

선박 건조 공정 시뮬레이션을 위한 모델링 방법론 및 시스템 아키텍처

우종훈*, 오대균**, 이춘재***, 최양렬****, 신종계*****

Simulation Modeling Methodology and Simulation System Architecture for Shipbuilding Processes

Woo, J. H.*, Oh, D. K.**, Lee, C. J.***, Choi, Y. R.**** and Shin, J. G*****

ABSTRACT

For several years, a research about the simulation for shipyard and shipbuilding has been performed. This research is based on the concept of PLM (Product Lifecycle Management) and DM (Digital Manufacturing). Global leading companies and research center are trying to get a good position of PLM, especially M&S field. Digital shipbuilding is to computerize shipyard facilities and shipbuilding processes, and to simulate expected scenarios of shipbuilding processes using a computer model in order to resolve a potential problem such as a bottleneck processes, and over loaded resources. In this paper, simulation methodology for shipbuilding is described. In addition, a local and global strategy for the use of simulation methodology is suggested. Finally, case studies about an indoor shop and an outdoor shop are described.

Key words : Product Lifecycle Management (PLM), Digital Manufacturing, Framework, Digital Shipbuilding, Scheduling, Modeling and Simulation, Middleware, Indoor shop, Outdoor block movement, sub assembly

1. 서 론

오늘날 세계적인 자동차, 항공 등 기계분야 제조사들이 제품 수명주기 관리(Product Lifecycle Management, PLM) 개념을 적극 도입하여 생산성 향상과 경쟁력 향상을 가져오고 있으나 국내 제조업은 아직까지는 PLM 또는 가상 생산의 개념을 실제 설계, 생산에 도입한 예가 거의 없고, 최근 들어 주요 제조 업체를 중심으로 PLM 도입성 검토 수준의 프로젝트를 간헐적으로 진행중인 상황이다. 외국의 경우는 미국의 MARITECH(www.marad.dot.gov/nmrec/maritech/projji.html) 등의 프로젝트, 유럽의 ESPRIT(www.cordis.lu/

www.esprit/home.html), MARITIME 등의 프로젝트, 그리고 NIST(National Institute of Standards and Technology), ONR(Office of Naval Research), DoD (Department of Defense), NRC(National Research Council) 등 세계적으로 선도 기술을 유도하고 기술적으로 리딩하는 연구 조직을 중심으로 장기 계획을 가지고 PLM과 모델링 및 시뮬레이션에 대한 주도권을 확보하기 위해 국가적 차원에서, 특히 국방 산업의 막대한 자원을 등에 업고 하이테크의 제조 공학에 기반한 새로운 산업 인프라 구축을 위해 십 수년 전부터 개발을 해오고 있다¹⁾.

현 시점에 있어 국내의 조선산업은 세계적으로 일본, 중국, 미국의 조선산업과 비교하여 독점적인 우위를 점하고 있다. 하지만, 기술집약적인 특성을 가지는 일본, 저렴한 인건비를 기반으로 빠르게 성장하고 있는 중국, 막강한 군사력 및 재정적인 지원에 의해 기술적으로 꾸준히 역량을 키워가고 있는 미국 등 우리나라의 잠재적인 경쟁 상대들이 추격하고 있다.

21세기 조선 산업은 세계가 단일 시장이며, 국제 경

*교신저자, 학생회원, 서울대학교 조선해양공학과 박사과정, (주)지노스 책임연구원
**학생회원, 서울대학교 조선해양공학과 박사과정
***서울대학교 공학연구소 연구원, (주)지노스 선임연구원
****서울대학교 공학연구소 연구원, (주)지노스 대표이사
*****종신회원, 서울대학교 조선해양공학과 정교수
- 논문투고일: 2005. 04. 29
- 심사완료일: 2005. 08. 23

쟁력을 갖추지 않으면 안될 중요한 시점에 있다. 따라서, 우리나라의 조선 산업도 기존의 시스템을 대체해서 새로운 기술로 무장한 인프라의 구축이 필요하다고 할 수 있다. 새로운 성장 원천 확보는 무엇보다 먼저 기존 산업의 혁신능력을 강화하는 것에서부터 비롯되어야 한다. 이를 위해 선박 건조의 PLM 개념에 기반한 e-Manufacturing 도입 및 전사적 구조 강화가 필수적이다. 연구개발에서 설계, 건조 그리고 마케팅에 이르는 조선 산업의 가치 사슬 별로 정보화를 촉진하여 단계별 혁신능력을 제고하고 특히 생산 계획 및 생산 MES 및 자동화에 있어서 e-Manufacturing 방법론, 특히 디지털 생산 도입이 선행되어야 한다¹⁾.

디지털 생산이란 제조업의 전 과정에 포함된 설계-생산-엔지니어링 정보와 노하우 등 생산시스템의 물리적, 논리적 구성요소와 거동을 엄밀하게 모델링하여 통합된 디지털 모델을 구성하고 가상 현실 기술과 네트워크 기술 등을 활용하여 생산의 전 과정에 걸쳐 관련된 여러 부분에서의 의사결정과 제어를 수행하는 기술을 말하며, 디지털생산 기술을 사용하여 실제 작업 전에 생산 공정을 미리 시뮬레이션 해 봄으로써 실제 작업에서 발생할 수 있는 현상을 미리 분석하고 예측할 수 있는 특징을 지니고 있다. 따라서 디지털생산을 적용함으로써 실제 생산에 적용하는 단계에서 발생할 수 있는 설계 오류나 제작상의 문제점을 미리 파악하여 비용과 시간의 낭비를 최소화할 수 있다. 또한 새로운 제조 방법 및 생산 설비의 변화를 가상생산 환경에서 미리 적용해 볼 수 있으므로 실제 제조 시스템 적용에 필연적으로 발생하는 재계획 및 수정에 따른 비용과 시간을 절감할 수 있는 기술이다²⁾.

