모하고자 한다. 신뢰성 높은 하나의 소스로서 생애주기 동안 관리되는 디지털 트윈이 실제와 미래의 물리적 자산 상태에 대해 더 나은 의사 결정을 도울 것으로 전망한다. 또한 건조·운영 단계 뿐 아니라, 선박·해양플랜트 설계 단계에서부터 디지털 트윈 모델을 활용한 선급 선박 설계 승인을 수행할 수 있어 CAPEX를 줄이는데 기여할 것이다.

일본 선급(Class NK)

일본 선급은 2015년 12월, IoT를 기반으로 선박 운항 데이터를 취득·관리·분석할 수 있는 '선박 데이터 센터(Ship Date Center)'를 설립하였으며, 선박 운전과 관련된 각종 DB를 구성하여 해양 산업에 정보를 제공하고 있다.

오늘날, 정보 기술의 발전을 통해 '선박 운영'과 관련된 수많은 빅데이터를 인터넷, 선급, 선주, 주무부처 등을 통한 다양한 방법으로 얻을 수 있으나, 분열 및 중복 정보로 인하여 데이터 수집 및 분석을 위해서는 많은 시간과 비용이 필요하다. 그러나 선박 데이터 센터는 다양한 선박 운항자로부터 수집된 빅데이터를 가공하여 산업계에 유용한 정보를 제공할 수 있다. 이는 현재 'Ship-by-ship Basis'로 이루어지고 있는 자료 분석 방식에서 발전된 형태로 볼 수 있으며, 정보를 쉽게 식별함으로써 선박의 안전 및 비용 손실의 최소화에 도움이 되고 있다. 빅데이터는 EU MRV 배출 보고서 작성, 함대 관리, 원격 유지·보수 지원, 고급 데이터 분석 등에 활용될 계획이다.

현대중공업(현대 일렉트릭)

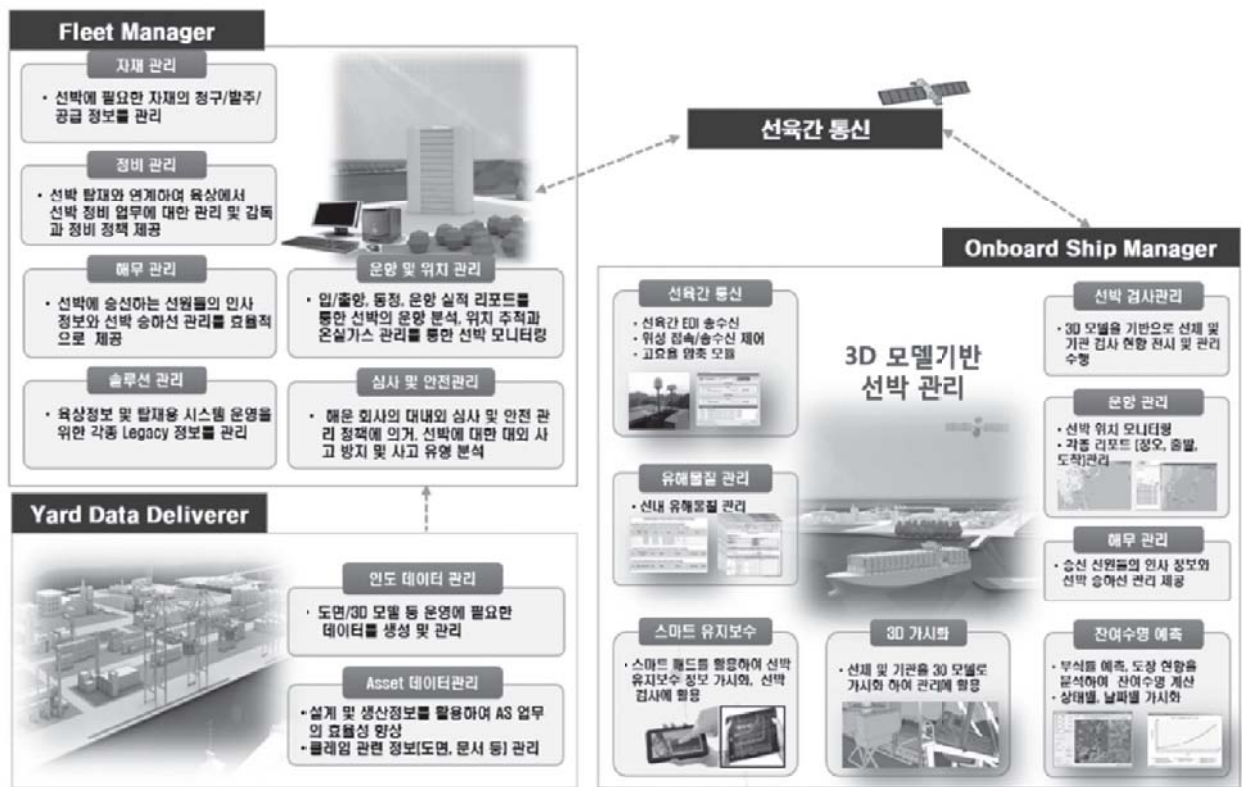
현대중공업은 2016년 자사의 스마트십 기술에 '액센츄어(Accenture)'의 디지털 분석 기술을 결합한 커넥티드 스마트

