대 한 조 선 학 회 논 문 집
제 45 권 제 4 호 2008 년 8 월

Journal of the Society of Naval Architects of Korea
Vol. 45, No. 4, pp. 441-454, August 2008
DOI: 10.3744/SNAK.2008.45.4.441

시뮬레이션 기반 조선소 레이아웃 설계 시스템 개발

송영주†*, 이동건*, 우종훈**, 신종계*

서울대학교 조선해양공학과*, ㈜지노스**

A Shipyard Layout Design System by Simulation

Young Joo Song† *, Dong Kun Lee*, Jong Hun Woo** and Jong Gye Shin*

Dept. of Naval Architecture & Ocean Engineering, Seoul National University*
Xinnos, Co. **

Abstract

Shipyard design and equipments layout problem, which are directly linked with the productivity of ship production, is an important issue serving as reference data of production plan for later massive production of ships. So far in many cases, design of a shipyard has been relying on the experienced engineers in shipbuilding, resulting in sporadic and poorly organized processes. And thus, economic losses as well as trials and errors in that accord have been pointed out as inevitable problems. This paper extracts a checklist of major elements to fine tune the shipbuilding yard designing process and the input/output data based on the simulation based shipbuilding yard layout designing framework and methodology proposed in existing researches, and executed initial architecture to develop software that integrates all the relevant processes and designing tools. In this course, both user request and design data by the steps are arranged and organized in the proposed layout design template form. In addition, simulation is done based on the parent shipbuilding process planning and scheduling data of the ship product, shipbuilding process and work stage facilities that constitute shipbuilding yard, and design items are verified and optimized with the layout and equipment list showing optimal process planning and scheduling effects. All the contents of this paper are based on simulation based shipbuilding yard layout designing methodology, and initial architecture processes are based on object oriented development methodology and system engineering methods.

접수일자: 2008 년 4 월 9 일, 승인일자: 2008 년 6 월 3 일
† 교신저자: syj092@snu.ac.kr, 018-275-1799

※Keywords: Simulation based shipyard layout design framework(시뮬레이션 기반 조선소 레이아웃 설계 프레임워크), Discrete event based modeling & simulation(이산사건 기반 모델링 및 시뮬레이션), ooCBD(object-oriented component based design, 객체 지향 개발 방법론), System engineering(시스템 엔지니어링)

1. 서론

조선소의 레이아웃 변경 및 부지 확장에 대한 토지 활용/공장 확장의 요구사항은 최근 들어 더욱 증대되고 있는 중요한 문제이다. 이는 일차적으로는 수주 물량 추가 확보를 위한 생산능력 증강을 위함이며, 다음으로는 조선산업의 설치 산업적인 특성에 기인한다. 즉, 조선소의 생산능력의 상당 부분은 보유 설비 목록 및 내역, 보유 토지의 면적 등에 의해 결정되기 때문이다.

문제는 시도하는 부지 매입, 프로세스 변경 등의 규모와 투자 비용이 여타의 산업에 비해 비대하며, 기본적으로 생산 일정, 생산하고자 하는 선박의 종류가 시장의 상황에 따라 변경 가능하기 때문에, 토지, 설비 등의 고정 생산 변수에 대한 생산 프로세스의 최적화가 쉽지 않다는데 있다.

물론, 최근 대형 조선소를 중심으로 발생하는 토지 구입/매립 등의 문제는 사실상, 많은 경우에 있어, 소요가 발생하였을 시 해당 문제의 해결을 위한 투자행위로 추가의 대안이 많지 않아 의사결정의 문제가 발생하지 않는 경우로 여겨지는 경우가 있다. 하지만, 기본적으로 생산 시스템은 전체가 하나의 환경으로 유기적으로 맞물려 있어, 한 공정의 변화에 대한 다른 공정의 파급효과 역시 무시할 수 없는 변수이며, 복잡한 혼류 생산의 조선 생산의 특성에 기인할 때, 투자 자체에 대한 해당 공정의 효과 예측 역시 쉽지 않다.

한편, 국내의 조선 산업은 1990 년 말부터 기존의 산술 연산 기반의 수리적인 공정 모델의 한계를 극복할 수 있는 방안을 모색하여 PLM (Product Life Cycle Management), M&S (Modeling & Simulation)의 제조 패러다임을 적용하여, 제품 품 아니라 조선소 자체의 전 생명주기에 대한 통합적인 관리/활용을 목적으로 조선 산의 특성에 맞춘 PLM 개발이 시도되고 있다.

그 중 디지털 가상생산(Digital Manufacturing)은 조선소의 제품, 공정, 설비, 생산 계획을 통합하여 디지털 가상 모델을 구축한 후, 현재의 제약 조건 하에서의 기업 전략의 사전 테스트/사전 검증 하는 방편으로 이용되고 있다.

이러한 현재의 기술 동향과 산발적으로 발생하는 조선소 레이아웃 설계에 대한 요구사항을 바탕으로, 유연 레이아웃(Flexible Layout)방법론 (Benjjafar and Sherikhazadeh 2000)과 국제 시스템 공학회(INCOSE 2002)에서 제안된 시스템 엔지니어링 표준인 ISO/IEC 15288 에 기반한 “시뮬레이션 기반 조선소 레이아웃 설계 프레임워크” 방법론을 제안한바 있으며, 본 논문에서는 해당 방법론을 바탕으로 개별 프로세스의 사용자 요구사항을 구조화하고 사용자 행위에 기반한 프로세스를 도식화하였으며, 레이아웃 설계에 있어 데이터의 입출력 관계 및 개별 프로세스 내의 주요 측정 기준(metric)을 제시하고자 한다.

기본적으로 SOA(Service Oriented Architecture, 서비스기반아키텍처)와 ooCBD(object oriented component based design) 기법을 활용하였으며, 크게 근접성기반 최적배치 시뮬레이터, 공장물류 분석 시뮬레이터를 시스템 객체로, 조선소 레이아웃 설계의 프로세스를 리딩할 수 있는 UI(user-interface), 참조 조선소 데이터와 참조 실적 호선 정보에 접근하며 데이터를 PPR-S 기반으로 관리하여 줄 시스템으로 통합 시스템을 구성하였다.

개발되는 제품은 제안한 PLM 과 DM 의 철학내의 이산사건 기반 시뮬레이션-시나리오 테스트를 수행할 수 있어 기존의 정성적인 조선소 레이아웃 설계의 방식을 개선할 수 있으며, 조선소의 여러 선종(Product-mix) 의 정보에 따라 유연하게 대응할 개별 전략을 검증할 수 있다.

