

디지털 조선소 구축을 위한 물류 모델 프레임워크

우종훈^{†*}, 이광국^{*}, 정호림^{**}, 권영대^{***}, 신종계^{*}

서울대학교 조선해양공학과^{*}
홍익대학교 기계공학부^{**}
삼성중공업 조선사업부 정보시스템^{***}

A Framework of Plant Simulation for a Construction of a Digital Shipyard

Jong Hun Woo^{†*}, Kwang Kook Lee^{*}, Ho Rim Jung^{**}, Young Dae Kwon^{***}
and Jong Gye Shin^{*}

Seoul National University, Naval Architect and Ocean Engineering^{*}
Hong Ik University, Mechanical Engineering^{**}
Samsung Heavy Industry, Geoje Shipyard, Information System^{***}

Abstract

Recently, world leading companies on manufacturing field are trying to adopt a PLM methodology, which is a new production paradigm, for a survival and strengthening the competitiveness. Some projects for a digital shipyard including a methodology of a digital simulation framework are going on by Seoul national university and Samsung heavy industry. A Database methodology for a scheduling data, an interfacing methodology for a simulation input and output, and a synchronized simulation related methodology are required for enhancing the value of the digital simulation for shipbuilding. In this paper, such a methodologies and a related case study for a fabrication factory and an assembly factory are presented.

※Keywords: Product lifecycle management(제품생명주기관리), Digital manufacturing(디지털 생산), Framework(프레임워크), Digital shipyard(디지털 조선소), Digital shipbuilding(디지털 선박 생산), Cutting shop(절단 공장), Element shop(소조 공장)

접수일: 2004년 10월 6일, 승인일: 2005년 1월 13일

†주저자, E-mail: whdgns2@snu.ac.kr

Tel: 882-3565

1. 서론

오늘날 세계적인 자동차, 항공 등 기계분야 제조사들이 PLM 개념을 적극 도입하여 생산성 향상

과 경쟁력 향상을 가져오고 있으나 국내 조선 제조업의 경우에는 아직까지는 PLM 또는 가상 생산의 개념을 실제 설계, 생산에 도입한 예가 거의 없다. 그러나 외국의 경우 미국의 MARITECH¹ 등의 프로젝트, 유럽의 ESPRIT², MARITIME 등의 프로젝트 등을 통해서 볼 수 있듯이 국가적 차원에서, 특히 국방 산업의 막대한 자본을 등에 업고 하이테크의 조선 공학에 기반 한 새로운 조선 산업 인프라 구축을 위해 십 수년 전부터 개발을 해오고 있다. 일례로 미국 해군은 가상 건조 시스템의 필요성을 절실하게 느끼고 프랑스의 Dassault Systemes 과 공동으로 가상 건조 시스템 구축에 필요한 선체 설계 시스템의 개발에 나섰다³ NSRP (National Ship Research Program)을 통해 Michigan 대학 등에 디지털 조선소(Digital Shipyard) 구축을 대대적으로 지원하고 있다. 이를 통하여 선박 건조에 소요되는 시간을 단축시키고 검증된 디지털 건조 기술을 상선의 건조에 적용하여 군함 및 상선 건조 분야에서 새로운 기술의 리더로 부각하고자 노력하고 있다(신종계 등 2001).

지난 20 세기의 조선 산업은 규모의 산업이었다. 대규모의 자본을 투자해서 조선소를 건설하고 많은 인력을 투입해서 거대한 선박 구조물을 공업적인 관점에서 얼마나 빨리, 얼마나 저렴한 비용으로 만들어 내는가 하는 것이 경쟁의 핵심이었다. 오늘날도 대부분의 산업이 그렇듯이 시간과 비용의 절감이 기술 개발의 목적인 것은 변함이 없지만, 조선 산업은 그 자체의 보수성 때문에 he 기계/제조업 분야에 비해서 새로운 기술 개발과 인프라 구축에 게을리 해 왔던 것이 사실이다. 그러나, 21 세기 조선 산업은 세계가 단일 시장이며, 국제 경쟁력을 갖추지 않으면 안될 중요한 사점이 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 비롯돼야 한다(신종계 2001).

이를 위해 선박 건조의 PLM 개념에 기반 한 e-Manufacturing 도입 및 전사적 구조 강화가 필수적이다. PLM 이란 제품의 개발, 기획부터 시제품, 생산, 소멸까지의 제품 생명주기와 그것을 조율하고 조합하는 업무 프로세스를 포함하는 제품 개발 관리를 의미한다. PLM 의 목표는 모든 제조업이 추구하는 바가 그러하듯 제품을 만드는 과정에 있어서 또는 어떠한 서비스를 제공하는 일에 있어서 가장 빠른 시간에 가장 적은 비용을 이용하여 가장 정밀/정확한 제품/서비스를 제공하는데 있다고 할 수 있다(IBM 2003).

