

# 세일요트 통합관리 시스템을 위한 웹기반 YWBS 설계 프로그램

이동건<sup>1</sup> · 남승훈<sup>1</sup> · 정용국<sup>1</sup> · 신중계<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 산업조선공학부 / <sup>2</sup>서울대학교 해양시스템공학연구소 및 산업조선공학부

## Development of a Web-Based Application for YWBS in Integrated Management Systems

Dong Kun Lee<sup>1</sup> · Seung Hoon Nam<sup>1</sup> · Yong Kuk Jeong<sup>1</sup> · Jong Gye Shin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Industrial Engineering and Naval Architecture, Seoul National University

<sup>2</sup>Research Institute of Marine Systems Engineering, Seoul National University

Recently, the marine leisure industry has begun to make a mark on the growth engines of the Korean economy. Hence, various government research projects are in progress to catch up with the fundamental yacht technologies of advanced countries. Research on the integrated management technologies of sail yachts is carried out as a part of those projects. Work Breakdown Structure (WBS) is a basic architecture for robust and high-level management systems. In this paper, we suggest a product-oriented Yacht Work Breakdown Structure (YWBS). General WBS has a drawback in that it can only follow the targeted purpose, but YWBS allows for a generic WBS approach. This concept allows us to apply WBS to multi-purpose uses. The YWBS is used as an infrastructure in information management and for data relationships in sail yacht management systems. YWBS is designed and managed by a web application, and the system is implemented with a website as a user interface. This application has not only a design function, but also a data transfer function that is based on the Microsoft Silverlight platform, a kind of Rich Internet Application (RIA) technology. Using this application, YWBS designers can communicate with the management system without added tasks like as uploading and updating.

**Keywords:** Yacht Work Breakdown Structure, Rich Internet Application, Product Oriented Work Breakdown Structure

### 1. 서론

#### 1.1 연구 배경

최근 해양레저 산업은 여수 해양엑스포 개최와 지식경제부 100대 전략제품 기술 분야로 세일요트가 선정되는 등 대내외로 많은 관심을 받고 있다. 하지만 국내 해양레저 산업은 중소형 조선소를 위주로 편성되어 엔지니어링 프로세스에 대한 체계적인 관리가 이루어지지 못하고 있다. 이는 설계와 생산 공정 간의 정보 단절을 유발할 뿐만 아니라 다양한 고객의 요구에 즉각적인 대응을 어렵게 하여 세일요트를 비롯한 해양레저 산업 발전의 저해 요소가 되고 있다.

엔지니어링 정보와 프로세스의 통합은 적용 분야나 시스템에 관계없이 매우 중요한 이슈라 할 수 있다. 이에 지식경제부에서는 해양레저 산업 경쟁력 확보를 위하여 엔지니어링 시스템 개발을 위한 산업융합원천 기술개발사업을 진행하고 있는

이 논문은 지식경제부 산업원천기술개발사업 “20ft~40ft급 세일요트 엔지니어링 통합관리 및 핵심부품 생산 기술 개발” 과제(과제번호 : 10039986)의 지원을 받아 수행하였음.

\* 연락저자 : 신중계 교수, 151-744 서울시 관악구 대학동 서울대학교 34동 317호, Tel : 02-882-3563, Fax : 02-888-9298,

E-mail : jgshin@snu.ac.kr

2012년 9월 7일 접수; 2012년 11월 11일 수정본 접수; 2012년 12월 17일 게재 확정.

며, 본 논문의 주요 내용은 원천기술개발사업 과제 중 “20ft~40ft급 세일요트 엔지니어링 통합관리 및 핵심부품 생산 기술 개발”의 일부로 구성되어 있다. 위 과제는 세일요트를 설계 및 생산하는 과정에 공정 간 정보의 연계를 통해 품질 및 생산성 향상을 이끌어 국제 수준의 세일요트를 건조할 수 있는 시스템을 개발하는 것을 목적으로 하고 있다. 세일요트 통합관리 시스템과 유사한 개념으로는 전수명주기관리(Product Lifecycle Management, PLM) 시스템이 있으며 PLM 시스템은 주로 제품의 수명주기가 길거나 설계 및 생산과정이 복잡하며, 대규모 인력이 투입되는 산업에 적용된다.

해양레저 수요가 많은 미국, 유럽, 일본의 경우 세일요트 고유의 엔지니어링 기술을 보유하고 있으며 높은 수준의 관리를 수행하고 있다. 하지만 국내에서는 중소형 조선소의 여건상의 한계로 인하여 통합된 엔지니어링 기술 개발 및 연구가 미비한 상황이다. 이를 위해 세일요트 엔지니어링 통합관리 시스템은 국제기준에 적합한 엔지니어링 프로세스에 기반한 설계와 CE 마크와 같은 제품의 국제 인증관련 라이브러리를 포함하여 국내뿐 아니라 해외에서도 통용가능한 국내의 세일요트 엔지니어링 기술 개발을 목표로 하고 있다.

통합관리 시스템의 프레임워크를 체계적으로 구성하기 위해서는 대상 시스템에 대한 분류체계의 설계가 요구된다. 이에 본 논문에서는 세일요트의 작업분류체계(Yacht Work Breakdown Structure, YWBS)를 설계하고 이를 통합관리 시스템과 연계, YWBS의 유지보수, 관리를 수행할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 개발된 YWBS는 통합관리 시스템의 자료구조를 비롯한 구성요소를 체계적으로 구성할 수 있도록 하는 일종의 설계도의 역할을 수행한다. 일반적인 WBS는 시스템이나 프로젝트에 관련된 모든 활동을 관리 가능한 하부 활동으로 분할한 계층구조로써 복잡한 시스템이나 프로젝트의 관리를 효과적으로 수행하는데 도움을 주는 도구를 의미한다. YWBS는 세일요트 엔지니어링 통합관리 시스템의 기반이 되는 일종의 시스템 관리 기법으로 세일요트에 대한 체계적인 분류를 통해 관련된 부품 정보, 기술 정보 등 세일요트 엔지니어링 프로세스에서 발생하는 다양한 산출물의 효율적 관리 및 유지 보수를 수행할 수 있도록 하는데 목적을 두고 있다.

일반적으로 사용되는 WBS는 목적에 따라 관리가 필요한 항목을 분류하는 방식으로 설계된다. 하지만 이러한 방식으로 설계된 작업분류체계의 경우 초기에 정해진 목적 이외에는 사용할 수 없다는 단점을 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 다양한 용도로 활용 가능한 작업분류체계를 설계하기 위하여 Generic-WBS 개념을 적용하여 YWBS 설계를 수행하였다. 또한 사용자의 요구사항을 지속적으로 반영하고 완성도 높은 YWBS 구축을 위한 웹기반 설계 프로그램을 개발하였다.