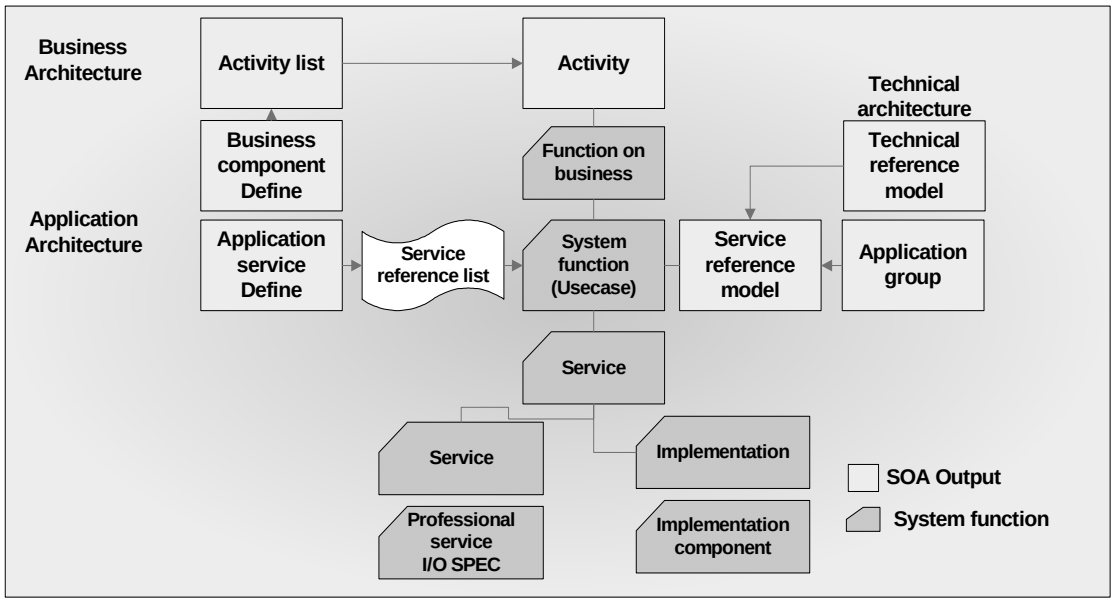


Fig. 1 Enterprise architecture based usecase driven SOA

2. 관련 연구에 관한 고찰

2.1 SOA, Use Case 기반 접근 방법론.

SOA(Service Oriented Architecture, 서비스기반 아키텍처)는 어플리케이션의 기능과 정보를 캡슐화된 서비스로 노출시키어 이 기능과 정보를 필요로 하는 외부의 어플리케이션이 이를 사용할 수 있도록 하는 소프트웨어 설계의 철학이다. SOA 의 장점은 비즈니스의 변화에 융통성, 비즈니스 기능에 대한 멀티 채널 접근, 비즈니스 프로세스에 대한 사용자와의 접근성 강화 등을 들 수 있다.

또한, 최근 SOA 는 비즈니스 아키텍처, 어플리케이션 아키텍처, 데이터 아키텍처 및 기술 아키텍처라고하는 수립대상(Building Block), 이에 대한 수립수준 (Level of Details)으로 구성된 EA 매트릭스, 이를 둘러싸고 있는 IT 원칙, IT 표준을 포함하는 IT 거비넌스(Governance)로 구성된 프레임워크에 기반을 둔 EA(Enterprise Architecture, 전사아키텍처)와 접목되어 비즈니스를 효율적으로 지원할 수 있는 IT 구조에 대한 새로운 대안 및 접근 방법으로 인식되고 있다(A Taxonomy of Service Types for SOA 2005)

Fig. 1 에서는 SOA 기반 EA 아키텍처와 유스케이스(Usecase) 기반의 시스템 기능 요소 정의의 관계를 보이고 있다. 유스케이스 주도형 SOA 기반 EA 아키텍처에 따르면 사용자 관점의 서비스 도출을 위하여, 사용자의 요구사항 및 행위 분석으로부터 도출된 액티비티 비즈니스 기능요건을 정의한 후, 기존 어플리케이션 인벤토리로부터 서비스에 대한 참조 목록을 활용하여 시스템 유스케이스를 도출한다. 다음으로 시스템 유스케이스와 서비스 참조 모델은 실제 서비스를 도출하기 위한 베이스라인으로 활용되며, 데이터의 입출력 분석을 수행한 뒤 구현 모델로 변환하는 과정을 거친다.

2.2 조선업의 PLM, DM.

조선업의 PLM(Product Lifecycle Management, 생명주기 관리)는 1990 년대 말에 도입되었으며, 2002~2004 년 국내 대형조선소와 서울대학교 디

지털 선박 기술 센터, 생산 기술원 등과 함께 중기거점 프로젝트를 통해 디지털 조선소(DSS, Digital Shipbuilding System) 구축이라는 시범사업이 이뤄진 이래 본격화되고 있다.

디지털 조선소는 조선소의 생산환경을 분석하여 PLM 의 철학 내에서 조선의 생산환경을 PPR-S(Product, Process, Resource, Schedule) 로 구조화된 후 디지털 시뮬레이션 툴을 통하여 가상 모델로 구축하고, 기업의 생산전략 및 생산일정 등을 인풋데이터로 가상 모델 내의 가상생산(DM. Digital Manufacturing)을 수행하여 결과를 분석하며, 작게는 생산일정의 검증, 크게는 라인 변경, 설비 증설 등의 투자 효과를 단기간 내에 사전 검토함으로 기업 경쟁력을 강화할 수 있다는 평가를 받은바 있다(Woo et al. 2005).

한편, 최근 디지털 조선소를 활용할 수 있는 조선소의 기업 전략을 크게 라인물류, 내업물류, 외업물류, 블록배치 작업자 관리로 구분하여 세부 주제별로 그 원리와 방법론이 연구되고 있으며, 중소규모의 프로젝트 등을 통하여 시험되고 있다.

2.3 시뮬레이션 기반 조선소 레이아웃 설계 프레임워크

시뮬레이션 기반 조선소 레이아웃 설계 프레임워크는 유연 레이아웃, 근접성 기반 공장/설비배치(Muther 1973), 시뮬레이션 기반 계획 공정 능력 테스트를 목적으로 하여 연구 개발된 방법론이다(Song et al. 2008).

기본적으로 조선소의 물류 흐름을 분석하여 작업장을 구상하고(Activity, Flow, Space Based Work-stage Design) 개별 공정별 특성을 고려하여(Job/Batch/Flow Shop) 개별 작업장간의 상관도 분석(ARC, Activity Relationship Chart) 을 통해 공정을 설계한다. 또한 설계되는 조선소가 생산하고자 하는 선종 및 목표 생산 능력을 기준으로 선대/Dock 의 능력과 블록 생산 능력을 결정한 후, 작업장의 능력을 결정하며(Work-stage’s Load-Balancing), 설계된 공정 능력에 부합되도록 설비의 종류와 대수를 결정한다.

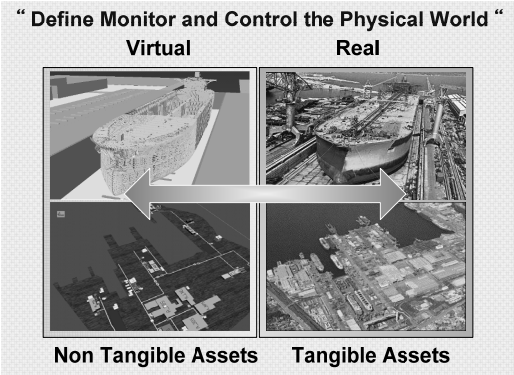


Fig. 2 PLM and DM of shipbuilding industry

개별 작업장의 요구면적은 설비의 면적을 통산하여 산출하며, 조선소의 입지 환경을 분석하여 공정/공장의 배치 가능성을 테스트한다. 또한, 조선소 내의 레이아웃 변경에 유연하게 대응하며, 물류 비용을 최소화하기 위해 조선소 내의 주(主)도로(Spine-Road)기점의 모듈 기반(Module-Based layout)의 작업장 배치를 실현한다(Fig. 3). 작업장 설계가 끝나는 시점과 조선소 설계가 완료되는 시점에서는 이산 사건 기반의 물류 시뮬레이션을 수행하여 계획 선종의 종류(Product Mix) 및 계획 생산 능력을 가상 조선소 내에서 테스트하여 조선소의 설계 능력을 검증하며 필요한 경우 반복적인 재설계 과정(Recursive flow) 을 거쳐 조선소 레이아웃의 최적해를 찾아내며 설계 종료 시점에서는 디지털 모델을 통해 분석된 계획 생산능력 결과와 조선소 설계에 요구되는 설비 목록 및 관련 원가 정보를 리포팅 한다(Shin and Sohn 2001).

