

조선해양 생산 시뮬레이션 요구 및 기능 분석 프로세스 연구

황호진*

A Study on Analysis Process of Customer Requirements and Functional Requirements for a Ship Production Simulations

Ho-Jin Hwang*

ABSTRACT

The productivity improvement is indispensable to shipbuilding industry for maintaining the world's No. 1. Simulation based production recently has been an issue as part of efforts to high efficiency production and Korean shipyards requests simulation system tools specialized in a shipbuilding industry. IT convergence project between conventional shipbuilding industry and IT simulation technology has been carried out and integrated simulation framework was proposed as a way to overcome sporadic developments. The framework would provide reusability of kernels and modules and also ensure for expansibilities to other production simulations. The fact that production simulation system should reflect shipyard requirement would be most important. We suggest an analysis process of customer requirements and functional requirements for production simulations. It is partially based on concepts of software engineering and axiomatic design. The process is applied to a design of configuration for simulation framework.

Key words : Customer Requirements, Design Process, Simulation based Production, System Framework

1. 서 론

우리나라 조선해양산업은 고부가 신제품 개발, 최적화 설계, 고효율 생산기술을 기반으로, 중국 등의 후발 경쟁국보다 기술적인 경쟁 우위를 가져야 세계 1위의 주도권을 유지할 수 있다. 이러한 전략 중의 하나로서 고효율 생산기술의 개발이 대두되고 있으며^[1], 현재 우리나라 조선해양산업체에서는 새로운 생산기술 및 신 건조공법을 개발 적용하려는 많은 노력을 하고 있다^[2,3]. 이러한 기술로 신공법의 검증 및 최적화된 생산 흐름을 지원하기 위한 생산 시뮬레이션 기술에 많은 관심을 나타내고 있다^[4]. 하지만 수주산업(Engineering to order)이라는 조선해양산업의 특수성으로 인해 기계, 자동차, 항공과 같은 양산 산업(Make to stock, order)에 적용되는 시뮬레이션 시스템 및 도구를 직접 적용하는 데 한계가 있으며, 조선해양산업

에 특화된 생산 시뮬레이션 기술을 요구하고 있다^[5].

이러한 요구에 부응하기 위해 전통적인 조선해양산업에 IT 시뮬레이션 기술을 접목/융합하는 조선해양 생산 시뮬레이션 시스템 개발을 위한 연구가 현재 진행되고 있다. 이 연구는 산발적으로 개발되고 있는 생산 시뮬레이션 프로그램들을 체계적으로 통합하는 조선해양 생산 시뮬레이션 프레임워크로 표현되며, 확장성을 고려하여 모듈의 재활용성을 높이도록 설계, 개발하는 것을 목표로 하고 있다. 이러한 조선해양 생산 시뮬레이션 프레임워크를 설계, 개발하기 위해서는 우선적으로 우리나라 조선해양산업의 현장에서 필요로 하는 요구사항들을 적극적으로 반영하고 이를 기술적으로 해결해야 한다. 이를 위한 체계로서 소프트웨어 공학 개념 및 최적화 설계를 위한 설계 개념의 도입이 필요하며, 본 논문에서는 체계화된 프레임워크 및 시스템 구성 및 개발을 위한 요구 및 기능 분석 프로세스에 대해서 다루고자 한다. 조선해양 생산 시뮬레이션을 통합적으로 개발, 관리하기 위한 시뮬레이션 프레임워크에 대한 개념을 소개하며, 이 프레임워크 개발을 위해 조선해양 생산 시뮬레이션의 최

*중신회원, 한국해양연구원 대덕분원
- 논문투고일: 2011. 08. 08
- 논문수정일: 2011. 09. 22
- 심사완료일: 2011. 10. 19

중 사용자인 현장의 목소리를 기반으로 요구사항을 도출/분석하였다. 이러한 요구사항을 충실히 반영하면서 개발자들이 개발 기능에 대해서 체계적으로 분석하는 방법 및 과정에 대한 연구를 수행하였으며, 이를 실제 프레임워크 설계 과정에 적용하였다. 이 과정은 일반적인 소프트웨어 공학 관점의 개발 방법론의 개념과 공리적 설계 방법의 개념을 일부 도입하고 적용하였으며, 이러한 프로세스를 통해 조선해양산업 현장의 요구사항들을 충실히 반영하고 의견을 소통하고자 하였다.

2. 조선해양 생산 시뮬레이션 프레임워크

2.1 조선해양 생산 시뮬레이션 통합

우리나라 대형 조선소에서는 다양하고 많은 생산 시뮬레이션 프로그램을 개발하였다. 이러한 프로그램들은 대개 수요 부서의 요구 및 필요에 의해 개발된 것들이며, 생산성 향상에 많은 도움을 주고 있다. 하지만 기존의 조선해양 생산 시뮬레이션들은 수요 부서에 의해 개별적이고 국부적으로 개발되고 있으며, 이로 인해 각기 다른 구조를 가지고 개발/운용되고 있다. 이러한 개별적인 개발 및 서로 다른 구조에 의해 모듈의 재활용 및 재사용성 측면에서 취약하다는 단점이 있다. 이러한 단점의 보완 및 해결을 위해 착안한 것이 조선해양 생산 시뮬레이션 프레임워크이며, 커널(Kernel)로 표현되는 계산 및 해석 모듈의 집합을 시뮬레이션 엔진으로 구성하여 상호 정보 교환 및 공유를 가능하게 하며, 시뮬레이션 엔진과 응용 시스템을 분리하는 것이다. 이와 같이 확장성을 보장하고 시뮬레이션 엔진 내의 각종 커널들의 조합으로 새로운 응용 시스템을 개발할 수 있으며, 더 나아가 여러 조선해양산업체에 적용이 가능할 것으로 예상된다. 응용 시스템과 독립된 형태의 프레임워크 구조를 가지게 되므로, 응용 시스템은 각 조선해양산업체의 환경에 맞는, 현장 사용자에게 친숙한 프로세스 및 GUI를 가지도록 맞춤화하여 개발할 수 있다.

