

선박 의장 BOM의 진화를 반영하기 위한 고유 식별자 구현

김승현*, 이장현**, 서흥원***, 전정익*, 김광식*

Implementation of Unique ID Considering the Evolutional BOMs in Ship Outfitting Design

Seung Hyun Kim*, Jang Hyun Lee**, Heung Won Suh***, Jung Ik Jeon* and Kwang Sik Kim*

ABSTRACT

Recently, not only marine PLM (Product Lifecycle Management) system but also an effective outfitting BOM (Bill of Material) management has been attracted by many shipyards. In particular, efficient outfitting design is being one of major issues in shipyards since most of currently designed marine vessels have more complex outfitting system than ever. Furthermore, each outfitting system has huge number of parts that should be arranged based upon the procurement and installation plan. Outfitting BOMs evolve into different forms according to the product development phases during basic design, detail design, and production design. Therefore, it is very difficult to maintain a consistent BOM data during the design phases. In order to express the evolution of product structures and the information of outfitting along the ship design, we suggested UID (Unique ID) code system. The UID (Unique ID) is used in order to create the relationship within evolutional BOMs of each design stage. It utilizes as the procedure of weight calculation for procurement BOM during each design stage. Thereafter, in order to demonstrate suggested outfitting BOM management technique, we suggested a prototype. In the prototype system, suggested features of outfitting BOM are implemented.

Key words : Outfitting system, Lifecycle, Procurement BOM, UID (Unique ID), BOM (Bill of Material)

1. 서 론

제조 산업에서의 모든 활동, 제품의 설계, 생산, 원자재 및 부품의 구매/조달, 생산계획 수립 등 제품 개발에서 생산에 필요한 거의 모든 활동이 BOM(Bill of Material)을 중심으로 이루어진다. 더욱이 최근 들어 각 제조 산업은 극심해지는 경쟁과 빠르게 변화하는 시장 변화로 인하여 가격과 품질 경쟁력이 뛰어난 제품을 빠른 기간에 개발하고 생산해야 하는 상황에 놓여 있다. 이를 위해 PDM, PLM과 같은 다양한 정보 시스템을 이용하여 제품 개발과 설계, 생산, 정보 관리의 효율성을 높이기 위해 노력하고 있으며 이에 따라 기업의 기준 정보로 활용되는 BOM에 대한 구

성과 기능에 대한 정의가 크게 중요해지고 있다.

조선 산업에서도 BOM은 기업의 기준 정보로서, 계약된 선박의 초기 설계 단계에서부터 인도까지 가장 핵심적인 설계, 생산 정보로 활용되고 있다. 그러나 조선 산업은 타 산업 비해 설계 및 생산 절차, 제품구조 등이 복잡하기 때문에 제품의 수명주기 각 단계마다 다른 BOM 구조를 갖는 등 특수한 BOM의 구조 및 특징들이 존재하게 되며, 이는 효율적인 BOM 관리를 어렵게 만드는 원인으로 작용한다.

본 연구에서는 이러한 조선 산업의 BOM의 특징을 배관 시스템을 대상으로 분석하고 다양한 BOM 구조와 BOM간의 연관 관계를 정의한 모델을 통해서, 수명주기 마다 다른 BOM구조의 변화를 연계하기 위한 방안을 제시하였다. 그리고 연계 방안을 후속업무(구매)를 위한 불량정산 절차에 활용하여 효율적인 방안을 제시하고자 한다. 또한, 제안된 BOM의 특징을 원형(Prototype)으로 구현한 사례를 제시하고자 한다.

*학생회원, 인하대학교 대학원 조선해양공학과

**중신회원, 교신저자, 인하대학교 조선해양공학과

*** ㈜대우조선해양 정보기술 R&D 팀

- 논문투고일: 2010. 07. 21

- 논문수정일: 2010. 11. 04

- 심사완료일: 2010. 11. 09

1.1 기존 연구 사례

BOM 연구는 주로 ATO(Assemble To Order), MTS(Make To Stock) 전략을 가진 다품종 소량 생산 산업을 대상으로 제품 사양관리에 필요한 연구가 많이 수행되어 왔다¹¹⁾. 또한 BOM과 생산 정보의 통합 또는 전사적 자원 관리 시스템의 효율적인 BOM 관리를 목적으로 수행한 연구도 찾아 볼 수 있다^{12,5)}.

