

판넬 블록공정 모델에 대한 일정검증 시뮬레이션 시스템

이 필립^{†*}, 오대균^{**}, 이광국^{***}, 신종계^{****}

(주)지노스^{*}
목포해양대학교 해양시스템공학부^{***}
STX 조선^{***}
서울대학교 조선해양공학과^{****}

The Simulation System for Scheduling Validation of the Panel Block Shop

Philippe Lee^{†*}, Dae-Kyun Oh^{**}, Kwang-Kook Lee^{***} and Jong-Gye Shin^{****}

Xinnos Co., Ltd^{*}
Division of Ocean System Engineering, Mokpo National Maritime University^{**}
STX Shipbuilding Co., Ltd.^{***}
Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Seoul National University^{****}

Abstract

There were many simulation models that made for validation of industrial environment and estimate of efficiency to be constructed. And there will be more simulation models made for same reason, too. Already, there have been a lot of simulation models in industry field and scholar labs. To reuse these simulation models, it is necessary to find common properties and make the high abstract simulation model. Based on this idea, this study shows to define the high abstract simulation model to be able to specialize in need and to make the software framework for connecting the specific simulation model to the abstract model. And it is held up as the example that applying the simulation framework to the Ship Panel Block shop simulation model.

※Keywords: Digital shipbuilding(디지털 선박생산), Modeling & simulation(모델링과 시뮬레이션), Panel block(판넬 블록), Scheduling validation(일정 검증)

접수일: 2009년 2월 19일, 승인일: 2009년 11월 2일

†교신저자: philippe_lee@xinnos.com

1. 서론

시뮬레이션은 현실을 모사한 수학적 모델로 벌어질 일을 사전에 파악하고 대응하는데 쓰인다. 시뮬레이션에 컴퓨터를 이용하면, 수치 계산과 반복 작업 등에 가진 장점을 이용한 효율적인 예측이 가능하고 적절한 대응을 하는데 이용할 수 있다. 따라서 컴퓨터를 이용한 시뮬레이션 수행은 널리 알려져 다양한 분야에 적용되었고, 적은 비용으로 효율적인 결과를 얻은 사례가 보고되었다.

군사나 게임, 산업 현장에 걸쳐 컴퓨터를 활용한 시뮬레이션 기술이 개발되고, 해당 영역에 맞춤 개발한 시뮬레이션 모델은 필요에 따라 수없이 만들어졌으며, 지금도 계속 만들어지고 있다. 이중 모델링과 시뮬레이션을 생산 영역에 적용한 기술이 디지털 가상생산 (DVM : Digital Virtual Manufacturing)으로 생산시스템의 물리적, 논리적 구성요소들과 거동을 엄밀하게 모델링 하여 통합된 디지털 모델을 구성하고, 컴퓨터, 네트워크, DB 등 여러 가지 IT 기술들을 활용하여 제품 라이프사이클 전체에 걸쳐 여러 부문에서의 의사결정과 제어를 수행함으로써 신속하고 효율적인 제품의 개발 및 제조를 실현하고자 하는 기술로써, CAD, 시뮬레이션, 공유 정보 모델, 엔지니어링의 네 가지 기술적 구성요소를 갖는다(Noh et al. 2006).

디지털 가상생산은 세계 유수의 자동차 업체와 항공기, 우주 산업 등에 활용되어 괄목할만한 성과를 발표하고 있고 이 외에도 차후 제조업의 다양한 분야에 걸쳐 지속적인 성과를 낼 것으로 예측된다. 그러나 산업과 생산 현장마다 기술적 특성이나 물리적 관심이 다를 것이고 작게는 부품의 특성부터 크게는 기업 경영의 관점까지 일반적인 가지 모델을 전 산업 영역에 도입할 수는 없다. 디지털 조선소는 디지털 가상생산이라는 시뮬레이션 기반의 생산 묘사 및 검증을 조선소 단위에 적용하는 기술이다. 그러므로 디지털 조선소는 디지털 가상생산에서 연구한 일반적인 기술을 조선산업이라는 특수한 산업 영역에 도입하고 최적화한 결과물이라고 볼 수 있다.

