

조선해양 통합 생산 시뮬레이션 프레임워크

황호진, 공인영 (한국해양연구원)

1. 서론

1.1 연구 배경 및 필요성

우리나라 조선해양산업은 주력 기간산업이며, 전후방산업 연관효과가 크고 기술적인 파급효과가 큰 특징을 가지고 있다. 하지만 중국, 브라질 등 저비용 산업 국가로부터 추격당하고 있으며, 이를 뿌리치고 세계 1위의 산업경쟁력을 확보하기 위해서는 고부가 신제품의 설계 및 생산 기술을 지속적으로 발전시켜야만 한다. 이러한 전략 중의 하나로서 고효율 생산기술의 개발이 대두되고 있으며, 현재 우리나라 조선소에서는 새로운 생산기술 및 신건조 공법을 개발하여 적용하려는 많은 노력을 하고 있다. 신공법의 검증 및 생산 최적화를 지원하기 위한 조선해양 생산 시뮬레이션 기술의 개발이 이러한 노력의 일환이다.

조선해양산업은 양산산업(Make to Stock, Order)인 자동차, 기계, 항공 산업과는 다른 전형적인 수주산업(Engineering to Order)이다. 이러한 조선해양산업의 특수성으로 인해 양산 산업에서 일반적으로 활용되고 있는 범용 시스템 및 도구들을 조선해양산업에 적용시키기에는 많은 어려움이 있으며, 특히 조선해양산업에 특화된 시뮬레이션을 수행하는데 한계가 있다. 우리나라 조선소에서는 조선해양 전용의 시뮬레이션 도구의 부족으로 인해 '최적 생산의 어려움' 및 '대형사고 발생'의 문제를 안고 있는 실정이다. 또한 신건조 공법 및 기술을 개발하고 적용하려 하지만, 이에 대한 가능성 및 안전성에 대한 확신 부족으로 인해 의사결정을 적절히 하지 못하고 기존의 건조 방식대로 진행을 하고 있는 상황이다. 이러한 조선해양 생산 현안 및 애로사항(공정/공법 검증, 신제품의 최적 생산 공법/계획 수립)의 해결을 위해서 지식경제부 산업융합원천기술개발사업(IT융합)으로 "시뮬레이션 기반의 선박 및 해양플랜트 생산기술 개발" 과제가 현재 한국해양연구원을 주관기관으로 하여 2010년부터 5년간 정부출연금 18억(연간)으로 진행된다. 이 과제에는 (주)한진중공업, (주)지노스, 인포젯시스템(주), (주)티엠에스, 서울대학교, 목포대학교가 참여하고 있다.

시뮬레이션 기반의 선박 및 해양플랜트 생산기술은 전통적인 조선해양산업에 시뮬레이션 IT 기술을 융합하여, 신뢰도 높은 생산/건조 능력, 신 건조공법 개발 및 검증, 생산성 향상 및

공기 단축을 통해 우리나라 조선해양 생산기술의 세계경쟁력을 제고하는데 기여하는 것을 목적으로 두고 있다. 그림 1은 전통 조선해양산업과 시뮬레이션 IT 기술을 융합한 디지털 조선(Digital Shipbuilding)의 전략과 비전을 표현한 그림이다.