강금석¹¹⁾은 하나의 제품 개발 과정에서 사용되고 있는 다양한 종류의 목적 별 BOM을 표현하기 위하여 각각의 뷰(View)를 정의하고, 다양한 View를 지원하는 통합 BOM 관리 시스템을 제시하였다. Chang¹²⁾은 그래프 이론과 CAPP의 조립/가공 순서 결정을 알고리즘을 이용하여 초기 제조 BOM을 생성하고, 생성된 BOM을 바탕으로 하위 조립 품으로 분해한 후, 이를 조정하는 방법을 통해 총 제조 시간을 줄이는 제조 BOM 생성 방법을 제시하였다.

Cunningham¹³⁾은 기존 생산 계획을 공급자, 생산자, 소비자를 연결하는 공급 사슬의 중요한 연결 고리로 정의하여 계획 BOM의 구성을 위한 지원 시스템의 기본 구조를 제시하고, Prototype을 구축하였다. 개발된 시스템은 Modular의 개념을 적용시켜 제품의 옵션 결합을 통하여 장기적으로 다품종 소량 생산 체계의 BOM 구성을 함에 있어 비용을 최소화 시키는 방안을 제시하였다.

Tatsiopoulos¹⁴⁾은 BOM과 작업 공정의 연계의 효율성을 설명을 하고, BOM과 작업 공정의 통합에 대한 모델을 제시하였다. Trappy 등¹⁵⁾은 객체 지향 개념을 기반으로 제조 BOM 이외에도 제품 설계, 제조 계획, 생산 계획을 고려한 BOM 시스템을 설계하였다.

지용구¹⁶⁾는 Modular BOM의 모듈 생성 방법 및 저장 방법에 대해 제시하였고, Dale¹⁷⁾은 같은 모듈에 속하는 부품은 동일한 패턴을 가진다는 개념을 이용 모듈의 구성 시간을 줄이는 Modular BOM의 구성 방법을 제시하였다. 이러한 연구는 다양한 종류의 변종(Variant)를 가지는 제품 개발에 있어서 제품구성(Product Configuration)과 제품 사양(Feature, Option)을 효율적으로 관리하기 위한 Modular BOM 및 Generic BOM을 제시한 것으로 이해할 수 있다.

김대환¹⁸⁾은 객체지향 개념을 이용하여 설계 변경이 용이한 BOM 통합 관리 시스템을 제시하였으며, Nandakumar¹⁹⁾은 관계 형 DB를 이용하여 BOM 데이터 모델을 설계하였다. Chung¹¹⁰⁾은 객체 지향 개념을 이용 OSAM(Object Oriented Semantic Model) 데이터 모델에서 제시한 개체/도메인 클래스를 바탕으로 계층구조를 이루는 제품들의 객체 클래스를 정의하

고, 이들 간의 관계를 참조, 구성 관계 등으로 구분해서 BOM을 설계하는 모델을 제시하였다. Kim¹¹¹⁾은 관계 형 DB에서 계층적 구조의 저장 방법에 대해 HSPN(Hierarchical Significant Part Numbering) 방법을 제안했다. HSPN은 계층 구조상에서 제품에 번호를 부여하여 계층 구조 상에서 BOM의 정전개, 역전개를 효율적으로 수행할 수 있도록 해준다는 점을 강조하였으나, 이는 정적인 제품 구조의 표현 방식을 위한 방안의 일부를 제안한 것으로 볼 수 있다.

기존에 수행되었던 BOM에 관한 연구는 설계 BOM과 제조 BOM 사이의 변환 및 Modular BOM 으로부터 생성된 목적 별 BOM의 표현 양식에 대해 언급한 것이 많다. 그리고, 제조 BOM 정보를 공정 계획, 설비 계획과 연계시켜 계획 생산에 적절한 수요 예측에 활용하기 위한 방안을 대상으로 삼고 있다.

선박의 BOM에 관련한 연구로는 BOM과 송선(Routing) 정보를 통합하여 BOM정보에 공정 정보를 추가해 관리하는 연구¹¹²⁾는 있었지만, 수명 주기에 따라 변화하는 BOM 정보의 추적 및 상호 연계 방안에 대한 모델을 대상으로 삼고 있지는 못하였다.

본 연구에서는 선박 의장 설계의 특성을 반영할 수 있는 BOM의 특징을 정의하고, 이를 바탕으로 선박 의장 BOM의 설계 단계(Lifecycle)에 따른 변화를 표현하고 각 단계 별로 정보를 연계할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 이 과정에서 UID(Unique ID) 코드 체계를 이용하여 설계 단계 별 BOM 정보 추적 및 BOM 정산 절차를 제안하고자 한다.