PLM 에 기반 한 e-Manufacturing 이란 제조 생산 계획과 실행에 대한 정보 주도형 테크놀러지의 적극적인 이용을 의미한다. e-Manufacturing 은 제조 환경 내에 정보 집약적인 테크놀러지를 적용함으로써 계획, 구입, 생산에 이르는 전반적인 제조 프로세스의 효율을 향상 시키는 데에 그 목적이 있다. 이러한 e-Manufacturing 제조 환경을 구축하기 위해서는 Fig. 1의 네 가지 핵심 요소가 뒷받침 되어야 한다(홍지수 2003).

e-Manufacturing 을 위해 이 네 가지 핵심 필요 요소 중 1 과 3 은 주로 전사적 PDM/MES 와 하드웨어적인 모니터링, 자동화 시스템에 대한 집중 전략을 의미한다. 본 논문에서는 이들 요소 중에서 2 와 4, 즉 디지털 생산과 Value Chain Integration 부분에 집중하여 디지털 생산을 중심으로 ' 고부가가치 선박 개발용 디지털 통합건조 공법개발 과제' (Fig. 2)의 선박 생산 공정에 대한 디지털 물류 모델 및 통합적 물류 모델 프레임워크 구축에 대한 내용을 소개하고자 한다.

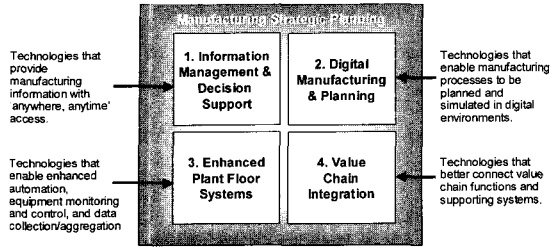
2. 디지털 조선소 및 연구 범위

디지털 조선소라 함은 조선소 설비와 프로세스를 컴퓨터 모델화 하고, 선박 건조 시 발생할 수 있는 시나리오들을 설정하여 컴퓨터 모델을 이용하여 미리 시뮬레이션 수행하여 잠재된 문제점들을 해결하고, 최적의 프로세스를 구축하는 것을 의미한다. 좀 더 구분적으로 이 컴퓨터 모델을

¹ www.marad.dot.gov/nmrec/maritech/proji.html

² www.cordis.lu/esprit/home.html

³ <http://www.3ds.com/news-events/press-room/release/342/>



		세부 구분	기대 효과
1	Information Management & Transparency	✓ 실시간 환경에서 수집되는 정보로부터의 주요 비즈니스 이벤트에 기반 한 중요 정보 모니터링	✓ 사건의 문제점의 발견을으로써 예상 발생 손해 비용 감소
		✓ 원격 모니터링(Remote Frequency Identification)과 같은 무선 기술을 적용한 이동식태깅 작업: 바코드를 적용 한 제품, 부품, 재료 등에 대한 확인 및 실시간 추적	✓ 여러 관소 (e.g. 재고 모니터링 및 추적 지원) ✓ 실시간에 적용, 부품 수급 및 공급 (e.g. Just in Time)
2	Digital Manufacturing & Planning	✓ 컴퓨터 시뮬레이션 활용 이용한 시뮬레이션 Planning과 생산 계획 연계 (e.g. 인간공학 시뮬레이션, DES 시뮬레이션, 로보 시뮬레이션)	✓ 프로세스 연계 업무 개선 ✓ 프로세스 연계 및 결정 과정에 대한 의사 결정 지원 ✓ 개선에 대한 신뢰성 부여
		✓ 기존 MES의 기능 확장	✓ 생산 분석 및 경영에 의한 비용 감소
3	Enhanced Plant Floor System	✓ 생산성/유연성 증대를 위한 자동화 테크놀로지 지원 확대 적용	✓ 생산성 및 생산량 증대
		✓ 재조 PPR(Product, Process, Resource) 정보 통합 및 한층 높은 재조 프로세스 계획 활용 지원하여 제조 혁신/효율성 개선	✓ 재조 생산 계획 소요 시간 감소
4	Value Chain Integration	✓ 플랫폼을 전사적 기업 업무 시스템의 개선된 연계성 확보 (e.g. 제조 현장에 대한 업무 시스템의 실시간 모니터링)	✓ 재고 축소 ✓ 의사 결정 프로세스 개선

Fig. 1 Key component of e-Manufacturing

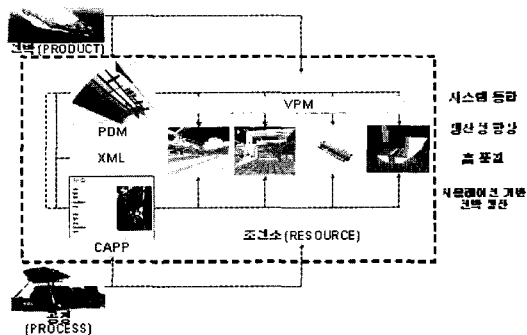


Fig. 2 Digital shipbuilding [Conceptual]

디지털 조선소라 하고 이를 이용한 시뮬레이션 수행을 디지털 선박 생산이라고 한다. 디지털 선박 생산은 다음과 같이 정의할 수 있다(신중계 등 2001).