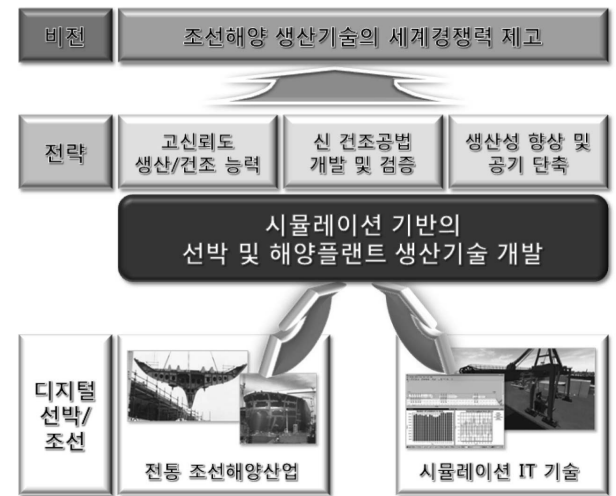


그림 1. 조선해양산업과 시뮬레이션 IT 기술의 융합

1.2 시뮬레이션 관련 시장 동향

시뮬레이션 시스템 시장은 양산 산업인 기계, 자동차, 항공, 전자 분야에서 주로 활성화되어 있다. 수주산업인 건설 분야에서도 디지털 건설 시뮬레이션 시장이 활성화되고 있는 점에 주목하여, 향후 조선해양산업에서도 이러한 시장이 부각될 것으로 예상된다. 이러한 분위기를 반영한 듯, 여러 외산 시스템 벤더들은 한국 및 중국 시장을 목표로 조선해양산업용 시뮬레이션 기능 개발에 투자하고 있으며, 이를 통해 세계적인 국내 시장을 선점 및 독점하려는 전략을 세우고 있는 상황이다. 여기에는 우리나라 조선해양산업의 첨단 생산기술을 범용 프로그램에 적용하고 맞춤형하는 과정에서 발생하는 많은 노하우를 담아, 해외 벤더들이 중국 시장을 공략하려는 뜻도 무시하지는 못할 것이다. 만일 우리나라 조선소들이 해외 벤더의 제품을 도입/맞춤화를 하게 되면, 각 조선소들은 산발적으로 각기 다른 제품을 활용하여 개발할 것이며 이에 대한 막대한 비용이 소요될 것이다. 이러한 상황은 우리나라 조선해양산업

의 경쟁력 약화로 이어질 가능성이 매우 클 것으로 판단된다. 조선해양 시뮬레이션 생산기술 시장은 자동차 및 항공산업의 시장에 비해 작은 시장임은 틀림없다. 그럼에도 불구하고, 생산 시뮬레이션 기술은 비용절감 및 공기단축 등의 조선해양 생산성 향상에 크게 기여할 것으로 기대되며, 이로 인한 파급 효과의 규모는 엄청날 것으로 예상된다. 이에 최고의 조선해양 생산기술과 IT 기술을 융합하여 더 빠른 비용적시성, 낮은 투자비용, 훨씬 나아진 성능, 작업환경의 향상과 낮은 실패율, 안전성 보장 등의 효과를 볼 수 있는 시스템을 자체적으로 개발하여 시장을 선점할 필요가 있다.

2. 생산 시뮬레이션 응용 분야

조선해양산업에서의 모델링 및 시뮬레이션(Modeling & Simulation, M&S) 기술은 다양한 분야 및 단계에서 필요로 하며 이에 부응하는 개발이 이루어지고 있다. 선박 및 해양플랜

트의 생산설계 및 생산계획에서는 여러 공정에 대한 시뮬레이션 기술을 필요로 하고 있다. 여러 시뮬레이션 응용 분야에서 현재 시점에서 국내 조선소들에서 급급히 요구하는 시뮬레이션 적용 분야에 대한 검토가 이루어졌으며, 조선해양 공정(공정계획과 일정계획의) 상호검증 시뮬레이션, 블록의 크레인 리프팅 및 탑재(해상 탑재 및 플로팅 도크 탑재) 시뮬레이션, GIS정보 기반 설비 시뮬레이션, 블록 및 물류 관제 시뮬레이션이 그 주요 응용 대상이다. '조선해양 공정 상호검증 시뮬레이션(그림 2)'는 생산 공법의 타당성 검토를 목적으로 하여 기존의 분리되어 개발하고 운용 중인 생산공정과 생산일정을 생산계획의 통합 관점에서 상호검증(Crosscheck)할 수 있는 시뮬레이션 시스템이다. '블록의 크레인 리프팅 및 탑재 시뮬레이션(그림 3)'은 건조에 필요한 블록 턴오버 및 블록 리프팅, 도크 내 블록 반목 배치, 해상 탑재 등과 같은 작업의 검증 및 계획에 필요한 기술이다. 또한 리프팅 시 러그 위치의 검증, 블록의 변형 및 응력 해석, 해상 크레인과 플로팅 도크 등의 상호 운동 및 블록의 운동 시뮬레이션을 할 수 있는 시스템이