2. Bill of Material

2.1 BOM의 정의 및 특징

BOM은 특정 제품과 하위 구성 부품(Item)간의 관계를 계층적으로 나타낸 조직적인 부품 또는 자재의 목록이다. 전통적인 BOM은 Fig. 1과 같이 표현되며,

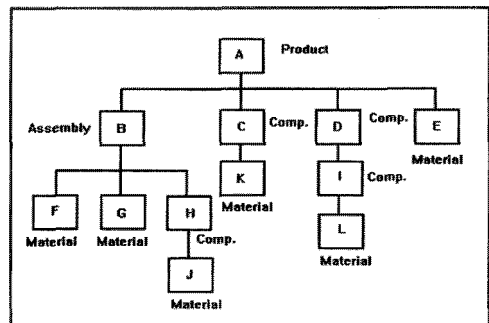


Fig. 1. Definition of traditional BOM.

특정 제품이 어떤 부품들로 구성되는 가에 대한 데이터이다. 즉, 전통적인 의미에서 BOM은 상/하위 품목 간의 수량 관계(Relationship)를 정의하는 Part List 또는 Material List라고 볼 수 있다.

그러나, 소량 다품종 맞춤형 제조 환경 및 기업 정보 시스템의 변화에 따라 BOM의 역할이 중요해지면서 BOM이 포함하는 정보가 제품 정보로 확대되어 변화하였다. 현재는 BOM의 의미가 확대되어 제품의 형상(Product Configuration) 또는 제품 구조(Product Structure)와 동일한 의미로 사용되고 있다. BOM은 산업의 특징, 기업의 환경, 제품 등의 차이에 의해서 다른 형태를 가지고 있다. 동일한 산업계열에 속하는 회사라 할지라도 제품 개발 및 생산 환경이 다르므로 때로는 다른 형태의 BOM이 사용되고 있다. 또한 상품 기획에서부터 설계, 영업, 구매, 생산, 유지보수 등 제품의 수명주기에 걸쳐 각각 다른 형태로 표현되고 있다^[11]. 예측 생산 및 계획 생산 체계에서는 일반적으로 설계 BOM과 제조 BOM의 두 단계의 변화를 거치지만, 제조 BOM은 설계 BOM의 각 하위 부품을 공정 별로 새로 묶어주는 방식으로 표현이 가능하다.

2.2 BOM의 종류

BOM은 각 생산 특징, 용도 별로 존재하는 목적 별 BOM, 제품 수명 주기에 따른 형태 등 다양한 모습으로 존재한다. 그러나, 동상 제품의 기능적인 측면을 고려한 설계 BOM과 생산 과정을 고려한 제조 또는 생산 BOM으로 구별된다.

- 설계 BOM(Engineering-BOM): 제품 개발 단계에서 사용하며 설계가 완료되면 생성된다. 개발/설계 단계에서 사용하는 제품 구성을 계층 구조로 표현한 것이며 주로 도면 및 3차원 모델과 연계하여 표현한다.
- 생산 BOM(Manufacturing-BOM): 생산 부서에서 사용하며 공정 계획을 고려하여 E-BOM으로부터 생성한다. E-BOM이 제품의 기능에 따라 부품 목록을 정의하였다면, M-BOM은 제품의 제조/조립 순서에 따라 E-BOM을 재 정리한 계층 구조로 표현한다. M-BOM에는 공정 정보가 부가되고 ERP 또는 PLM의 핵심 정보로 활용된다.

2.3 제조 산업별 BOM 분류

2.3.1 계획 생산 방식(MTS)의 BOM

수요를 예측에 기반한 계획 생산 방식을 MTS(Make To Stock)이라고 한다^[12]. 주로 소품종 대량 생

산 또는 연속 생산 방식을 취한다. 설계가 종료 된 후에 생산이 수행되기 때문에 BOM 변경이 거의 발생하지 않는다. 따라서 계획생산 방식에서는 제품 예측, 자재 조달, 일정 계획 등의 용도로 BOM이 주로 사용되며, Planning BOM이 주로 사용된다.