이러한 디지털 생산 방법론을 '고부가가치 선박 개발용 디지털 통합건조 공법개발' 과제³⁾에 적용하였다. 특히 본 논문에서는 과제의 결과물 중 복잡한 선박 건조공정에 대한 시뮬레이션을 가능하게 할 수 있는 선박건조 공정의 물류 시뮬레이션 모델 구축에 대한 시뮬레이션 모델링 방법론과 개발된 선박 건조공정에 대한 시뮬레이션 모델이 실제 조선소의 업무에서 효과적으로 사용될 수 있는 시뮬레이션 시스템 아키텍처를 소개하고자 한다. 또한, 조선소의 업무들 중

선박 일정 계획 업무에 적용하기 위한 시뮬레이션 방법론의 위치를 정립하고 소개된 방법론이 적용된 내역 및 옥외 물류 사례를 보이고자 한다.

2. 선진 사례 및 선행 연구 소개

손석계⁴⁾는 전산 시스템, 작업자, 설비가 혼합된 대규모 생산 시스템에 대한 복수 작업장 제어 시스템(multiple Job-shop control system)에 대한 이론적, 방법론 워크플로우를 작성하기 위해 객체 지향 방법론(Object Modeling Technology, OMT)과 시뮬레이션 기반 설계(Simulation Based Design, SBD)에 대한 연구를 수행하였다. 이 연구를 통해 객체 지향 시스템 개발의 프레임워크를 활용한 진화적 시뮬레이션 기반 설계(evolutionary simulation based design)라는 새로운 개발 방법론을 제시하고 이 방법론을 복수 작업장 제어 시스템에 적용하여 선체 외판을 가공하는 조선소의 성형 공장에 대한 사례를 소개하였다.

손석계의 연구는 기존의 시뮬레이션 기반 설계의 한계점을 지적하고 새로운 진화적 시뮬레이션 기반 설계 방법론 제안함으로써 시뮬레이션 기반 설계의 새로운 가능성을 제시하였다. 하지만, OMT에 기반하였지만 구현의 앞 단계에 시뮬레이션 단계만이 추가된 구성으로 새로운 방법론으로 인정받기에는 의의가 미미하였고, 추상적인 방법론 정립에 치중하여 실제 선박 건조 공정에 대한 접근이 부족하였다.

오노사토는 [5]에서 가상 생산 시스템의 개념에 대해 소개를 하고 제조 분야의 다른 개념들과의 관계에 대하여 논하였다. 또한 가상 생산 시스템을 위해 필요한 요구조건들을 만족시키는 가상 생산 아키텍처를 정의하고 사례가 되는 시스템 개발에 대한 내용을 기술하였다. 오노사토⁵⁾는 모든 가상 생산 시스템은 다양한 하드웨어와 소프트웨어의 집합체이기 때문에, 모델링 및 시뮬레이션을 위한 기능적인 컴포넌트, 컴포넌트들 간의 인터페이스, 가상과 현실의 상호 작용, 시스템 인프라를 정의하는 시스템 아키텍처에 대한 개발이 요구된다고 하였다. 오노사토는 이 논문에서 이를 위해 실용적인 개발을 위한 가상 생산 시스템의 모델링과 시뮬레이션 아키텍처에 대하여 다루고, 가상 생산 시스템의 분산 환경 구축을 위한 모델링과 시뮬레이션 방법론을 기술하였다.

오노 사토의 연구는 가상 생산 방법론에 대한 전반적인 방법론을 정리하여 가상 제조 시스템 분야의 선도적인 역할을 수행하고 자체적으로 가상 생산 및 모니터링 시스템에 대한 개발 업무를 수행하였다. 하지

¹⁾PLM 기반의 e-Manufacturing 전략의 일환으로 Digital Manufacturing 방법론을 조선 분야에 적용하여 조선소의 제품, 설비, 공정, 공법 등을 디지털화(모델링)하여 컴퓨터 내에서 미리 선박건조 과정을 시뮬레이션 해 봄으로써 최소의 비용과 시간으로 최적의 대안을 찾는 시스템 개발 및 구축하는 것을 목적으로 하는 정보통신부/산업자원부 지원 프로젝트이다.

만, 핵심 적용 분야가 주로 실제와 가상의 제조 시스템 연동에 있었기 때문에 생산 계획에 대한 검증 부분에 대한 연구는 다루지 않았다.

Table 1. Framework for modeling & simulation

Subject	Contents
Device model preparation	실제 제조 설비의 스펙에 따라 디바이스 모델 라이브러리를 개발한다. Device 모델을 위한 정도 높은 모듈화를 위해서 객체 지향 모델링 방법론을 이용한다.
Service development	효율적인 VMS 개발을 위해서 디바이스 모델 간의 상호 정보 교환과 시뮬레이션 활용 프로세스에 의해 호출될 수 있는 기본적인 기능적 함수들을 운용에 충분한 서비스 모듈들을 구현한다.
Virtual shop floor definition	디바이스 모델 라이브러리와 시뮬레이션 서비스 모듈을 이용하여 가상 shop floor가 정의된다. 가상 shop floor의 객체들은 디바이스 라이브러리의 class 정의에 의해 생성되고, 명시적으로 시뮬레이션 서비스와 연계된다.
Operation definition	Operation 정의는 시뮬레이션에 대한 기능적 모듈로서, shop floor의 resource의 작동 스케줄을 결정하고 과 재어 역할을 하는 세이기와 오퍼레이터의 program/command를 생성한다.
Product handling	Product handling은 Machining center같은 설비를 구동하는 NC 프로그램이 필요한 제품의 정보에 대한 부분을 다룬다. 이는 생산 프로세스를 시뮬레이션 하기 위해 필요한 work piccc의 초기 모델들을 제공한다.
Virtual shop floor simulation	Virtual shop floor 시뮬레이션은 shop floor 시뮬레이션을 구동한다. 이는 앞에서 언급된 디바이스 모델, 시뮬레이션 서비스, 구동 프로그램, 제품 정보를 포함하는 shop floor 모델을 통합한다.
Simulation Interface	시뮬레이션 인터페이스는 VMS의 사용자, 응용 프로그램 시비, 실제 설비 (디바이스)간의 상호 정보 교환을 중계하는 역할을 한다.