그림 2. 조선해양 공정 상호검증 시뮬레이션



그림 4. GIS정보 기반 설비 시뮬레이션



그림 3. 블록의 크레인 리프팅 및 탑재 시뮬레이션



그림 5. 블록 및 물류 관제 시뮬레이션

다. 'GIS정보 기반 설비 시뮬레이션(그림 4)'는 조선소 내 지리정보(GIS)를 기반으로 하여 선박 및 해양플랜트 건조에 필요한 드라이 도크, 안벽 등의 배치와 시설물의 시공간적 운영 최적화를 위한 시뮬레이션 시스템이다. '블록 및 물류 관제 시뮬레이션(그림 5)'는 강판 및 형강 자재의 적치 및 가공 물류, 부재, 조립 블록, 의장 기자재 및 단품재 등의 위치 파악 및 운반 계획, 조립 공장 및 선형 탑재장 지번 별 블록 할당 및 배치를 위한 기준 생산 계획, 도장 공장 블록 배치 계획, 안벽 의장 블록 배치 계획 등의 시뮬레이션 시스템이다. 그림 6은 조선해양 통합 생산시뮬레이션 프레임워크를 기반으로 하여 개발될 주요 응용 시스템을 표현한 것이다.



그림 6. 시뮬레이션 프레임워크 및 응용시스템

3. 조선해양 통합 생산 시뮬레이션 프레임워크

시뮬레이션 기반의 선박 및 해양플랜트 생산기술은 다양한 디지털 가상 시뮬레이션 기술들로 구성된 통합 생산 시뮬레이션 프레임워크를 기반으로, 선박 및 해양플랜트의 생산 공정 및 공법 검증, 설비 및 배치의 최적화 및 검증, 생산 관리의 최적화 등의 모사를 실행할 수 있는 조선해양 전용의 통합 시뮬레이션 시스템 기술이다. 여기서, '조선해양 통합 생산 시뮬레이션 프레임워크'는 우리나라 조선소의 전통적 생산기술과 연계되어 다양한 디지털 가상 시뮬레이션을 통해 공법의 사전 검증, 작업 중 의사결정, 사후 관리를 지원하기 위한 소프트웨어 통합 프레임워크로 정의된다.

이러한 개념은 기존의 조선해양 시뮬레이션이 수요 부서의 필요에 의해 국부적으로 개발되어 왔으며, 각기 다른 구조를 띄고 있어 재활용 및 모듈의 재사용성 측면에서 취약한 상황으로 인해 도입되었다. 국부적이고 산발적인 개발 문제를 해결하고 확장성을 보장할 수 있는 방안으로, 시뮬레이션 시스템 및 모듈

의 통합 관점에서의 표준 프레임워크를 설계하고 구성하고자 한다. 이러한 프레임워크를 기반으로 주요 응용 분야에 대한 시뮬레이션 응용시스템을 개발하여 조선소 현장에 활용하고 이를 통해 국내 조선해양산업의 생산성 향상을 도모하고자 한다.

이러한 시뮬레이션 프레임워크는 우리나라 모든 조선소들에 적용이 가능하도록 독립된 형태로 개발되며, 각 조선소는 이를 기반으로 각 조선소 환경에 맞는 응용 프로그램을 개발한다. 이는 대형 조선소 뿐만 아니라 중소형 조선소에서 모두 활용이 가능한 형태로 개발될 예정이다. 또한 시뮬레이션 프레임워크는 모든 응용 시뮬레이션 시스템들이 유기적으로 정보를 공유, 교환하는 체계로 구성되며, 생산계획과 관련된 공정 및 일정 정보를 상호 교환하여 높은 상호 관련성을 가진다. 이는 응용 시스템 간, 관련 커널 간의 지도(Map)을 통해 상호 간의 정보 교환 및 공유를 표현할 수 있으며, 이를 기반으로 시뮬레이션 통합정보 데이터베이스를 통해 응용 시스템들 간 인터페이스의 역할을 할 것이다.