조선해양 생산 시뮬레이션 프레임워크는 여러 응용 시뮬레이션 기술의 구성을 위해 도입된 개념으로, 선박 및 해양플랜트의 생산 공정 및 공법 검증, 설비 및 배치의 최적화 및 검증, 생산 관리의 최적화 등의 모사를 실행할 수 있는 조선해양 전용의 통합 시뮬레이션 시스템 기술이다⁶⁾. 이는 다양한 생산 시뮬레이션을 기반으로 사전 검증, 작업 중 의사결정, 사후 관리를 지원하기 위해 개발하는 것이며, 모든 조선소에 적

용이 가능한 독립된 형태로 개발할 예정이다. 각 조선해양산업체는 이를 기반으로 각자의 환경에 맞는 응용 프로그램으로 개발하도록 하여 대형 조선해양산업체 및 중소형 조선해양산업체에서 모두 활용 가능하게 지원할 예정이다.

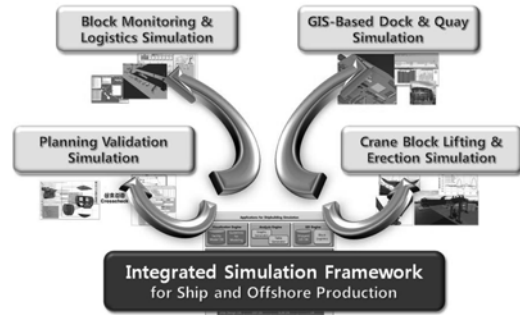


Fig. 1. Application Fields of Integrated Simulation Framework for Ship and Offshore Production

이러한 프레임워크를 기반으로 다음의 4가지 대표 응용 분야에 대한 응용시스템을 개발할 예정이다. 첫째, ‘조선해양 공정 상호검증 시뮬레이션(Planning Validation Simulation)’은 생산 공정 계획과 생산 일정 계획을 생산계획의 통합 관점에서 상호검증할 수 있도록 지원하며, 둘째, ‘블록의 크레인 리프팅 및 탑재 시뮬레이션(Crane Block Lifting & Erection Simulation)’은 건조에 필요한 블록 턴오버(Turn Over) 및 블록 리프팅(Lifting), 도크(Dock) 내 블록 반목 배치, 해상 탑재 등의 작업 검증 및 계획을 위해, 리프팅 시 러그 위치의 검증, 블록의 변형 및 응력 시뮬레이션, 해상 크레인과 플로팅 도크(Floating Dock) 등의 상호 운동 및 블록의 운동 시뮬레이션을 지원하며, 셋째, ‘GIS정보 기반 설비 시뮬레이션(GIS-Based Dock & Quay Simulation)’은 조선해양산업체 내 지리정보를 기반으로 하여 선박 및 해양플랜트 건조에 필요한 드라이도크, 안벽 등의 배치와 시설물 운영 최적화를 위한 시뮬레이션 시스템이며, 넷째, ‘블록 및 물류 관제 시뮬레이션(Block Monitoring & Logistics Simulation)’은 강판 및 형강 자재의 적치 및 가공 물류, 부재, 조립 블록, 의장 기자재 및 단품재 등의 위치 파악 및 운반 계획, 조립 공장 및 선행 탑재장 지번 별 블록 할당 및 배치를 위한 기준 생산 계획, 도장 공장 블록 배치 계획, 안벽 의장 블록 배치 계획 등의 시뮬레이션 시스템이다. Fig 1은 이와 같이 조선해양 생산 시뮬레이션 프레임워크를 기반으로 하는 대표적인 응용 분야를 나타낸다.

2.2 관련 연구 현황

시뮬레이션 프레임워크는 여러 분야에서 다양한 연구가 진행되어 왔다. 우중훈 등¹⁷⁾은 선박 생산을 위한 시뮬레이션 모델링 방법론 및 아키텍처를 제안하였으며, 선박 일정 계획 업무 및 물류 시뮬레이션을 상용 도구를 사용하여 적용하였다. 여기서 시뮬레이션 아키텍처는 응용 프로그램 관점에서의 데이터베이스 및 인터페이스에 대한 설계 및 구현으로, 시뮬레이션과 관련된 커널 및 컴포넌트로 구성되는 본 연구의 시뮬레이션 프레임워크와는 다른 개념이다. 이경호 등¹⁸⁾은 선박 안전성 평가를 위한 시뮬레이션 프레임워크를 제안하였으며, 여러 해석 시스템들의 표준화와 재사용성에 초점을 두었고, 특히 그래픽 사용자 인터페이스와 가시화 시스템을 분리하여 시스템의 유지보수와 재사용이 쉽도록 설계하였다. 김승현 등¹⁹⁾은 선박 수명주기 관리를 위한 시스템 프레임워크를 제안하였으며, 비즈니스 계층(Business Tier), 제시 계층(Presentation Tier), 응용 프로그램 계층(Application Tier), 데이터 계층(Data Tier)로 구성되었다. 여기서 응용 프로그램 계층은 제품 정보를 가공하고 관리하는 역할을 가지고, 제시 계층은 응용 프로그램 계층에서 정의한 기능을 사용자 환경으로 제공하는 역할로 정의함으로써, 시뮬레이션 프레임워크를 기반으로 각 조건의 환경에 맞춤형 응용 시스템을 개발한다는 관점과 유사하다. 주민식 등²⁰⁾은 분산 환경 기반의 다분야통합최적설계를 지원하는 설계 프레임워크를 개발한 바 있다. 관련 연구를 분석해 보면 시스템 프레임워크는 다양한 구조 및 개념으로 설계, 개발되고 있으며, 데이터와 응용 프로그램의 분리, 가시화 모듈 및 그래픽 사용자 인터페이스의 분리가 효율적인 것으로 나타났다. 이러한 관점에서 시뮬레이션 프레임워크의 설계 과정에서는 이를 반영할 수 있는 체계적인 접근법이 필요하다.

