

## 조선해양 공정 상호검증 시뮬레이션과 생산관리 플랫폼

이필립 ((주)지노스), 황인혁 (서울대학교)

### 1. 응용 시뮬레이션 개요

#### 1.1 시뮬레이션 필요성 및 목적

생산 공법의 타당성 검토를 목적으로 하여 기존의 분리되어 개발/운용 중인 생산 공정 계획과 생산 일정 계획을 생산계획의 통합 관점에서 상호검증(Crosscheck)할 수 있는 시뮬레이션 시스템이 조선해양 공정 상호검증 시뮬레이션이다. 시뮬레이션 결과는 국내의 조선해양산업체의 생산계획 수립 및 생산 과정에 직접 활용이 되며, 통합된 생산계획의 수립 및 검증에 이용할 수 있도록 개발 중이다.

조선해양 공정 상호검증 시뮬레이션은 기본적으로 조선소의 일정 계획과 공정 계획 수립에 이용되어 최적화한 계획 수립을 지원하게 되며, 신공법 적용이나 새 선종 생산시에 벌어질 수 있는 위험을 사전에 파악할 수 있게 된다. 더불어 세계적인 조선강국의 IT국산화 개발을 통해 해외 벤더가 개발한 범용 시스템들에 의해 국내시장이 잠식 당할 수 있는 여건을 사전에 차단할 수 있을 것으로 예상되며, 이에 따른 직접적인 수입 대체 효과를 기대할 수 있다. 결국 생산성 향상에 따른 비용절감 측면에서 강점을 가지고 있어, 이러한 공기 단축 및 비용 절감에 대한 잠재적 이익은 연간 1,000억원 이상이 될 것으로 예상된다.

#### 1.2 국내외 관련 기술 현황

생산 및 생산 계획에 연계된 시뮬레이션에 대한 연구는 많은 분야에서 활발하게 이루어져 왔지만 대부분은 특정 상황 또는 생산 라인을 대상으로 일회적인 연구로 전체 생산 공정에 대한 시뮬레이션 및 관리를 위한 연구는 부족한 실정이고, 국내에서는 주로 3D CAD 시장을 기반으로 한 외산 소프트웨어 (다쏘시스템사의 Process Engineer 및 지멘스사의 Teamcenter)가 시뮬레이션 시장을 선점하고 있어 이를 이용한 시스템 구축 프로젝트가 주를 이루고 있다. 생산 일정 계획 및 작업장 공정 시뮬레이션을 위해서 DELMIA나 Technomatics 등과 같은 상업용 가상 생산 시뮬레이션 시스템을 도입하고 있으나 자동차나 항공 등의 기계 산업 등에 적용되는 범용 시스템으로 조선해양산업에 적합한 기능이 부족

해 널리 쓰이지 못하고 있다.

국내에서는 각 핵심 기술의 범용적인 형태만을 어느 정도 보유하고 있으며, 이를 조선해양산업에 응용하여 특화시킨 사례는 찾기 힘들다. 범용 기술로는 조선해양산업의 특수한 목적에 부합하기 어렵기 때문에, 이를 조선해양산업에 특화시킨 기술이 필요한 실정이다.

### 2. 주요 응용 시뮬레이션

#### 2.1 시뮬레이션의 특징

조선해양 생산 시뮬레이션 기술은 선박 및 해양 구조물의 건조 과정과 공정 및 일정계획에 대한 생산성과 관리 정도 향상을 목표로 한다. 생산 시뮬레이션의 응용 분야는 물류, 공정, 계획, 배치 성격으로 나누어 볼 수 있으며 핵심 알고리즘 및 기술 적용을 통해 원하는 분야와 대상에 대한 시뮬레이션 수행이 가능하다. 이러한 시뮬레이션 기술은 물류계획 검증, 조립블록 배치, 생산공법 검증, 레이아웃 검증, 공정 검증 등 많은 영역에 활용 되고 있다. 시뮬레이션 응용 시스템은 크게 검증 용도, 공간계획 용도, 생산계획 용도로 분류할 수 있으며 최근에는 상호간의 연계를 통한 통합 시뮬레이션 연구가 진행되고 있다.