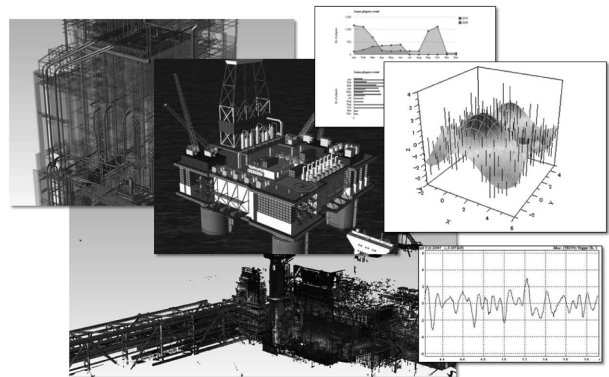


그림 7. 시뮬레이션 후처리 엔진

시뮬레이션 기반의 선박 및 해양플랜트 생산기술은 한정된 작업 공간 안에서 최대의 생산 효율성을 획득하는 환경을 제공하는 통합 생산 시뮬레이션 프레임워크(공통기술)를 개발하는 형태로 산업원천기술 성격이 강하다. 이 뿐만 아니라 서비스 중심 아키텍처(Service Oriented Architecture)를 도입하여 각 조선소의 내부 전산 및 업무 환경에 적합하게 맞춤화(Customizing)하는 응용 시스템(맞춤형기술)을 개발하는 현장 적용성이 높은 기술로 표현되고 있다. 이러한 관점에서 시뮬레이션 프레임워크를 기반으로 개발되는 응용시스템은 우리나라 조선소들의 현장 특성을 반영하여 개발되는 주문제작형 시스템이 되어야 할 것이다. 범용으로 개발된 프로그램 제품들이 국내 조선소에 쉽게 접근하지 못하고 있는 것을 미루어 볼 때, 여러 가지 조선해양산업의 특성에 기인한 것으로 판단되며 이에 응용시스템은 양산이 아닌 주문제작 및 맞춤형 시스템으로 개발하는 것이 타당하다. 이에 따라 국내 조선소들의 공통적인

시뮬레이션 요구사항들을 도출하고 이를 분석하여 적용하는 과정에서 조선해양 통합 생산 시뮬레이션 프레임워크를 마련하고 있다. 이를 기반으로 하여 각 조선소 현장 특성에 맞는 응용시스템들을 개발하여 적용하는 과정을 통해 현장 맞춤형 시스템으로 운용될 것이다. 이러한 역할을 위해 시뮬레이션 프레임워크는, 커널(Kernel)로 표현되는 계산 및 해석 모듈의 집합을 시뮬레이션 엔진으로 구성하여 상호 정보 교환 및 공유를 가능하게 하여 응용 시스템들과 분리되어야 한다. 이러한 개념에서 응용 시뮬레이션 분야에서 공통적으로 적용될 가시화 관련 엔진 및 시뮬레이션 분석 관련 엔진을, 시뮬레이션 엔진과 분리하여 후처리 엔진으로 정의하였다. 가시화 대상에 대한 형상 설계 방안을 정립함으로써 향후 응용 시스템이 사용자 관점에서 동일한 뷰(관점)으로 표현될 수 있도록 지원할 것이다(그림 7). 시뮬레이션 분석 엔진은 분석 결과에 대한 표현 기능을 제공하는 커널 및 엔진에 대한 분석을 목표로 하였으며, 시뮬레이션 커널에서 계산된 결과물들을 중립적인 형태의 출력 데이터로 활용할 예정이다. 이를 통해 조선소의 사용자들은 각 응용 시뮬레이션 시스템의 결과물을 동일한 뷰로 확인함으로써 유사한/동일한 시스템이라고 인식하게 되며, 이에 따른 현장 작업자 친화적인 응용시스템들로 개발할 예정이다. 이와 같이 확장성을 보장하고 시뮬레이션 엔진 내의 각종 커널들의 조합으로 새로운 응용 시스템을 개발할 수 있으며, 더 나아가 여러 조선소들에 적용 가능할 것으로 예상하고 있다. 이러한 커널의 분석 및 설계를 위해 일반적인 소프트웨어 공학