본 논문에서는 2.1 절에서 언급한 “유스케이스 주도형 서비스 기반 아키텍처의 통합 소프트웨어 설계 방법론” 과 본 절에서 언급한 “시뮬레이션 기반 조선소 레이아웃 설계 방법론” 에 기반한 통합 소프트웨어 초기 설계 과정을 언급한다. 이는 최근 조선업의 PLM,DM 의 발전과 맞물려, 조선소 레이아웃 설계를 한층 업그레이드 해줄 수 있는 제품과 기술이 될 것이라고 기대한다.

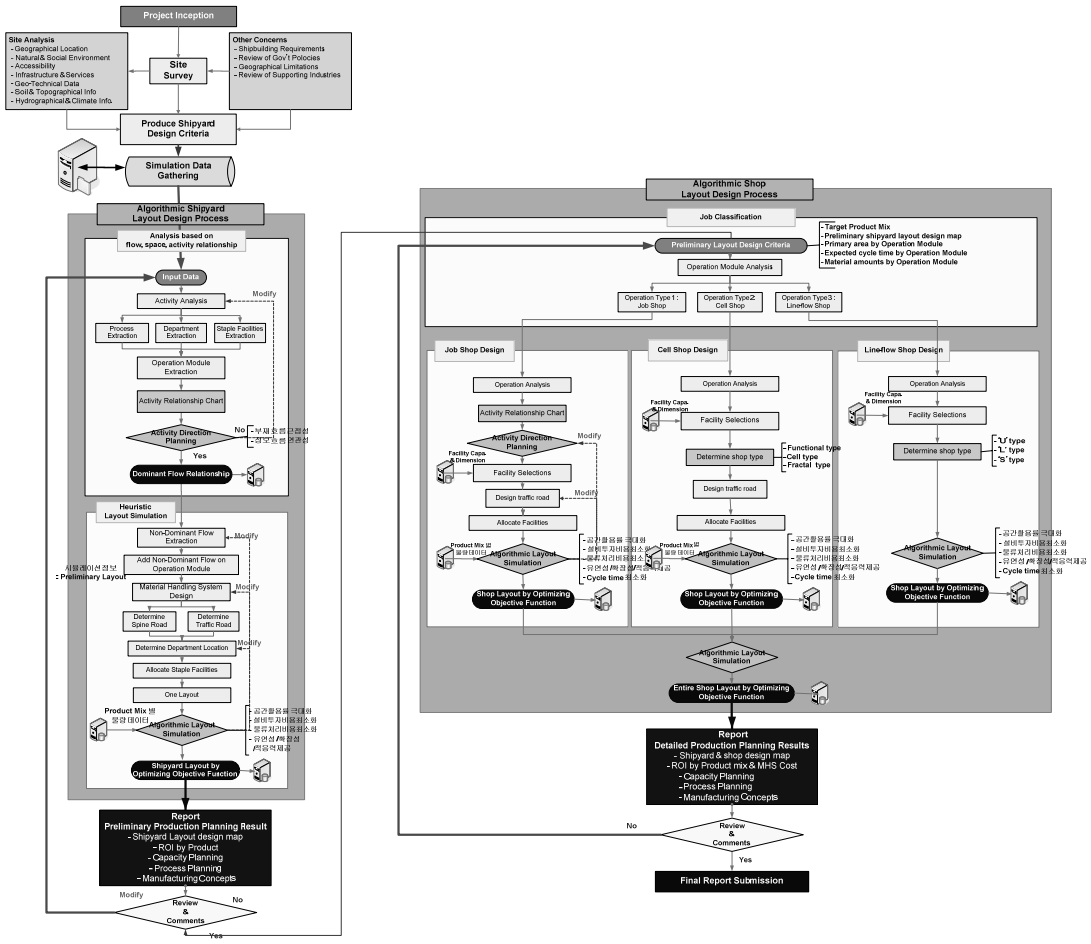


Fig. 3 Shipyard layout design process using simulation method

3. 시스템 요구사항 파악 및 사용자 시나리오 전개

3.1 시스템 요구사항 파악 및 제품 개발을 위한 체크리스트 추출

시뮬레이션 기반 조선소 레이아웃을 수행하기 위해서는 크게 비즈니스 유스케이스와 사용자 유스케이스로 구분된다. 비즈니스 유스케이스(Fig. 4)는 레이아웃 설계를 수행할 시 요구되는 서비스 시스템 목록을 기반으로 구성하였으며, 사용자 유스케이스 (Fig. 5)는 개발하고자 하는 제품의 사용자 요구사항을 바탕으로 추출된 기능 요구사항으로 사용자의 설계 프로세스를 지배한다.

비즈니스 유스케이스는 U001 데이터 베이스 관리, U002 근접성 기반 최적 배치 시뮬레이션 관리, U003 공장 물류 시뮬레이션 관리, U004 설계 데이터 관리, U005 보고서 관리로 비즈니스 유스케이스로 구성되며, 사용자 유스케이스에는 U001 목적 조선소 특별 요구사항 관리, U002 참조 조선소/실적 호선 정보 관리, U003 목적 조선소 설계 사양 관리, U004. 목적 조선소 공장 배치 모델 관리, U005 목적 조선소 설비배치 모델 관리, U006 생산 계획 분석 리포트 관리, U007 원가 분석 리포트 관리, U008 설계 자료 출력 리포트 관리, U009 사용자 관리가 있다.