2. 시뮬레이션 모델 일반화

2.1 시뮬레이션 모델의 이용 문제점

시뮬레이션 기술이 발전하고, 컴퓨터를 이용해 효과적인 성과를 얻어내고 있음에도 불구하고 생산 현장에 적용되는 시뮬레이션 모델은 몇 가지 문제점을 안고 있다. 문제점을 정리하면 다음과 같은 몇 가지로 요약할 수 있다.

첫째는 시뮬레이션 모델을 만드는 것뿐 아니라 사용하기 위해서 전문적인 지식이 필요하다는 점으로, 시뮬레이션 전문가가 아닌 실제 생산 현장 의사결정자가 직접 시뮬레이션 모델을 이용하기 힘든 이유가 된다.

둘째는 시뮬레이션 모델을 구동하고 결과를 얻기 위해서 고성능 하드웨어가 필요하고, 이 때문에 사용시 유연성이 매우 제한적이라는 점이다.

셋째는 앞 선 이유 때문에 정밀하게 만들어진 시뮬레이션이 일회성 사용에 머무르고 있다는 점으로 이는 많은 시뮬레이션 모델이 있음에도 불구하고 비슷한 시뮬레이션을 적용해야 할 때 비효율적인 시뮬레이션 모델 재작성이 이루어지는 결과로 나타난다.

넷째로 일회성 사용에 머무르는 시뮬레이션 모델에서 얻을 수 있는 의미 있는 정보가 관리되지 못하고 사장되는 점을 들 수 있다. 시뮬레이션 모델 구축에 드는 비용과 기간이 단발적인 사용으로 소모되는데다 모델 수행에서 얻은 결과가 효율적인 관리를 통해 정리되지 못하고 있는 문제다.

2.2 시뮬레이션 모델 문제점 해결 방안

이런 문제점을 해결할 방안이 있다면 시뮬레이션을 이용한 적용이 더 용이해질 것이며, 의미 있는 시뮬레이션 결과를 수집할 수 있는 확률도 높아질 것이다.

시뮬레이션 모델을 구축하는 데에 전문적 지식이 필요한 것은 어쩔 수 없지만, 사용하는 입장에서 시뮬레이션 도구나 생산 현장 이외의 지식이 필요한 문제점은 시뮬레이션 표준 모델 정보를 정의하는 것으로 많은 부분을 해결할 수 있다. 시뮬레이션 표준 모델 정보가 존재한다면 각기 다른

시뮬레이션을 일관된 방향에서 접근할 수 있으므로, 최소한의 시뮬레이션 지식을 가지고도 현장 사용자가 편리하게 이용할 수 있다.

시뮬레이션을 수행하는데 고성능 하드웨어가 필요한 문제점은 시뮬레이션 수행부와 결과 확인부를 분리함으로써 해결할 수 있다. 복잡한 시뮬레이션 모델을 수행하는데 높은 하드웨어 사양이 필요한 점은 피할 수 없더라도, 발전한 통신 환경을 이용 클라이언트와 서버로 확인 환경과 수행 환경을 분리하면, 결과를 확인하는 것이 중요한 사용자 입장의 하드웨어 문제점은 최소화된다. 이를 위해 컴포넌트 기반 설계를 통하여 서버와 클라이언트를 기능에 따라 분리하여 독립된 하드웨어를 사용하도록 하여야 한다. 여기서 사용되는 클라이언트는 원격지에 있는 시뮬레이션 엔진을 구동하는 신호를 보내고, 역시 원격지에 있는 데이터베이스 엔진을 통해 시뮬레이션 구동에 필요한 정보를 입출력 하는 부하가 높지 않은 기능을 하므로 필요에 따라 웹서버로 기능을 이전해 브라우저를 통한 컨트롤도 가능하다.

시뮬레이션 표준 모델을 정의하고 이를 하드웨어 제한조건을 최소화한 상태에서 구동할 수 있다면 사용성은 비약적으로 상승한다. 따라서 시뮬레이션 모델의 일회성 사용을 막을 수 있다. 마지막으로 시뮬레이션에서 얻은 정보가 단발적으로 사용되고 사라지는 문제점을 해결하기 위해서는, 데이터베이스를 이용한 물리적인 데이터 저장방안을 제시하고, 체계적인 정보 관리가 가능하도록 구조화 시키는 것으로 해결이 가능하다. 이를 위해서는 시뮬레이션 표준 모델과 연동하는 입출력 정보를 체계적으로 정리하여 일관된 이용이 가능하고 분류가 가능하도록 해야 한다.