3. 시뮬레이션 모델링

시뮬레이션 모델 분류는 고려하는 관점에 따라 물류 시뮬레이션의 경우 레이아웃 검증, 생산 예측 등을 위해 주요 의사 결정을 지원하는 일회성 사용 목적을 가지는 경우와 생산 제품의 사양이 다양하고 생산 계획의 변동이 심한 제조 시스템의 신속한 물류 예측을 통한 일정 계획 결정을 위해 물류 디지털 모델을 지속적으로 사용하는 경우로 구분할 수 있다. 전자는 주로 단품 대량 생산의 경우로서 주로 자동차 생산, 전자 제품 생산 등에 해당하고(Fig. 1; top), 후자는 주문 생

산에 해당하는 경우로 다품 소량 생산의 경우로서 주로 선박 생산, 항공기 생산 등에 해당한다(Fig. 1; bottom).

단순히 일회성의 검증을 위한 디지털 모델을 구현할 경우에는 모델 자체의 유연성(Flexibility)과 견고성(Robustness)만을 고려하면 된다. 하지만, 일회성이 아닌 지속적인 사용을 위해 타 시스템과의 연계를 고려한다면 시뮬레이션 입력 정보 획득, 데이터베이스 연동 시뮬레이션, 모듈 기반의 시뮬레이션 모델링 기법과 같은 모델링 시 필요한 작업 프로세스 및 필요 기술이 추가적으로 요구된다.

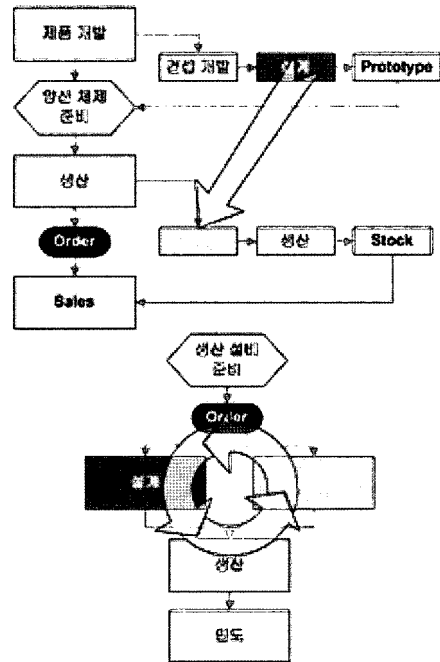


Fig. 1. Mass production – automotive industry (top), Order production – shipbuilding industry (bottom).

3.1 시뮬레이션 입력 정보 획득 방법론

본 논문에서 소개하는 내업, 옥외 시뮬레이션은 각각 주간/월간, 월간/년간 생산 물류에 대한 검증 및 예측을 목표로 한다. 선박 생산처럼 그 제조 과정이 복잡한 시스템은 생산 정보가 하나의 시스템이 아닌 여러 시스템에서 생성되고 전달 되는 프로세스를 가지고 있다. 이러한 생산 정보를 효율적으로 획득하여 시뮬레이션을 실행하기 위해서는 필요한 입력 정보를 조선소의 생산 계획 시스템으로부터 정확한 조건을 부과하여 추출하여야 한다. 이를 위해서는 기간 시스템으로부터 필요한 조건 정보를 받아 시뮬레이션 부

분의 로컬 데이터베이스 시스템으로 시뮬레이션 입력 정보를 추출 해 주는 모듈이 필요하다. 또한, 각 물류 시뮬레이션 모델은 복수의 서로 다른 정보 시스템의 계획 데이터 혹은 실적 데이터를 이용하여 시뮬레이션을 수행하기 때문에 주어진 조건에 대해 필요한 입력 데이터를 추출하기 위한 기본 개념이 요구된다.

정확한 시뮬레이션의 결과를 산정하기 위해서는 시뮬레이션을 통해 검증하고자 하는 기간의 시각 시점에 대한 정확한 입력 정보가 요구된다. 하지만, 이는 MES 시스템과 같이 생산 및 재고 실적을 정확하게 실시간 모니터링 하여 정보시스템에 전달해 줄 수 있는 방법론이 요구된다. 이는 본 논문에서 다루고자 하는 연구범위를 넘어서는 부분이기 때문에 시뮬레이션 입력 정보 획득 방법론에서는 다루지 않기로 한다. 다만, 본 논문에서는 시뮬레이션 결과의 신뢰성을 확보하기 위하여 검증을 원하는 기간보다 선행하는 적절한 기간에 대한 시뮬레이션을 포함함으로써 실제 생산 라인의 상황을 고려하지 않은 부분에 대한 부정확성을 보완하고자 하였다.