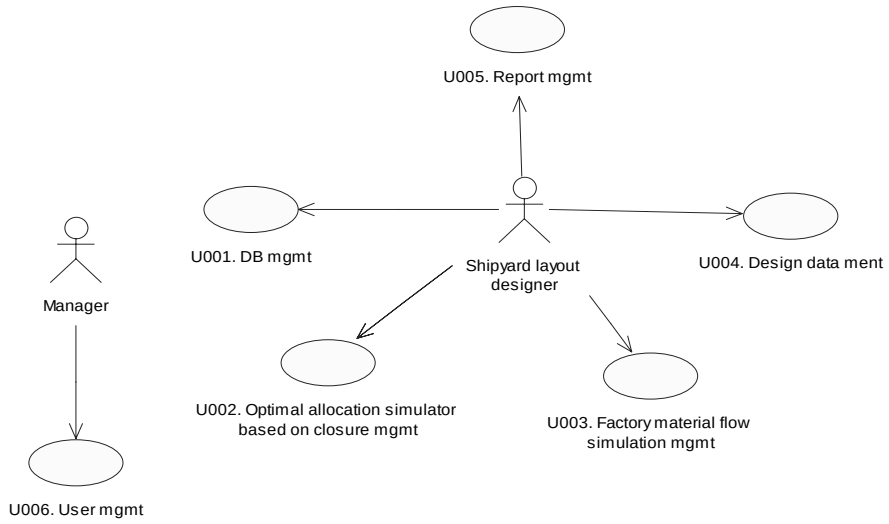


Fig. 4 Business usecase

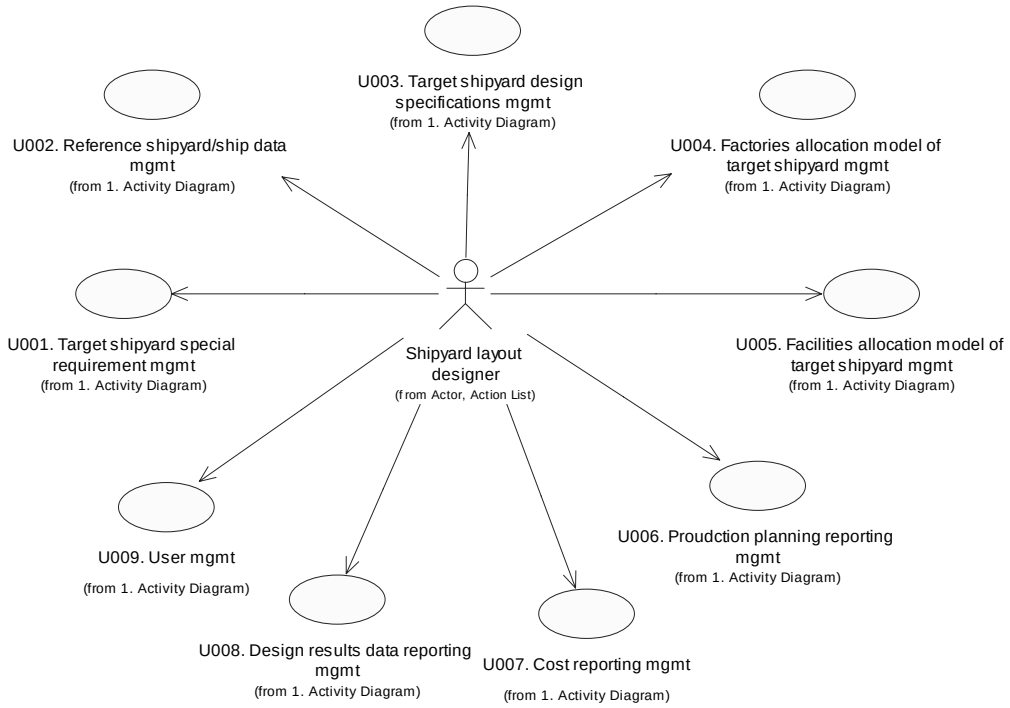


Fig. 5 User requirements

Table 1 Checklist for shipyard layout system design development

	Checklist
Optional Info. List	1. Reference shipyard DB ① Reference shipyard capacity info. and related info.(facility list, etc.) 2. Reference ship DB ① Man-hour where it produced at reference shipyard ② Ship info. and block spec. 3. 3D facility model data ① 3D data including facility spec. and motion info.
Necessary Info. List.	1. Reference shipyard’s data ① Stage of stage module info. based on activity, flow, space. 2. Reference ship’s data ① Grand-Block’s number and spec per ship type ② Assembly man-hour. 3. Process info. ① Production capacity per stage module ② Facility list and average spec. per every stage
Optional System Interface List.	1. 2-D drawing In/Out ① Closure based optimal allocation simulator <-> The process design simulator 2. Model create ① PPR-S based Data mgmt<->Material flow simulator
Necessary System Interface List.	1. User Interface In/Out ① UI <-> PPR-S based data mgmt. system ② UI <-> Material flow simulator ③ UI <-> Closure based optimal allocation simulator

Table 1 에 조선소 레이아웃 설계 시 도출되어야 하는 결과 목록을 중심으로 제품 개발을 위한 체크리스트를 추출하였다.

3.2 요구사항에 기반한 사용자 시나리오 전개.

시뮬레이션 기반 조선소 레이아웃 설계 프레임크의 연구 결과와 (Fig. 6, Fig. 7) 사용자 요구사항을 기반으로 작성한 사용자 시나리오를 Table 2 에 제시하였으며 크게 요구사항 관리, 초기설계, 기본설계, 상세설계, 계획 선종에 대한 공정 능력 분석(Feasibility study), 원가 분석 결과 리포팅, 설계 자료 분석 결과 리포팅의 순서를 따른다.

4. 시스템 및 데이터 베이스 구조화

4.1 사용자 요구사항에 기반한 시스템 구조화

제품 개발을 위한 체크리스트 및 사용자 시나리오에 기반하여 시스템 흐름을 구조화하였으며, 전체 시스템을 크게 데이터 웨어 하우스(Data Warehouse)와 통합 설계 관리 시스템, 사용자 환경으로 구성하였다.

데이터 웨어 하우스는 목적 조선소의 데이터 형성에 필수적인 참조 조선소 및 실적 호선 정보, 설비 3D 데이터로 구성되어 있으며, 쓰기/삭제 기능은 금하며, 데이터의 조회/복사의 속성만을 부여하였다. 또한, 참조 조선소/실적 호선의 정보는 특정 정보 값으로 조회가 가능하며 데이터는 그룹핑되어 선택/저장된다.

통한 설계 관리 시스템은 공장 물류 시뮬레이터, 근접성 기반 최적 배치 시뮬레이터와 데이터 트랜잭션이 가능하여야 하며, 사용자 환경부에서 발생하는 명령어를 처리할 수 있어야 한다. 또한, 사용자 관리 및 사용자 정보에 따른 설계 데이터 정보의 관리가 가능한 데이터 베이스가 포함되어 있다.

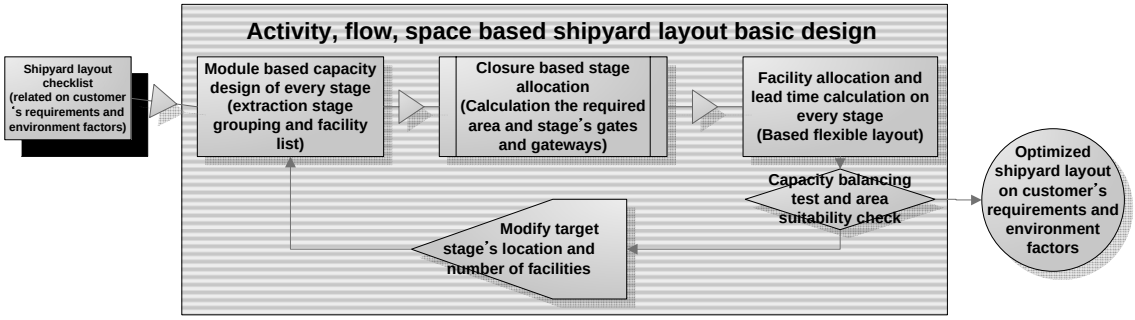


Fig. 6 Shipyard layout basic designs based on shipyard activities, flow and area

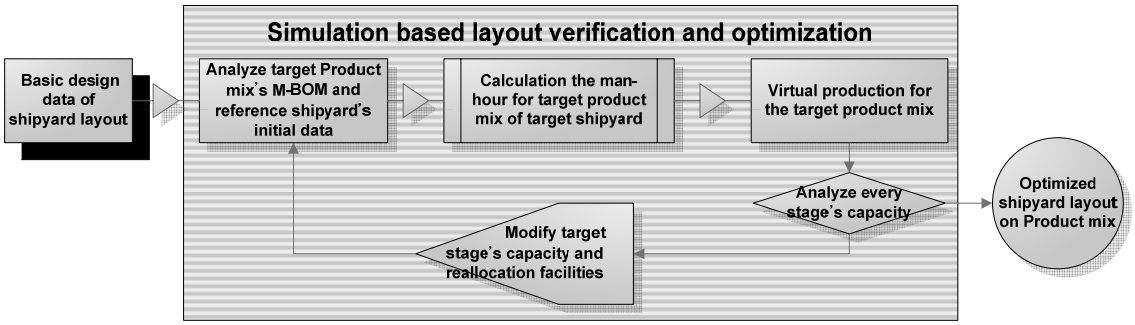


Fig. 7 Shipyard layout verification and optimization using simulation method

Table 2 User scenario case of shipyard layout design using simulation method

	User scenario
A001. Requirement Analysis	1. Target shipyard special requirements management ① Input the environment factors (site drawing, etc.) ② Input target shipyard key factor(Dock info, planned product mix(ship), etc.) ③ Input the special requirements
A002. Factory Level Shipyard Layout Design	1. Design the target shipyard for preliminary layout ① Choose the reference ship for the target shipyard basic info. ② Update the target shipyard preliminary info. by comparing target shipyard capacity with reference shipyard capacity ③ Update ②'s information refer to target shipyard design factors and special requirements ④ Allocate factories considering site drawing and flow of information and material flow based on closure <-> Closure based optimal allocation simulator
A003. Shop Level Shipyard Layout Design	1. Design the target shipyard basic design ① Design stage layout considering process features <->The process design simulator, The closure based optimal allocation simulator. ② Calculation every stage'stact-time, balancing load and confirm stage layout and facility list