“ 디지털 선박 생산이란 선박 생산 과정을 구현하는 컴퓨터 모델을 만들고, 이 모델을 이용하여 전체 생산 과정을 하나의 통합 데이터를 통해 구현하는 시스템이다.”

즉 디지털 선박 생산이란 과학적인 선박 생산, 연속적이고 일관된 선박 생산을 위한 디지털(또는 컴퓨터) 기반의 생산 통합 시스템의 개념이라고 할 수 있다. 따라서 디지털 선박 생산에는 설계, 생산, 공학에 관련된 요소 기술들과 더불어 각 분야의 통합/관리 등이 포함된다. 또한 여기에는 기존 작업자의 개인적 기술과 경험에 의존하던 작업들에 대해 컴퓨터를 이용한 새로운 작업 대안들도 포함되게 된다.

현재 진행되고 있는 ‘고부가가치 선박 개발용 디지털 통합건조 공법개발’ 과제에서는 포괄적으로는 디지털 조선소 구축을 목적으로 조선소의 모든 설비에 대한 분석 및 모델링 작업을 통해 주요 설비 및 주요 공장/물류에 대한 디지털 시뮬레이션 모델을 구축하고 이에 대한 적용 방안을 제안하고 있다. 과제의 결과물로서 Shin(2002), Thomas et al.(2003) 은 조선소의 성형 공장에 대한 분석 방법론 및 디지털 모델 구축/결과 분석에 대한 연구를 수행한 바 있다.

본 논문에서는 Fig. 3의 선박 생산 전 공정 중에서 평판 절단 공장과 소조립 공장을 대상으로 디지털 물류 모델 및 통합적 물류 모델 프레임워크 구축에 초점을 맞춘 연구 내용을 다루고자 한다.

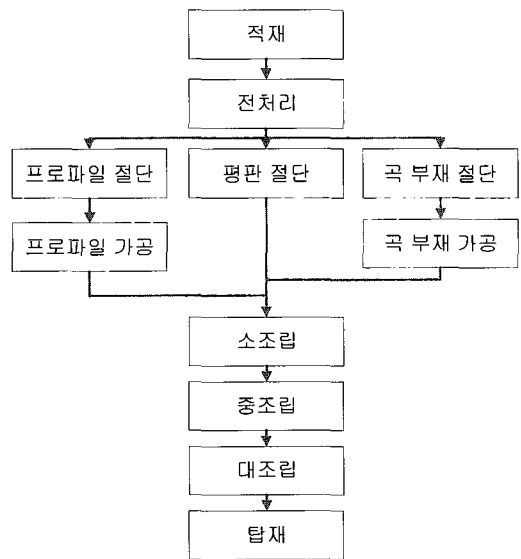


Fig. 3 Shipbuilding process (Research scope)

2.1 가공 공장

가공 공장은 선체를 구성하는 모든 hull 및 내부재에 대한 절단 작업을 수행하는 공장이다. 가공 공장에 투입되는 자재는 전처리 작업을 거친 절단되지 않은 평판이며 가공을 통해 각 선체 구성 요소 별로 적합한 부재로 절단 된다. 가공 공장의 설비는 각기 절단 능력이 구분되는 수종의 절단 장비들로 구성된다. 절단 두께 및 절단 대상에 따라 가스 절단기, 플라즈마 절단기 등이 선별적으로 사용된다. 또한 자주 사용되는 절단기의 경우에는 같은 종의 절단기가 병렬적으로 여러 대가 배치된다. 가공 공장에 투입되는 각 평판들은 W/O 라는 고유의 작업 번호를 부여 받게 되고 각자의 작업 계열에 따라 서로 다른 절단기에 할당이 된다. 다만 동일한 절단기 계열일 경우에는 각 절단기의 상황에 따라 선택적으로 할당이 된다.

가공 공장 디지털 시뮬레이션 모델은 위와 같은 특징을 고려하여 물류 모델로써 구축되었고 W/O 와 일정 정보 및 가공 정보를 입력 정보로 하여 구동된다.

정호림(2004)은 가공 공장의 각 절단 장비에 대한 디지털 모델을 구축하고 이를 이용한 절단 시간 산출에 대한 연구를 수행한 바 있다.