## 1.2 관련 연구 현황

해양레저 산업에서 엔지니어링 정보를 통합적으로 관리하고자 하는 연구는 PLM 기술의 등장과 함께 시작되었다. 국내

의 경우 디지털 생산 기술을 요트산업에 적용하여 개발, 생산 단계에서 설계변경 또는 오류로 인한 불필요한 재작업을 절감하여 디자이너, 설계자의 작업을 지원하는 기술을 연구한 사례가 있다(Lee *et al.*, 2006). 해당 연구에서는 미래 고부가가치 해양레저의 핵심 산업인 요트 산업에 대하여 초기 단계에서부터 정보통합 솔루션인 PLM 시스템을 도입하여 업무프로세스 정립, 공장물류배치 등에 적용하는 것을 제안하였다. 또한 해양레저 산업이 활성화된 유럽 선진국에서는 실제로 세일요트를 개발하는 과정에 PLM 기술을 적용한 건조사례 등이 보고되고 있다. 수퍼요트를 개발하기 위해 3D 디지털 목업 기술을 적용하여 구조, 시스템, 인테리어 설계 등에 다양하게 활용하였으며 관련된 정보는 PLM 솔루션을 통해 통합적으로 관리하여 생산 효율을 향상시켰다(Mathieu, 2011).

WBS와 관련한 연구는 미 해군에서 개발한 SWBS(Ship Work Breakdown Structure)을 중심으로 진행되고 있다. SWBS는 선박을 기능적으로 분류하여 표현 하고 있는데, 이는 기능 중심의 분류체계가므로 설계와 생산 데이터 간의 연계를 표현하기에는 다소 부족함이 있다. 현재 대형조선소의 생산관리 시스템은 이를 보완하여 제품 중심의 작업분류체계의 개념이 적용되어 있다. 제품 중심의 WBS는 만들고자 하는 제품 또는 제품과 관련 있는 요소를 상세히 분류하여 기술한 것을 의미하며 이를 위해 Generic-WBS의 개념이 제안되었다(Koenig *et al.*, 1997). 조선소에서는 이를 바탕으로 선박, 해양 구조물을 제품으로 분류하고 공정상에서 발생하는 반제품 등을 함께 표현 가능한 WBS를 개발하여 생산공정 관리에 적용하고 있다. 1980년대 미국에서 진행된 National Shipbuilding Research Program(NSRP)에서는 Group Technology 개념을 이용하여 선박에 적용된 제품 중심의 WBS를 3차원 축으로 표현하는 연구를 수행하였다. 각각의 축은 작업, 자원, 제품으로 구분되며 작업 축은 전체 제조, 의장, 도장 항목이 있고 자원 축에는 원자재, 인력, 설비, 비용이 포함된다. 제품 축은 선박을 System, Zone, Stage, Area로 구분하여 항목으로 표현하였다. NSRP에서는 이러한 연구를 통해 작업분류체계를 조선소의 생산성을 평가하거나 중간 제품을 표현하는 용도로 사용하였다(U.S. Department of Commerce Maritime Administration, 1982). 이는 이후 3차원 축을 중심으로 확장가능하며 유연한 시스템 적용을 위한 Generic-WBS 개념으로 정착되었으며 본 논문의 핵심연구 대상인 YWBS 역시 이를 기반으로 설계, 구축하였다.

## 2. 세일요트 통합관리 시스템

세일요트의 개발 프로세스는 기본적으로 개별 고객의 요구사항을 기반으로 수주형 생산을 수행하는 선박 개발 프로세스의 특성을 갖고 있다. 하지만 최근 들어 요트 선진국을 중심으로 원가절감의 필요성, 생산기술의 고도화 등으로 인하여 기존의 정형화된 생산방식의 틀을 벗어나 점차 대량 생산형 개발 프

로세스로 변화하려는 양상을 보이고 있다. 해외 요트 건조 전문 업체의 경우 스타일링을 비롯한 설계, 생산 분야의 원천기술을 바탕으로 다양한 브랜드와 제품군을 선보이고 있지만 국내의 요트 제작업체 대부분은 중소기업 규모로써 개별 기업의 제조 역량이 매우 부족하다. 이를 뒷받침하기 위해 정부 산하 지식경제부에서는 해양레저산업을 100대 전략제품 기술 분야로 선정하고 국내 업체들의 협업과 지식, 정보의 통합을 통한 요트 개발 과제를 수행하고 있다. 정보의 통합관리를 통하여 기업들은 다자간의 경험과 지식을 공유하게 되고 이를 통하여 요트의 효과적 생산, 관리 및 개발비용 절감을 기대할 수 있다. 세일요트 통합관리 시스템은 이러한 국책 과제의 일환으로 개발된 것으로 현재 기능 설계와 테스트 베드가 구축되어 있다.

일반적인 생산 업무에 있어서 실제 작업에 소요되는 시간은 매우 낮은 비율을 차지하고 있으며 실제로는 대부분의 시간이 작업간의 연계, 준비, 정보의 전달에 소모된다. 세일요트의 경우 선박에 비해 크기는 작지만 다루어야 할 시스템의 종류나 범위가 다양하며, 작업준비시간이 길고 제품정보가 방대한 특성을 갖고 있다. 따라서 세일요트 통합관리 시스템은 방대한 정보와 비즈니스 프로세스의 통합, 협업, 의사소통의 지원에 초점을 맞추고 있으며 사용자 접근성을 고려하여 생산성을 극대화하는데 초점을 맞추고 있다. 또한 사용자 중심의 협업 환경조성을 위해 최근 널리 사용되고 있는 웹 기반의 콘텐츠관리 시스템(Content Management System, CMS) 타입을 지향하고 있다. CMS 구축은 중소기업의 실정에 맞추어 외국의 오픈소스 솔루션 등을 선택할 수도 있지만, 국내 요트 제작환경을 고려하여 국내 기술로 개발되었으며 오픈소스 기반의 Xpress Engine(XE) 플랫폼을 적용하였다. XE 플랫폼은 웹상에서 다양한 프로그램과 플랫폼 프레임워크 엔진을 제공하여 보다 손쉽게 정보의 생산, 발행, 유통, 관리를 가능하게 한다. 세일요트 산업의 경우 일반적으로 업체의 규모가 작고 산업의 성숙도가 낮기 때문에 기존의 ERP, PDM 등 전문 시스템을 적용하기가 힘들다. XE는 저렴한 구축비용과 가벼운 시스템으로 중소기업 환경에 적합할 것으로 판단하였으며 현재 구축된 프로토타입 시스템을 통해 활용성에 대한 검증은 수행하고 있다.

<Figure 1>은 위 통합관리 시스템과 YWBS와의 관계를 구조화한 것으로 세일요트에 대한 엔지니어링 정보는 YWBS에 포함되어 있으며 사용자는 시스템을 통해 정보를 확인할 수 있다. 여기서 세일요트 엔지니어링 정보는 프로젝트 진행, 사용자 환경 등 다양한 변수에 의해 변경될 수 있으며 현재 국내 세일요트와 관련한 표준이 정착되지 않는 상황이기 때문에 지속적인 개정작업이 요구된다. 사용자를 위한 표면적인 시스템은 하나의 웹 사이트를 통해 배포되지만 정보의 체계와 구조는 YWBS를 기준으로 관리되며 할당된다. 사이트가 정착되고 국내 세일요트 엔지니어링 체계가 표준화될 때까지는 빈번하게 YWBS의 업데이트가 수행될 예정이며 이를 위한 별도의 수정 및 관리 프로그램이 필요하다.