프레임워크의 설계에 있어 최종 사용자의 요구사항을 충분히 반영할 수 있는 접근법이 필요하며, 본 논문에서는 공리적 설계 방법의 개념을 도입하였다. 공리적 설계 방법이란 설계의 과정을 연속적인 목표와 방법, 즉 고객의 요구사항(Customer Requirements), 기능적 요구조건(Functional Requirements), 설계 변수(Design Parameters), 프로세스 변수(Process Variables)의 네 가지 도메인의 선정과 그에 따른 매핑 과정으로 진행하고 각각의 설계 행렬 분석으로서 평가해 나가는 설계 방법론이다²¹⁾. 공리적 설계 방법론은 전기현 등²²⁾이 고객지향 굴삭기 프론트 초기설계 시스템을 개발한 바 있다. 본 논문에서는 고객의 요구사항을 파악하고, 요구사항들을 만족시킬 수 있는 문

제 해법을 정의하며, 통합적인 분석을 통한 해법의 제시 및 선택한다는 개념을 시뮬레이션 프레임워크에 도입하여 활용하였다.

3. 시뮬레이션 요구 및 기능 분석 프로세스

소프트웨어 공학 관점에서 일반적인 개발 단계는 요구분석, 설계, 구현, 테스트로 나눌 수 있다. 가장 일반적인 형태가 폭포수(Cascade) 방법론이며, 충실한 요구분석을 위해서 나선형 방법론을 사용하기도 한다. 시뮬레이션 프레임워크 구성을 위해서는 최종 사용자의 요구사항을 적극적으로 도출하고, 이에 대한 현장의 의견을 피드백 받아 수정/적용해야 한다. 이러한 관점에서 나선형 개발을 적용할 필요가 있다. 일반적으로 개발자 중심으로 구축된 시스템은 개발자만이 이해하는 단점이 있다. 이를 극복하고자 사용자의 요구를 파악하고 시스템에 반영할 수 있는 사용자 행위 분석 기반의 요구 추출법 등이 제안되고 있다²³⁾. 이러한 관점에서 본 논문에서는 공리적 설계의 개념을 도입하여 고객 요구사항을 기반으로 해당 요구사항을 만족시키기 위한 기능 요구사항을 정의하였으며, 해당 기능이 구현되면 고객 요구사항을 만족시킨다고 가정하였다. 이러한 과정을 내부적인 반복 프로세스로 진행되며, 반복적 사이클을 거쳐 정제된 기능들을 기반으로 하여 각 항목의 유사도 및 관련성을 토대로 그룹핑하며, 이를 커널 및 컴포넌트를 명세함으로써 프레임워크의 기본적인 구조를 정의할 수 있었다. 시스템 프레임워크 설계 방법은 기본적으로 요구사항 정의를 분류한 기능적 요구사항을 기반으로 해서 출발한다. 소프트웨어 엔지니어가 요구사항을 명확하게 정의하지 않으면 시스템은 안정적 또는 재사용될 수 없도록 설계되는 게 일반적이다. 이를 극복하고자 최종 사용자의 요구사항에 대한 확인을 위해 대표 시나리오를 구성하고 이에 대한 더미 GUI 프로그램을 개발하여 예상 결과물에 대한 가시화를 통해 직접 확인함으로써 현장의 요구에 대한 소통을 수행하였다. 이러한 일련의 과정을 도식화한 것이 Fig. 2이며 각 과정에 대한 내용을 서술하도록 한다.

3.1 고객 요구사항(Customer Requirements)의 분석

조선소 현장에서 사용하게 될 소프트웨어의 개발을 위해서는 우선적으로 고객(Customer)로 표현되는 조선소 현장 관계자의 요구사항(Requirements)를 수집하고 분석하는 것이 매우 중요하다. 이러한 요구사항

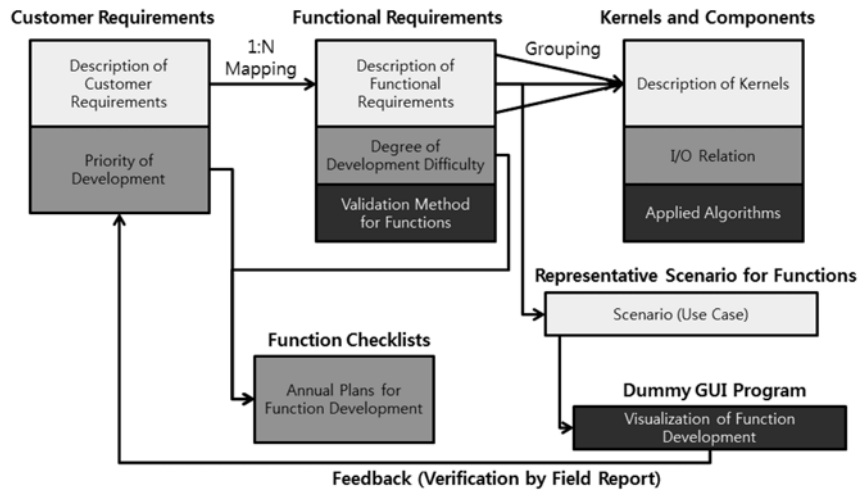


Fig. 2. Analysis Process of Simulation Framework from Customer Requirements.

들을 기반으로 조선해양 생산 시물레이션의 개념을 정립함으로써, 보다 실용적인 시스템 체계를 구축할 수 있다.

이 과정에서는 최종 사용자(End User)인 참여 조선소의 요구사항을 도출/분석하여 명세하는 절차를 수행하며, 요구사항 정의 단계에서는 참여 조선소의 현장 관계자와의 인터뷰 및 관련 회의록을 바탕으로 요구 분석서의 요구사항 정의/분석으로 고객의 요구사항을 파악한다. 분석 및 설계 과정에서는 유즈케이스(Use Case) 등의 기법을 통해서 더욱 구체적으로 파악하며, 이러한 고객의 요구사항을 통해, 개발될 시물레이션 응용 시스템이 가져야 할 최종 사용자의 운용 개념을 분석하고 파악할 수 있다. 연구 개발 상의 전략 구성을 위해 사용자 관점에서의 개발 우선순위를 명기함으로써, 시물레이션 프레임워크 및 응용 시스템 개발 중 우선적으로 개발되어야 할 요구사항들을 명세하였다.