십 시스템인 '오션 링크(Ocean Link)'를 출시한 후 다수의 실적선을 보유하고 있다.

현대중공업 기전사업부가 '현대일렉트릭'이라는 자회사로 분사하여 현대중공업과 함께 개발한 INTERGRIC 플랫폼은 유기적으로 상호 연동된 자동화 선박 운영 체계를 구축하여, 이를 통해 최적 운항을 위한 제어와 진단, 유지·보수를 통합적으로 수행하는 스마트십 솔루션을 지원한다. 또한 INTERGRIC 기반의 디지털 트윈 선박 운영을 위한 HISS (Hyundai Integrated Smart ship Solution)도 개발했다.

한국 선급(KR)

한국 선급이 2015년 대우조선해양, 현대해양서비스 등과 함께 개발한 선박 생애주기 관리 시스템(SeaTrust-SLM)은 선박의 설계에서 폐선까지의 모든 과정, 즉 선박 설계, 건조, 운항, 검사, 수리, 재활용의 일생을 관리하는 시스템이다. 또한 2016년에는 3D 모델 기반의 VR 검사 시뮬레이터를 개발했는데, 이를 통해 선원 훈련 콘텐츠 및 시뮬레이션 플랫폼 구축 기술 개발이 착수되었다.



선박 생애주기 관리 시스템

3. 디지털 트윈 선박의 도입 기대 효과

디지털 트윈 선박 도입 현황

일반적으로 선박 단일 개체에 대한 설계, 건조, 검사, 승인, 운영의 주체가 다르며, 메인 엔진 등 대부분의 선상 탑재품은 단일 기계·장치의 완제품 형태이므로 이에 대해 기자재 업체 등 다양한 주체가 관여한다.

한편 선박 건조 시, 생산 정도 향상과 공정 효율화, 자동화를 위해 생산 설계용 3D CAD 모델을 활용하지만 그 목적이 야드 내로 한정되며, 유사선 설계 등에만 활용된다. 25년 이상의 실제 선박 운항관리에는 3D 모델이 활용되지 못하고 있으며, 해양플랜트는 선주의 요구에 따라 3D CAD 모델이 디지털 트윈 형태로 제공되기도 한다.

국내 대형 조선소²⁾에서는 기본 구조 설계에 3D 모델링을

2) 삼성중공업, 현대중공업

적용하기 시작한 단계에 있으며, 향후 5년 이내 전 조선소로 확산될 추세이다. 나아가 선급, 선주에 도면 승인이 아닌 3D 모델을 이용한 설계 승인으로의 패러다임 변화를 추진 중이다.