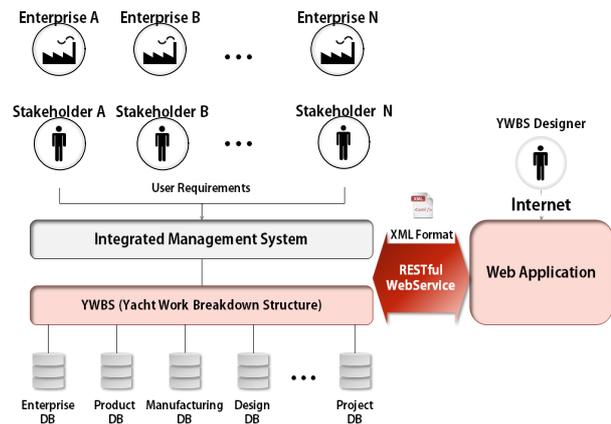


Figure 1. YWBS system structure

이 애플리케이션은 YWBS의 개정과 관리를 담당하며 인터넷 환경에서 구축되는 메인 시스템의 특성상 웹 애플리케이션을 기반으로 개발되어야 하며 시스템과의 원활한 통신을 위해 다양한 정보교환을 지원하는 RESTful Webservice를 사용하여야 한다. 이를 위해 본 논문에서는 다양한 확장기능의 개발이 가능하고 널리 사용되는 언어인 C#을 기반으로 하는 Silverlight 플랫폼을 선정하여 애플리케이션의 구현을 수행하였으며 이는 제 4.2절을 통해 확인할 수 있다.

### 3. 세일요트 작업분류체계(YWBS)

#### 3.1 YWBS 기본 구조

세일요트 통합관리 시스템을 개발하기 위해서는 우선 시스템의 정보관리 프레임에 담당하는 YWBS의 체계적인 설계가 필요하다. 이는 YWBS 설계를 통해 세일요트와 관련된 다양한 작업 및 활동을 관리하고 산출물을 효율적으로 관리할 수 있기 때문이다.

작업분류체계에 대해서는 다양한 정의가 있으나 일반적으로 공통적으로 프로젝트나 시스템의 목표를 달성하기 위해 구성요소들을 계층적 구조로 세분화 해놓은 체계라 할 수 있다. 다음 <Figure 2>는 미 해군에서 운용중인 SWBS 구축사례(United States Department of Defense, 1998) 중 하나로, 함정 및 잠수함을 개발하는데 필요한 활동을 조직화한 구조이다. 레벨 1은 시스템을 나타내는 Sea System, 레벨 2는 함정 및 잠수함과 이를 지원하는 시스템 엔지니어링 프로그램과 같은 요소, 레벨 3은 함정 및 잠수함을 선체, 추진, 전기 등으로 그룹화한 Sub-System을 나타낸다.

그러나 Koening *et al.*(1997)은 SWBS 구조가 상선에 적용하기에는 파트 정보나 반제품의 정보를 구분하여 적용할 수 없다는 문제점을 지적하면서, 앞서 제 1.2절에서 언급한 NSRP가 제안한 3차원 연계 개념과 범용의 목적을 위해 사용할 수 있는 WBS 구조인 Generic-WBS를 개발하였다. 대부분의 기존 WBS

가 개발 초기에 하나의 목적을 위해 설계되므로 하나의 프로젝트에 그치고, 다양한 용도로 활용이 불가능하다는 단점이 있었는데 이를 극복하였다. 즉, Generic-WBS를 활용하면 프로젝트의 범용적 목적을 구성하고 이에 맞는 작업분류체계를 개발하는 것이 가능하다는 장점이 있다.

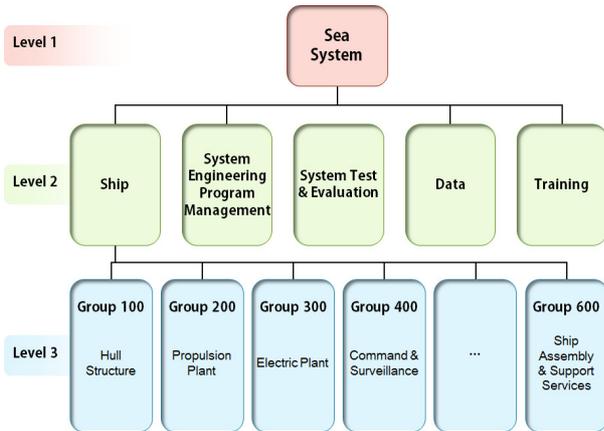


Figure 2. Example of SWBS system

본 연구의 YWBS는 다양한 이해당사자들이 각각의 목적에 맞게 활용할 수 있어야 하기 때문에 Generic-WBS 개념을 확장하여 YWBS를 구성하였다. 우선 기본 계층구조는 3계층으로 결정하였으며 3계층을 하나의 정보그룹 단위로 묶었다. 각각의 그룹은 3차원 공간상에서 X, Y, Z 평면으로 사상되어 개별 아이템으로써 의미를 갖게 된다.

상세한 YWBS 설계 과정은 다음과 같다.

첫째, 세일요트 제조업체가 원하는 사용목적을 설정한다. 앞서 연구배경에서도 언급하였듯, 현재 국내 세일요트 제조업체들의 대부분 공통점은 체계적으로 데이터 관리가 이루어지지 않는다는 데에 있다. 이러한 문제점을 해결하고자 세일요트 내 관리가 필요한 항목들을 개발과제에 참여하고 있는 요트업체를 바탕으로 공통적으로 추출하였다. 일반적인 WBS를 지원하는 도구의 경우, 여러 목적을 선택하여 축을 구성하는 것이 지원되지 않기에 YWBS를 구성하고 사용하기 위해서는 프로그램 설계가 수행되어야만 한다.

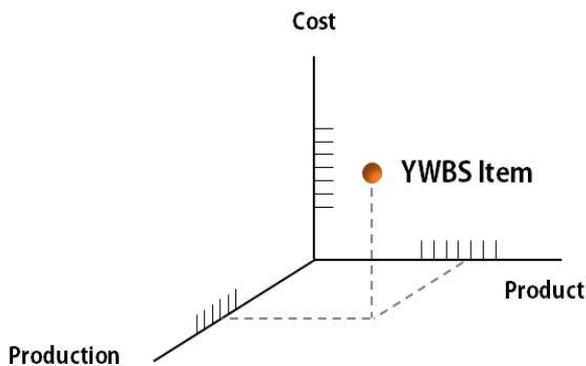


Figure 3. 3-axis integration of the YWBS system

둘째, 앞서 선택한 정보를 각 축으로 설정한다. 즉, <Figure 3>과 같이 선박제품-선박건조-관련비용이 각각 XYZ 좌표공간을 구성하여 YWBS 항목이 구성된다.

셋째, 각 축에 따른 하위 항목을 구성하고 체계 구조도를 작성한다. 이러한 순서를 통해 다양한 케이스 적용결과 YWBS는 최종적으로 Project, Management, Activity, Object, Support Object의 5개의 항목으로 구성되었으며, 이들 그룹을 특성에 따라 <Table 1>과 같이 하위레벨로 나누어 표현하였다. 각각의 그룹은 각각 3단계의 WBS 구조를 갖고 있으며 개별 그룹별로 단독 사용도 가능하다. 이밖에도 본 YWBS를 설계함에 있어서 새로이 추가된 부분은 세일요트 제품기준과 수명주기에 따른 내용으로 이는 제 3.2절, 제 3.3절에서 설명하도록 하겠다.