3.2 기능 요구사항(Functional Requirements)의 분석

앞서 도출/분석된 참여 조선소의 현장 관계자로 대표되는 고객 요구사항을 만족시키기 위해 개발 및 구현되어야 할 내용인 기능 요구사항(Functional Requirements)을 분석하는 과정이다. 이 과정에서는 분석된 고객의 요구사항을 기반으로 하여 해당 요구사항을 충족시키기 위한 구현 기능인 기능 요구사항을 정의한다. 상대적으로 구체화되지 않은 고객 요구사항을 기능적으로 구체화/상세화한 것이 기능 요구사항이며, 이러한 기능 요구사항의 항목을 구현하면 고객 요구사항을 만족시키는 것으로 가정하였다. 이를 위해 이러한 기능 요구사항에서 고려해야 할 요소

기능 및 기술들을 파악하였다.

일반적으로 고객 요구사항은 최종 사용자 입장에서 필요로 하는 기능들의 명세이며, 이를 구체화하기 위해서는 여러 항목의 기능 요구사항이 도출된다. 이를 1:N 매핑을 통해 도출/분석함으로써 매핑된 기능 요구사항(구현 기능)이 개발되면 해당되는 고객 요구사항을 충족할 수 있다는 접근법을 활용하였다.

고객 요구사항에서의 우선순위와 동일한 맥락으로 기능 요구사항에서는 각 요구사항의 항목 별로 개발 난이도를 명기하였다. 이는 개발자 관점에서의 가중치로서 각 기능 요구사항의 구현 상의 난이도를 명세한 것이다. 이 과정에서 개발 우선순위가 높더라도 개발이 어렵거나 개발 기간이 소요되는 항목에 대해서 구분하고 명세하였다. 이와 같이 사용자 관점에서의 우선순위를 고객 요구사항에 명세하고, 개발자 관점에서의 개발 난이도를 기능 요구사항에 명세를 통해 연구 개발을 위한 체계를 구성하고자 하였다.

이와 더불어 각 기능 요구사항 항목에 대하여 기능 평가방법을 부여하였으며, 해당 기능 요구사항에 대해서 개발 및 구현 후에 이를 평가하기 위한 방법을 명세하였다. 이는 향후 각 기능에 대한 평가 수단으로 활용할 예정이며, 이를 기반으로 기능 요구사항에 대한 만족 여부를 판단할 수 있는 지표를 마련하여 사용할 예정이다.

3.3 개발기능 체크리스트(Checklists)의 작성

시물레이션 프레임워크 및 응용 시스템의 최종 사용자이자 고객으로 표현되는 조선소 관점의 개발 우선순위와 요소기술 및 응용기술의 개발자 관점에서의

개발 난이도를 종합적으로 평가하여 체계적인 개발 전략을 수립하고자 하였다. 이에 우선순위와 개발 난이도라는 가중치를 기반으로 기능 요구사항의 구현기능을 연차별로 분류하고, 이를 기반으로 구현기능에 대한 개발 계획을 수립하는 과정이 이에 해당한다.

선행 과정에서 고객 요구사항의 개발 우선순위와 기능 요구사항의 개발 난이도의 명세를 확인하며, 이는 해당 구현기능이 시급한 것인지, 개발이 어려운 것인지를 판단하기 위한 기초 자료로 활용된다. 이 때, 요구사항의 개발 순위 결정을 위하여 시뮬레이션 응용 시스템의 중요한 품질요소를 결정하기 위한 구현기능의 평가항목을 추가하였다. 우선순위를 가지는 품질요소를 통하여 요구사항에 대한 작업 우선순위를 결정하게 되며, 전체 시뮬레이션 프레임워크에 해당 요구사항의 변경이 얼마만큼 영향을 미치는지를 결정할 수 있었다. 이러한 과정을 통해 연차별로 시뮬레이션 개발 및 구현 기능 개발 계획을 수립함으로써 개발 기능에 대한 최종 사용자의 의견 및 피드백을 적극적으로 수용할 수 있을 것으로 예상된다.

3.4 개발 커널 및 컴포넌트 분석

이와 같이 고객 요구사항의 분석 및 이에 따른 기능 요구사항의 분석의 반복적 사이클을 거쳐 정제된 구현기능들을 기반으로 하여 각 구현기능 항목들의 유사도 및 관련성을 가지고 그룹핑하는 과정이다. 구현 기능들의 그룹핑을 통해 여러 기능 요구사항 항목들은 체계화하여 이를 커널(Kernel) 및 컴포넌트(Component)로 정의하였다. 커널은 수학적 계산을 포함하는 해석 및 분석 모듈로서 정의하며, 컴포넌트는 시뮬레이션 실행을 위한 기능적 요소로 정의하여 구성하였다. 이러한 커널 및 컴포넌트의 요소들의 결합을 위해 분석된 각 커널 간의 인터페이스를 정의해야 하며, 이러한 인터페이스들은 향후의 확장성을 고려하여 표준화된 형태로서 표현하여 공유하고자 한다. 이를 통해 모든 개발기관의 정보 공유에 활용할 예정이다. 이러한 커널 및 컴포넌트들의 인터페이스를 취합하여 조선해양 생산 시뮬레이션을 위한 통합 DB의 구성을 위한 기초자료로 활용할 것이다. 이와 같이 시뮬레이션의 계산 및 해석을 다루는 엔진을 시뮬레이션 엔진으로 정의하였다.