선급의 경우, 현재 2D 도면 정보만을 이용하여 설계를 검토하고 강도 등을 평가 및 승인하고 있다.

한 선박이 10년 이상 장기간 운항되다 타 선급에서 선급 이전(TOC) 되면 그에 따른 강도 평가와 구조 해석 등을 수행하는데, 2D 도면 정보만을 이용해서 3D FE 모델 및 Rule Scantling 모델을 재생성하기에는 많은 시수가 소요되는 어려움이 있다.

선사는 선대 관리, 선박 주요 장비별 상태 기반 수명주기 관리, 선박 생애주기 관리 등 목적별로 산재된 DB 기반의 관리 시스템을 활용하는데, 대부분의 시스템에서 선박의 3D 모델 개념은 결여되어 있다.

기자재 업체는 기자재 단일 성능 향상 및 검증에만 머물러 있는 상황이며, 실 탑재 선박과 연동된 성능 테스트 및 검증은 수행하기 어렵다. 또한, 부품 제공 및 유지 보수 등도 계획 정비(PMS) 형태로 선사에 대응한다.

도입 기대 효과

선박의 설계부터 디지털 트윈 모델을 최초로 생성한다면, 다양한 조선 산업 분야에서 설계, 생산, 검사 등 선박의 전 생애주기 동안 선박 성능 향상을 위한 '공학급'부터 운항 빅데이터 축적 및 분석을 통한 '선대운영급'까지, 다양한 목적으로 디지털 3D 가상 선박 모델의 활용이 가능하다.

조선소의 경우, 인도 후 A/S 기간이 지난 선박이라도 선주와의 계약에 맞춰 운항 정보에 따른 선체 부식, 피로 상황 모니터링 등의 정보가 반영된 디지털 트윈 엔지니어링 모델을 통해 설계 최적화, 수리 및 개조 계획과 방안 제시 등이 가능하다.

선급은 도면 오작, 주요 부재 정보의 도면 누락 등 부정확한 정보 전달을 미연에 방지 가능하며, 초기 단계의 3D CAD 모델을 활용하여 구조해석 모델의 생성 시수를 절감함으로써 승인 기간을 단축시킨다. 또한 입력된 선박 모델의 설계에서부터 개조 단계, 현 운항 단계별로 모델을 접근하고, 구조 평가, 관리, 피로 수명 관리 등 선체 상태에 대한 모니터링이 가능하여 그에 따른 구조 평가 및 영향을 반영한 규칙을 개발할 수 있다.

선사는 조선소와의 계약에 따라 디지털 트윈 모델을 확보 가능할 것이다. 3D 모델을 기반으로 선체구조 상태 및 적하역, 운항 경로에 따른 영향 평가와 그로 인한 효율적인 선대 운영이 가능하다. 또한 확보된 디지털 트윈 모델로 VR 기반의 정비 또는 선원 훈련 등 각종 시뮬레이터를 저비용으로 구축

가능하며, 주요 구획에 대한 선원 절차서 및 유지·보수 절차 등에 AR을 기반으로 실제와 동일한 3D 모델을 활용할 수 있다. 축적된 운항 데이터 및 선박 엔지니어링 모델을 통해 설계를 최적화하고 신조 사양 결정에 활용할 수 있으며, 손상, 사고 발생 시 원인 분석에 대한 제3자 검증용 모델의 빠른 확보도 가능하다. 마지막으로 계획 기반의 정기 검사, 입거 검사(Dry Docking) 등을 선급 부호에 따라 기간 연장, 면제 등의 스마트한 선박 검사 및 증서 발행이 가능하다.