2.3.2 조립 생산 방식(ATO)의 BOM

계획생산 방식과 조립생산 방식의 공통점은 표준화, 모듈화되어 있다는 점이다. 표준화는 제품이나 제품을 구성하는 부품 등을 표준이나 규격으로 지정하고 이에 따라서 제품을 생산하는 방식이다^[13]. 조립 생산방식의 경우에는 계획 생산 방법보다는 제품의 다양성이 높기 때문에 이를 관리할 수 있는 Modular BOM, Generic BOM, Variant BOM 등이 필요하다.

2.3.3 수주 생산 방식(ETO)의 BOM

조선해양산업과 건설 및 플랜트 산업의 생산 방식을 수주 생산 방식, ETO(Engineering To Order) 전략이라고 한다. 수주 생산 방식은 설계부터 시작하여 자재의 구입, 생산까지 이루어지는 방식이다. 조선 산업의 경우, 설계 요구 사항이 다양하고, 제품의 복잡성이 높다^[14]. 설계 단계부터 주문이 반영되는 특징 때문에 예측에 의한 생산 활동이 어려우며, 납품에 소요되는 리드타임이 길 수 밖에 없다. 즉, 설계, 생산의 표준화가 어렵다. 초기 설계 단계에서 미리 부품과 원재료를 주문하기 위하여 예측(예량) BOM을 이용하고, 생산 설계를 통하여 생산 BOM을 별도로 추출하고 있다. 따라서 각 설계 단계에 따라 별도의 BOM이 구성되고 이를 활용해 구매/발주/생산 행위로 이어진다. 설계와 생산이 진행되면서 BOM이 완성된다는 점에서 ATO/MTS와 구별되는 점이다.

3. 조선 의장 BOM의 특징과 조건

3.1 조선 의장 BOM의 특징

선박의장 설계는 선장, 선실, 전장, 기장 분야로 나뉘며, 배관 설계는 공통된 기능이면서, 가장 많은 양의 부품을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 배관을 중심으로 그 특징에 대해서 기술하였다. 배관 BOM은 Fig. 2와 같이 크게 MML(Main Machinery List), 예량 BOM, 상세 BOM, 생산 BOM으로 분류할 수 있다. 그리고 각 BOM들은 설계 단계에 따라 진화하며, 그 역할과 생성 방법 및 활용이 다르다^[15].

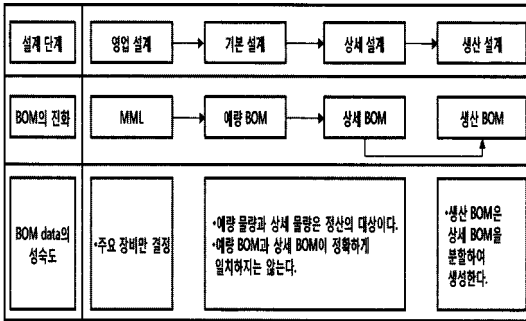


Fig. 2 Evolution of outfitting BOM through the lifecycle.

3.1.1 MML

MML은 E-BOM의 한 종류로써 초기(영업) 설계 단계에서의 산출물인 Building Spec.에서 추출하며, 조달 기간이 오래 걸리는 장납기 자재만의 목록이다.

3.1.2 예량 BOM

기본 설계가 진행 됨에 따라 생산에 사용될 부품을 미리 구매/조달이 가능하도록 예측한 BOM이다. 기본 설계에서는 예량 물량 산출을 위해 2차원으로 P&ID(Pipe Instrument Diagram)를 작성하고, 작성된 P&ID를 바탕으로 생산 물량을 예측한다. 2차원 도면으로부터 BOM을 산출하기 때문에 수량의 정확성은 떨어지지만, 생산 일정에 맞추어 미리 자재를 구매/발주 하고 있으며 이는 불가피한 특징이다.

3.1.3 상세 BOM

상세 BOM은 기본 설계에서 작성한 2차원 P&ID를 3차원 형상으로 상세하게 표현하여 예량 BOM 단계에서 산출하지 못한 부품을 추출하여 정확성을 높게 한다. 상세 BOM을 발행하게 되면 의장 물량은 98% 이상 정확성이 높아진다. 즉 상세 BOM은 정확한 물량 구매와 계획 물량 정보를 생산 계획에 전달하기 위해 작성한다.

3.1.4 생산 BOM

생산 BOM은 3차원 모델을 바탕으로 제작/설치도를 만들고, 이 제작/설치도를 바탕으로 생산에 필요한 정보를 추출한 BOM이다. 보통 선체의 Stage와 연계되어 생성이 된다. 제작/설치도를 만들 때 사용되는 3D 모델은 가장 마지막 최종 버전의 모델로 만들게 된다. 이것은 생산 BOM이 설치 제작에 필요한 정보를 유지하고 있으므로, 최신의 정보를 작업자에게 통보해야 하기 때문이다.