이와 더불어 응용 시뮬레이션 분야에서 공통적으로 적용될 가시화 관련 엔진 및 시뮬레이션 분석 관련 엔진에 대한 연구동향 및 관련 요구사항을 분석하는 단계를 후처리 엔진으로 정의하였다. 가시화 엔진의 개발을 위해 3D 관련 가시화 요구사항을 도출하고, 이

러한 요구사항을 만족시키기 위해 공개용/상용 3D 가시화 엔진에 대한 조사 및 각 요구사항에 대한 엔진별 기능을 분석하였다. 가시화 대상에 대한 형상 설계 방안을 정립함으로써 향후 응용 시스템이 사용자 관점에서 동일한 뷰(관점)으로 표현될 수 있도록 하는 기능을 개발할 예정이다. 시뮬레이션 분석 엔진은 분석 결과에 대한 표현 기능을 제공하는 커널 및 엔진에 대한 분석을 목표로 하였으며, 시뮬레이션 커널에서 계산된 결과물들을 중립적인 형태의 출력 데이터로 활용할 예정이며, 이를 통해 조선소의 사용자들은 각 응용 시뮬레이션 시스템의 결과물을 동일한 뷰로 확인함으로써 유사한/동일한 시스템이라고 인식하게 되며, 이에 따른 현장 작업자 친화적인 시스템을 개발하는 것이 중요하다.

3.6 구현기능 대표 시나리오

구현기능에 대한 대표 시나리오는 구현기능 요구사항에 대한 예제를 통해 보다 구체화된 표현으로 시나리오를 작성하는 과정이다. 시뮬레이션 응용 분야 별로 대표 시나리오를 작성하였으며, 사용자 입장에서 의 문제점 및 개발자 입장에서의 해결 방법론을 표현하기 위한 수단으로 활용하였다. 이는 문제 해결을 위한 프로세스 및 사용자 처리 과정을 서술함으로써 보다 직관적인 절차를 확인할 수 있다. 이러한 대표 시나리오는 사용자와 개발자 간의 소통을 위한 수단으로 활용되었다.

3.7 더미 GUI 프로그램 개발

더미(Dummy) GUI(Graphic User Interface) 프로그램은 대표 시나리오를 기반으로 사용자 관점에서의 운용 환경을 직접적으로 확인할 수 있는 방법의 하나로서 활용하였다. 조선소의 사용자들은 응용 시뮬레이션의 운용 개념 및 환경을 직접 프로그램을 통해 가시적으로 확인할 수 있었다. 이는 최종 사용자 관점에서 응용 시스템을 활용하고 정보 과정을 확인하기 위한 수단으로 활용되었다. 또한 대표 시나리오를 기반으로 시스템의 활용 과정을 시스템 개발 전에 확인할 수 있으며, 이에 대한 현장 피드백을 통해 개발자로 하여금 사용자의 환경에 가장 적절한 프로세스를 구축할 수 있는 장점을 가지고 있다.

4. 프로세스 적용 및 결과

4.1 요구 및 기능 분석 프로세스 적용

소프트웨어 개발 방법론과 공리적 설계 방법론의

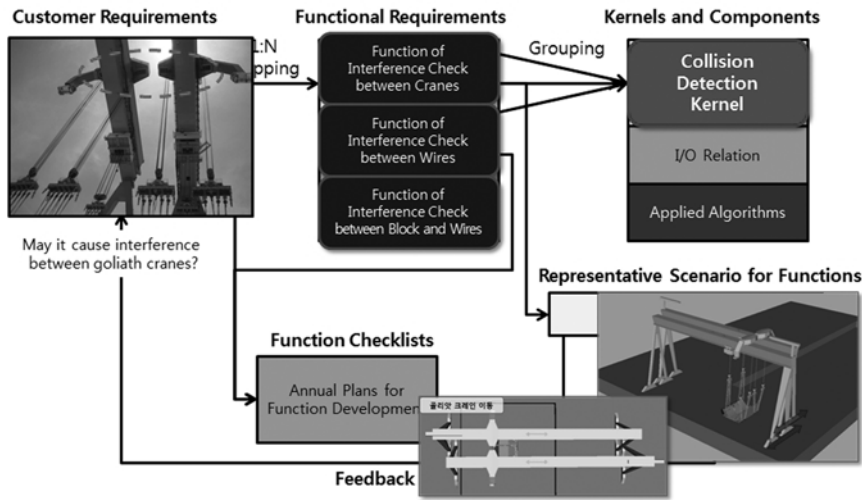


Fig. 3. Example of Analysis Process with Interference Problem.

개념을 일부 도입한 요구 및 기능 프로세스를 기반으로 시뮬레이션 프레임워크 구성에 적용하였다. Fig. 3은 시뮬레이션 프레임워크 구성을 위한 프로세스에 대한 예를 표현한 것이다. 고객은 조선소의 골리앗 크레인을 활용한 생산성 향상을 도모하기 위해 두 기의 골리앗 크레인을 이용해 블록을 리프팅 및 턴오버하고자 하며, 이에 대한 검증을 요구사항으로 제시하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 기능 요구사항으로 크레인 간의 간섭 체크 기능, 와이어 간의 간섭 체크 기능, 블록과 와이어 간의 간섭 체크 기능 등이 제시되며, 이러한 기능들은 충돌을 감지한다는 형태로 그룹핑이 가능하고, 커널로서 충돌 감지 커널을 정의, 명세하였다. 정의된 커널은 이상적으로는 다른 응용 분야에서도 활용할 수 있도록 설계, 개발할 예정이다. 이와 같이 정의된 내용을 최종 사용자가 확인하기 위해 대표 시나리오를 구성하였으며, 이를 기반으로 더미 GUI 프로그램을 개발하여 예상되는 결과물을 사전에

확인하고 시뮬레이션 프레임워크 및 응용 시스템의 개발과 관련된 효율성을 높이고자 하였다. 이러한 일련의 과정을 반복적으로 수행하고 정제된 결과를 가지고 시뮬레이션 프레임워크를 구성하는 시뮬레이션 엔진, 가시화 엔진, 분석 엔진을 구성하였다.

4.2 프로세스 적용 결과

위의 예제와 같이 시뮬레이션 요구 및 기능 분석 프로세스를 통해 시스템의 최종사용자의 요구사항으로부터 이를 만족시키기 위한 기능 및 이에 대한 가시화를 수행하였다. 이에 각 과정에 대한 문서화 및 명세를 기술문서에 반영하였으며 그 결과의 일부를 서술하고자 한다.