Table 2 Continued	
A004. shipyard & shop's capacity Validation & Report (Technical Feasibility Study)	1. Design the target shipyard detailed design ① Input specifications of the product mix(target ship) <-> The process design simulator ② Do recursive process, A003, when some facility added. 2. Reporting target shipyard production capacity ① Require calculation lead time of every target ship ② Require calculation cycle time of every stages or
A005. Shipyard & Shop's Financal report	1. Analyze target shipyard cost information ① Require reporting production cost ② Require reporting facility list and its cost.
A005. Shipyard & Shop's Layout Design Result Report	1. Require target shipyard design information ① Layout drawings(factory/stage) ② Facility list ③ Production capacity data per every target ship(Lead time, Cycle time)

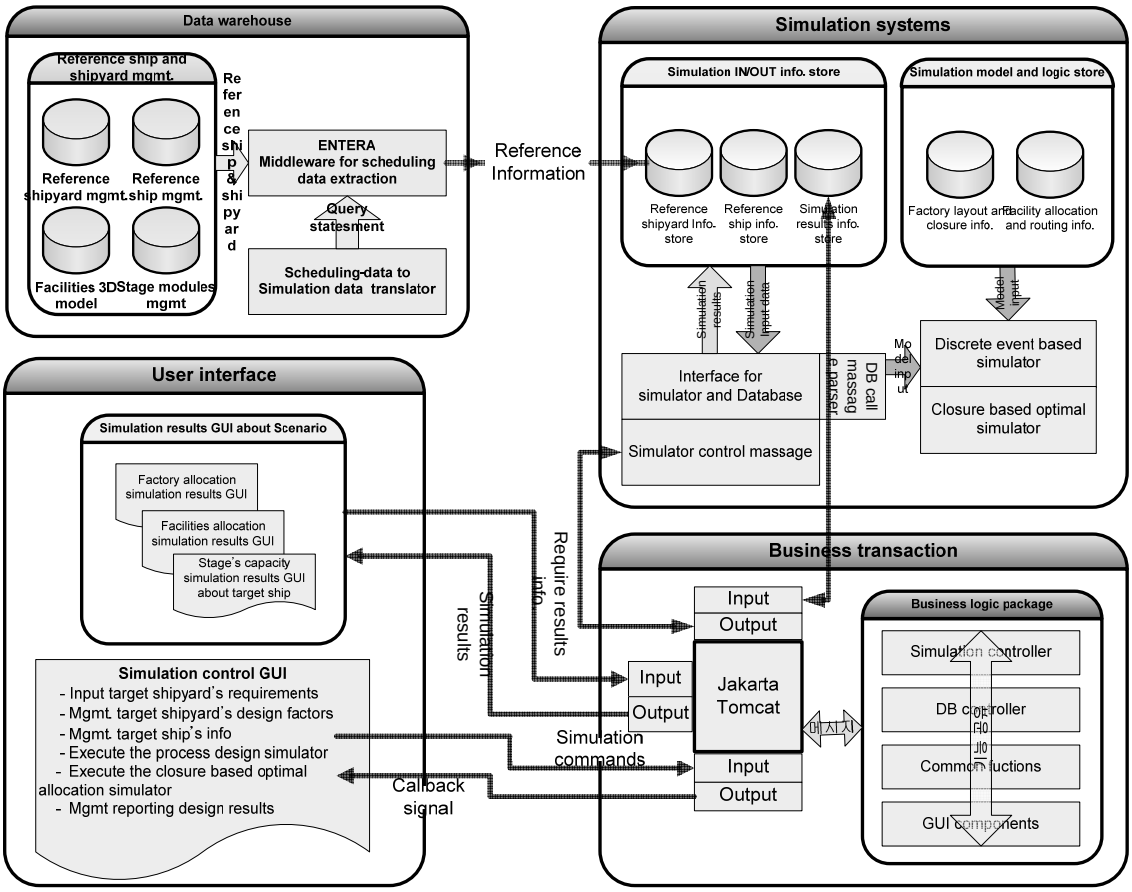


Fig. 8 System architecture

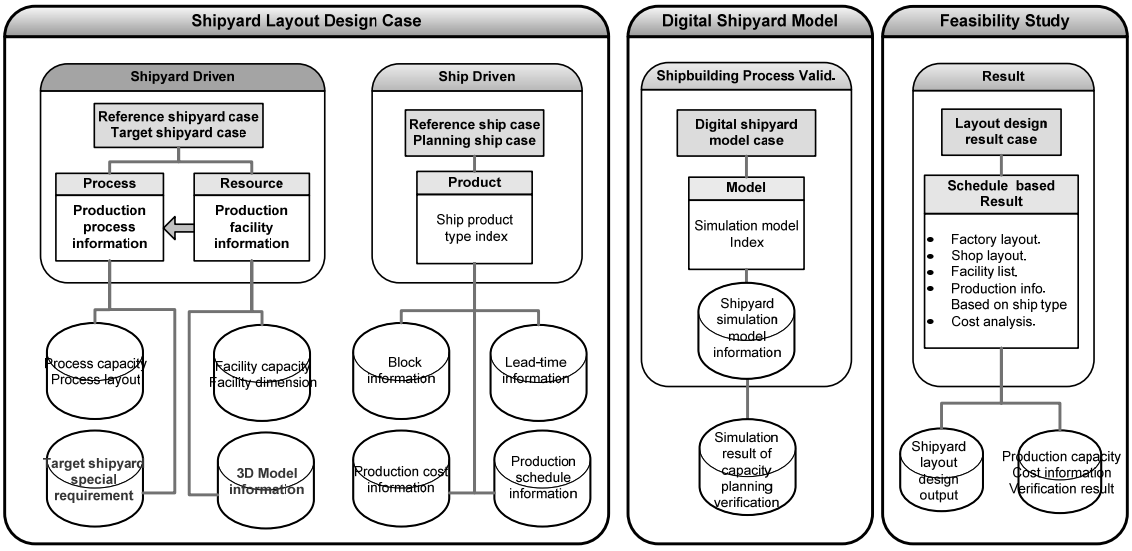


Fig. 9 Standard data base structure

사용자 환경은 사용자 시나리오에 의해 작성된 설계 프로세스를 쉽게 따를 수 있는 사용자 UI 로 구성되며, 설계 결과를 그래프, 표 등으로 조회할 수 있어야 하며, 파일의 출력이 가능하여야 한다.

마지막으로, web 기반 시스템 운영 등의 항목을 고려할 수 있도록 웹 서버를 고려하였다(Fig. 8). 단, 앞 절에서 언급했듯 제시한 표준 데이터 베이스는 참조 조선소 정보 목록 및 실적 호선 정보 목록 등이 정의된 데이터웨어하우스와는 다른 개념으로 통합 설계 관리 시스템 내에서 조선소 레이아웃 설계 결과를 사용자 아이디와 레이아웃 설계 케이스의 index 를 갖고 저장/사용하기 위한 데이터 베이스이다.