3.2 설계 단계에 따른 의장 BOM의 제품 구조

앞서 정의한 것처럼 선박의 의장 설계는 각 설계 단계에 따라 진화되는 BOM 구조를 요구하게 되고, 그 특징은 다음과 같다.

- (1) 의장 BOM은 설계 단계가 진행됨에 따라 MML, 예량 BOM, 상세 BOM, 생산 BOM으로 보다 구체화되고, 정확한 정보로 진화한다.
- (2) 동일한 의장 시스템 또는 부품에 대해서 각 설계 단계별로 서로 다른 BOM이 존재하게 된다. 따라서 선행 및 후행 BOM 간의 정보 연계 및 불일치 특성을 정확하게 파악하는 것이 어렵다.
- (3) 또한, 이들 BOM 정보를 조회하여 자재 구매를 위한 POR(Purchase Order Request)을 생성 및 발행하는 특징이 있다.
- (4) 설계가 진행 됨에 따라 P&ID상에 2차원으로 정의되었던 의장 System이 3차원에 배치되어 제작 및 설치 단위로 분할된다. 즉, 의장 System이 생산 단위로 분할되어 선체 블록 구조에 할당 된다.
- (5) 의장 System이 Block에 할당될 경우에, 분할된 의장품은 Block의 증공정에 해당하는 Stage 정보를 갖게 된다. 이 Stage 정보는 각 의장품이 제작 및 설치되어야 할 시점을 정의하게 되고, 후행 의장에 속하는 의장품은 Block 구조 정보 대신 Zone 구조 정보를 참조한다.

위에서 설명한 의장 BOM의 특징을 요약하면 Table 1과 같다.

Table 1. Features of outfitting BOM

단계	대상	업무	BOM	
초기 (영업) 설계	System	· G/A, M/S, M/A · Acc. Plan, Building Spcc. · 기능 위주의 의장시스템 설계	MML	
기본설계	system	· 선박의 기능표현 · System Plans · Diagram(Piping, Wiring) · Maker 도면승인	예량 BOM	
상세설계	System	· 의장품 배치 · 3D Modeling · 의장작업 생산항상 고려	상세 BOM	
생산	설치	· 설치자재	· Block 별 분할 · 후행의장 최소화	생산 (설치)
	제작	· 제작품 · Cutting Plan · Supports	· Stage 정의	생산 (제작)

실제 단계가 진행됨에 따라 MML, 예랑 BOM, 상세 BOM, 생산 BOM으로 점점 정확한 정보로 진화한다. 그러나, 2차원 정보를 생성하는 기본 설계 단계와 3차원 형상 정보를 생성하는 상세 설계와의 연관 관계를 맺기가 어려우며, 다양한 BOM 구조와 변화를 효과적으로 추적하기 어렵다.

Fig. 3은 본 연구에서 제안하고자 하는 수명주기 별 연계된 BOM 정보를 표현하고 있다. 각 설계 단계 별로 각 배관 부품이 System 구조 및 Block 구조와 어떠한 연관성을 가지면서 실제가 진행되는지를 보여주고 있다. 기본설계 단계에서는 System 단위로 실제하고 상세설계 단계에서는 System 별로 작성된 P&ID를 바탕으로 3D CAD를 이용하여 배치 모델링을 수행한다. 그리고 생산설계 단계에서는 3D 배치 모델을 이용하여 설치 및 제작단위로 설계를 수행한다. 이때 설계 단계가 진화되면서 각 배관 부품(Part)이 Pipeline, Pipe Piece 단위로 분할되며 최종적으로 배관 Part가 자신의 상위 연계 관계를 지니고 있어야 수명주기 별 다양한 BOM 구조를 만족할 수 있게 된다.

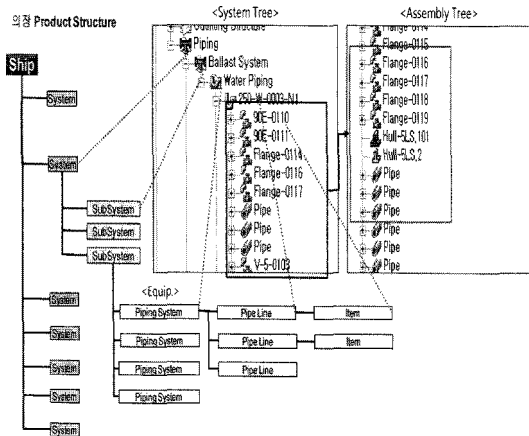


Fig. 3. Example of association of BOMs along lifecycle.