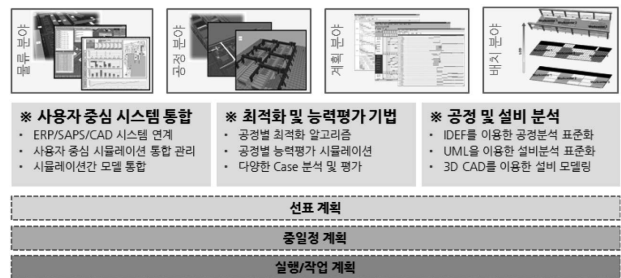


그림 1. 조선해양 시뮬레이션 기술 적용 분야

위 응용 분야 중 하나인 공정 상호검증 시뮬레이션은 공정 및 일정계획을 입력으로 받아 조선소의 생산 리소스의 Capacity 현황, 계획 기간 내 물량, 공정 및 공법을 복합적으로 고려하여 공정계획에 대한 검증과 적합성 평가를 수행하는 것을 목적으로 개발된 시스템이다. 이 시스템은 중일정 계획

정보를 기준 데이터로 하여 중일정 정보를 통해 액티비티별 물량 계획을 도출한다. 그리고 공정 및 직종별로 평균 물량처리능력을 제약사항으로 고려한 시뮬레이션 모델을 통해 계획 실행가능성을 판단하게 된다. 조선소의 기존 생산 관리 시스템에서도 유사한 개념의 계획검증을 수행하지만 물량처리능력 등 정량적으로 결정가능한 항목을 중심으로 산술적인 검증 수준에 머무는 경우가 많다. 시뮬레이션 기반 시스템의 적용은 실제 조선소의 공간제약, 자재흐름, 설비제약 등을 모두 고려한 모델을 구현함으로써 이러한 한계점을 극복할 수 있게 한다.

### 2.2 시뮬레이션 기법 및 관련 커널

본 응용 시뮬레이션 시스템에서 적용하는 기술은 DEVS (Discrete Event Systems Specification)형식론에 기반하고 있다. 시스템을 구성하고 있는 커널은 시뮬레이션 엔진, 가시화 엔진, 시뮬레이션 모델러, 결과 분석 엔진이며 시뮬레이션 엔진, 가시화 엔진, 결과 분석 엔진은 타 응용분야의 시뮬레이션에서도 공통적으로 사용되는 부분이다. 이에 반해 시뮬레이션 모델러는 공정 상호검증 시스템의 적용을 위해 요구되는 커널로서 다양한 조선생산 환경에 맞는 유연성있는 모델을 구축하기 위한 기능을 포함하고 있다. 시뮬레이션 모델러는 시뮬레이션 수행을 위해 필요한 정보를 저장하고 모델링하는 역할을 하며 개체(Entity), 함수(Function), 모델 라이브러리(Model Library)로 구성된다. 시뮬레이션 모델링은 정보 모델링, 형상 모델링, 흐름 모델링, 관계 모델링으로 구분할 수 있다. 각 모델링 정보는 공장 컴포넌트로 구체화되며 모델러 커널은 사용자에게 공장 컴포넌트를 생성하기 위한 모델링을 지원하는 기능을 제공한다.

모델 라이브러리는 공장 컴포넌트는 조선소의 생산공정을 표현하기 위한 구조로 조선소 강제적치장 컴포넌트, 전처리장 컴포넌트 등 총 8개의 기본요소로 구성되어 있으며 각 컴포넌트들은 표준 개체, 함수를 포함하고 있다. 모델러를 통해 생성, 저장되는 정보는 시뮬레이션 엔진을 거쳐 결과 분석 엔진, 결과 분석 커널로 인터페이스 되는 형태를 갖고 있다.