고객 요구사항의 분석 과정에서는 요구사항 정의, 성능 요구사항 명세, 현재의 처리 방법, 제약 조건, 우선순위를 명세하였으며, Fig. 4와 같이 요구사항을 분류하고 소분류에 해당하는 최하위 항목들에 기능 번

대분류	중분류	소분류	기능 번호	우선순위
5. 블록 리프팅 시뮬레이션 중 발생하는 간섭 검사	5.1 크레인과 블록 사이 혹은 블록과 블록 사이에 발생하는 간섭 검사	5.1.1 간섭 발생 부재 및 위치 표시	CBLE-R-50101	상
		5.1.2 간섭 발생 부재의 상위 및 하위 부재 표시	CBLE-R-50102	상
		5.1.3 간섭 발생 부재가 받는 하중 계산	CBLE-R-50103	중
		5.1.4 서로 수직인 부재 간의 간섭 시 투과되는 문제 해결	CBLE-R-50104	중
		5.1.5 간섭 검사 계산 속도 향상	CBLE-R-50105	상
	5.2 Wire rope에 의해 발생하는 간섭 검사	5.2.1 Wire rope의 간섭 발생 위치 표시	CBLE-R-50201	상
		5.2.2 Wire rope의 간섭 발생 시 하중 계산	CBLE-R-50202	중

Fig. 4. Analysis of Customer Requirements.

요구사항 번호	BMLS-F-10203		
구분	명세	비고	
요구사항 정의	○ 선체블록모델 형상정보를 바탕으로 정반배치에 필요한 중량, 무게중심을 산출하는 기능		
시뮬레이션 기능	- 선체블록의 형상정보 (Mesh)를 바탕으로 블록의 계층 구조별 중량과 무게중심을 산출		
입력 정보	- 블록의 형상정보 (Mesh)와 계층구조 - 블록의 재질별 밀도		
출력 정보	- 블록의 계층구조별 중량, 무게중심		
평가 방법	- TRIBON에서 산출되는 중량, 무게중심정보와 비교 - 실제 블록의 중량을 측정하여 비교		
관련 요구사항	BMLS-R-10202(우선순위: 상)		
개발 난이도	하		

Fig. 5. Description of Functional Requirements.

개발년도	기능번호	기능명	우선 순위	개발 난이도	개발 유/무
1차년도	SPVS-F-10201	일정 케이스 생성	중	중	무
	SPVS-F-20101	설비 생성 및 속성 부여 (중략)	상	하	무
2차년도	SPVS-F-10101	대상 공정 선택	하	중	무
	SPVS-F-10102	변환 대상 일정 선택 (중략)	하	하	무
3차년도	SPVS-F-10105	시뮬레이션 데이터 변환	중	상	무
	SPVS-F-20203	복수의 표준 모델 조합 및 연결 (중략)	중	중	무

Fig. 6. Checklists for Function Development.

호를 부여하였다. 조선해양 생산 시뮬레이션 시스템과 관련된 고객 요구사항은 258개의 항목으로 도출하였다. 명세된 고객 요구사항을 기반으로 기능 요구사항을 도출하여 명세하였으며, Fig. 5와 같이 기능 요구사항의 정의, 시뮬레이션 기능, 기능 수행을 위한 입/출력 정보, 기능의 평가를 위한 방법, 관련된 고객 요구사항 및 개발 난이도를 명세하였고, 220개의 항목이 도출되었다. 기능 요구사항들에 대해 체계적인 연차별 계획 수립을 위해 우선순위와 개발 난이도를 고려하여 분석한 것이 개발기능 체크리스트이며, 예제가 Fig. 6이다. 프레임워크의 개발 기간을 고려하여 3개년도에 걸쳐 분배하였으며, 연차별로 기능번호 및 기능명을 명세하였다. 그 결과 1차년도에는 63개의 항목을, 2차년도에는 109개의 항목을, 3차년도에는 48개의 항목에 대한 기능을 개발할 계획을 수립하였다.

도출된 기능 요구사항들을 그룹핑하여 커널을 정의하였으며, Fig. 7이 커널 정의 및 명세의 한 예이다. 관련 기능 요구사항에는 그룹핑된 기능 요구사항들을 명세하며, 커널의 정의에 해당 커널의 기능들을 명기한다. 커널의 역할 및 구조를 기술하고, 커널의 구동에 대한 입력 정보 및 출력 정보를 대략적으로 기술하였다. 해당 커널과 관련된 연구 및 구현에 필요한 알고리즘을 명세하였으며, 명세된 커널의 개발 및 활용 방안을 작성함으로써 시스템의 구체적인 응용 방안을 고려하고자 하였다. 개발 커널 및 컴포넌트 분석 과정

에서 기능성 커널 25종과 비기능성 컴포넌트 16종을 도출하여 명세하였다.

커널의 정의		
- GIS 표준 DB로부터 도크의 재원과 관련 설비 현황정보를 획득하고, 이를 기반으로 도크내 가용공간에 관련호선의 배치가 가능한지를 판단하는 커널, 호선의 형상과 기배치 호선 정보 등을 이용하고, 작업가능성을 판단하여 배치해야 한다.		
입력	커널 구조	출력
- 도크 기하 정보 - 도크 재원 및 작업조건 - 기 배치 호선 정보 - 신규배치 호선정보 - 배치 우선순위 전략	- GIS 표준 DB를 통한 도크의 재원정보 획득 - 배치우선순위 결정 - 배치공간 파악 - 최적 배치	- 기간별 도크 배치 현황 - 기 배치 현황 - 신규호선 배치 현황 - 도크와의 거리체크 - 호선간 거리체크
관련 기능 요구사항		
GDQS-F-30101, GDQS-F-30102, GDQS-F-30103, GDQS-F-30104, GDQS-F-30105 GDQS-F-30201, GDQS-F-30102, GDQS-F-30103, GDQS-F-30301, GDQS-F-30302 (중략)		
관련 연구 및 알고리즘		
- 조선소 전문가 인터뷰를 통한 도크배치에 관한 제한조건 및 전략에 대한 현상지식 획득 - Ordering Algorithm을 통한 배치우선순위 전략 수립 - Placement Algorithm을 통한 최적배치		
개발 및 활용 방안		
- 기배치 호선을 고려한 최적의 도크배치 - 도크배치 후 도크내 공정과 연계 - 3D 기하와 통합 연계하여 탑재현황 기시화		

Fig. 7. Description of Kernels.