2.2 소조립 공장

소조립 공장은 선체를 구성하는 블록의 가장 기본이 되는 작은 단위의 조립을 수행하는 공장이다. 소조립 공장에 투입되는 자재는 절단 작업을 거친 평판과 다양한 부재들이며 일련의 가공을 통해 각 선체 구성 요소 별로 적합한 기본 블록으로 조립이 된다. 소조립 공장은 동일한 구성을 가지는 여러 개의 라인으로 구성이 되고, 각 라인은 판계, 배재, 취부, 용접, 마무리 작업의 순으로 작업장이 구성되고 컨베이어 형태로 흐르게 된다. 소조립 공장의 각 작업들은 주로 작업자에 의해 수행되는 수작업이 많기 때문에 작업자 할당에 따라 생산 계획 및 생산 실적이 많은 영향을 받는 특징을 가진다.

소조립 공장 각 라인을 흐르는 작업 단위는 skid 단위이고, 각 구성 부재는 element 라는 고유 부재 정보를 부여 받는다. 이러한 element 정

보는 앞서 설명한 성형, 가공 공장의 투입되는 가공 단위인 W/O 와 구조적인 연계성을 가진다.

소조립 공장 디지털 시뮬레이션 모델은 위와 같은 특징을 고려하여 물류 모델로써 구축되었고 element 와 일정 정보 및 각 element/skid 의 가공 정보를 입력 정보로 하여 구동된다.

소조립 공장에서 유일한 자동화 장비는 고속 토치 로봇이다. Shin et al.(2003)는 고속 토치 로봇에 대한 디지털 모델을 구축하고 이를 이용한 가공 시간 산출 자동화에 대한 연구를 수행한 바 있다.

3. 디지털 조선소 프레임워크 구축 방법론

본 연구에서 개발 중인 디지털 시뮬레이션 모델은 스케줄링 정보의 검증 및 보완, 새로운 공법 적용을 위한 가능성 검증 등에 실제 부가가치 창출 방안과 연계되어 사용되고 있고 앞으로는 이러한 단계를 통해 선박 생산을 위한 전사적 의사결정, 선박 건조 스케줄링에 활용될 수 있는 효용성을 가지는 모델을 목표로 하고 있다. 이를 위해 기존의 시뮬레이션 기술 외에도 PDM, ERP 등 기간 시스템과의 인터페이스 구축, 최적화 기술, 동기화 기술, 분산 기술 등에 대한 기초 연구 및 적용성 테스트가 활발하게 진행되고 있다.

이런 연구의 일환으로 기존에 사용되고 있는 시스템과의 유연한 연계성을 확보하기 위하여 디지털 조선소를 위한 프레임워크, 특히 디지털 물류 모델을 중심으로 하는 프레임워크에 대한 소개를 하고자 한다.

디지털 물류 시뮬레이션을 위한 프레임워크는 입력 정보 인터페이스, 디지털 모델, 그리고 이 두가지 요소가 포함된 주변 시스템과의 동적 연계를 위한 시스템 관점에서의 프레임워크 구축으로 이루어진다. 이에 대한 상세 내용은 다음 절과 같다.

3.1 입력 정보 인터페이스

디지털 물류 모델을 중심으로 하는 프레임워크를 구축하기 위해서는 우선적으로 선박 생산 계획에 대한 데이터를 분석하고 이러한 데이터들이 디지털 물류 모델과 연계되어야 한다.

	Table contents	DB Table name
결단일자	w/o list	dss_gagong_wo
w/o	각 w/o 별로 강제 Shot 일정을 가지는 강제 list	dss_wo_shot
w/o	w/o 별 강제 정보 list (강제 크기, 재질 등)	dss_gagong_in_plate
w/o	결단 완료 후 single part 발생 물량 list	dss_gagong_out_part
skkd	소조 물량 vs. single part 대응 list	dss_sojo_in_part
소조일자	소조 물량 list (skkd)	dss_sojo_basic
소조일지	소조 라인의 일차 제 할당 작업자 수 list	dss_sojo_worker

Fig. 4 Database list for a simulation input

일반적으로 사업의 규모가 대규모인 조선소들은 대부분 자체적으로 적용 분야별로 전사적 DB 시스템을 구축하고 있다. 본 과제의 초기에는 디지털 시뮬레이션을 위해 필요한 정보를 각 분야의 DB 담당자를 통해 스프레드시트의 형태의 자료로 전달 받아서 입력 정보로 활용을 해왔다. 하지만 이 과정에는 인력 및 시간이 비 효율적으로 운영되어 업무 효율을 저하시켜왔다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 기간시스템의 데이터와 시뮬레이션을 위해 필요한 데이터를 대응 시키는 작업이 요구된다.