(1) 내업의 경우 시점별 및 공정별 시스템으로부터 서로 연관 관계를 가지는 계획 정보를 추출하기 위해 우선적으로 소조 계획 정보를 기준 정보로 하여 그에

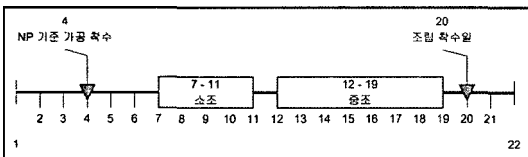


Fig. 2. Information extraction idea for the inner shop simulation.

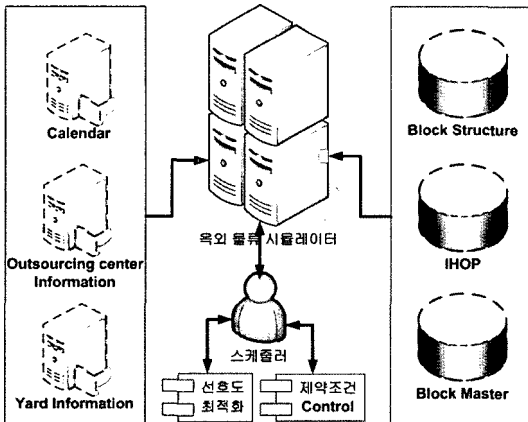


Fig. 3. Information extraction idea for the outdoor simulation.

연관 관계를 가지는 절단과 전처리에 대한 계획 또는 실적 정보를 추출한다. Fig. 2에서는 한 달이라는 기간에 대한 내업 공정에 대한 시뮬레이션을 위한 입력 데이터 추출 사상의 예를 노표로 보이고 있다.

(2) 옥외 물류의 경우도 내업과 마찬가지로 선평 레벨에서의 블록에 대한 정보를 포함하고 있는 서로 다른 정보 시스템에서 시뮬레이션을 위한 정보를 추출해야 하기 때문에 Fig. 3과 같이 복수의 파일 서버와 스케줄링 시스템으로부터 월간/연간 옥외 시뮬레이션을 위한 데이터를 추출한다.

3.2 시뮬레이션 모델과 데이터베이스와의 연동 시뮬레이션

선평은 그 자체가 수 백개의 블록으로 이루어진 조립체이다. 또한 각 블록은 수~수십개의 개별 블록의 조립체이고 각 개별 블록은 수십개의 부재의 조립체이다. 이러한 선평 생산에 대하여 특히 개별 블록 조립 이하 단위 공정에 대한 시뮬레이션을 수행하기 위해서는 서로 다른 생산 정보를 가지는 개별 단위의 중간 단계 가공품의 수가 수만~수십만의 단위를 가지기 때문에 이러한 각각의 가공품에 대한 객체를 시뮬레이션 모델 내부에 생성을 하는 기존의 모델링 방법으로는 한계가 있다.

본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위하여 데이터베이스 시스템을 시뮬레이션 모델과 연계시켜 시뮬레이션을 수행하는 기법을 사용하였다. 각 부재 또는 조립체의 정보는 데이터베이스에서 관리를 하면서 시뮬레이션 모델에서는 필요한 생산 정보를 필요한 시점에 데이터베이스에 요청을 하여 정보를 얻어오고 업데이트가 필요한 정보는 데이터베이스에 역방향으로 기록을 하게 된다. 데이터베이스에서 관리하는 정

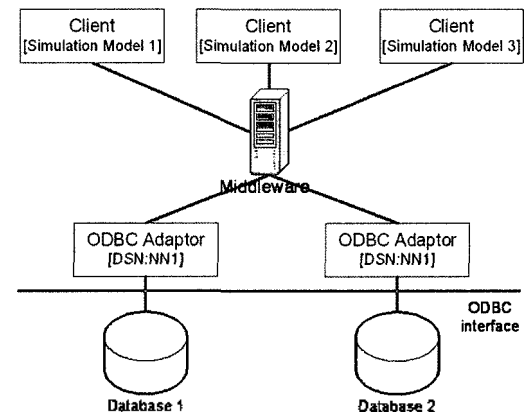


Fig. 4. Interaction between a digital model and database.

보와 시뮬레이션 모델에서 데이터베이스와 연계에 대한 다이어그램을 Fig. 4에 보이고 있다.

3.3 모듈화를 통한 시뮬레이션 모델 개발

물류 시뮬레이션 모델링을 함에 있어 모델링 자체에서 가장 중요한 부분은 제조 시스템의 물류 거동을 구현하기 위한 로직 작성이다. 대상 제조 시스템의 규모가 커질수록 해석하고 구현해야 할 로직 요소들은 증가하게 된다. 이것은 모델링 시간을 증가시켜 규모가 큰 물류 모델링을 구축함에 있어 한계를 가져온다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 미리 분석이 가능한 제조 시스템의 거동에 대하여 모듈화 하여 요소 모델들을 구현하고 라이브러리화 하여 규모가 큰 제조 시스템의 물류 모델링 시 재활용함으로써 모델링 시간을 단축시킬 수 있어야 한다. 본 연구 과제에서는 선박 생산 분야에 대한 디지털 생산 연구를 시작한 단계에 있으므로, 현재 대상이 되는 조선소 공장들에 대한 모델링을 진행하며 이러한 로직 모델을 라이브러리화 하는 작업을 진행 중에 있다. Fig. 5에 QUESTTM로 구현된 로직 모듈 모델을, Fig. 6에 모듈 라이브러리가 포함된 시스템 구조에 대한 개념도를 보이고 있다.