이와 같은 조선해양 시뮬레이션 요구 및 기능 분석 프로세스를 적용하여 Table 1과 같이 요구사항 및 체크리스트 항목이 도출되었고, 커널 명세로서는 커널 및 컴포넌트들을 명세하여 기술문서에 수록하였다.

Table 1. Application of Proposed Process

Analyzed Items		Count
Customer Requirements		258
Functional Requirements		220
Check Lists	1st Year	63
	2nd Year	109
	3rd Year	48
Kernel Description	Functional Kernels	25
	Non-functional Components	16

개발된 기술문서들은 개발자 관점에서는 기능 구현과 관련된 일련의 절차 및 정보를 제공하지만, 최종 사용자인 조선해양 현장 관계자들에게는 다소 생소한 것이 사실이며, 이를 보완하기 위해 구현기능에 대한 대표 시나리오를 작성하고 이를 기반으로 더미 GUI 프로그램을 개발하였다. Fig. 8은 개발된 더미 GUI 프로그램의 예제이다^{[14],[15]}. 이 프로그램은 실제 계산 및 결과 확인 기능은 탑재되어 있지 않으며, 최종 사용자가 예상 결과물에 대한 환경 및 프로세스를 확인할 수 있어 고객 요구사항들이 적절하게 반영되었는

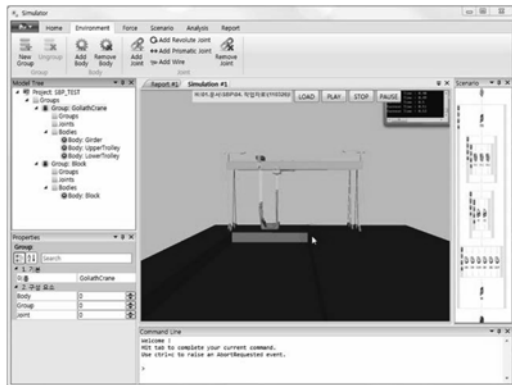


Fig. 8. Example of Dummy GUI Program^[15].

지를 확인하고 소통할 수 있는 장점이 있다. 조선해양 생산 시물레이션을 위한 통합 프레임워크 및 이를 기반으로 응용시스템을 개발하기 위해서 본 논문에서 제안한 프로세스를 적용하였으며, 프레임워크 및 시스템의 체계적인 개발을 위한 기술문서 4종을 작성하여 활용하고 있다. 이러한 기술문서들은 체계적인 시스템 개발에 유용하게 사용될 것이다. Fig. 9는 본 논문의 프로세스를 적용하여 최종적으로 도출해낸 구성도(Schematic Diagram)를 나타낸 그림이다. 조선해양 생산 시물레이션을 위한 시물레이션 엔진에는 조선해양 생산 시물레이션의 4가지 응용 분야에서 요구되는 기능들의 구현을 위한 커널 및 컴포넌트들로 구성하였다. 계산 결과를 현장 친화적인 뷰를 제공하는 가시화 엔진과 분석 엔진에는 비기능성 컴포넌트들로 구성하였으며, 각 엔진과 커널 사이의

정보 공유 및 교환을 위한 표현이 포함되어 있다.

5. 결 론

우리나라 조선해양산업이 세계 1위를 고수하기 위해서 고효율 생산기술의 개발을 통한 생산성 향상이 필수적이다. 이러한 노력의 하나로 조선해양 생산 시물레이션 분야가 대두되었으며, 조선해양산업에 특화된 시물레이션 시스템을 요구하고 있다. 재활용성 및 확장성을 고려한 통합화를 위해 조선해양 생산 시물레이션 프레임워크를 개발하고, 이를 기반으로 국내 조선해양산업체 현장 사용자들에게 친화적인 응용 시스템을 개발하는 연구들이 진행 중에 있다. 이러한 프레임워크 및 응용 시스템을 개발하기 위해서는 우선적으로 최종 사용자인 조선해양산업체의 현장 관계자들의 요구 사항을 도출 및 분석하고 이러한 요구사항을 기반으로 시스템이 개발해야 한다. 본 논문에서는 조선해양산업체 현장에서 필요로 하는 요구사항들을 적극적으로 반영하기 위한 체계로서 요구 및 기능 분석 프로세스에 대해서 다루었다. 이를 위해 소프트웨어 개발 방법론 및 공리적 설계 방법론의 일부 개념을 도입하여 활용하였다. 이는 현장의 목소리를 기반으로 필요 요구사항들을 도출, 분석하였으며, 이를 기반으로 기능 요구사항들을 정의함으로써 요구사항에 대한 문제 해결 방법을 제시하였다. 기능 요구사항들을 그룹핑하여 단위 커널 및 컴포넌트들로 정의하였다. 이 중 가시화 및 분석 엔진은 최종 사용자가 응용 시스템을 사용하는데 동일한 뷰(관점)로 접근할 수 있도록