5. 사용자 행위 기반 시스템 흐름 설계 및 개발 템플리트 작성.

5.1 유스케이스, 용어 정제 및 사용자 행위 기반 시스템 흐름 설계

3.1 절에서 언급한 시스템 요구사항을 기술한 후(Fig. 10), 각 유스케이스의 이벤트 흐름을 상세화할 액티비티 다이어그램(Activity Diagram)을 설계하였다.(Fig. 11) 각 이벤트 흐름의 가변성과 예외 항목이 포함된 조건 로직(Conditional logic)과 반복 로직(Recursive logic)을 함께 기술하였으며, 이벤트가 실행되기 이전 갖추어야 할 필요조건을 함께 명시하였다. 또한, 사용되는 용어를 구체화(Fig. 12)하여 차후 제품 설계시 혼돈을 막을 수 있도록 하였다.

ID	이름	관련 요구사항	설명	우선순위
U001	목적 조선소 특별 요구사항 관리	U002 U003 U004 U005	● 설계 대상 부지의 입지 환경 정보를 입력할 수 있다. ● 계획하는 선대 / Dock 의 size 와 개수를 입력할 수 있다. ● 계획하는 선종 정보를 입력할 수 있다. (Product mix, 연간 목표 선박 건조량 등) ● 기타 설계하고자 하는 조선소의 특별 요구사항을 입력할 수 있다. ● 설계하고자 하는 조선소의 선박 생산 프로세스 특징을 입력할 수 있다.(블록 외주/생산 비율 등)	상
U002	참조 조선소/실적호선 정보 관리	U001	● 참조 조선소, 참조 조선소의 실적 호선 정보를 관리한다. ● 특정 repository 에 저장되어 있는 참조 조선소, 참조 조선소의 실적 호선 정보를 조회/복사(전체 혹은 선택)/수정 할 수 있으며, 목적 조선소의 설계 사양으로 Export 될 수 있다. ● 참조 조선소의 정보는 프로세스 별 계획능력, 설비목록/목록별 설비 대수, 공장별 면적/공정별 면적, 공장 레이아웃/공정 레이아웃이 있다. ● 실적 호선은 참조 조선소의 선박 제품으로 참조 조선소에서의 생산 계획 정보, 선박의 사양이 있다.	상
U003	목적 조선소 설계 사양 관리	U001 U002	● 참조조선소 정보에서 복사한 데이터가 입력되어 있다. ● 목적 조선소의 특별 요구사항이 입력되어 있다. ● 공장별 / 공정별 근접성 가중치를 부여할 수 있다.	상
	목적 조선		● 설계 대상 부지의 계획 도면이 근접성 기반 최적 배치 시뮬레이터에 Export 되어 있다. ● 목적 조선소의 공장별 면적, 공장별 근접성 선호도가	

Fig. 10 Description of user usecase

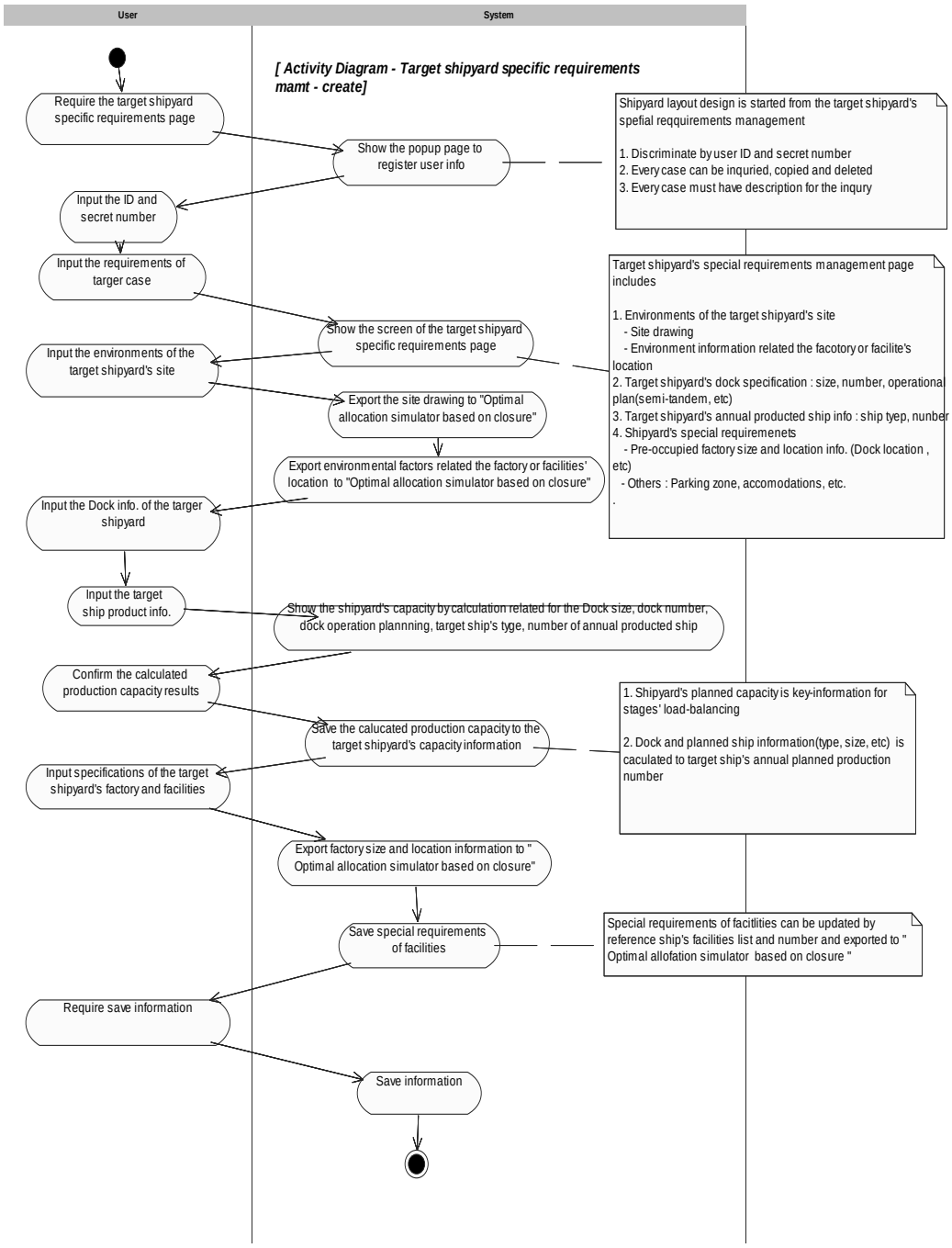
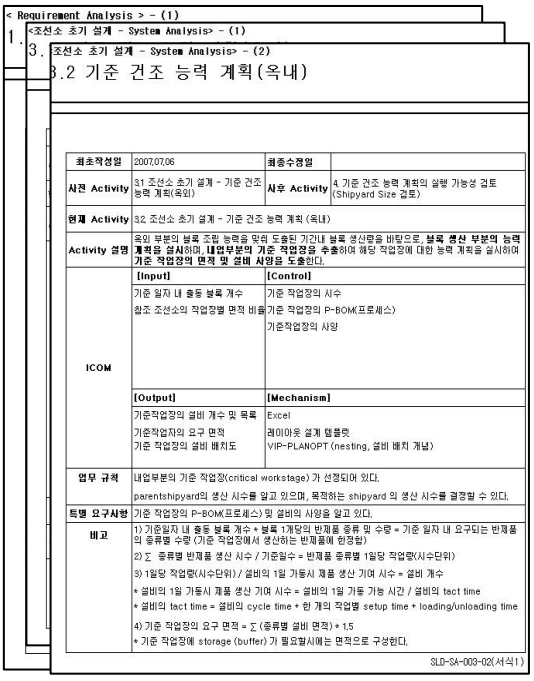