관점의 개발 방법론과 공리적 설계 방법론의 개념을 도입하였으며, 이를 통해 조선해양산업 현장의 요구사항들을 충실히 반영하는 설계를 할 수 있었다. 또한 응용 시스템과 독립된 형태의 프레임워크 구조를 가지게 되므로, 응용 시스템은 각 조선해양산업체의 환경에 맞는, 현장 사용자에게 친숙한 프로세스 및 GUI를 가지도록 맞춤화하여 개발할 수 있다. 그림 8은 시뮬레이션 프레임워크의 표현을 위해 도출된 구성도(Schematic Diagram)를 나타낸 그림이다. 조선해양 생산 시뮬레이션의 계산을 위한 시뮬레이션 엔진에는 네 가지 시뮬레이션 응용 분야에서 요구되는 기능들의 구현을 위한 커널 및 컴포넌트들로 구성하였다. 계산 결과를 현장 친화적인 뷰를 제공하는 가시화 엔진과 분석 엔진에는 비기능성 컴포넌트들로 구성하였으며, 각 엔진과 커널 사이의 정보 공유 및 교환을 위한 표현이 포함되어 있다.

이를 위해 조선소의 요구사항을 기반으로 엔진 및 커널들에 대한 시뮬레이션 프레임워크는 3년 간 개발할 예정이며, 개발된 프레임워크를 기반으로 우리나라 조선소에 맞춤화하는 응용 시스템의 개발 및 현장 적용/검증을 2년 간 수행할 예정이다.