기자재 업체는 선주와의 계약에 따라 납품한 장비 상태를 디지털 트윈을 통해 모니터링하고, 예방정비하는 것이 가능하며, 더 나아가 선박 운항 정보와 납품한 장비의 상태 데이터를 연계 분석하여 성능 테스트 및 설계를 향상시킬 수 있다.

엔지니어링에서는 설계 및 건조 과정에서 실제 3D CAD 모델이나 CAE 모델, CAM 모델의 조합과 연계를 통해 디지털 트윈을 태동시킬 수 있으며, 실제 모델과 동일하도록 지속적인 업데이트를 진행할 수 있다. 그로 인해 특정 시점에서 엔지니어링을 기반으로 한 예측 CAE와 정확한 시뮬레이션을 저비용으로 빠른 시간에 수행 가능하다.

한편, 디지털 트윈 모델로부터 손쉽게 필요한 부분의 정확한 모델을 VR, AR, MR의 형태로 변환할 수 있게 되었다. 이 때문에 O&M 분야에 VR, AR, MR 기술의 진입 장벽을 낮추고 구축 및 콘텐츠 개발 비용을 낮춤으로써 다양한 O&M 응용 콘텐츠 개발이 가능하다.

4. 추진 상의 현안 문제

데이터 확보

디지털 트윈 선박을 구축하기 위해서는 먼저 설계·승인·운영·관리라는 조선 산업 연관 업체 간의 유기적 관계에서 긴밀한 기술 협력과 정보 공유가 요구된다. 또한 조선소 및 선급의 설계·승인 프로세스의 반영, 조선소 및 선주 간의 3D 모델에 대한 지식 재산권 및 계약 반영 등을 수반하는 기술 및 시스템 개발과 정책, 법령 제·개정 등 다양한 문제가 산재해 있다.

현행 법제상 디지털 트윈 선박 모델을 안정성 평가, 위험도 평가, 제3자 인증 등의 대상으로 인정하는 데에 어려움이 있다. 따라서 추후 기술 개발과 함께 선급 규칙을 우선 반영하여 시행하고, 국제해사기구에 이숙화하여 Convension으로 제정되도록 논의가 필요하다. 아울러 선박안전법 개정 시에도 반영해야 할 것이다.

또한 선박 등 물리적 제품 및 관련 기자재의 S/W, H/W뿐 아니라, 선박의 디지털 트윈 모델 및 관련 데이터, 응용 서비스

스 등을 지적 재산권 등의 적용 대상으로 법제화가 필요하며, 제품화 및 서비스화 판권 등이 명시되어야 한다.

개발에 있어서도 정부 지원으로 국내 대다수의 조선소 및 선급, 선사, 조선 IT 개발사, 주요 기자재업체의 참여 하에 본 시스템의 요소 기술을 식별하고, 디지털 트윈의 구성 및 활용성, 확장성을 설계해야 할 것이다. 또한 이를 뒷받침하는 시스템을 개발하고, 지속 운영 가능한 산업 생태계를 지원하는 플랫폼 기술을 개발할 필요가 있다.

시장 및 기업 환경

각 조선소만의 선박 CAD 모델, 선급의 구조해석 모델, 선사의 선박 관리 모델, 기자재 업체의 기자재 모델 등 하나의 선박에는 다양한 형태의 3D 모델 등이 산재되어 있어, 이러한 모델의 통합 구축, 선박 생애주기 동안의 운영, 업데이트, 상용화를 가능하게 하는 디지털 트윈 기술 구축 기술을 범산업 간의 융합 형태로 추진할 필요가 있다.

실제 선박을 건조하고, 디지털 트윈 모델 구축을 하는 주체는 조선소이며, 운항 데이터, 장비 운영데이터 등의 빅데이터를 취득, 관리하는 주체는 해운 선사이다. 따라서 디지털 트윈 모델과 실제 운영데이터를 활용한 서비스를 제공하기 위해서는 다양한 주체 간의 양해와 합의 등이 필요하다.