Table 1. Description of the YWBS Group

Group name	Top-level Component
Project	Estimation, Negotiation, Contract, Order Scheduling
Management	Integration Management, Scope Management, Time Management, ... Procurement Management
Activity	Business, Development, Manufacturing, Service
Object	Hull, Engine and Propulsion, Electrical, ... Mooring
Support Object	Maintenance, Support Service

### 3.2 세일요트 제품에 의한 분류

YWBS의 목적대상인 세일요트는 연안이나 원양을 항해할 수 있는 선박으로써, 일반적으로 추진을 담당하는 마스트와 세일, 부력을 위한 선체, 횡경사를 컨트롤하는 킬, 추진방향을 조절하는 러더 등이 주요 구성품으로 이루어진다.

본 연구에서는 일반적인 세일요트 정보뿐 아니라 실제 국내 건조사례를 바탕으로 정보의 보안을 수행하였다. 레퍼런스 제품은 국내회사인 (주)어드밴스드 마린테크의 IRC 규정(서로 크기와 무게 등이 다른 요트들이 시합을 할 때 일종의 핸디캡을 매기는 규정)을 만족하는 Beyond 36 시리즈의 'Sunny'와 프랑스 베네토의 'Sense' 모델로 선정하였다. 레퍼런스 제품으로 선정한 요트는 시합용 선박으로 국제 표준에 따라 건조되어 선박의 구조뿐 아니라 건조공정에 해당되는 많은 정보를 획득할 수 있었다. IRC 규정을 따르지 않는 일반 선박의 경우 현재 표준화된 정보가 없어 반영되지 않았으며 추후 다양한 케이스의 선박을 적용하는 것으로 계획 중이다.

IRC 규정을 만족하는 제품을 분석하기 위해 먼저 규정집을 참고하여 요트 내 구성품 리스트를 작성하였다. 작성한 자료는 다양한 기업, 기관, 대학 등의 현업 종사자 및 전문가에 자

문을 받아 제품 구성 리스트의 신뢰성을 높일 수 있도록 하였다. 참여한 기업, 기관, 대학에는 국내 세일요트 제조업체인 어드밴스드마린테크, 광동 FRP 산업을 비롯하여 관련 분야의 연구 경험이 많은 중소조선연구원, 경남대학교, 부경대학교, 인하공업전문대학 등이 포함되어 있다. 제품 구성 리스트는 YWBS 그룹 중 Object 그룹을 구성하는 기본 자료로 초기에 총 15개의 분류 항목이 도출되었다. 이들 중 중복되는 항목이나 Object 그룹보다는 Activity 그룹이나 Support Object 그룹에 적합한 항목들은 이동 및 삭제하였다. 이러한 과정을 통하여 Object 그룹은 최종적으로 13개의 항목으로 분류하였고, 각 대분류 항목은 최대 3단계의 하위 상세 항목을 갖도록 구성하였다. <Figure 4>는 조사된 항목 중 하나인 Engine and Propulsion의 상세 분류로 3단계 구조의 형태를 갖고 있으며 마지막 수준의 항목은 개별 아이টে으로써 구체화된다. 제품에 따른 Object 그룹의 상세한 내용은 별도로 YWBS 명세를 작성하여 문서배포를 준비하고 있다.

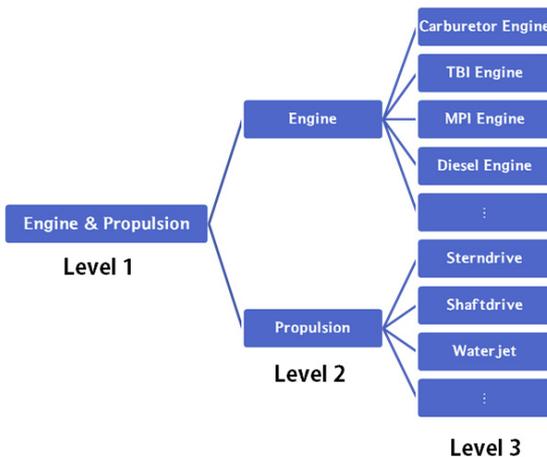


Figure 4. YWBS object case-engine and propulsion

3.3 세일요트 수명주기에 의한 분류

Generic-WBS 개념을 적용하여 설계된 YWBS는 사용하려는 목적에 맞도록 유연하게 재구성 가능하다. 이때 YWBS의 주 활용 목적을 정의하는 Activity 그룹은 세일요트의 수명주기를 기반으로 설계되었다. 세일요트는 제품의 특성상 요구사항을 기반으로 수주형 생산을 하는 선박의 특성과 생산 공정이 라인화 되어 생산되는 자동차의 특성을 모두 가지고 있다. 이에 따라 본 연구의 세일요트 수명주기는 선박의 수명주기와 일반 제품의 수명주기 비교 분석을 통해 정의하였다. <Figure 5>와 같이 선박의 수명주기는 고객의 요구사항으로부터 시작된다. 조선소에서는 선주와의 계약을 통해 요구사항을 결정하고 설계와 생산과정을 통해 선박이라는 제품을 만들어낸다. 생산된 제품은 선주에게 인도되어 지속적인 유지보수 및 수리를 통하여 제품을 운영하게 된다. 선종에 따라 차이가 있지만 일반적으로 선박은 운영하는 기간이 10년 이상으로 다른 제품에 비

하여 길다. 이에 따라 관리, 수리 등과 관련한 서비스산업이 많이 발달되어 있다. 또한 전체적인 수명주기를 관리 감독하는 선급이 하나의 주체로 참여하는 특성을 갖고 있다.

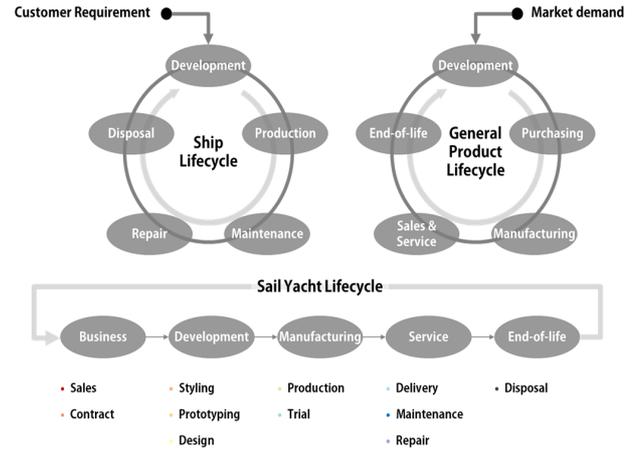


Figure 5. Sail yacht life cycle

자동차를 비롯한 일반적인 제품은 소비자 또는 시장의 수요로부터 제품개발이 시작된다. 일반적인 제품은 수주형 생산이 아니기 때문에 특정 고객의 요구사항을 바탕으로 개발을 진행하지 않는다. 제품의 개발 방향이 결정된 이후에 설계 및 생산을 수행하고 적절한 평가 과정을 거쳐 제품을 시장에 출시하게 된다. 사용자는 출시된 제품을 구매하고 유지보수 및 수리 과정을 거치며 제품을 사용하게 된다. 제품의 수명주기는 사용자가 폐기 및 재활용 하는 것을 마지막으로 종료된다.