4. 의장 BOM 관리 모델의 제안

본 절에서는 의장 BOM의 수명주기에 따른 다양한 BOM을 표현하기 위해 의장 BOM 관리 모델을 설명하였다(Fig. 4).

제안한 모델은 서로 다른 단계의 BOM사이 에 연관 관계를 맺어주어 각 단계에서 생성되는 설계 정보 및 실제 데이터와 유기적으로 관리할 수 있도록 하였다.

그리고 UID(Unique ID)라는 코드 체계를 이용하여 수명주기에 따라 다양하게 진화하는 의장 BOM의 연

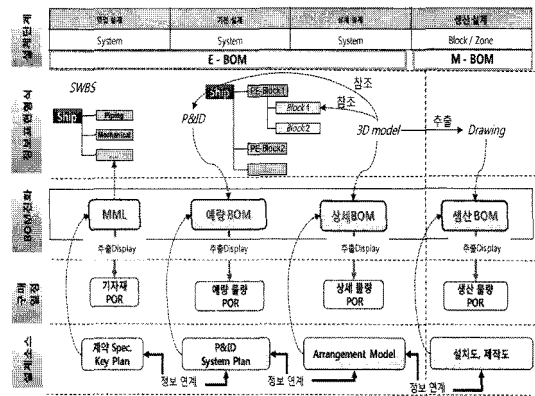


Fig. 4. Schematic configuration of ship outfitting BOM along lifecycle.

계 방안과 이를 활용하여 후속업무(구매/발주) 수행을 위한 방안을 제안하였다. 본 논문에서는 기본/상세설계에 국한하여 의장 BOM 관리 모델을 제시하였다.

4.1 의장 배관 BOM의 구조

앞서 정의한 것처럼, 선박 의장 BOM의 표현 방법은 설계 단계에 따라 진화한다. 그러나 제품 정보의 생성 및 제공되는 시점이 다르고, 단계 별로 연관 관계를 표현할 방법이 있기 때문에 진화 형태를 표현하는 것이 어렵다. 특히, 기본설계에 단계의 Pipe 시스템이 상세 설계 및 생산 설계 단계를 거치면서 Pipe line, Pipe piece로 분할되는 연관 관계를 맺기에는 어려움이 있다. 이와 같이 의장 BOM은 MML로부터 생산 BOM에 이르기까지 단계 별로 진화하며 각 단계 별 BOM은 서로 연관 관계를 가지고 있다.

4.2 의장 배관 BOM의 데이터 구조

제품 정보를 유지하기 위해서는 수명주기에 따라 제품 구조 간의 연계성을 유지함과 동시에 제품 구조를 중심으로 제품 정보를 연결시켜야 한다. 이러한 제품 정보에는 Product, Process, Resource, Schedule과 같은 PPRS 정보뿐만 아니라, 3D 모델, 2D 도면, Document 등이 존재한다¹¹⁾.

본 연구에서는 의장 관련 제품 정보를 관리하는 의장 배관 BOM구조에는 각 설계 단계 별로 아래와 같은 정보가 설계로부터 생성 및 저장되어야 한다고 가정하였다.

- Part List(물량 정보)
- √ 장압기 사재 목록, P&ID, 배치도, 설치도/제작도 기준의 불량(BOM) 정보

- Product Data(제품 정보)
 - √ 가상 Block 번호, 실제 Block 번호, 작업 Stage
 - √ 주 공종, 세부 공종
 - √ ERP 시스템과 참조/연계를 이용하여 BOP/BOR/BOS 정보 및 자재 납기일 파악
 - √ 주요 Specification(Material Grade, NPD, Pressure Rating etc.)
- Code 정보
 - √ UID(Unique ID), System, Area, BLK, Zone, DWG(Rev., 발행자)
 - √ UID(Unique ID) - 설계 단계에 따른 물량 정산 및 비교 정산에 활용

Part List는 자재의 구매를 위한 물량 정보를 제공하며 구매부서에 구매 업무 수행을 위해 제공되는 기초 정보이다. 제품 정보는 PPRS 정보뿐만 아니라 주요 사양(Specification), 3D 모델, 2D 도면, Document 등을 연계 및 참조하는 생산 정보를 의미한다.