Fig. 7에 본 연구과제에서 QUESTTM으로 모델링된 가공-소조 시뮬레이션 모델을 보이고 있다. 가공-

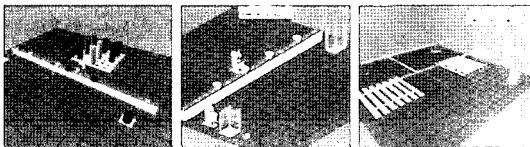


Fig. 5. Modular logical model for the reusable library.

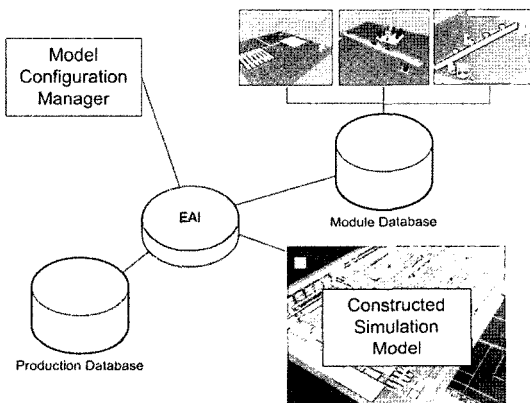


Fig. 6. Modular logical model structure [Conceptual diagram].

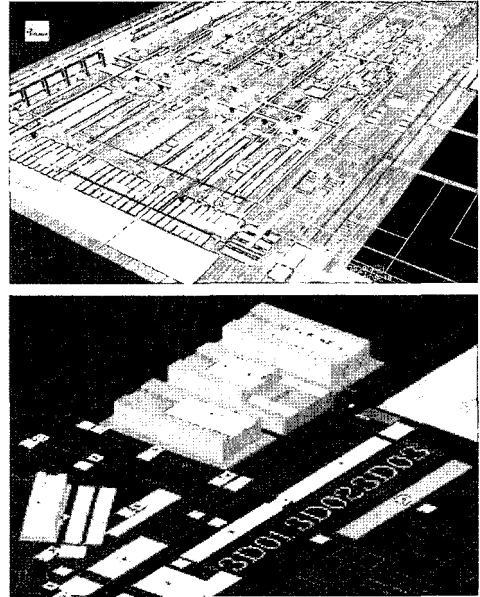


Fig. 7. Simulation model (top: indoor shop, bottom: outdoor).

소조 모델은 시뮬레이션 프레임워크를 위한 고려 사항을 포함하고 있다. 각 모델은 필요에 따라 데이터베이스 연동 또는 모듈 라이브러리 등을 복합적으로 활용함으로써 유연하게 구축될 수 있었다. 하지만, 선박 생산의 복잡함 때문에 장기간 현업 적용을 통하여 발생하는 문제점들을 수집하여 개선 할 필요성을 가진다.

4. 시뮬레이션 아키텍처

선박 건조 공정의 일정 계획 업무에서 시뮬레이션 방법론이 효과를 가지기 위해서는 다양한 시스템들이 연동이 되어야 하기 때문에 3장의 시뮬레이션 모델링을 통한 시뮬레이션 모델만으로는 부족하다. 이를 가능하게 하기 위해서는 서로 다른 환경에 있는 일정 계획 시스템, 미들웨어, 클라이언트, 시뮬레이션 엔진에 대한 비즈니스 로직을 처리하기 위한 서버 역할을 할 수 있는 시스템이 필요하다. 따라서, 본 논문에서는 자바 서블릿 및 자바 빈즈 기술을 이용하여 다양한 시뮬레이션 모델에 대한 지원 시스템으로서의 시뮬레이션 시스템 아키텍처 정의 및 프로토타입 작성을 목표로 하였다.

이를 위해 클라이언트/서버 아키텍처의 웹 기반 시스템을 개발하고 연계되는 데이터베이스 및 시뮬레이션 엔진에 대한 인터페이스를 설계하고 구현하였다.

개발하고자 하는 시뮬레이션 시스템 아키텍처는 Fig.

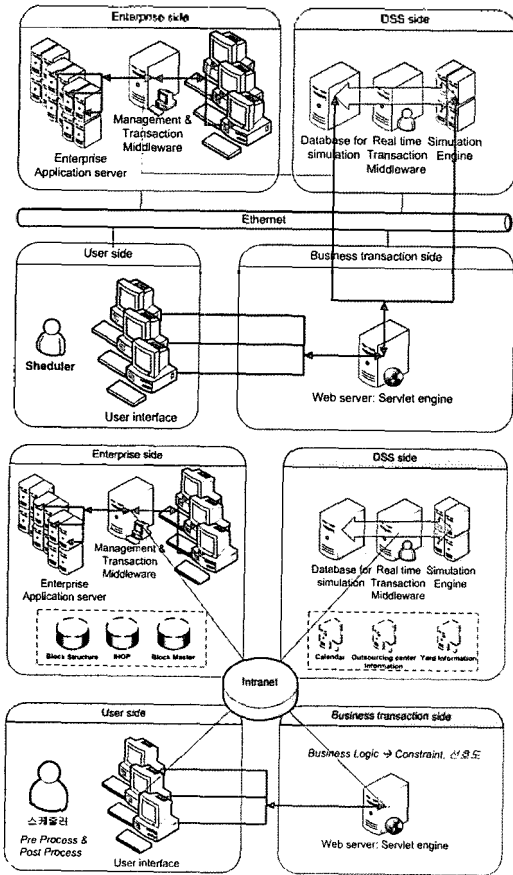


Fig. 8. System Architecture for simulation model and user interface (Top: Generic framework, Bottom: Extended framework for an outdoor simulation).