본 연구에서는 표준 시뮬레이션 모델 개념의 적용을 통해 앞서 언급한 문제점을 해결하고자 한다. 시뮬레이션 모델의 표준화를 통해 모델의 재사용성을 높이고, 표준 프레임워크의 구현을 통해 사용자 편의성을 높인 사례 시스템을 개발하였다. 또한 개발한 시스템의 검증을 위해 판넬 블록공정에 적용해보았다.

3. 일정검증 시뮬레이션 프레임워크

3.1 시뮬레이션 표준 모델 정의

시뮬레이션 모델은 산업 분야마다 성격이 판이하게 다를 수 밖에 없다. 그러므로, 시뮬레이션 모델은 각 산업 분야에 맞추어 설계하여야 한다. 시뮬레이션 모델은 제품, 공정, 설비와 일정의 네 가지 영역으로 이루어져 있고, 영문 머릿글자를 따라 간단히 PPR+S 로 나타낸다(Woo 2005). 따라서 네 가지 영역에 대해 표준 모델을 정의하면 조선 산업에 대한 시뮬레이션 표준 모델을 구축하게 된다.

제품(Product)의 경우, 조선 산업의 제품 구조는 계층 관계로 구성할 수 있으며, 제품 표준 모델은 설계 단계에서 고려되는 기능 중심의 Fig. 1 과 생산 단계에서 고려되는 공정 중심의 Fig. 2로 정의하였다. 이는 각각 E-BOM, M-BOM 과 대응한다.

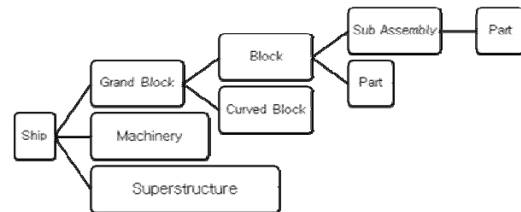


Fig. 1 Standard structure of product on engineering view

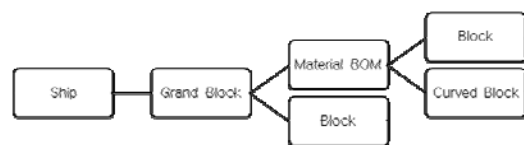


Fig. 2 Standard structure of product on manufacturing view

공정(Process)의 경우, 생산 단계의 제품 구조와 깊은 연관이 있으므로, 표준 모델이 실제 시뮬레이션 모델과 맵핑되는 경우, 공정과 공정 중심의 제품 계층 관계는 일대일 연결이 된다. 정의한 조선 표준 공정은 Fig. 3과 같다.

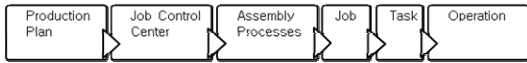


Fig. 3 Standard structure of process

설비(Resource)는, 제품 정보가 시뮬레이션 모델을 정의하고, 공정 정보가 일정에 대한 목표를 결정하는데 비해, 생산성의 변수로 작용하게 된다. 설비의 가용 상태와 속성에 따라 해당 시뮬레이션 모델뿐 아니라 실제 생산 라인의 생산성이 변동을 일으키게 된다. 따라서 일정검증 시뮬레이션에서는 설비 정보가 매우 중요한 입력값이고, 상황에 따라 변동이 가능한 정보가 된다.

설비 정보는 두 가지 형태로 표준 정보가 정의되는데, 하나는 공장을 이루는 좀 더 큰 단위의 설비 정보로 공작기계나 운송기구 등 단위 설비의 조합으로 이루어진다. 단위 설비 사이의 연관관계가 하나의 계(system)을 이루고 있으므로 이를 설비 시스템(resource system)이라 부른다면, 표준 모델을 Fig. 4와 같이 나타낼 수 있다. 나머지 하나는 공장(shop)에 투입되어 설치되는 단위 설비로, NC 머신이나 용접 장비 등 단위 기능을 하는 날개 단위 설비를 뜻한다. 큰 속성에 따라 다섯 가지로 나눌 수 있는 단위 설비는 Fig. 5와 같이 정의할 수 있다.