Fig. 4 에 시뮬레이션을 위해 필요한 정보와 대응되는 기간 시스템의 DB 테이블을 보이고 있다.

3.2 모델 구축

모델 구축은 2 장에서 소개된 각 공장에 대한 물류 시뮬레이션 모델, 그리고 본 논문에서 다루 어지지 않는 않지만 세부 공정의 제품별 정밀한 가공 시간 산출을 위한 디바이스 레벨의 상세 모델을 포함한다. 디바이스 레벨의 조선소 상세 공정 모델 및 정밀 가공 시간 추출에 대한 내용은 Shin (2002), Shin et al(2003), 정호림(2004) 등이 각각 선상 가열, 고속 로봇 용접 그리고 절단 공정에 대한 상세 시뮬레이션 연구를 수행한 바 있다.

물류 시뮬레이션 모델링은 Fig. 5와 같은 절차를 통해 구축된다. 필요한 시뮬레이션 데이터의 제공이 가능해진 후 대상 공장에 대한 정식화를 통해 추상적 모델링을 수행하고 세부 물류 흐름을 고려한 요소 모델과 물류 로직을 작성한다. 작성된 요소 모델, 물류 로직을 통합하여 전체 통합 물류 모델이 완성되면 테스트를 통해 모델이 정상적으로 구동하는 것과 모델의 실제 현상에 대한 반영도를 지속적으로 체크한다. 테스트 과정을 거쳐 모델이 안정화 되면 조선 생산 스케줄링을

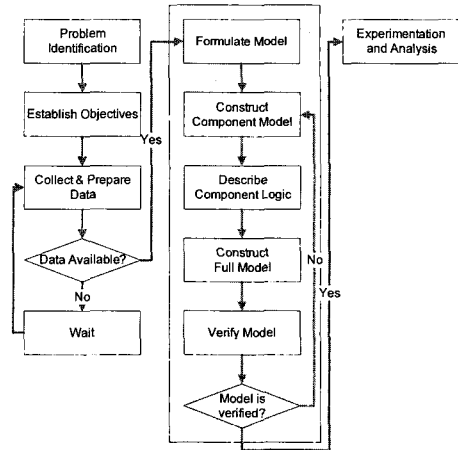


Fig. 5 Procedure for the construction of a simulation modeling

위한 실험도구로서 사용이 가능하다.

3.3 프레임워크 구축

디지털 공장 구동을 위한 입력 정보 인터페이스와 디지털 공장 모델 구축이 완료되면 각 요소의 동적 연계를 위한 시스템 관점에서의 프레임워크 구축을 수행한다. 기존에는 디지털 공장을 구동하는 과정이 주로 사용자의 수작업에 의해 독립적으로 수행이 되어왔다. 프레임워크 구축의 목적은 이러한 사용자의 불필요한 행위들을 제거 시키는 데 있다.

Fig. 6과 Fig. 7에서는 성형 공장에 대한 상세 공정과 물류 모델에 대한 시뮬레이션 프레임워크 예제를 보이고 있다. Fig. 6에서는 성형공장에서 사용되는 선상 가열 자동화 장치로부터 작업 해야 할 곡 판들의 정밀한 가공 시간을 산출하기 위해 생산 정보 시스템, 디바이스 시뮬레이션 모델, 컨트롤러, 시뮬레이션 DB 와 이런 각 요소의 정보 전달을 위한 미들웨어의 연계성과 정보의 흐름을 그림에 나타난 숫자의 순서대로 보이고 있다. Fig. 7에서는 생산 정보 시스템, 공장 시뮬레이션 모델 컨트롤러 시뮬레이션 DB 와 이런 각 요소의 정보 전달을 위한 미들웨어를 보이고 있다.

여기서 각 구성 요소의 연동을 위한 미들웨어로

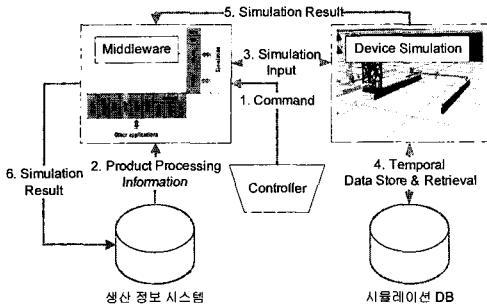


Fig. 6 Simulation framework for a device level simulation

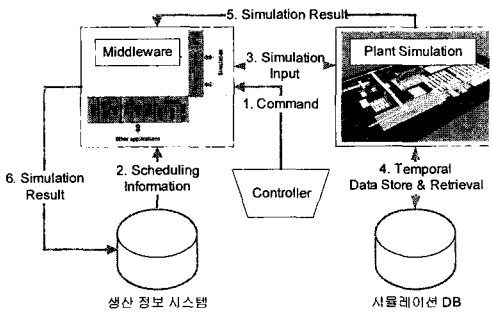


Fig. 7 Simulation framework for a plant level simulation

는 DELFOI 사의 DELFOI Integrator 엔진을 사용하였고 시뮬레이션 DB 로는 Microsoft 사의 ACCESS, 그리고 컨트롤러 설계 및 구현은 Microsoft 사의 Visual Studio 를 사용하였다.