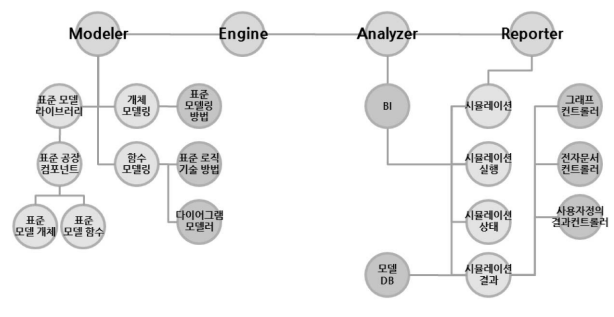


그림 2 상호검증 시뮬레이션 기능 구조도

표 1. 시뮬레이션 모델링 절차

구분	모델링 프로세스	요구정보 사례
Data Modeling	입력정보 데이터 모델링	블록정보, 블록BOM, 호선정보, 조립 네트워크정보, 액티비티일정정보, 선행중일정정보, 조립정반계획정보
	출력정보 데이터 모델링	
Geometry Modeling	레이아웃 형상 모델링	레이아웃 도면, 정반배치 도면, 물류 도면
	장비/설비/블록 형상 모델링	작업장 도면, 설비 도면, 블록형상정보
Flow Modeling	공정 흐름 모델링	공정순서정보, 업무상세규칙정보, 배치규칙
	자재 흐름 모델링	크레인 활용규칙, 대차 활용규칙
Relation Modeling	공정 및 블록 관계 모델링	중일정계획정보
	공정 및 블록 관계 모델링	물류계획정보, 공정계획정보
	공정 및 장비/설비 관계 모델링	물류계획정보, 공정계획정보

### 2.3 시뮬레이션 결과

조선소 생산 계획은 과거 실적 데이터를 수집하여 선종, 블록, 공정별 표준 공기를 정하고, 해당 정보를 바탕으로 계획을 수립하고, 계획의 평균 부하 정도를 판단하여 계획을 평가한다. 효과적인 계획 평가를 위한 연구는 활발하게 이루어 졌는데 이종무(2007)은 조선소 계획 평가를 체계적으로 수행하기 위해 생산 계획 평가 프레임워크를 제안하였고 향후 연구로 계획의 실행 예측 및 재계획 수립 방안으로 실제와 같은 계획 실행 결과를 내는 디지털 실행 환경을 구축하여 계획과 실제생산실적과의 정도를 높이는 것이 가능하다고 제안하였다.

본 연구에서 생산계획을 수립하는 계획자와 생산계획을 실행하는 생산현장관리자와의 상호정보를 교환을 통한 계획의 현장 반영도 상승을 위해 PPRS(Product, Process, Resource, Scheduling)기반 시뮬레이션 데이터 모델을 바탕으로 조선소 생산 및 계획 프로세스를 고려해서 조선소에 적합한 공장 물류 시뮬레이션 모델링을 지원하는 도구와 엔진을 개발을 진행 중이다. 현재 본 시뮬레이션 엔진은 개발이 진행 중이라 시뮬레이션 모델러 검증은 시뮬레이션 모델 정보를 중립 XML 데이터 인터페이스를 이용하여 상용 엔진으로 H사 조립공장에 대한 중일정 검증 시뮬레이션을 수행하였다. 이를 통해 사용자는 시뮬레이션 모델링 수준에 따라 디지털 생산 환경하에서 아래와 같은 시뮬레이션 모델에 포함된 Resource 가동률, 사용자 및 블록 및 부재의 가상 생산 결과 정보를 확인할 수 있으며 이를 통해 현재 계획하고 있는 일정 계획이 실제 생산 환경의 제약조건을 반영하게 되었을 때, 어느 정도의 달성도를 가지는지 확인할 수 있다.

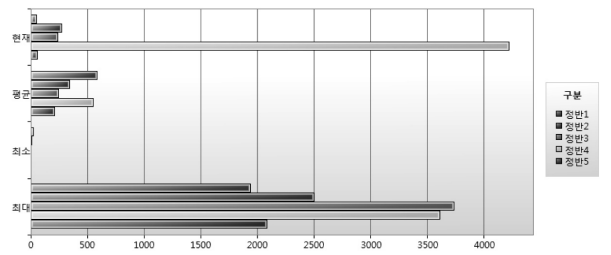
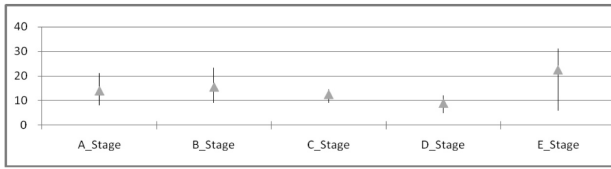