Fig. 11 Special requirement management of target shipyard layout- Implementation of activity diagram (example)

한글명	영문명	설명	별칭
*참조 조선소	Parent Shipyard	조선소 설계의 참고가 되는 설계하는 조선소로 공장 레이아웃, 공정 레이아웃, 공정 능력, 설비 목록등을 속성으로 갖고 있다.	
*목적 조선소	Planned Shipyard	Wise Layout 제품을 통해 설계하고자 하는 조선소로 참조 조선소와 목적 조선소 특별 요구사항을 수집하여 설계하는 대상이다.	
*실적 호선	Parent Ship	참조 조선소에서 생산되었던 선박의 생산 정보로 선종 등 선박의 설계 정보와 참조조선소에서 생산되었을 시의 주요 시수 정보로 구성되어 있다.	
*계획 호선	Planned Ship	고객의 요구사항으로 파악된 목적 조선소에서 생산하고자 하는 선종 mix. 로 목적 조선소의 설계가 완료되었을 때, Feasibility study 를 통해 계획 호선이 기준 기간 내에 무리없이 생산될 수 있도록 공정 능력이 조정된다.	
*공정 모듈	Process Module	선박 생산 프로세스를 분석하여 그룹핑된 공정으로 Activity, Flow, Space Based Work-stage Design 의 과정을 통해 추출된 Load-balancing 된 모듈이다. 참조 조선소의 정보를 대체할 수 있다.	
*목적 조선소 특별 요구사항	Planned Shipyard 's Requirement	고객의 요구사항으로부터 구성된 조선소 레이아웃에 필요한 초기 정보들로, 크게 환경 제약요소, 선대/Dock 의 계획 능력 정보, 계획 호선 정보, 기타 요구사항으로 구성된다.	
	Planned	목적 조선소의 공정별,공장별 만족되어야 하는 생산	

Fig. 12 Description of system terminology


< Requirement Analysis > - (1)
<조선소 초기 설계 - System Analysis> - (1)
조선소 초기 설계 - System Analysis> - (2)
3.2 기준 건조 능력 계획(옥내)

최초작성일	2007.07.06	최종수정일	
사전 Activity	3.1 조선소 초기 설계 - 기준 건조 능력 계획(옥외)	사후 Activity	4. 기준 건조 능력 계획의 실행 가능성 검토 (Shipyard Size 검토)
현재 Activity	3.2. 조선소 초기 설계 - 기준 건조 능력 계획 (옥내)		
Activity 설명	옥외 부분의 블록 조립 능력을 먼저 도출된 기간내 블록 생산량을 바탕으로, **블록 생산 부분의 능력 계획을 실시**하며, **내업부분의 기준 작업장을 추출**하여 해당 작업장에 대한 능력 계획을 실시하여 **기준 작업장의 면적 및 설비 사양을 도출**한다.		
ICOM	[Input]	[Control]	
	기준 일자 내 출동 블록 개수 참조 조선소의 작업장별 면적 비율	기준 작업장의 시수 기준 작업장의 P-BOM(프로세스) 기준작업장의 사양	
	[Output]	[Mechanism]	
	기준작업장의 설비 개수 및 목록 기준작업자의 요구 면적 기준 작업장의 설비 배치도	Excel 레이아웃 설계 탬플릿 VIP-PLANOPT (nesting, 설비 배치 개념)	
업무 규칙	내업부분의 기준 작업장(criticel workstage) 가 선정되어 있다. parentshipyard의 생산 시수를 알고 있으며, 목적하는 shipyard 의 생산 시수를 결정할 수 있다.		
특별 요구사항	기준 작업장의 P-BOM(프로세스) 및 설비의 사양을 알고 있다.		
비고	1) 기준일자 내 출동 블록 개수 * 블록 1개당의 반제품 종류 및 수량 = 기준 일자 내 요구되는 반제품의 종류별 수량 (기준 작업장에서 생산하는 반제품에 한정함) 2) ∑ 종류별 반제품 생산 시수 / 기준일수 = 반제품 종류별 1일당 작업량(시수단위) 3) 1일당 작업량(시수단위) / 설비의 1일 가동시 제품 생산 기여 시수 = 설비 개수 * 설비의 1일 가동시 제품 생산 기여 시수 = 설비의 1일 가동 가능 시간 / 설비의 tact time * 설비의 tact time = 설비의 cycle time + 한 개의 작업별 setup time + loading/unloading time 4) 기준 작업장의 요구 면적 = ∑ (종류별 설비 면적) * 1.5 * 기준 작업장에 storage (buffer) 가 필요할시에는 면적으로 구성한다.		

SLD-SA-003-02(서식1)

Fig. 13 System development template

5.2 개발 템플리트 작성 및 주요 산식

Fig. 13 에서는, 시뮬레이션 기반 조선소 레이아웃 설계 프레임워크를 통해 제시한 레이아웃 프로세스와 개별 프로세스간 정보의 입출력/정보 가공형태를 고려한 개발 템플리트를 제시하였다.

각 템플리트에는 현재 액티비티와 사전,사후 액티비티가 기록되며, 행위별로 ICOM(input, control, output, mechanism) 이 기록되어 레이아웃 프로세스를 진행할 때의 참조 자료가 된다.

기본적으로 input, output 란에는 해당 액티비티에 입력되고 출력될 데이터의 형태를 기록하였으며, control 은 input 데이터를 가공하여 줄 산식을, mechanism 부에는 해당 액티비티 수행에 소요되는 설계 지원 소프트웨어 목록을 표기하였다. 비고와 업무규칙란에는 control 과 관련될 산식과 부문별 데이터의 사양을 기록하였다.

또한, 1. 고객 요구사항 분석 으로부터 17.시나리오별 원가 분석 자료 리포팅 의 액티비티를 수행하면, 각 규칙에 따라 조선소 레이아웃프로세스 내의 정보가 조직되며, 차후 해당 내용에 근거하여 시뮬레이션 기반 조선소 레이아웃 설계 제품이 개발된다.

주요 정보를 가공하여 줄 산식 중 일부를 아래에 표기하였으며, 주로 목적 조선소의 계획 공정 능력 및 공장별 소요 면적을 추출하기 위함이다.