8(Top)에 보이듯이 사용자 환경을 담당하는 클라이언트 부분, 시뮬레이션 엔진 및 서버와의 중계 역할 및 비즈니스 로직 부분을 담당하는 마들웨어 부분, 시뮬레이션 엔진 및 계획 정보 데이터베이스 및 메시지 트랜잭션을 처리하는 서버로 이루어진다. 이러한 시뮬레이션 시스템 아키텍처는 사용자의 일정 계획 수립을 위한 의사결정 지원 도구로서 원하는 시뮬레이션 모델을 선택, 실행 및 결과 추출의 과정을 웹에서 실행할 수 있는 기능 및 시뮬레이션 결과를 가시적으로 그래픽화 시켜주는 기능을 제공한다. 시뮬레이션 통합 라이브러리를 통해 작업자가 원하는 시뮬레이션 모델을 선택하면 시뮬레이션 모델 접근이 가능해지고 원하는 기간의 작업의 결과를 손쉽게 확인할 수 있다. 시뮬레이션 결과는 작업자가 식별하기 쉬운 각종 그래프 및 차트로 구성되어 되어 있고, 해당 데이터들은 생산정보 데이터베이스에 저장된다. Fig. 8(Bottom)에

서는 Fig. 8(Top)의 일반적인 프레임워크를 옥외 물류 모델을 위한 프레임워크에 확대 적용한 다이어그램을 보이고 있다. 이러한 시뮬레이션 시스템 아키텍처를 위해 필요한 구동 시나리오를 Fig. 9에 보이고 있다.

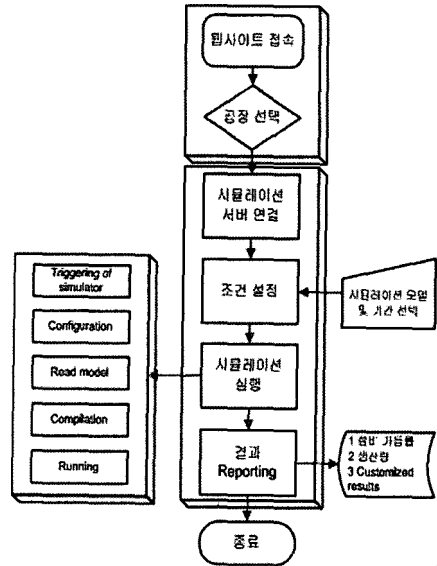


Fig. 9. Operation procedure for simulation system architecture.

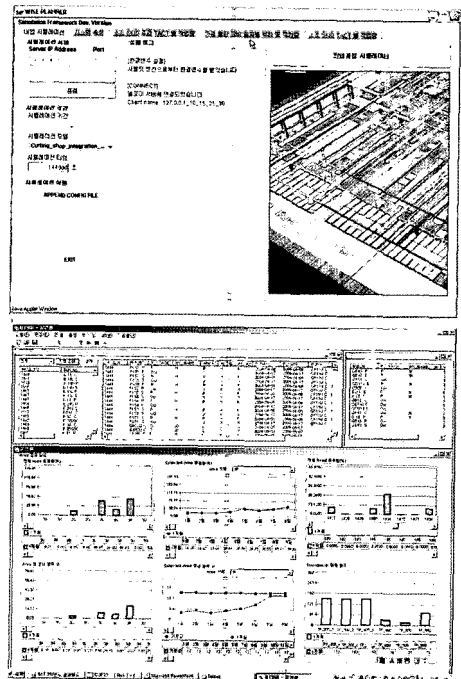


Fig. 10. Client module (top: client for indoor shop, bottom: client for outdoor).

시뮬레이션 시스템 아키텍처의 구성요소 중 클라이언트 모듈은 서버 모듈을 운영하기 위해 사용자에게 제공되는 자바 애플릿 사용자 환경이다. 주요 기능으로는 시뮬레이션 서버 정보 관리, 시뮬레이션 조건 설정, 모델 관리, 시뮬레이션 명령어 컨트롤, 결과분석 등이다. Fig. 10은 각각 내입, 옥외에 대한 클라이언트 모듈의 사례를 보이고 있다.

5. 활용 방법론

앞 장에서 소개한 선박 건조 공정을 위한 시뮬레이션 모델링 방법론 및 시뮬레이션 시스템 아키텍처를 실제 생산 계획 업무에 적용하기 위해서는 기존 일정 계획 업무 프로세스로의 위치 정립이 필요하다.

Fig. 11에서는 소조립 생산 계획 전산 시스템으로부터 소조립 배치 및 순서 결정에 대한 정보를 받아서 일정 계획을 작성한 후 작성된 계획 정보를 시뮬

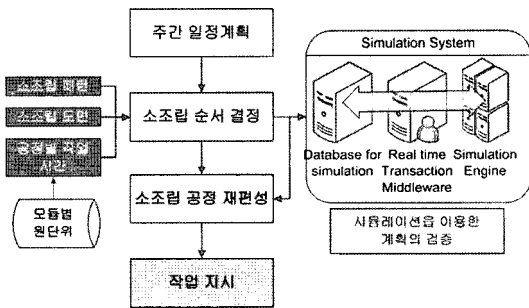


Fig. 11. Role of simulation model in a sub assembly planning process.