4. 디지털 조선소 프레임워크 구축 사례

앞장에서 소개한 디지털 조선소 구축을 위한 프레임워크를 활용하여 기존에 구축된 조선소 가공 공장과 소조립 공장 디지털 물류 모델에 대하여 적용하였다. 아래에 가공 절단 공장과 소조립 공장에 대하여 입력 정보, 디지털 모델 그리고 프레임워크 구성에 대한 예제와 시나리오 용례를 보이고 있다.

4.1 가공 공장 프레임워크 적용 사례

가공 공장에 대한 입력 정보 인터페이스를 위해 Fig. 8과 같은 W/O 에 대한 계획 정보 및 가공 정

보를 입력으로 하는 정보를 조선소 DB 로부터 받아 별도의 Local DB 로 관리한다. 그리고 이러한 각 W/O 의 절단 가공 시간 정보는 별도의 절단 시뮬레이션을 통하여 Local DB 에 저장이 된다

이러한 W/O 를 가지는 Local DB 는 시뮬레이션 모델과 연동되도록 인터페이스를 가진다. 디지털 시뮬레이션 모델과 일련의 시뮬레이션 프레임워크를 각각 Fig. 8 ~ Fig. 10에 보이고 있다. 이러한 프레임워크는 디지털 환경에서의 공장과 실제 일정 정보를 가지는 제품 및 일정 계획 시스템, 그리고 W/O 별로 차별화 되는 가공 시간 산출을 위한 상세 모델을 일련의 정보 흐름으로 연계 시킴으로써 실제 조선소 계획 부서 또는 생산 부서에서 생산 예측 시스템 또는 생산 계획 검증 기능을 가능하게 한다. 본 프레임워크를 활용한 운용 시나리오 예제는 다음과 같다.

- ✓ 시나리오 1: 강재에 할당된 설비로 물류 이송
- ✓ 시나리오 2: 강재에 할당된 계열로 물류 이송
- ✓ 시나리오 3: 설비의 운용률을 고려한 시나리오 1 과 시나리오 2 의 혼합 시뮬레이션

구분	종류	재료	소재	W/O	FAPE NO	타입	시작	종료	우선순위	가공	이송	작업	시작	종료	이송	작업
0001	강재	강재	강재	강재	001	001	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0002	강재	강재	강재	강재	002	002	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0003	강재	강재	강재	강재	003	003	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0004	강재	강재	강재	강재	004	004	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0005	강재	강재	강재	강재	005	005	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0006	강재	강재	강재	강재	006	006	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0007	강재	강재	강재	강재	007	007	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0008	강재	강재	강재	강재	008	008	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0009	강재	강재	강재	강재	009	009	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0010	강재	강재	강재	강재	010	010	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0011	강재	강재	강재	강재	011	011	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0012	강재	강재	강재	강재	012	012	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0013	강재	강재	강재	강재	013	013	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0014	강재	강재	강재	강재	014	014	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0015	강재	강재	강재	강재	015	015	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0016	강재	강재	강재	강재	016	016	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0017	강재	강재	강재	강재	017	017	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0018	강재	강재	강재	강재	018	018	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0019	강재	강재	강재	강재	019	019	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
0020	강재	강재	강재	강재	020	020	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000