Fig. 4 Standard structure of resource system

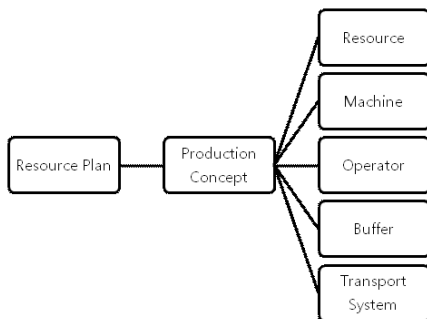


Fig. 5 Standard structure of resource unit

3.2 시뮬레이션 표준 정보 정의

시뮬레이션을 수행한 결과를 데이터베이스를 통해 효율적으로 관리할 수 있어야 지식화가 가능하고, 결과의 축적을 바랄 수 있다.

시뮬레이션 결과를 데이터베이스를 통해 저장하는 만큼, 입력정보를 표준화하는 것도 중요하다. 시뮬레이션 전문가가 아닌 현장 사용자가 시뮬레이션을 이용할 수 있어야 하는데, 제한 사항이 없는 시뮬레이션 입력 정보는 의미 없는 결과를 가지고 올 수 있기 때문이다. 이를 위해 입력 정보를 제한할 수 있는 방안이 필요하다.

본 연구에서는 표준화한 시뮬레이션 모델 정보를 효율적으로 이용하기 위해 ' 케이스(case)' 라는 단위를 정의했다. 케이스란 시뮬레이션 모델의 입력이나 출력 정보로 사용되는 의미 있는 정보의 조합으로 사전에 수정이 가능한 부분을 정의하고, 상세한 설명을 제공하며, 시뮬레이션 모델의 실용성 검증에 필요한 수준 이상의 결과 정보를 얻을 수 있도록 구조화한 단위다. 각 정보 케이스를 만드는 기준은 사전에 분석한 제품, 공정, 설비와 일정(PPR+S) 단위의 시뮬레이션 모델 표준 정보이며, 실질적인 시뮬레이션 모델링을 감안해 정의하였다(Fig. 6).

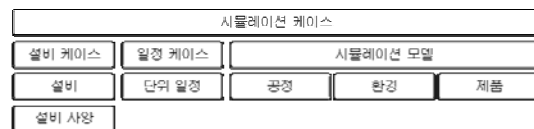


Fig. 6 Hierarchy of simulation case

계층구조를 보면, 하위에는 각각 설비 케이스, 일정 케이스, 시뮬레이션 모델이 위치한다. 작동 검증과 기본적인 실용성 검증이 끝난 시뮬레이션 모델은 대상에 해당하는 공정 정보와 환경(site) 정보, 제품 정보를 담고 있으며 일반적으로 이 정보를 해당 시뮬레이션 모델에 대해 깊은 이해가 없는 사람이 수정할 경우 모델의 신뢰성과 안정감에 문제가 생길 수 밖에 없다. 대신 설비 케이스와 일정 케이스를 분리하도록 했고 이 두 케이스에는 시뮬레이션 모델의 동작에 영향을 줄 수 있

는 정보를 유연성을 가지도록 추출하여 정의한다.

일정검증을 위한 시뮬레이션에서 매우 중요한 변수가 되는 부분은 특히 설비 케이스다. 설비 케이스는 시뮬레이션 모델에서 환경(site)에 배치된 단위 설비 조합 정보를 가지고 있다. 표준 모델에서 정의한 Fig. 5의 계층 구조를 살펴보면 가장 하위 요소로 resource 와 operator 가 있는 것을 알 수 있고, 설비 케이스는 복수의 resource 혹은 operator 의 조합이다. 설비 케이스는 복수의 설비로 이루어져 있고, 각 설비는 상황과 모델 목적에 따라 복수의 설비 사양을 가지고 있다. 사용자는 설비 사양을 수정함으로써 시뮬레이션 모델의 구동에 영향을 주게 된다. 설비 사양은 수정 가능한 수준과 그에 대한 상세한 설명으로 이루어진다.

일정 케이스는 시뮬레이션 모델의 공정에서 입력 조건으로 사용하는 단위 일정 정보의 합으로 이루어져 있다. 시뮬레이션을 수행하면 공정은 일정 요구사항을 만족시키는 것을 목표로 최적화와 병목 지점 탐색을 수행하는데 일정 케이스는 이때 각 시뮬레이션 모델별로 정의한 공정에 영향을 주는 일정 정보 조합을 가지고 있게 된다.