그림 3. 개발 애플리케이션을 사용한 정반 중심의 조선소 조립 공장 분석 결과

### 2.4 조선해양 생산관리 플랫폼

조선해양 생산환경은 복잡하고 변동이 잦아 효율적으로 관리하기 어렵다. 또한 조선소들은 각각의 생산 환경에 특화된 생산관리 노하우를 가지고 있지만 관리항목 전체가 유기적으로 연결된 통합 시스템을 구축하지 못하고 있다. 조선해양 생산관리 플랫폼은 위와 같은 조선해양 생산환경을 효율적으로 관리하기 위한 조선해양 전용의 생산관리 기반환경을 수립하고, 플랫폼 이론을 응용하여 유연한 사용자 환경을 구축한다. 일반적인 조선해양 생산관리 시스템은 크게 자재관리, 생

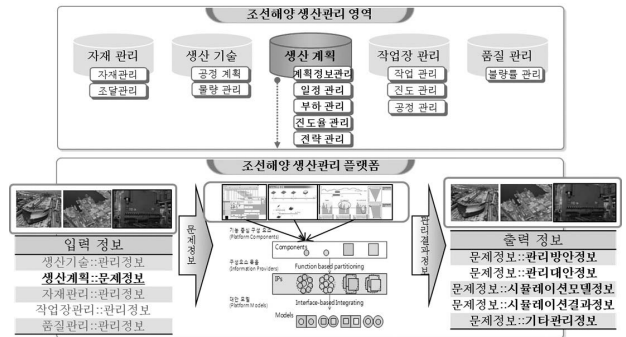


그림 4. 조선해양 생산관리 플랫폼의 구축 범위

산 기술, 생산 계획, 작업장 관리, 품질 관리로 구성되어 있으며 본 연구에서는 생산 계획 시스템에 한정하여 생산 관리 플랫폼을 구축하고자 한다. 그림 4는 전체 조선해양 생산관리 영역 중에서 조선해양 생산관리 플랫폼의 구축 범위를 보여준다.

조선해양 생산관리 플랫폼의 기능은 생산 관리 시스템의 기능을 하는 Business Layer와 조선소의 기간 시스템과의 데이터 연동을 위한 Data Layer로 구성된다. Business Layer는 세부 기능을 구현하는 Business Service Layer와 사용자의 기능 접근을 위한 Facade로 구분하였다. Data Layer는 플랫폼 데이터 관리를 위한 Service Agent Component와 기간 시스템의 데이터에 접근하기 위한 Data Access Component로 구분하였다. 그림 5는 조선해양 생산 관리 플랫폼의 전체 컴포넌트 구조를 보여준다.