Fig. 8 Simulation input for a cutting shop

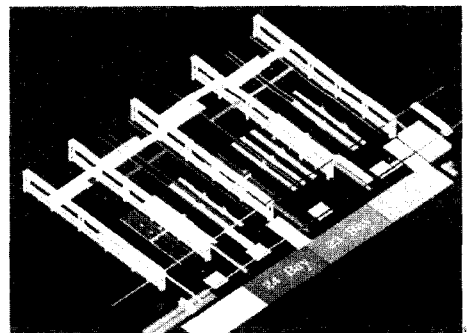


Fig. 9: Device model for a cutting shop

5.1 가공 공장 디지털 모델 프레임워크를 사용한 결과

시나리오 1 은 앞 절에서 언급한 것과 같이 실제 현장에서 사용되고 있는 방식으로서 부재(Product)에 할당된 기기만으로 물류 이동이 가능한 모델이며 시나리오 2 는 기기에 상관없이 부재(Product)에 할당된 공정 별로 물류를 흘린 모델이다. Table 1 을 보면 시나리오 1 에 비해 시나리오 2 의 생산량이 더 적음을 알 수 있다. 그리고 Table 2 의 절단 장비 별 가공 제품 수를 보면 시나리오 1 에 비해 시나리오 2 는 각 절단 기기 별로 가공한 제품의 수가 균일하지 않게 나왔다. 이는 AS-IS 로 사용되고 있는 계획 정보가 어느 정도 효율적으로 제품(Product) 분배를 고려한 일정 및 계획 데이터라는 것을 알 수 있다. 그러나 Table 3 의 가동률을 보면 시나리오 1 은 PLS 절단 기기가 다른 절단기기 즉, PLT, NCG, PLP 에 비해 가동률이 대부분 90%가 넘게 나왔다. 이는 우선 PLS 가 담당하고 있는 물량이 굉장히 많다는 것을 시사하고 있고 이 많은 물량을 PLS 3 기로는 감당하기 힘든 즉, 병목 공정임을 알 수 있다. 그래서 PLS 로 할당된 물량을 좀 더 효율적으로 분배하기 위해 혼류 가능한 기기 즉 PLT21, PLT41, PLS32 로 분담시키고 NCG31 과 NCG51 의 물량도 PLP 와 함께 분배되도록 시나리오 3 과 같이 할당된 공정(계열)외에 혼류 가능한 공정으로 물류를 분담한 결과 생산량이 약 15% 향상된 것을 Table 1 을 통해 알 수 있다. NCG 물량은 PLP 와 분담한 결과 NCG31 과 NCG51 의 가동률은 낮아지고 PLP 가동률이 높아지면서 생산량이 증가하였으나 PLS 의 물량은 전체 생산량이 15% 증가임에도 불구하고 PLS41 을 제외한 나머지 공정은 여전히 90% 가깝게 높게 나왔다. 이는 여전히 PLS 물량이 많다는 것을 의미하고 시나리오 3 에서 고려되지 않은 PLS51 공정과 여전히 낮은 가동률이 나온 PLT41 공정으로의 추가적인 물류 분배를 통해 해결될 수 있을 것으로 보인다. 그리고 현재 시나리오는 물량의 순서는 현장의 데이터를 그대로 사용하고 단지 물량의 분배에 대한 점만 고려하였다.

Table 2, Table 3에서 제품이 시나리오에 따라

Table 1 Total throughput of a cutting shop [unit: piece]

	시나리오1	시나리오2	시나리오3
절단물량	461	429	589

Table 2 Facility throughput of a cutting shop [unit: piece]

기기명 \ 시나리오	시나리오1	시나리오2	시나리오3
PLT21	51	51	112
PLS21	71	60	64
PLS31	80	43	55
PLS32	0	0	83
PLT41	5	5	28
PLS41	70	85	60
PLS51	32	32	32
NCG31	14	16	15
NCG51	12	11	13
PLP	126	126	127

Table 3 Utilization of a cutting shop [unit: %]

기기명 \ 시나리오	시나리오1	시나리오2	시나리오3
PLT21	20	20	90
PLS21	94	95	94
PLS31	93	96	95
PLS32	0	0	93
PLT41	2	2	24
PLS41	94	93	72
PLS51	18	18	18
NCG31	84	89	80
NCG51	31	46	60
PLP	51	51	55

서로 다르게 절단 설비에 할당될 때, 각 제품의 가공시간이 서로 편차가 크기 때문에 생산량과 가동률이 비례하지 결과가 도출되기도 한다.

5.2 소조 공장 디지털 모델 프레임워크를 사용한 결과

4 장의 가정 아래 시나리오에 따른 물류 시뮬레이션을 수행한 결과 시나리오 1 에 비해 시나리오 2 의 시간이 12.1% 줄어듦을 알 수 있었다. 하지만 시나리오 2 는 여전히 시나리오 1 과 같이 로봇 용접 스테이지가 과부하 공정이었고, 개선의 여지가 남아있음을 알 수 있었다. 시나리오 2 모델을 개선하기 위해 로봇용접 스테이지 구간의 작업시간을 돌림용접이 고려된 원단위 시스템을 적용하

였다(시나리오 3). 그 결과 병목구간이 배재로 옮겨감을 알 수 있었다. 시나리오 3에서 들림용접을 수행함으로써 수동용접 스테이지에 투입되었던 두 명의 작업자에서 여유가 생겼고, 이 인원 중 한 명을 배재 공정에 투입 시켜 시뮬레이션 하였다. 이로 인해 다시 병목 구간이 취부로 이동함을 알 수 있었다(시나리오 4). 여기서 다시 취부 공정에 작업자를 한 명 늘인 결과 병목 공정이 마무리로 이동함을 관찰할 수 있었다(시나리오 5). 이를 통해 본 연구에서는 각 공정성능의 변화에 따라 라인에서의 물류의 흐름의 변화를 명확히 확인할 수 있었고 그에 따른 대안을 마련해 낼 수 있었다.