3.3 시뮬레이션 프레임워크 구조

전술한 시뮬레이션 표준 모델 개념을 구현하기 위해서는 프레임워크가 필요하다. 본 연구에서는 Woo et al.(2005)가 제안한 아키텍처를 기반으로 판넬 블록공정에 적용하였다.

Fig. 7은 시뮬레이션 프레임워크의 아키텍처를 보이고 있으며, 이는 사용자의 생산계획 수립을 위한 의사결정 지원 도구로서 원하는 작업장의 시뮬레이션을 선택, 실행 및 결과 리포팅 과정을 지원하기 위한 기능들로써 정의되었다. 또한 사용자가 시뮬레이션 조건을 선택하고 결과 값을 분석하기 위한 클라이언트와 시뮬레이션 수행과 결과분석을 위한 시스템 그리고 시뮬레이션에 필요한 일정정보를 위한 시스템을 각각 분리하여 설계함으로써 기존 시뮬레이션의 문제점을 보완하였다.

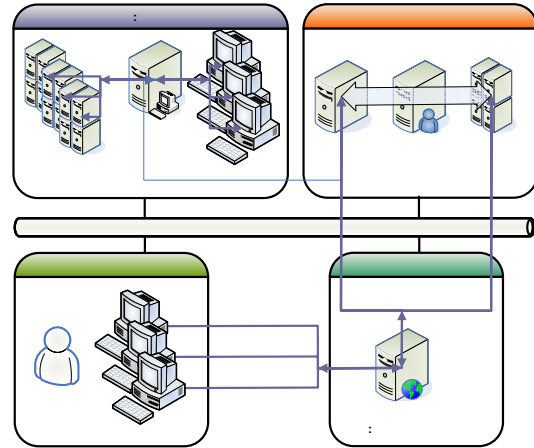


Fig. 7 Simulation framework (Woo et al. 2005)

4. 판넬 블록공정 적용 사례

본 연구에서는 S 중공업 판넬 블록공정을 대상으로 일정검증을 위한 시뮬레이터를 구축하였다. Woo(2005)가 제시한 시뮬레이션 표준 모델 개념을 기반으로 컴포넌트 기반 개발 방법론(CBD : Component Based Development)을 이용하여 시뮬레이터 구축을 위한 표준정보와 프레임워크를 설계하였다.

4.1 시뮬레이션 모델 정의

조선소의 판넬 공정은 여러 판(plate)들을 용접하여 판넬을 생성하는 라인으로 이 판넬은 선박을 조립할 때 쓰이는 평블록의 기초가 된다. 판넬에 보강재로 롱지(longi)나 플랫바(flat-bar) 등을 부착하여 철판을 용접하는 일이 대부분을 차지하는 공정으로 공정의 스케줄은 생산 현장의 직장에 의해 결정되고, 오랜 경험을 바탕으로 대략의 작업 시간을 산정한 후 처리 물량의 수를 결정한다. 평균적으로 여러 개의 물량을 처리하고, 하루 이상의 물량들에 대해서는 잔업이나 야간작업을 통해 소화한다(Lee et al. 2006).

현업에서 인터뷰를 수행한 결과 현장 기사와 직/반장은 경험식에 의한 산식을 구성해 사용한다. 산식에서 적용하는 변수는 SEAM 과 LONGI 로, 대략의 용접길이를 파악하여 판넬 생산량을 파악하

고 있다. 시스템 분석을 IDEF0 를 이용해 수행한 결과, 산식에서 사용하는 SEAM 과 LONGI 이외에도 건조하고자 하는 선박의 종류, 판의 두께, 목표 블록의 크기 등이 있었다.

시뮬레이션 모델 정의를 위해 판넬공정을 프로세스로 간략히 정리한 결과 Fig. 8과 같은 결과를 얻었으며, 시스템 분석결과를 적용하여 Fig. 9와 같은 시뮬레이션 모델을 정의하였다. 시뮬레이션 로직 모듈 구성에는 상용 물류 시뮬레이션 소프트웨어인 QUEST 를 사용하였다.