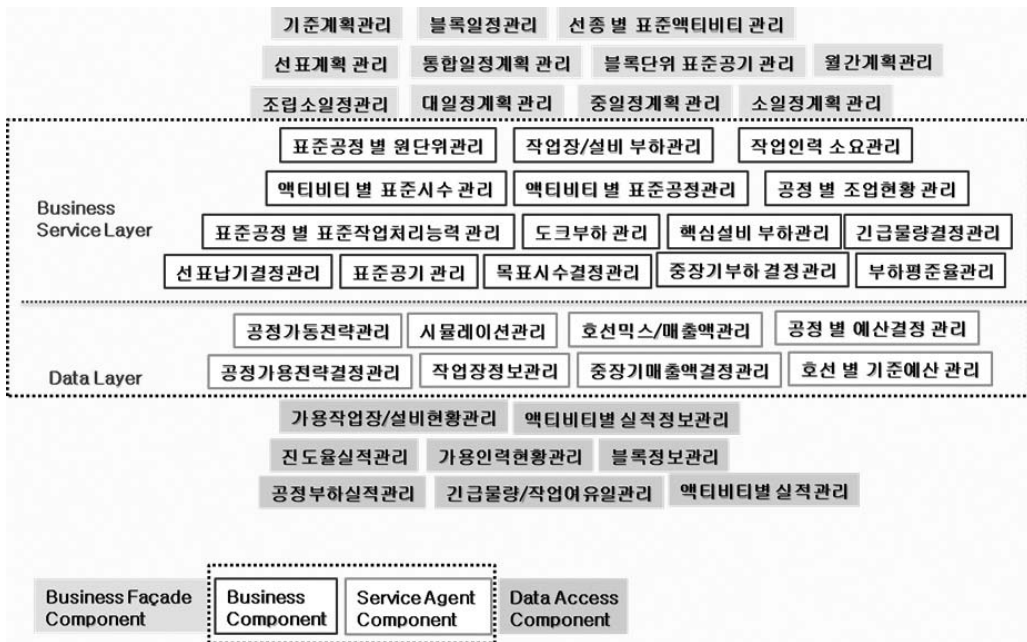


그림 5. 조선해양 생산관리 플랫폼 컴포넌트 구조

### 3. 전망 및 기대효과

중국 조선의 양적 성장과 초고령화 인구구조로 변해가는 국내 사정을 감안할 때, 조선해양 산업의 IT 기술을 도입한 고도화와 자동화는 피할 수 없는 과정이다. 본 연구 결과로 완성하는 조선해양 공정 상호검증 시뮬레이션이 도입되면, 중일정 계획과 실행 계획 사이에서 발생하는 문제점을 사전에 파악하고 효과적인 계획 수립을 할 수 있게 되기 때문에 조선소 입장에서 공기 단축과 자원 배분에 많은 도움을 줄 것으로 예상된다.

그동안 생산 시뮬레이션을 조선소에 도입하는 과정에서, 외국 선진 솔루션을 가져와 국내 실정에 맞추어 보았지만 외국 제품이 대부분 자동차와 항공 산업의 경험을 거쳐 고도화한 것이라 산업의 성격도 다르고, 이미 세계 일류 수준에 오른 한국 조선업에는 효과적인 적용이 어려웠다. 본 연구가 국내 조선에 도입되어 정착한다면 세계 일류 수준의 한국 조선이 독보적인 소프트웨어 기술을 확보하게 될 것이며, 국내외의 산업에 위협적인 상황에서도 세계 최고 수준의 경쟁력을 갖추는데 일조하리라 예상된다.

### 4. 결론

이상으로 조선해양 생산 시뮬레이션 영역 중에서 공정 계획과 일정 계획을 상호검증하여 조선소의 물리적 생산 자원 배치 이전에 계획의 타당성을 검증하는 공정 상호검증 시뮬레이션에 대해 살펴보았다. 본 연구는 자동차나 항공 등의 선진 사례에서 효과를 인정 받은 이산 사건 기반의 생산 시뮬레이션을 국내 조선 실정에 맞게 만드는 과정으로 요약할 수 있으며, 연구가 성공적으로 종료한 시점에서 세계적으로 독보적인 국내 솔루션이 만들어질 것으로 기대할 수 있다.

설계와 생산 관리에서 이미 세계 수준인 한국 조선의 IT 융합 소프트웨어 분야에서도 일류 성과를 얻을 수 있기를 기대한다.

### 참고 문헌

- 우중훈, 오대균, 이준재, 최양렬, 신중계, "선박 건조 공정 시뮬레이션을 위한 모델링 방법론 및 시스템 아키텍처", 한국 CAD/CAM학회 논문집, 11권, 1호, 2006.

- 한상동, 유철호, 신중계, 이종근, "시뮬레이션 기반 디지털 조선소 구축 및 활용", 한국CAD/CAM학회 논문집, 13권, 1호, 2008.
- 현대중공업과 ETR과 공동 추진 중인 IT기반 조선산업 초일류화 사업, "디지털 십야드 구축"
- 송영주, 이동건, 조성원, 우중훈, 이종무, 신중계, "시뮬레이션을 이용한 블록조립 공정능력 분석", 대한조선학회논문집, Vol. 46, No. 1, pp. 78-86, 2009.
- 이종무, "대형 조선소의 생산 계획 통합 프로세스 및 평가 프레임워크 연구", 박사학위논문, 서울대학교, 2007.
- 신중계, 이장현, 우중훈, "디지털 선박생산(Digital Shipbuilding) 개념", 대한조선학회지, Vol.38, No.1, pp.54-61, 2001년 3월

### 후기

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



이 필 립

- 1979년생
- 2008년 서울대학교 조선해양공학과 졸업
- 현 재 : (주)지노스 PLM 연구소장
- 관심분야 : PLM, Digital Shipbuilding
- 연 락 처 : 02-596-1488
- E-mail : philippe\_lee@xinnos.com



황 인 혁

- 1982년생
- 2006년 서울대학교 조선해양공학과 졸업
- 현 재 : 서울대학교 조선해양공학과 박사과정
- 관심분야 : Digital Manufacturing, 생산 자동화
- 연 락 처 : \*\*\*\*-\*\*\*\*\*-\*\*\*\*
- E-mail : dlsgur0@snu.ac.kr