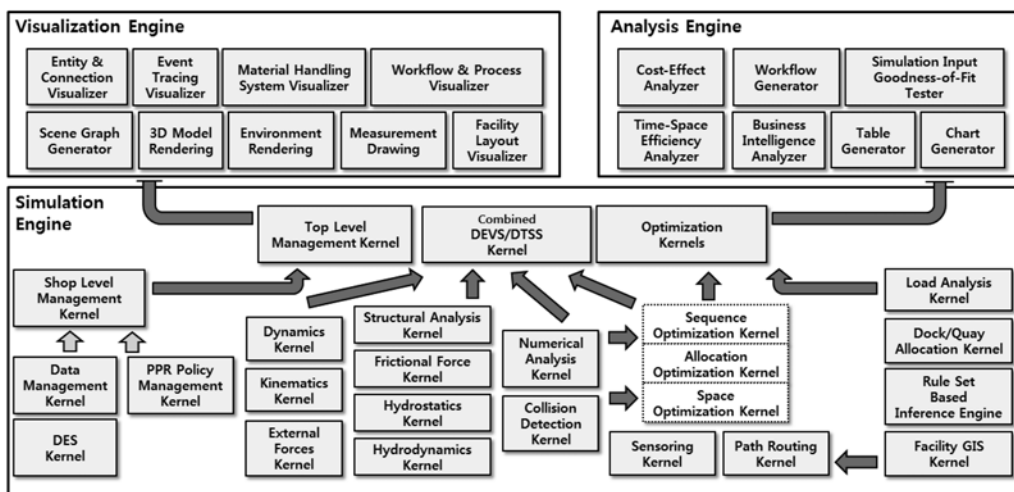


Fig. 9. Schematic Diagram for Simulation Framework (Engines and Kernels).

록 분리하였다. 이러한 커널 및 컴포넌트의 체계적 개발을 위해 체크리스트 및 평가 방법을 정의하여 개발 기능들이 충실히 구현되었는지를 판단할 수 있는 기초자료를 작성하였다. 모든 소프트웨어의 개발에서 최종 사용자와의 소통이 중요하며, 이를 위해 도출된 요구사항에 대한 예상 결과물을 가시화하는 대표 시나리오 및 더미 GUI 프로그램을 개발하여 직접 고객이 요구사항에 대한 시스템을 확인할 수 있도록 하였다. 이러한 과정을 반복적으로 정제하여 시뮬레이션 프레임워크의 구성 요소들을 도출하였다. 향후에는 프레임워크 내의 많은 커널 및 컴포넌트들 간의 정보 요구사항을 분석하여 통합 데이터베이스 개발을 위한 연구를 진행해야 하며, 커널 및 컴포넌트들의 정보 공유 및 교환을 위한 인터페이스에 대한 연구 또한 진행하고자 한다.

감사의 글

본 논문은 지식경제부 산업원천기술개발사업(10035331, 시뮬레이션 기반의 선박 및 해양플랜트 생산기술 개발)으로 지원된 연구임.

참고문헌

1. McLean, C. and Shao, G., "Simulation in Shipyards: Simulation of Shipbuilding Operations," Proceedings of the 33rd Conference on Winter Simulation, 2001.
2. 송창섭, 강용우, "대형 조선소의 블록 물류 시뮬레이션," 한국CAD/CAM학회 논문집, 제14권, 제6호, pp. 374-381, 2009.
3. 한상동, 유철호, 신중계, 이종근, "시뮬레이션 기반 디지털 조선소 구축 및 활용," 한국CAD/CAM학회 논문집, 제13권, 제1호, pp. 18-26, 2008.
4. 박광필, 차주환, 이규열, 함승호, "해상 크레인 탄성 붐 적용을 위한 3D 빔(beam) 유한 요소 정식화 및 자동화," 한국CAD/CAM학회 논문집, 제15권, 제6호, pp. 411-417, 2010.

5. Alfeld, L. E., Pilliod C. S., and Wilkins, J. R., "The Virtual Shipyard: A Simulation Model of The Shipbuilding Process," Journal of Ship Production, Vol. 14, No. 1, pp. 33-40, 1998.
6. 황호진, "조선해양 생산 시뮬레이션을 위한 시스템 프레임워크," 대한조선학회 추계학술대회, pp. 396-399, 2010.
7. 우중훈, 오대균, 이춘재, 최양렬, 신중계, "선박 건조 공정 시뮬레이션을 위한 모델링 방법론 및 시스템 아키텍처," 한국CAD/CAM학회 논문집, 제11권, 제1호, pp. 11-19, 2006.
8. 이경호, 김화섭, 한선우, 박종현, 오준, "논문명 선박의 안전성 평가를 위한 네트워크 기반의 시뮬레이션 시스템 프레임워크," 한국CAD/CAM학회 논문집, 제10권, 제5호, pp. 356-364, 2005.
9. 김승현, 이장현, 이경호, 서흥원, "4-계층 모델 기반의 선박 수명주기관리 시스템 프레임워크," 한국CAD/CAM학회 논문집, 제15권, 제5호, pp. 362-374, 2010.
10. 주민식, 이세정, 최동훈, "다분야통합최적설계를 지원하는 분산환경 기반의 설계 프레임워크 개발," 한국CAD/CAM학회 논문집, 제10권, 제2호, pp. 143-150, 2005.
11. 구진모, "공리적 설계 방법의 기능적 요구조건 선정 과정 개선에 대한 연구," 석사학위논문, 연세대학교, 2001.
12. 전기현, 배일주, 이수홍, "품질기능전개와 공리설계를 이용한 고객지향 굴삭기 프론트 초기설계 시스템," 한국CAD/CAM학회 논문집, 제14권, 제2호, pp. 105-114, 2009.
13. Antonio, J. B. and Paul F. L., "Integrating Customer Requirements into Product Designs," Journal of Production Innovation Management, Vol. 12, No. 1, pp. 3-15, 1995.
14. 조아라, 구남국, 차주환, 하솔, 박광필, 이규열, "조선 전용 다물체계 동역학 엔진 시스템 설계 및 개발," 2010년 대한조선학회 추계학술대회 논문집, pp. 405-414, 2010.
15. Ku, N. K., Jo, A. R., Ha, S., Roh M. I. and Lee, K. Y., "Automatic Generation of Equations of Motion for Multibody System in Discrete Event Simulation Framework," 1st World Conference on Innovation and Computer Science, 2011.



황 호 진

1997년 연세대학교 기계공학과 학사
 1999년 연세대학교 기계공학과 석사
 2003년 한국과학기술원 기계공학과 박사
 2003년~현재 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 선임연구원
 관심분야: Ship STEP, PLM, Modeling & Simulation, Simulation based Production