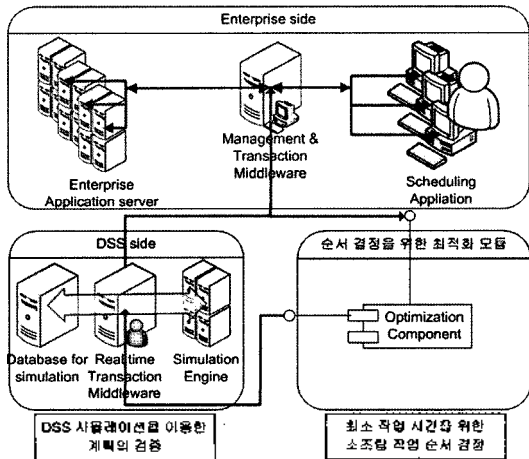


Fig. 12. Simulation framework for a sub assembly.

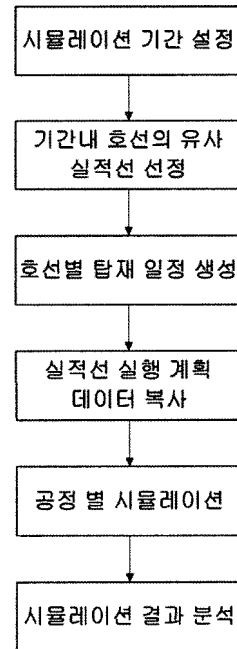


Fig. 13. Global strategy for the shipbuilding simulation.

레이션 모델을 이용하여 검증하고 문제점(공정 정체, 과부하, 부재 미 공급 등)을 파악하여 다시 소조립 계획을 재 조정하는 절차를 보이고 있다. 또한, Fig. 12에서는 Fig. 8에서 설명한 시뮬레이션 프레임워크를 확장하여 소조립 계획 부분에서 선박 건조 공정에 대한 시뮬레이션 모델이 응용될 수 있는 예제를 보이고 있다.

Fig. 13에서는 선평 단계에서의 의사 결정을 위한 활용 전략을 보이고 있다. 선평 상에 어떠한 새로운 선박에 대한 수주를 결정하고자 할 때 그 시점에서는 대상 선박에 대한 어떠한 생산 정보도 생성이 되어 있지 않다. 따라서, 유사 실적선을 선택하여 그 호선에 대한 탑재 일정을 새로이 생성하고 그에 해당하는 실적선의 실행 계획 데이터를 재 생성한다. 그리고, 이 생산 정보를 이용하여 관심이 있는 선박 제조 공정에 대한 시뮬레이션을 수행하여 Fig. 12과 마찬가지로 문제점을 파악하여 새로운 선박 수주 결정에 대한 의사 결정을 지원한다.

6. 적용효과

앞서 소개한 시뮬레이션 모델링 방법론 및 시뮬레이션 시스템 아키텍처를 각각 내입과 옥외에 대하여 적용한 실제 사례에 대해 소개하고자 한다.

6.1 내업 적용 효과

내업 사례에서는 내업의 한 달간의 생산 계획 보에 대한 시뮬레이션을 수행하였다. 그리고, 그 기간에 대한 절단 설비와 소조립 작업장의 부하율, 구간별 강제/부제 대기장에 대한 용적률 변화를 추적하여 생산 계획 담당자가 이 결과를 참고하여 생산 계획 정보를 개선할 수 있는 효과를 얻을 수 있도록 하였다. Fig. 14에서는 내업 시뮬레이션을 통하여 생산 계획 담당자가 접하는 결과 화면을 보이고 있다.

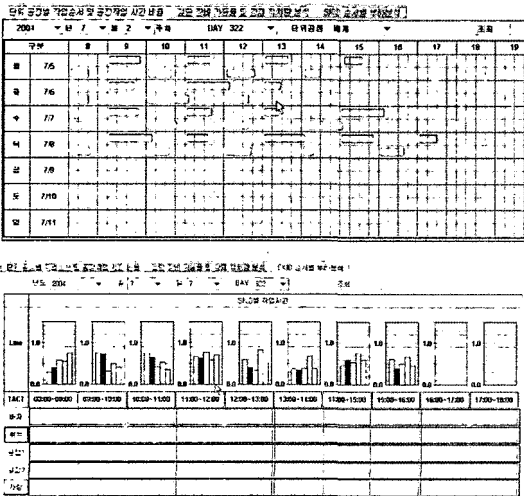


Fig. 14. Result of an indoor shop simulation.

6.2 옥외 적용 효과

옥외 사례에서는 총 6개월 기간의 일정 계획 데이터를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였으며 전체 물량에 대한 일자별, 작업장 별 운용율 및 일자별 부하, 가공 제품 수 및 용적률 등의 각 주요 작업장에 대한 결과값 및 옥외장도로 운용율, 트랜스포터사용횟수 등

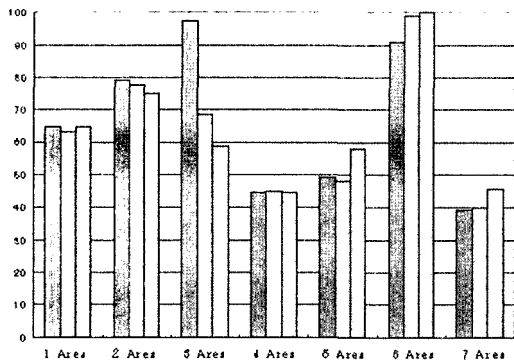


Fig. 15. Work stage utilization during 3 month.

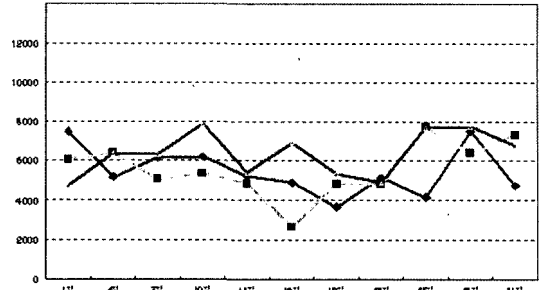


Fig. 16. Work stage area variation along time axis.