세일요트의 수명주기는 앞에서 언급한 선박과 자동차를 비롯한 일반적인 제품의 수명주기를 모두 고려하여 정의한다. 전체 수명주기는 비즈니스, 개발, 제조, 서비스, 소멸 단계로 나누어지며 각각의 단계는 세부 수명주기로 구분한다.

비즈니스 단계에서 세일요트 제조업체는 판매활동을 통하여 고객을 확보한다. 기존에 생산하였던 선박 또는 새로운 컨셉을 바탕으로 요구사항을 상세화하여 계약을 진행한다. 이후 개발 단계에서는 고객의 요구사항을 바탕으로 스타일링, 시제품 제작, 설계 단계를 진행한다. 설계 자료를 바탕으로 제조 단계에서는 실제 요트를 생산하고 시운전을 수행한다. 이를 통하여 고객의 요구사항 만족 여부를 확인하고, 완성된 제품을 고객에게 인도함으로써 고객이 운영하는 서비스 단계로 진입하게 된다. 고객은 유지보수와 수리 활동을 통해 선박을 운영하고 일정 기간이 지나면 폐기 과정을 거쳐 세일요트의 수명주기가 종료된다. 위와 같이 분석한 세일요트 수명주기를 바탕으로 YWBS의 Activity 그룹을 정의하였다. 다섯 단계로 나누었던 수명주기 중 소멸 단계를 제외한 비즈니스, 개발, 제조, 서비스 단계가 YWBS의 그룹 3항목으로 정의되었다. 소멸 단계는 다른 단계와의 통일성을 맞추기 위하여 제외하였으며 이를 보완하기 위해 지원 항목을 추가하였다. 다섯 단계의 하위 항목은 앞서 정의한 수명주기를 바탕으로 구성되며 각 정보는

YWBS의 사용목적에 따른 기본적인 분류를 담당한다.

### 3.4 YWBS 코드 체계

YWBS의 코드 체계는 버전을 관리하는 리비전 시스템과 컨텐츠를 관리하는 코드 시스템으로 구분할 수 있다. 리비전 시스템은 버전 코드, 생성 날짜, 인덱스 번호로 구성되며 각각의 코드는 알파벳 또는 숫자로 정의된다. 버전 코드는 현재 YWBS의 버전을 확인 할 수 있도록 개발 버전, 베타 버전, 배포 버전, 안정화 버전으로 나누어 관리하고 이 때 각각의 항목은 영문 첫 자리를 차용하여 한 자리 알파벳으로 표현된다. 생성 날짜 코드는 YWBS를 작성한 연월을 두 자리 숫자와 세 자리 알파벳으로 할당하여 나타내고, 인덱스 번호는 코드가 중복되지 않도록 순차적으로 001부터 세 자리 숫자로 표현한다. 2012년 4월에 작성된 개발 버전의 첫 번째 YWBS의 경우 이와 같은 방법에 따라 D12APR001로 표현할 수 있다. D는 개발 버전을 의미하는 코드이고 2012년 4월에서 두자리 숫자와 해당 월의 3자리 알파벳을 차용하여 12APR로 작성하였다. 001 코드는 해당 연월에 첫 번째로 작성된 코드임을 의미한다.

Table 2. YWBS Revision and Code System

Revision System	Version Code	D	Develop Version
		B	Beta Version
		R	Release Candidate Version
		S	Stable Version
	Year Month Serial	12	Year Code
		JAN	Month Code
	Index Serial	001	Revision Index Code
Code System	Group Number	1	Group 1
		2	Group 2
		3	Group 3
		4	Group 4
		5	Group 5
	Contents Code	NN	Level 1 Contents
		NN	Level 2 Contents
		NN	Level 3 Contents
	Attribute Code	00	Attribute Definition
		L	Attribute Unit

YWBS 항목을 실제로 활용하기 위해서는 각각의 항목에 해당하는 코드 체계가 정의되어 있어야 한다. <Table 2>는 리비전 시스템과 코드 시스템의 기본 구조를 표현한 것으로 YWBS 코드 체계의 경우 그룹의 번호와 항목 코드, 그리고 속성 코드로 나누어 정의되어 있음을 확인할 수 있다. 그룹의 숫자는 해당하는 YWBS 항목이 속해있는 그룹의 번호를 한 자리 숫자로

표현한다. YWBS는 계층구조를 가지고 있기 때문에 최하위 항목은 항상 상위 항목과의 관계를 가지고 있다. 이러한 구조를 표현하기 위하여 항목 코드는 각 단계별로 두 자리씩 총 여섯 자리의 알파벳으로 설계하였다. 각 단계에 해당하는 항목은 두 자리 알파벳으로 표현되고 해당 항목이 없는 경우는 기본 값으로 NN 코드를 입력한다. 각 항목의 상세 코드는 기술서에 정의하여 사용자들이 활용 할 수 있게 하였으며, 같은 단계에서는 중복되는 코드가 없도록 하였다. 마지막으로 속성 코드는 가장 하위 단계 항목에 할당되는 속성 값을 의미하는 코드로써, 속성의 이름을 나타내는 두 자리 숫자와 단위를 나타내는 한자리 알파벳으로 구성된다. YWBS 코드 시스템을 활용하여 엔진의 무게를 나타내면 4EPEGDE02K로 나타낼 수 있다. 4는 제품 정보가 속해있는 그룹 4의 해당 항목임을 의미하고 EP는 엔진 및 추진계통을 나타내는 코드이며, EG는 엔진, DE는 디젤 엔진을 나타내는 코드이다. 이러한 방식으로 디젤 엔진은 상위 항목으로 엔진 항목과 엔진 및 추진계통 항목을 가지고 있음을 확인할 수 있다. 속성 코드인 02K는 속성의 단위와 기존에 정의되어있는 속성의 이름을 나타낸다. 02는 무게를 의미하는 코드이며 K는 Kilogram 단위를 나타내는 코드이다. 이와 같은 코드 시스템은 YWBS의 실제 활용뿐 아니라 세일요트 통합관리 시스템에 있어서도 동일한 기준으로 활용되며 개발 및 운용 단계에 있어서 일관된 적용을 가능하게 한다.

## 4. 세일요트 작업분류체계 설계 프로그램

### 4.1 프로그램 설계-XML 기반 데이터 모델

앞 장에서 설계한 YWBS는 통합 관리 시스템뿐만 아니라 마켓 사이트와 정보 교환을 위해서도 사용된다. 따라서 독립적인 데이터베이스를 구축하지 않고 인터넷 환경에서 효율적으로 정보교환을 하기에 유용한 XML 기반의 데이터 모델을 선정하여 관리하도록 하였다. XML 기반의 전자화된 기술문서는 방대한 정보를 효율적으로 저장하고 신속하게 검색할 수 있으며 웹 서비스를 이용하여 문서 및 정보의 교환을 지원할 수 있는 기능을 포함하고 있다. 또한 XML 문서의 효율적 관리를 위해 DOM(Document Object Model)을 사용하였고, 이에 본 연구에서는 세일요트 제품정보 트리를 기반으로 이를 표현할 수 있는 YML(Yacht Markup Language)을 구현하여 YWBS 정보를 모델링 하였다.