4. 전망 및 기대효과

조선해양 시뮬레이션 생산기술은 우리나라 조선해양산업의 차세대 성장동력의 원천기술이 될 것으로 전망된다. 이는 대외

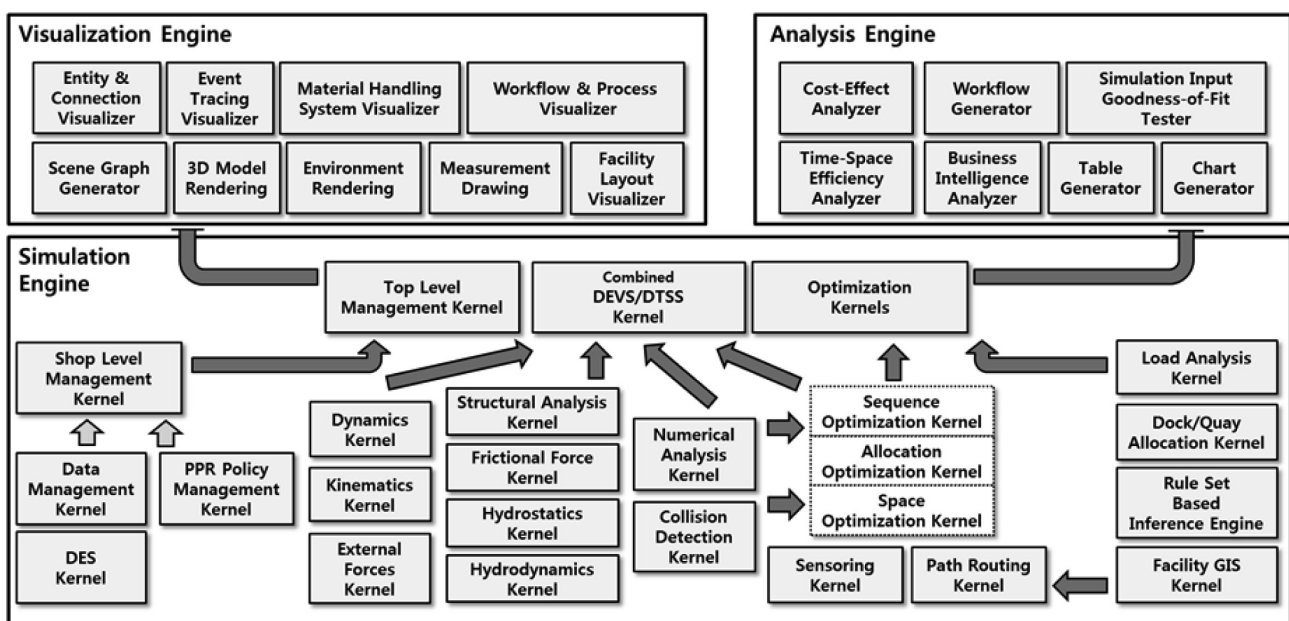


그림 8. 조선해양 통합 생산 시뮬레이션 프레임워크의 개념

적인 해외 벤더들의 움직임으로부터 기능할 수 있으며, 만일 해외 벤더들에 의해 잠식당하고 여기에 막대한 맞춤화(Customizing) 비용을 지불해야 한다면 조선해양산업의 경쟁력은 저하될 수 밖에 없을 것이다. 더욱 문제가 되는 것은 외산 소프트웨어의 적용 과정에서 직간접적으로 최첨단 생산기술이 유출될 수 있다는 점이다. 이로 인해 후발국과의 기술격차가 점차 줄어들 것이 예상되며 빠른 기간 내에 조선해양산업의 주도권을 뺏길 수 있다는 점이 우려가 된다. 이에 우리나라 조선해양 생산기술과 소프트웨어 IT 기술이 서로 융합하면, 그 시너지 효과로 세계 최고의 독보적인 조선해양 생산기술을 확보할 수 있을 것이다. 시뮬레이션 기반의 선박 및 해양플랜트 생산기술은 우리나라 조선소들의 생산계획 수립 및 생산과정에 직접 활용이 되며, 통합된 생산계획의 수립 및 검증, 안전하고 효율적인 현장 운용, 한정된 공간의 효율성 극대화, 최적화된 블록 및 물류 지원 등의 생산 협업 인프라에 활용될 것으로 예상된다. 이는 값싼 노동력을 기반으로 벌크 화물선과 같은 상선을 중국에 주도권을 넘겨준 상황에서, 고부가가치 차세대 선박의 개발 및 건조를 지원하기 위한 시뮬레이션 응용 시스템으로 활용하여 신개념 신조선의 건조에 박차를 가할 것으로 기대된다. 또한 건조 생산성 향상을 위해서는 블록을 최대한 크게 생산하는 메가블록 개념을 반드시 적용해야 하며, 국내 조선소들에서는 이를 위한 기술 확보에 주력하고 있다. 메가블록 크레인 탑재를 위해서는 반드시 사전 분석 및 검증을 통한 안전성을 확보해야 하며 시뮬레이션 생산기술이 그 역할을 담당하는 도구로 활용될 것으로 보인다. 이와 같은 기술 개발은 세계적인 조선강국의 IT 국산화 개발을 통해 해외 벤더에 의한 국내시장이 잠식되는 것을 사전에 차단할 수 있을 뿐만 아니라 우리나라 조선소들의 공기단축, 비용절감, 신건조공법 개발/적용 등의 생산성 향상에 따른 막대한 비용을 절감할 수 있을 것으로 예상되며, 이는 우리나라 조선해양산업의 발전에 큰 역할을 할 것으로 기대된다. 또한 조선해양산업과 IT산업의 융합을 통한 새로운 시장을 개척하여 일자리 창출 등의 사회적 기여를 할 수 있으며, 원천기술의 국산화 확보를 통해 우리 기술의 직간접적인 유출을 사전에 차단하여 국가경쟁력을 강화할 수 있을 것으로 기대된다.

5. 결론

우리나라 조선해양산업이 세계 1위의 산업경쟁력을 고수하기 위해서는 고효율 생산기술의 개발을 통한 생산성 향상이 필수적이다. 이러한 노력의 하나로 조선해양 생산 시뮬레이션 분야가 대두되었으며, 조선해양산업에 특화된 전용 시뮬레이

션 시스템을 요구하고 있다. 재활용성 및 확장성을 고려한 통합화를 위해 조선해양 통합 생산 시뮬레이션 프레임워크를 개발하고, 이를 기반으로 국내 조선해양산업체 현장 사용자들에게 친화적인 응용 시스템을 개발하는 것이 목표 중에 하나이다. 이는 필요에 의해 국부적이고 산발적으로 개발되는 것을 지양하고 재활용 및 재사용성 관점의 취약성을 보완하고 확장성까지 보장할 수 있는 방안으로 제시되고 있다.