의 결과들을 추출하였다. Fig. 15는 주요 작업장에서의 운용율을 나타내고 있고, Fig. 16에서는 특정 작업장에 대한 일자별 점유율 변화 추이를 볼 수 있다.

7. 결 론

본 논문에서는 선박 생산을 위한 시뮬레이션 모델링 방법론으로서 입력 정보 획득, 데이터베이스 연계, 모듈 라이브러리와, 시스템 측면에서 사용자 환경 구축을 위한 시뮬레이션 프레임워크에 대한 설명을 하고 패러다임, 내업, 옥외 공정에 대한 사례를 소개 하였다. 본 연구에서는 특정 프로세스를 대상으로 프로토타입을 개발했는데, 이를 전체 조선소 설비와 프로세스를 대상으로 디지털 모델링 구현을 확대하고 검증하여 진정한 디지털 조선소를 구축할 계획이 남아있다. 또한 비즈니스 프로세스 분석을 통해 적용 개소 확대를 검토 및 시점별, 공정별 정확성과 운용성을 향상시켜 활용 효과를 극대화 시켜야 할 것이다.

1년에 수십 척이 넘는 선박을 수주하여 하나의 공정에 서로 다른 선박의, 서로 다른 부품과 부재들이 연속적으로 흘러가는 조선업 제조공정의 현 상황에서, 이러한 디지털 생산 기술을 활용한 선박 건조 공정의 새로운 패러다임은 여러 엔지니어링 문제들을 해결하고 가시적인 디지털 모델은 통해 각 부분간의 원활한 의사소통 및 최적의 결정을 수행할 수 있도록 지원함으로써 이것이 곧 납기준수, 품질향상, 원가절감으로 이어져 경쟁력 향상에 보다 크게 이바지할 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

본 연구는 “고부가가치 선박 개발용 디지털 통합건조 공법개발”의 일환으로 수행되었으며, 산업자원부·정보통신부의 연구비 지원에 감사 드립니다.

참고문헌

1. 신종계, 이강현, 우종훈, “디지털 선박생산 (Digital Shipbuilding) 개념”, 대한조선학회논문집, 제38권, 제1호, pp. 54-62, 2001.
2. 우종훈, 이광국, 정호람, 이강현, 신종계, 권영대, “디지털 조선소 구축을 위한 물류 모델 프레임워크”, 대한조선학회 춘계 학술대회 논문집 pp. 436-448, 2004.
3. 신종계, “Introduction to Digital Shipbuilding”, 한국 CAD/CAM 학회 Workshop 자료집, 한국 CAD/CAM 학회, pp. 299-340, 2001.
4. Shin, J. G. and Sohn, S. J., “Simulation-Based Evaluation of Productivity for the Design of an Automated Fabrication Workshop in Shipbuilding”, Journal of Ship Production, Vol. 16, No. 1, pp. 46-59, Feb. 2000.
5. Iwata, K., Onosato, M., Teramoto, K. and Osaki, S., “A Modeling and Simulation Architecture for Virtual Manufacturing Systems”, Annals of the CIRP, Vol. 44, pp. 399-402, 1995.
6. IMTI, Inc., “Integrated Manufacturing Technology Roadmapping Project - Modeling & Simulation”, <http://www.IMTI21.org>, 2000.
7. Dahmann, J., “High Level Architecture - Overview and Rules”, <http://www.dms0.mil/>, Sept. 1997.
8. 홍윤기, 권순중, “생산 시스템 시뮬레이션을 위한 High Level Architecture/Run-time Infrastructure의 적용”, IE Interfaces, Vol. 13, No. 3, pp. 528-538, September 2000.
9. 이상현, 이진우, “상위체계구조를 이용한 컨테이너 터미널 운영방안 연구”, IE Interfaces, Vol. 17, No. 1, pp. 128-141, March 2004.
10. Pace, D. K., “Verification, Validation, and Accreditation (VV&A)”, in Applied Modeling and Simulation: An Integrated Approach to Development and Operation, D. J. Cloud and L. B. Rainey, eds.; pp. 369-410, McGraw-Hill, New York, 1998.



우 종 훈

1998년 서울대학교 조선해양공학과 학사
 2000년 서울대학교 조선해양공학과 석사
 2005년 서울대학교 조선해양공학과 박사
 2005년-현재 (주)지노스 책임연구원
 관심분야: 디지털 생산, PLM



오 대 균

1999년 충남대학교 선박해양공학과 학사
 2002년 충남대학교 선박해양공학과 석사
 2002년-현재 서울대학교 조선해양공학과 박사과정
 관심분야: PLM, PDM



이 춘 재

1997년 홍익대학교 기계공학과 학사
 2002년 홍익대학교 기계공학과 석사
 2002년-현재 (주)지노스 선임연구원
 관심분야: 디지털 생산, PLM



최 양 렬

1988년 서울대학교 조선해양공학과 학사
 1990년 서울대학교 조선해양공학과 석사
 2001년 서울대학교 조선해양공학과 박사
 2002년 국립 목포대학교 기계선박해양공학부 교수
 2002년-현재 (주)지노스 대표이사
 관심분야: PLM, 디지털 생산, APS, PDM



신 종 계

1977년 서울대학교 조선해양공학과 학사
 1979년 서울대학교 조선해양공학과 석사
 1989년 Massachusetts Institute of Technology, Department of Ocean Engineering 박사
 1993년-현재 서울대학교 조선해양공학과 교수
 관심분야: 구조역학, 선상기밀, 곡면전개, PLM, 디지털 생산, APS, PDM