Table 4에서는 CASE가 하나씩 변함에 따라 병목공정(표에서 짙은 부분)이 변화하는 것을 확인할 수 있다.

Table 5에서 볼 수 있듯이 시뮬레이션의 평가요소를 소요시간과 처리량으로 보고, 두 요소를 하나씩 고정시켜 시뮬레이션을 시행 시켜 변수에 따른 생산성 향상을 정량적인 값으로 나타내었다. 아래그림은 처리량 관점에서 볼 때 시나리오에 따른 공정의 생산량이 증가하는 것을 나타낸 것이다.

Table 4 Bottle neck process transition according to several scenarios [unit: %]

공정	모델	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3	시나리오 4	시나리오 5
관계		11.95	11.95	11.95	11.95	11.95
배재		51.36	51.36	51.36	51.36	25.68
취부		51.4	51.4	51.4	38.55	38.55
용접 1		91.96	70.05	37.29	37.29	37.29
용접 2		37.15	37.15	7.25	7.25	7.25
마무리		38.43	38.43	38.43	38.43	38.43
소요 시간		107.49	94.51	74.05	68.35	58.34

Table 5 Production rate variation according to several scenarios

	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3	시나리오 4	시나리오 5
60 시간 동안 조립된 SKID 갯수	20	27	32	35	38
38 개의 SKID 조립시간	107	94	74	68	58
생산성향상 (%)	0	12.1	31.1	36.4	45.7

6. 결론

디지털 생산은 PLM 기반의 e-Manufacturing의 핵심 요소로서 물리적, 논리적 구성요소와 거동을 디지털 환경에서 모델을 구축하여 가상 공간에서 미리 생산과정을 시뮬레이션 함으로써 신속하고 효율적인 제품개발 및 생산을 하고자 하는 기술이다.

본 고에서는 이러한 디지털 생산 기술을 확대 응용하여 조선 생산 분야에 적용하고 있는 과제의 내용을 소개하였다. 특히 디지털 물류 모델과 모델이 전사적 업무 프로세스 내에서 효율적으로 기능을 발휘하기 위한 입력 정보 인터페이스, 모델 구축, 연동 프레임워크 구축으로 이어지는 디지털 물류 모델 프레임워크를 제시하였다.

이러한 프레임워크를 선박 생산에 적용한 디지털 성형 공장 모델 및 프레임워크, 디지털 가공 공장 및 프레임워크, 디지털 소조립 공장 및 프레임워크를 소개하고 각 프레임워크를 활용한 각 공장의 운영 시나리오에 대한 분석을 수행하였다.

추후에 이러한 연구 및 적용 결과를 바탕으로 디지털 모델링 및 프레임워크 방법론을 조선소 전체로 확장 시켜, 신뢰성 있고 유연한 디지털 조선소를 구축할 수 있는 가능성을 보였다.

후 기

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

참 고 문 헌

- 신중계, 2001, Introduction to Digital Shipbuilding 한국 CAD/CAM 학회 Workshop 자료집, 한국 CAD/CAM 학회, pp. 299-340.
- 신중계, 이장현, 우종훈, 2001, “디지털 선박생산 (Digital Shipbuilding) 개념”, 대한조선학회논문집, 제 38 권, 제 1 호, pp. 54-62,
- 정호림, 2004, 디지털 매뉴팩처링 기법을 이용한 조선소 내 단위공장의 디지털 통합 모델 구축, 흥

익대학교 기계공학과 석사 학위 논문

- 홍지수, 2003, “ e-Manufacturing in Automotive Accenture Point of View ” , 2003 DELMIA Korea User Conference, Accenture
- IBM 2003, PLM Network vol.18, pp. 5~6.
- Shin, J.G., 2002, “An Object-Oriented Production Process Modeling and Simulation of Shipyard Fabrication Shop in a Virtual Environment,” Proceedings of the 2002 Ship Production Symposium, SNAME, Boston USA
- Shin, J.G., Lee, K.K., Woo, J. H., Lee, J.H. and Kim, S.H., 2003, “A Modeling and Simulation of Production Process at a Shipyard,” COMPIT (Computer Applications and Information Technology in the Maritime Industries), Hamburg university Germany, pp. 55-69.
- Thomas L., Chung, H., Mark S., Shin, J.G., Woo, J.H. and Phillip K., 2003, “Simulation-based Performance Improvement for Shipbuilding Processes,” Proceedings of the 2003 Ship Production Symposium, SNAME, San Francisco USA



< 우 종 훈 >



< 이 광 국 >



< 정 호 림 >



< 권 영 대 >



< 신 종 계 >