YWBS 관리를 위해서는 YML과 XML Document Object Model(DOM) 기반의 관리 클래스가 필요하다. 이는 YWBS 설계를 위한 기본 정보와 이를 표현 할 수 있는 구조를 하나의 객체로 표현 할 수 있게 하며, 원하는 항목으로의 접근과 데이터의 수정 및 삭제 등을 빠르게 처리한다. YML은 YWBS의 제품 데이터뿐만 아니라 관련된 정보, 그리고 YWBS 항목의 상, 하위 관계를 비롯한 구조에 대한 정보를 모두 포함 하고 있기 때문

에 데이터의 수정, 삭제 등을 빠르게 수행 할 수 있는 기술을 적용하였다. YML과 구현된 XML의 상세 내용은 Appendix를 통해 표현하였다.

<Appendix A>는 YWBS의 코드체계 구성을 위한 YML 스키마의 일부로써 그룹별 코드정보와 계층별 정보를 모두 포함하고 있다. 현재 YWBS 모델은 정보의 설명, 코드 체계만을 포함하고 있으며 향후 시스템의 사용자, 업체 정보 등도 함께 포함될 예정이다. YML에는 다섯 개의 상위 그룹과 그룹별 3레벨의 아이템들이 모두 저장되어 있으므로 시스템으로 업데이트하거나 정보의 추가, 삭제 등 관리를 위해서는 대상 요소(element)의 올바른 선택이 필요하다. DOM은 자료의 계층구조를 유지시켜주므로 이와 같은 요구사항을 정확히 만족하며 이에 YWBS 설계 애플리케이션과 통합관리 시스템 모두 DOM을 사용하고 있다. <Appendix A>의 스키마는 제 3.4절에서 정의된 코드시스템 작성 규칙을 바탕으로 제약사항(Restriction)이 정의되어 있다. 이는 데이터의 형식, 길이, 개수 등의 상세 제한요소인 페이스트(Facets)를 포함하며 XML 스키마를 통해 대상 문서의 유효성을 판단할 수 있으며 원활한 정보모델 관리를 위해 필수적인 기능이다. <Appendix B>는 구현한 XML 샘플로써 세일요트 통합관리 시스템 설계를 위해 시스템에 업로드 될 파일이다.

4.2 프로그램 설계 및 구현

YWBS 설계 프로그램은 세일요트와 관련된 각종 정보를 체계적으로 구축 및 관리하여 사용자가 효율적으로 활용할 수 있도록 하는데 목적이 있다. 이 프로그램은 앞서 설계한 YWBS의 구성요소 및 구성요소 간 구조, 그리고 코드 시스템을 사용자의 요구조건을 반영하여 지속적으로 갱신하고 신속하게 정보를 제공할 수 있도록 하였다. 본 프로그램은 다섯 가지 컴포넌트로 이루어져있으며 각각의 컴포넌트 및 주요기능은 <Table 3>과 같다. YWBS 내부 콘텐츠를 관리하는 기능, 각각의 콘텐츠의 코드를 관리하는 기능, 프로그램 사용자에게 따라 권한을 부여하는 기능, 생성한 YWBS를 다이어그램으로 출력하는 기능, 기간 시스템과 데이터를 연동하는 기능 등이 주요 기능으로 포함되어 있다.

Table 3. Main functions of the program

Components Name	Description
YWBS 콘텐츠 관리자	YWBS 콘텐츠 정보 관리
YWBS 코드 관리자	YWBS 콘텐츠 코드 관리
사용자 관리자	사용자 권한 및 정보 관리
다이어그램 관리자	다이어그램 관리 및 출력
데이터 관리자	데이터 입출력 및 연동 관리

YWBS 설계 프로그램은 웹 환경에서 구동되며 세일요트 통합관리 시스템이 내제된 마켓사이트의 사용자 정보를 활용하

여 정보조회 권한을 할당할 수 있다. 사용자는 프로그램을 통해서 YWBS 구성 항목의 생성, 변경, 추가 등의 기능과 항목별 링크관계, 그룹할당 등의 기능을 수행할 수 있으며 생성된 정보를 바탕으로 자동 생성된 WBS 다이어그램을 확인할 수 있다. 또한 실제 세일요트의 정보에 고유한 코드를 갖고 있는 YWBS 항목을 매핑 시킬 수 있는 기능을 포함하고 있다.

프로그램의 사용자 인터페이스는 YWBS 설계시 사용자가 접근하는 프로세스 시나리오를 고려하여 한 화면에서 모든 작업을 할 수 있도록 다양한 설계안의 검토를 통해 결정되었다. <Figure 6>은 초기 요구사항에 기반하여 도출된 프로토타입으로 YWBS 정보를 활용하는 것에 초점을 맞추어 설계된 결과이다.

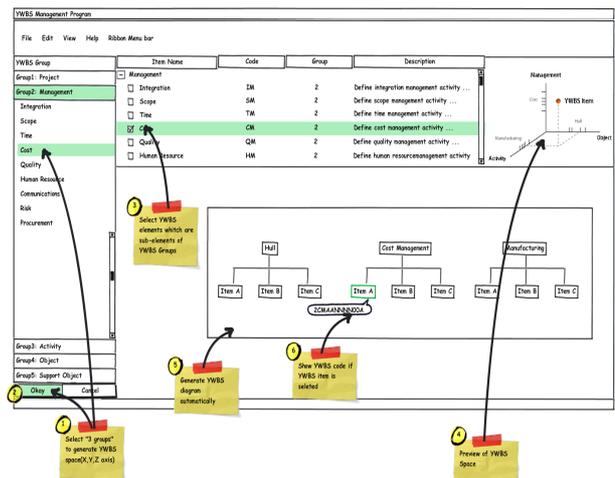


Figure 6. Prototype UI of the Application

<Figure 7>은 최종 개발된 애플리케이션의 화면으로 3차례의 프로토타입을 통해 테스트 후 결정된 UI이다. YWBS 정보를 입력하기 위한 그룹과 레벨 트리뷰와 항목별 상세 데이터목록을 포함하고 있으며 사용자가 선택한 항목을 효과적으로 확인할 수 있도록 다이어그램 형태로 가시화하여 보여주는 다이어그램 자동생성화면으로 구성되어 있다. Silverlight 4 환경의 웹