Fig. 8 Layout of ship panel process

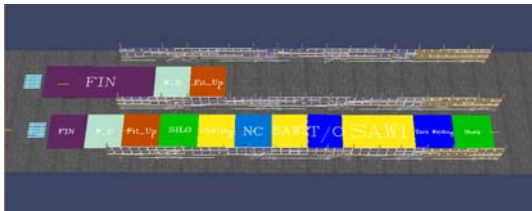


Fig. 9 Layout of panel process simulation model

4.2 시뮬레이션 모델 표준정보 정의

판넬 공정 시뮬레이션의 경우 작업장 별 작업 부하율, 단위 생산시간(tact time), 일정 기간 및 일정 물량에 대한 전체 수행시간 그리고 판넬 제품 변경에 따른 판넬 전 공정에 대한 영향 등이 주요한 시뮬레이션 관심사항이다. 시뮬레이션 모델에서 발생하는 시뮬레이션 결과를 표준 모델 정보와 맞춰볼 경우 공정 전체의 수행시간은 시뮬레이션 결과의 수행시간으로 볼 수 있고, 작업장 별 작업 부하율과 단위 생산시간은 설비 결과의 중요도 정보로 볼 수 있다. 따라서 결과 표준 정보는 다음과 같이 판넬 블록공정 시뮬레이션 모델과 맞추어 볼 수 있다

결과 정보 중 수행시간은 일정 기간과 일정 물량에 따라 달라지고, 판넬이 사용되는 선종과 판넬에 사용되는 주판 두께에 따라 작업장별 소요

시간이 달라지므로 이 정보가 반영되는 판넬 제품 변경 정보는 시뮬레이션 표준 정보 중 설비 사양에 영향을 주는 요소 중 하나로 볼 수 있을 것이다. 그에 따른 제한 조건은 일정이며, 입력정보는 설비사양에 좌우된다. 또한 올바른 시뮬레이션 결과를 유도하고, 실제 라인의 현상을 반영하기 위하여 투입 물량의 기본 크기 정보와 그에 따른 회전수, 용접속도 또한 반영되어야 한다. Table 1은 판넬 공정 시뮬레이션을 위한 입/출력 정보를 정리해서 보이고 있으며, Table 2와 Table 3 은 설비의 속성정보 사례를 보이고 있다.

Table 1 Input and output of simulation model

Output	Execution Time		Lead Time
	Result of Using Resource		Load Rate, Tact Time
Input	Schedule	Term of works	Period on schedule
		Amount of material	Amount on schedule
	Attributes of Resource	Length	Length of welding
		Breadth	Breath of work area
		Thickness	Thickness of welding
	SEAM, LONGI	Turning speed of Machine	

Table 2 Resource attributes: SAW1 (Top-side SAW stage)

ID	Description	Value	Type
Num	SAW1: Number of Heads	3	Integer
Speed	SAW1: Speed of welding	110	Integer

Table 3 Resource attributes: Complex machine

ID	Description	Value	Type
Num	Number of Heads	5	Integer
Speed	Speed of Welding	110	Integer

4.3 일정검증 시뮬레이션 프레임워크 구현

표준 정보를 정의하고, 시뮬레이션 프레임워크에 맞추어 판넬 공정을 표준화하여 입력 정보를 유연하게 수정할 수 있는 애플리케이션을 구현하

여 전술한 시뮬레이션 표준 모델을 적용하였다.

Fig. 10, Fig. 11은 시뮬레이션 표준정보 설계 및 프레임워크의 설계를 위한 산출물 사례를 보이고 있다. Fig. 10은 일정 케이스 사용에 관한 사용자 시나리오 분석 사례이며, Fig. 11은 시뮬레이션 수행과 관련된 화면 form 분석 결과이다.