이러한 통합 관점에서 시뮬레이션 프레임워크를 설계하고 구성하였으며, 커널(Kernel)로 표현되는 계산 및 해석 모듈의 집합을 시뮬레이션 엔진과 응용 시뮬레이션 분야에서 공통적으로 적용될 후처리 엔진(시뮬레이션 가시화 엔진, 시뮬레이션 분석 엔진)으로 분리하여 정의하였다. 이는 응용 시스템 간 상호 정보 교환 및 공유를 가능하게 하며, 응용 시스템이 사용자 관점에서 동일한 뷰(관점)으로 표현될 수 있도록 지원할 것이다. 이러한 프레임워크를 기반으로 주요 응용 분야인 조선해양 공정 상호검증 시뮬레이션, 블록의 크레인 리프팅 및 탑재 시뮬레이션, GIS정보 기반 설비 시뮬레이션, 블록 및 물류 관제 시뮬레이션에 대한 응용시스템을 개발하여 조선소 현장에 활용하고 이를 통해 국내 조선해양산업의 생산성 향상에 많은 기여할 것이다. 이러한 시뮬레이션 프레임워크는 우리나라 모든 조선소들에 적용 가능하도록 독립된 형태로 개발되며, 대형 조선소 및 중소형 조선소의 환경에 맞는 응용 시스템으로 맞춤형되어 제공될 것이다. 이는 산업원천기술 성격이 강한 공통 기술인 통합 생산 시뮬레이션 프레임워크와 서비스 중심 아키텍처(Service Oriented Architecture)를 지원하는 맞춤형 기술인 응용시스템의 분리된 개발로 가능하다. 이와 같이 응용시스템은 조선소의 내부 전산 및 업무 환경에 적합하게 맞춤형(Customizing)되어 현장 적용성을 높일 예정이다.

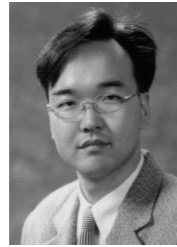
조선해양산업의 원천기술인 동시에 현장 친화적 맞춤형 기술의 성격이 강한 조선해양 생산 시뮬레이션 기술은 세계 조선강국으로서의 입지를 확고히 할 수 있는 성장동력이 될 것이며, 우리나라 조선소들은 통합된 생산계획의 수립 및 검증, 안전하고 효율적인 현장 운용, 한정된 공간의 효율성 극대화, 최적화된 블록 및 물류 지원 등의 생산 협업 인프라에 활용하여 경쟁력을 보다 강화할 수 있을 것으로 기대된다. 이는 우리나라가 세계 최고의 조선해양 생산기술을 보유하고 있고, 소프트웨어 IT 기술 역시 세계의 어느 업체와도 경쟁할 수 있는 기술력을 가지고 있기 때문이다. 이와 같이 세계 최고의 생산기술, 우수한 IT기술, 탄탄한 인프라를 통해 우리나라의 조선해양 생산기술과 아이디어를 우리나라 IT기술로 개발하는 환경을 토대로 조선해양기술과 IT기술의 융합을 통해서 세계 최고의 독보적인 조선해양 생산 시뮬레이션 기술을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- 한국조선협회 [조선해양 산업기술로드맵 보고서] (2007)
- 한국산업기술재단 [2008년 지식경제 통합기술청사진] (2008)
- 한국조선협회 [국내외 조선해양시장(Lloyd's World Shipbuilding Statistics)] (2009)
- 보안뉴스 [세계 1위 조선기술 보호하는 역할 담당할 것] (2009)
- 지식경제부 [시뮬레이션 기반의 선박 및 해양플랜트 생산기술 개발 기획보고서] (2010)
- 다라테크(daratech), <http://www.daratech.com/>

후기

본 원고는 지식경제부 산업융합원천기술개발사업(IT융합, 10035331, 시뮬레이션 기반의 선박 및 해양플랜트 생산기술 개발)으로 지원됨.



황 호 진

- 1974년생
- 2003년 KAIST 기계공학 박사
- 현 재 : 한국해양연구원 대덕분원 선임연구원
- 관심분야 : 조선해양 CAD, M&S, IT융합
- 연락처 : 042-866-3645
- E-mail : hjhwang@moeri.re.kr



공 인 영

- 1958년생
- 1987년 서울대학교 조선해양공학 박사
- 현 재 : 한국해양연구원 대덕분원 책임연구원
- 관심분야 : M&S, 선박운항 시뮬레이터
- 연락처 : 042-866-3640
- E-mail : iygong@moeri.re.kr

대한조선학회 논문집
한국연구재단 등재유지