- ■1) ∑블록 조립 시수 / 기준 일자 = 1 일당 작업량(시수단위)
- ■2) 1 일당 작업량(시수단위) / 설비의 1 일 가동시 제품 생산 기여 시수 = 설비 개수
- ■3) 기준일자 내 출동 블록 개수 * 블록 1 개당의 반제품 종류 및 수량 = 기준 일자 내 요구되는 반제품 의 종류별 수량 (기준 작업장에서 생산하는 반제품에 한정함
- ■4) ∑종류별 블록 생산 시수 / 기준일수 = 블록 종류별 1 일당 작업량(시수단위)
- ■5) 1 일당 작업량(시수단위) / 설비의 1 일 가동시 제품 생산 기여 시수 = 설비 개수
- ■6) 기준 작업장의 요구 면적 = ∑(종류별 설비 면적) * 1.5
- ■7) 기준작업장의 size: parentshipyard 의 해당 작업장의 size = 1: k
- ■8) (개별작업장의 1 일 기준 블록 생산량 * 생산 시수) = 1 일당 생산 시수
- ■9) 1 일당 생산 시수/ 설비의 1 일 가동시 제품 생산 기여 시수 = 설비 개수

6. 사용자 인터페이스 및 제품 프로토타입 설계

6.1 사용자 인터페이스 설계

4.1 절에서 논의한 사용자 인터페이스(User Interface)의 기능 요구조건에 따라 화면을 설계하였다. 화면에서 제안하는 모든 메뉴(menu)는 조선소 레이아웃 프로세스에 근거하여 구성되며, 레이아웃 설계의 주요 분기점(milestone)마다 이전 프로세스로 회귀(recursive flow)가 가능하도록 시스템 흐름이 준비되어야 한다. 또한, 개별 사용자를 적정한 규칙으로 관리할 수 있는 사용자 관리 환경이 요구된다. Fig. 14에는 레이아웃 프로세스를 기반으로 한 사용자 인터페이스의 프로토 타입을 제시하였다.

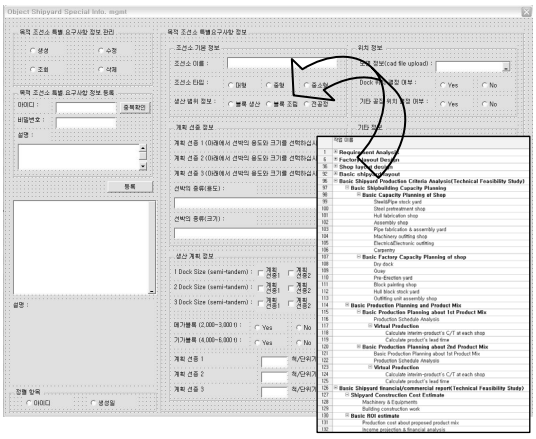


Fig. 14 User interface prototype version

6.2 서비스 소프트웨어 커스터마이징

서비스 소프트웨어는 크게 조선소와 선박을 관리하며 관련 정보를 리포팅할 수 있는 환경을 갖춘 PPR-S Managing software 와 레이아웃 설계를 지원하는 근접성 기반 시뮬레이터와 공정 물류 시뮬레이터의 상용 소프트웨어로 구성된다(Fig. 15). 이 중 PPR-S Managing software 는 데이터 통합, 원가 정보 입력, 제품 분석, 프로세스 분석, 공정 시간 분석, 평가, 결과출력의 기능과 공정물류 시뮬레이터와 연동될 수 있는 인터페이스를 갖추고 있는 일종의 시스템 엔진이다. 이에 조선소 레이아웃 설계를 위한 시스템 내의 PPR-S 의 정의 및 요소별 원가 정보 정의 등의 제반 작업이 수행되어야 하며, Fig. 16 에 사례를 제시하였다. 차후, 사용자 인터페이스와 서비스 소프트웨어모두는 PPR-S Managing software 연계되며, 데이터 입출력의 호환 성을 위해 개별 어댑터가 개발되어 삽입될 것이다.

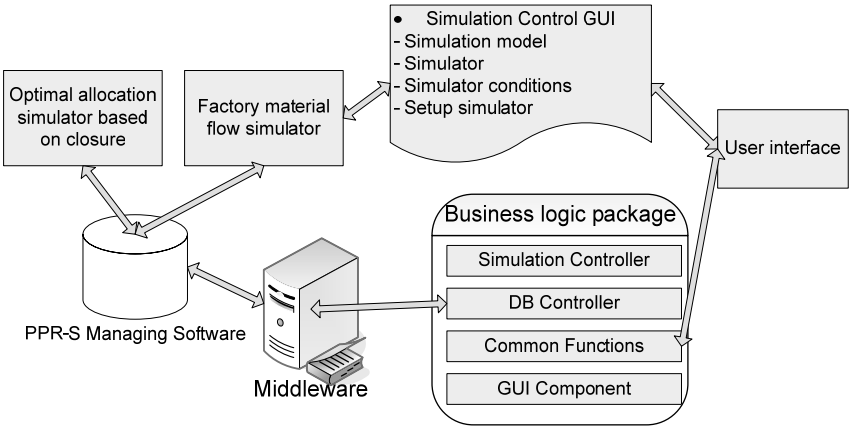


Fig. 15 Connection diagram of system service software

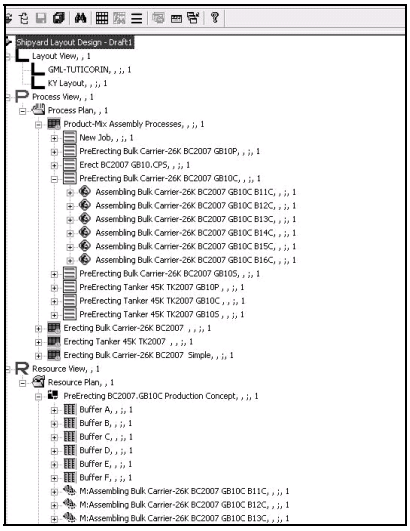


Fig. 16 Service software customizing

7. 결론

시뮬레이션 기반 조선소 레이아웃은 기존의 선박 중심 레이아웃 설계를 프로세스(Shipbuilding Process) 중심 레이아웃 설계, 선박 중심 생산 능력 검증의 구조로 치환한 PLM 기반의 조선 레이아웃 설계 방법론이다.

설계자는 설계 과정에서 모델링된 가상 조선소의 생산 공정을 시뮬레이션 하여 조선소 라이프 사이클을 분석할 수 있으며, 최적의 생산 이윤을 보이는 생산 전략을 결정하고, 필요한 경우 조선소 레이아웃의 설계 사양을 변경할 수 있다.

본 논문에서는 서비스, 유스케이스 기반 소프트웨어 아키텍처 방법론(SOA, Usecase driven software architecture)에 기초하여 시뮬레이션 기반 조선소 레이아웃을 수행하고자 하는 사용자의 유스케이스를 분석하여 시스템 흐름 및 기능을 구조화하였으며, 통합 소프트웨어 개발을 위한 초기 아키텍팅을 수행하였다.

현재 설계 소프트웨어간 인터페이스 및 사용자 인터페이스 개발이 수행되고 있으며, 차후 조선소의 공정 모듈, 설비 3D 데이터 등을 데이터베이스의 선택 정보 항목으로 추가하는 등으로 통합 소프트웨어 개발을 진행할 것이다.

참 고 문 헌

- A Taxonomy of Service Types for SOA, 2005, Randy Heffer, Forrester.
- Benjjafar, S. and Sherikhazadeh, M., 2000, Design of Flexible Plant Layout, IIE Trans, Vol. 32, No. 4, pp. 309-322
- INCOSE, 2002, ISO/IEC 15288 Systems Engineering System Life Cycle Process.
- Muther, R., 1973, Systematic Layout Planning, 2nd 3d.,Cahners Books, Boston.
- Shin, J.G. and Sohn, S.J., 2001, " An Evolutionary Simulation Based Design Methodology for a Multiple Jop-Shops Control System of Automated Manufacturing," International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 14, No. 4, pp. 385-398.
- Song, Y.J., Lee, K.K., Lee, D.K., Hwang, I.H., Woo, J.H. and Shin, J.G.,, 2008, " Development of a Design Framework for Simulation Based Shipyard Layout," Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 45, No. 2, pp. 109-122.
- 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. 411-420.

< 송 영 주 >

< 이 동 건 >

< 우 종 훈 >

< 신 종 계 >