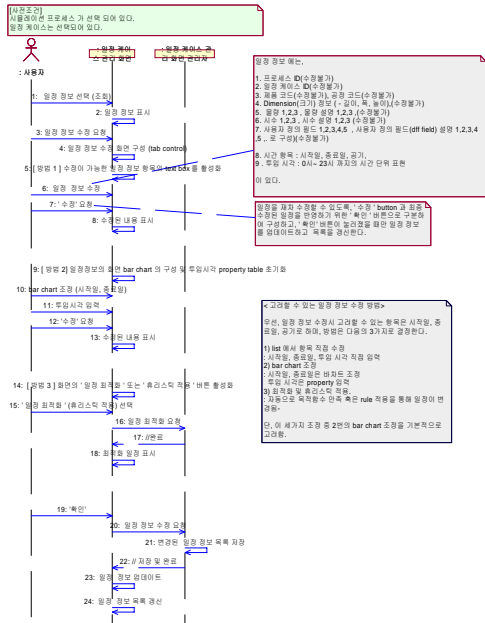


Fig. 10 Sequence diagram of schedule case user scenario

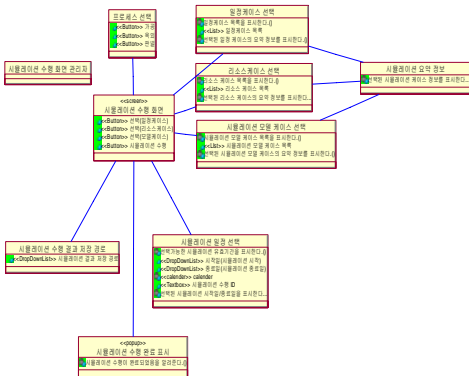


Fig. 11 Class diagram of simulation execution form

Fig. 12는 시뮬레이션 모델 표준화와 표준모델을 활용한 판넬 공정 시뮬레이션의 프로세스를 정리하여 보이고 있다. 시뮬레이션 모델 표준화를 거쳐 구축한 표준모델을 이용하여 시뮬레이션을 수행함으로써, 유연하고 효과적인 시뮬레이션 수행이 가능하다.

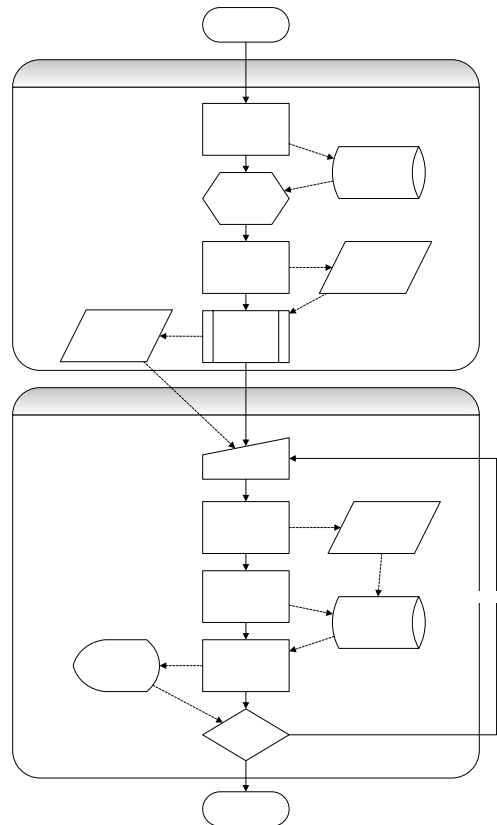


Fig. 12 Simulation process using standard model information of the panel block shop

시뮬레이션 프레임워크 아키텍처에 앞서 분석한 판넬 블록공정 표준정보 설계 및 프레임워크 설계 결과를 적용하여 일정검증 시뮬레이터를 구현하였다(Fig. 13, Fig. 14). Fig. 13은 시뮬레이션 수행을 위한 설비사양을 설정하는 화면이며 Fig. 14는 일정, 설비 케이스와 시뮬레이션 모델을 설정하는 화면이다. Fig. 15는 시뮬레이션 수행 결과 보고서 화면으로, 앞서 정의한 시뮬레이션 케이스에 lead

time 과 단위 설비 별 부하량 그리고 bay 별 작업 판넬 블록 정보를 확인할 수 있다.