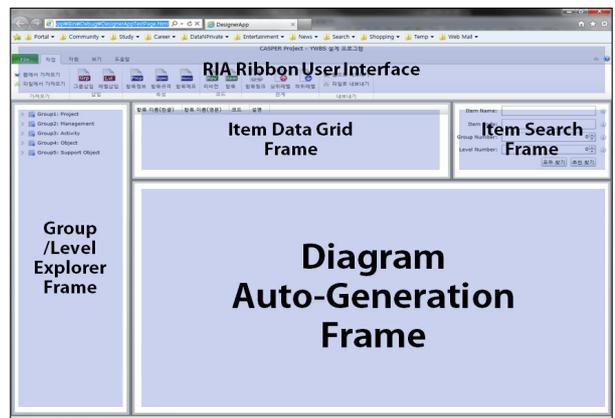


Figure 7. Interface of the application

애플리케이션으로 구축되어 있어 통합관리 시스템 사이트와 쉽게 호환 가능하며 배포를 위한 서버 테스트를 진행중에 있다. <Figure 8>은 구축된 웹 애플리케이션 베타 버전을 통해 실제 콘텐츠를 적용한 사례이다. 일반적인 웹 사이트와 동일하게 웹 브라우저만으로 실행이 가능하며 좌측에는 YWBS 내부의 5가지 그룹을 나타내는 트리뷰가 생성되며 우측에는 선택한 항목의 현재 종속관계를 파악할 수 있는 다이어그램이 자동 생성된다. 사용자는 주어진 권한에 따라 선택한 항목을 편집, 삭제, 추가, 코드 수정 등을 수행할 수 있다. 좌측의 트리뷰에서는 제품정보가 포함된 그룹 4의 세일 장비 구조를 변경하기 위해 레벨 3 항목의 트리를 확장한 상태를 나타내고 있다. 중앙 상단에는 세일 장비에 포함된 메인 세일, 돛대 등의 항목들에 대한 편집이 이루어진다. 여기서는 레벨 3 항목에 대한 국문, 영문 이름과 코드 체계, 내용을 편집할 수 있다. 하단에는 WBS 다이어그램이 자동으로 생성되며 현재 트리뷰에서 선택된 항목에 대한 구조와 코드가 함께 표시된다. 본 프로그램에서는 웹기반 프로그램의 장점인 접근성을 강조하여 사용자가 쉽고 편리하게 다양한 요구사항을 YWBS로 반영할 수 있도록 하였다.

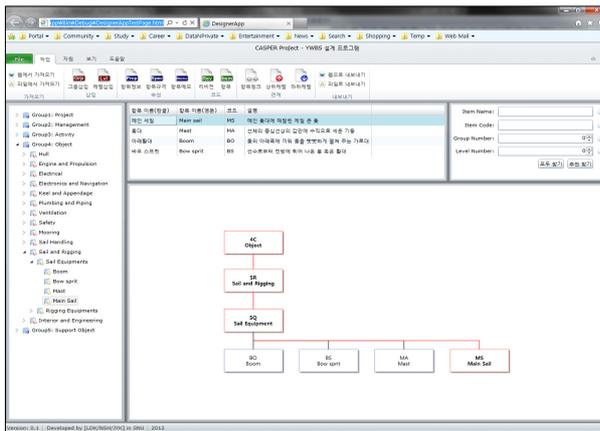


Figure 8. Application Execution

## 5. 결론

본 연구에서는 세일요트의 엔지니어링 통합관리 시스템 개발

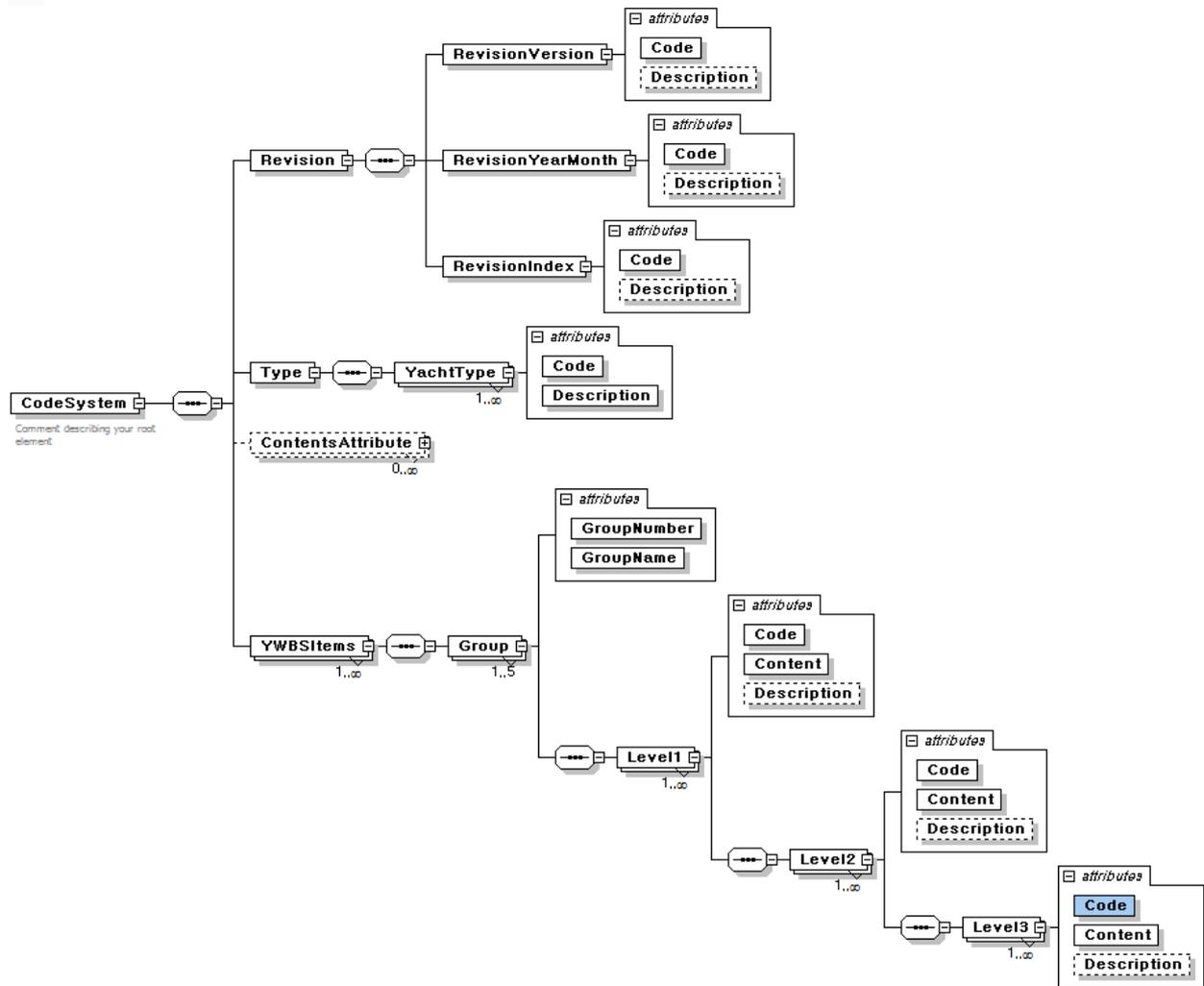
의 일환으로 다양한 사용자의 요구사항을 만족시킬 수 있는 세일요트 작업분류체계(YWBS)를 제안하였다. 이 작업분류체계는 범용 작업분류체계(Generic-WBS) 개념을 기반으로 설계되어 사용자가 원하는 목적에 맞게 WBS를 재구성하여 사용할 수 있는 특징을 가지고 있으며, 이를 위하여 사용자 용도를 고려한 5가지의 목적 그룹을 정의하였다. 뿐만 아니라 통합관리 시스템 적용을 위한 YWBS의 코드 시스템과 관리용 애플리케이션 개발을 수행하였다.