Code 정보는 설계 과정에서 생성하여 외장 BOM에 저장 및 관리되는 정보이다. 본 연구에서는 UID를 이용하여 설계 단계별 BOM의 연계 관계와 물량 정산 및 비교 정산에 활용되는 데이터로 정의하였다.

4.3 설계 단계 별 BOM 연계를 위한 고유 코드 체계(Unique ID: UID)

본 연구에서 다양한 각 단계 별 BOM 정보의 연계를 위하여 고유 식별자 체계(Unique ID Coding System)을 정의하였다. 그러나, 부품 코드 체계(Coding System)를 분석하고 생성 방법을 규정하는 것은 매우 광범위한 업무이다¹¹⁾. 따라서 본 연구에서는 전사적인 코드 체계를 대상으로 하지 않고, CAD 시스템 및 외장 배관 BOM 상에서 부품 코드의 중복을 방지하고 단계 별로 BOM 정산에 사용하기 위한 범위로 국한하였다(Fig. 5).

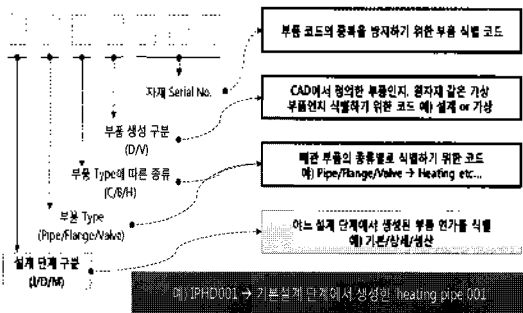


Fig. 5. Unique ID code structure.

Fig. 5에 보인 바와 같이 UID 코드는 각 부품이 생성된 설계 단계를 구분하기 위한 값으로 I/D/M을 부여하도록 하였다. 따라서 기본설계 단계에서 생성된 하나의 부품 또는 시스템이 상세설계 단계에서 분할되어 새로운 Detail UID를 부여받은 여러 개의 부품으로 나누어지더라도 동일한 Initial UID코드를 가진 부품이라면 기본 설계 단계의 원래 부품이었음을 파악할 수 있도록 하였다. 부품 Type(Pipe/Flange/Valve), 부품 Type에 따른 종류, 부품 생성 방법 구분(D/V) 그리고 자재 Serial No.를 추가하였다.

모든 부품은 CAD시스템을 이용하여 3차원으로 표현하는 것이 일반적인 경우지만, 볼트와 너트 같은 자재의 경우에는 3차원 모델 정보를 생성하기 않기 때문에 CAD 시스템으로부터 BOM 정보를 추출하기 어렵다. 이러한 종류의 부품은 가상 부품으로 분류하여 부품의 BOM 생성 특징을 반영할 수 있도록 하였다. 이러한 특징은 부품 생성 방법 구분(D/V) 코드에서 표현하도록 하였다.

4.4 설계 단계 별 BOM 연계

앞 절에서 언급한 바와 같이 특정한 부품 또는 시스템의 변화를 추적하기 위해서 설계 단계 구분 값을 부여하였다. Fig. 6은 Initial UID와 Detail UID를 이용하여 pipe line의 진화를 추적한 것을 개념적으로 설명한 것이다.

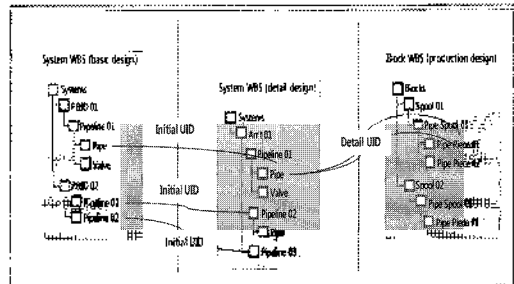


Fig. 6. Association of evolutionary BOMs by UID (i.e. pipe line).

각 설계 단계로 부품 또는 시스템의 진화를 표현하기 위한 과정은 다음과 같다.

4.4.1 기본/상세 설계 단계 (Fig. 7).

상세 설계 시에는 기본 설계에서 생성한 2차원 P&ID도면을 참조하여 3차원 형상으로 배치 설계를 수행하기 때문에 P&ID Part의 UID와 3D CAD Part의 UID 정보를 외장 배관 BOM의 System Tree

의 Part 속성 정보로 정의하였다. 위의 방법을 통해 Part에 있는 UID를 통해서 BOM의 변화 및 설계 변경 내용을 추적할 수 있다.