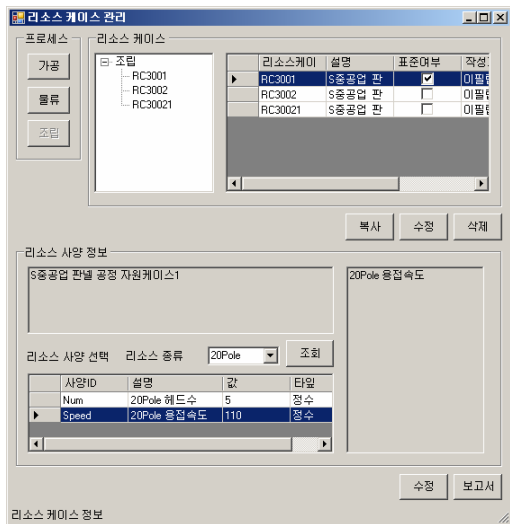


Fig. 13 Resource configuration



Fig. 14 Case setup for simulation execution

판넬 블록공정 모델에 대한 일정검증 시뮬레이션 시스템

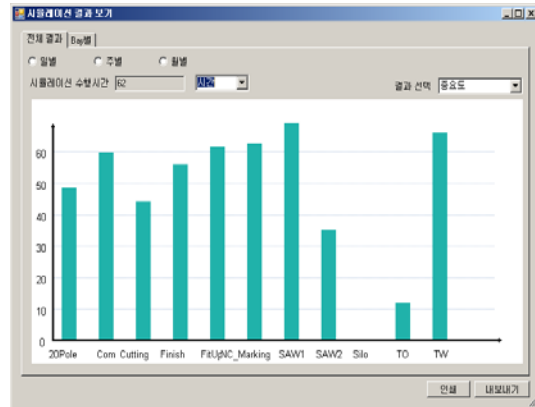


Fig. 15 Reporting of the simulation results

5. 결론

조선 생산공정에 적용된 시뮬레이션 연구와 결과를 분석하고 문제점을 도출한 후, 문제점을 해결할 방안을 제시하고 실제 현업 적용을 통해 방안을 검증하는 방향으로 연구를 진행하였다. 이를 통하여 시뮬레이션 표준 모델을 제시하고, 이미 구축한 시뮬레이션 모델을 표준화할 수 있는 프레임워크를 설계하였으며, 조선 판넬 제조 공정에 대한 시뮬레이션 모델을 프레임워크에 따라 표준화하여 일정 검증 시뮬레이터에 적용하였다.

일부 전문가가 제한된 환경의 하드웨어에서 수행하며, 지역적 제한을 가지던 기존 시뮬레이션 수행의 약점을 극복하는 체계적인 방법론과 사례를 제시했다는 점에서 차후 제조 환경에 시뮬레이션을 광범위적으로 적용할 수 있는 가능성을 찾을 수 있겠다. 시뮬레이션 수행과 결과 수집에 체계를 갖추었고, 이를 특정 제조 공정을 대상으로 구현하였으나 차후에는 이를 통해 축적한 데이터를 효과적으로 사용하고 더 나아가 지식화하는 수준까지 진행해야 체계적인 프레임워크와 시스템이 의미를 가질 수 있을 것이다. 그러므로 시뮬레이션 수행을 통해 축적한 정보를 가공하고 시뮬레이션 엔진과는 독립적인 지식으로 활용할 수 있는 연구를 지속적으로 수행할 계획이다.

후 기

본 연구는 저자의 석사학위논문 중 일부 내용을 바탕으로 수행되었으며, 지식경제부 차세대신기술 개발사업 “글로벌 정보공유 및 지식기반의 차세대 생산시스템 개발” 과제의 지원으로 수행된 것으로 위 기관의 후원에 감사 드립니다.

참 고 문 헌

- Lee, K.K., Choi, D.H., Han, S.D., Park, J.Y. and Shin, J.G., 2006, “ Construction of Scheduling Support System for Panel Lines by Digital Manufacturing Simulation,” Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 43, No. 2, pp. 228-235.
- Noh, S.D., Shin, J.G. and Jee, H.S., 2006, CAD, Digital Manufacturing and PLM, The Sigma Press, Korea.
- Woo, J.H., 2005, Modeling and Simulation of Indoor Shop System of Shipbuilding by Integration of the Product, Process, Resource and Schedule Information, Ph.D. Dissertation, Seoul National University.
- Woo, J.H, Oh, D.K., Kwon, Y.D., Shin, J.G. and Sur, J.N., 2005, “ Simulation Modeling Methodology and Simulation Framework for a Construction of a Digital Shipyard,” Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 42, No. 4, pp. 441-420.



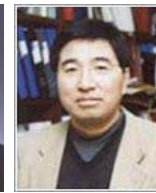
< 이 필 립 >



< 오 대 균 >



< 이 광 국 >



< 신 종 계 >