YWBS 산출물은 다양한 정보가 복잡하게 얽여 있기 때문에 정보의 검증과 확인을 위한 별도의 수단이 필요하다. 개발된 프로그램을 통해 YWBS의 조회 뿐만 아니라 정보의 추가, 삭제 등을 할 수 있어 사용자의 접근성을 크게 확보할 수 있었다. 하지만 현재 YWBS의 구조는 제품과 수명주기 정보를 중심으로 설계되어 있는 상황으로 효율성을 극대화하기 위해서는 현재 진행중인 세일요트 개발사업의 산출물을 바탕으로 다양한 분야에 대한 지속적인 정보 업데이트가 되어야 한다. 따라서 효율성 제고를 위한 노력은 물론 세일요트와 관련한 이해당사자, 엔지니어링 통합관리 시스템의 기대사용자들의 지속적인 관심과 테스트가 필요한 상황이다.

## 참고문헌

- Koeing, P. C., Macdonald, P. L., Lamb, T., and Dougherty, J. J. (1997), Towards A Generic Product-Oriented Work Breakdown Structure For Shipbuilding, *1997 Ship Production Symposium*, New Orleans, Louisiana.
- Lee, J.-K., Lee, K.-K., and Lee, S.-W. (2006), PLM Technology, PDM and Digital Manufacturing of the Yacht Industry, *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 43(2), 18-22.
- Mathieu, F. (2011), Improving Super Yachts Development Processes with an Integrated Solution of Product Lifecycle Management (PLM), *International Conference on Design, Construction and Operation of Super and Mega Yachts*, Royal Institution of Naval Architects.
- United States Department of Defense (1998), Department of Defence Handbook Work Breakdown Structure.
- U. S. Department of Commerce Maritime Administration (1982), The National Shipbuilding Research Program Product Work Breakdown Structure.

<Appendix>



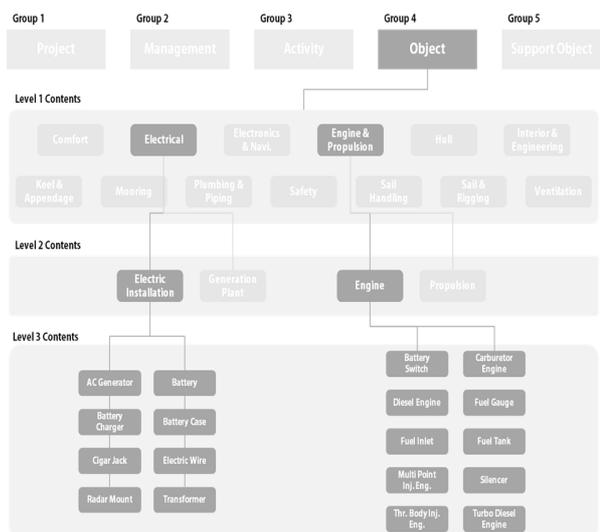
Appendix A. XML schema for the YWBS

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<CodeSystem xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:namespaceSchemaLocation="NewYWBSCodeSystem.xsd">
  <Revision>
    <Type>
      <YWBSItems>
        <Group GroupNumber="1" GroupName="Project">
          <Group GroupNumber="2" GroupName="Management">
            <Group GroupNumber="3" GroupName="Factory">
              <Group GroupNumber="4" GroupName="Object">
                <Level1 Code="COM" Content="Comfort" Description="요트의 Comfort와 관련된 제품의 구성요소명">
                  <Level2 Code="EL" Content="Electrical" Description="요트의 Electrical 과 관련된 제품의 구성요소명">
                    <Level3 Code="EI" Content="Electric Installation" Description="요트의 전기 장치">
                      <Level3 Code="AG" Content="AC Generator" />
                      <Level3 Code="BA" Content="Battery" />
                      <Level3 Code="BC" Content="Battery Charger" />
                      <Level3 Code="BS" Content="Battery Case" />
                      <Level3 Code="CJ" Content="Cigar Jack" />
                      <Level3 Code="EW" Content="Electric Wire" />
                      <Level3 Code="RM" Content="Radar Mount" />
                      <Level3 Code="TR" Content="Transformer" />
                    </Level3>
                    <Level2 Code="GP" Content="Generating Plant" Description="요트의 발전 장치">
                      </Level2>
                    <Level1 Code="EN" Content="Electronics and Navigation" Description="요트의 Electronics와 Navigation에 관련된 제품의 구성요소명">
                      <Level1 Code="EP" Content="Engine and Propulsion" Description="요트의 Engine과 Propulsion에 관련된 제품의 구성요소명">
                        <Level2 Code="EN" Content="Engine" Description="요트의 Engine and Propulsion">
                          <Level3 Code="CE" Content="Carburetor Engine" Description="요트의 엔진 종류 중 하나"/>
                          <Level3 Code="DE" Content="Diesel Engine" Description="요트의 엔진 종류 중 하나"/>
                          <Level3 Code="FG" Content="Fuel Gauge" />
                          <Level3 Code="FI" Content="Fuel Inlet" />
                          <Level3 Code="FT" Content="Fuel Tank" />
                          <Level3 Code="ME" Content="Multi Point Injection Engine" Description="요트의 엔진 종류 중 하나"/>
                          <Level3 Code="SP" Content="Silencer" />
                          <Level3 Code="TD" Content="Turbo Diesel Engine" Description="요트의 엔진 종류 중 하나"/>
                        </Level3>
                        <Level2 Code="PS" Content="Propulsion" Description="요트의 추진관련 장치">
                          </Level2>
                      </Level1>
                    <Level1 Code="HU" Content="Hull" Description="요트의 Hull과 관련된 제품의 구성요소명">
                      <Level1 Code="IE" Content="Interior and Engineering" Description="요트의 Interior와 Engineering에 관련된 제품의 구성요소명">
                      <Level1 Code="KA" Content="Keel and Appendage" Description="요트의 Keel과 Appendage에 관련된 제품의 구성요소명">
                      <Level1 Code="MO" Content="Mooring" Description="요트의 Mooring과 관련된 제품의 구성요소명">
                      <Level1 Code="PP" Content="Plumbing and Piping" Description="요트의 Plumbing과 Piping에 관련된 제품의 구성요소명">
                      <Level1 Code="SA" Content="Safety" Description="요트의 Safety와 관련된 제품의 구성요소명">
                      <Level1 Code="SH" Content="Sail Handling" Description="요트의 Sail Handling과 관련된 제품의 구성요소명">
                      <Level1 Code="SR" Content="Sail and Rigging" Description="요트의 Sail과 Rigging에 관련된 제품의 구성요소명">
                      <Level1 Code="VA" Content="Ventilation" Description="요트의 Ventilation과 관련된 제품의 구성요소명">
                    </Level1>
                  </Group>
                <Group GroupNumber="5" GroupName="Support Object">
                </Group>
              </Group>
            </Group>
          </Group>
        </Group>
      </YWBSItems>
    </Type>
  </Revision>
</CodeSystem>

```

Appendix B. XML sample of the YWBS



Appendix C. Structure of the XML sample