디지털 트윈 모델 및 관련 서비스 플랫폼과 비즈니스 모델을 가진 사업 주체가 있을 것이며, 그에게 모델을 제공하는 자, 데이터를 제공하는 자, 서비스를 제공하는 자 모두에게 그 가치에 따른 보상을 제공하기 위해 관련 계약 등의 사항을 마련하고 원활하게 조율하는 주체 및 범산업계적인 합의도 필요하다.

5. 디지털 트윈 비즈니스 모델

다양한 영역에서의 활용 방안

조선소는 신조선 계약 시 디지털 트윈 호선 옵션을 적용하고, 실질적인 디지털 트윈 모델 제작 서비스와 자사 건조선의 디지털 트윈을 이용한 A/S 및 개조 서비스를 운영할 수 있다.

선급은 디지털 설계 승인 시스템 개발 및 상용화와 유지·보수가 가능하며, 클라우드 기반의 선박 엔지니어링 빅데이터 오픈 플랫폼 사업, 디지털 트윈 기반의 선박 상시 모니터링 및 검사와 인증 서비스를 운영할 수 있다.

선사는 디지털 트윈 모델에 업데이트될 운항 데이터 및 해상 데이터 등 제반 빅데이터를 유료로 공유가능하며, 경제적이고 안전한 운항과 선박 관리를 위한 자사 개발의 솔루션을

유료로 판매할 수 있다.

기자재 업체의 경우, 디지털 트윈 적용 호선에 탑재할 기자재에 대해서 모니터링·진단·예지 스마트솔루션을 개발 및 상용화할 수 있으며, 선급 인증과 선사 납품 및 유지·보수 서비스를 제공 가능하다.

컨텐츠 제작사는 디지털 트윈 모델에 대한 판권을 지불하고 그에 대한 VR, AR, MR 시뮬레이션 콘텐츠를 제작·판매할 수 있을 것이며, 대학과 연구소는 선박 엔지니어링 빅데이터의 분석 알고리즘과 빅데이터 전처리 알고리즘, 기자재 고장 진단 및 예지 알고리즘을 플랫폼 시장에 등록하고 상용화할 수 있을 것이다.

이와 더불어 디지털 트윈 플랫폼을 서비스하여 하나의 디지털 트윈 선박에 대해 앞서 설명한 다양한 사업자가 참여하여 데이터를 유료로 공유하고, 개발한 알고리즘 및 콘텐츠 등을 오픈 플랫폼을 기반으로 상품화하여 지속 가능한 생태계를 조성할 수 있다.

6. 디지털 트윈 선박의 미래 준비

디지털 트윈 선박 미래 대응

디지털 트윈 선박은 자율운항 선박, 빅데이터 플랫폼, 인공지능, IoT 등과 연계되어 가까운 미래에 도래할 기술, 시스템, 인프라 산업이다. 현재 관련 선진국 및 기업, 업계에서도 디지털 트윈 선박에 대한 기술 개발은 초창기 단계이므로, 국내에서도 이러한 큰 비전 아래에서 필요 기술을 식별하고, 로드맵을 수립하여 범산업계가 협업할 수 있는 토대를 조성하여 대응할 필요가 있다.



손명조

- 1981년생
- 2004년 서울대학교 조선해양공학과 학사
- 2013년 서울대학교 조선해양공학과 박사
- 현 재 : 한국선급 ICT센터 책임
- 관심분야 : FE 자동화, 디지털트윈, 빅데이터
- 연 락 처 : 070-8799-8571
- E - mail : mjson@krs.co.kr



이정렬

- 1962년생
- 1985년 서울대학교 조선공학과 학사
- 2006년 충남대학교 선박해양공학과 박사
- 현 재 : 한국선급 ICT센터 센터장
- 관심분야 : 디지털트윈, CAD/CAE, IT융합 기술
- 연 락 처 : 070-8799-8570
- E - mail : jylee@krs.co.kr