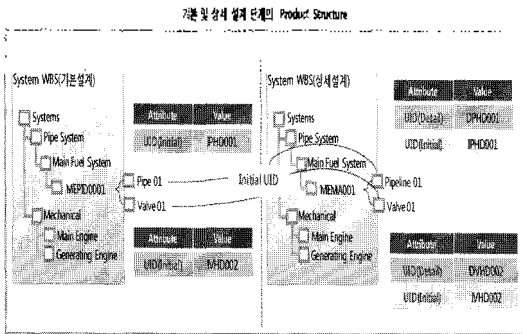


Fig. 7. Example of UID for adjustment of basic and detail design.

4.4.2 상세/생산 설계 단계(Fig. 8).

생산 설계 단계에서는 상세 설계에서 제시한 3차원 배치 모델을 이용하여 선체 조립 과정을 고려하여 각 블록 별로 각 배관 시스템을 분할하기 때문에 P&ID Part의 UID, 3D CAD Part의 UID, 그리고 Block division 이후 Part의 UID를 의장 배관 BOM의 Block WBS(Tree)의 Part 속성 정보로 정의한다.

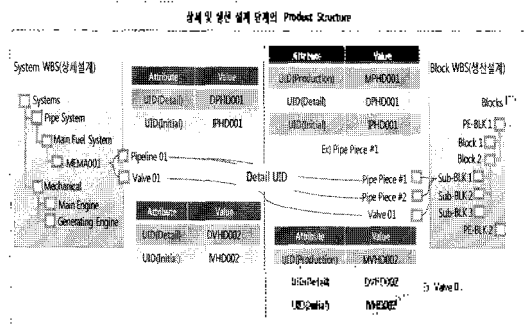


Fig. 8. Example of UID for adjustment of detail and production design.

각 단계 별로 Part의 속성 값으로 부여한 UID 코드는 각 Part가 기본/상세/생산 설계 단계로 진화하는 동안 어떻게 연계되는 지를 나타내는 식별자 역할을 수행하도록 하였다.

4.5 UID 코드를 이용한 구매BOM 생성

의장 배관 BOM에는 Item과 속성 정보, UID 코드

등이 저장되어 있고, 이 속성 정보들을 의장 BOM 데이터베이스 질의(Query)를 통하여 사용자가 원하는 용도 별, 목적 별로 의장 BOM을 추출하여 출력 결과로서 활용할 수 있다.

의장 배관 BOM은 후속업무에 따라 크게 구매에 활용되는 구매 BOM, 생산에 활용되는 생산 BOM이 있으나 본 연구에서는 구매 BOM의 활용 방안만을 제시하였다.

4.5.1 구매 BOM의 물량 정산

구매 BOM의 물량 정산 기능은 설계 단계 안에서의 물량 정산과 단계(기본/상세/생산) 별 물량 정산으로 크게 나눌 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이 동일한 의장 시스템의 예상 BOM, 상세 BOM, 그리고 생산 BOM은 각각 정확도가 다르다. 따라서 선후 BOM을 각각 비교하여 자재의 추가 및 삭제 유무를 파악하고 반영하기 위한 물량 정산이 필요하다. 이는 자재 조달에 필요한 기간이 길다는 선박 부품 및 원자재의 특성 때문에 불가피한 과정으로 물량 정산의 효율성이 ERP 시스템의 효율성과 연관된다. 본 연구에서는 UID 코드를 활용한 물량 정산 방안을 제안하였다.

설계 단계 별 물량 정산 중 기본 설계 단계 내에서 물량 정산 절차는 Fig. 9와 같이 정의하였다. 의장 배관 BOM내에 저장된 설계 데이터 중 구매에 필요한 정보만을 Query를 통해 추출하도록 하였다. 의장 BOM의 제품 구조는 Pipeline 하위에 Part가 놓이게 되기 때문에 물량 정산 시 그 단위는 Object(Pipeline 하위의 Part)가 되어야 한다. 그림에서와 같이 정산을 원하는 Part를 선택하게 된다. 정산 시 BOM History에 저장된 과거 Part 정보와 최신 Part 정보를 물량 정산 및 비교 정산을 수행한다. 정산 후 정산 메시지를 참고하여 구매 업무를 수행한다. 이때, 구매 업무

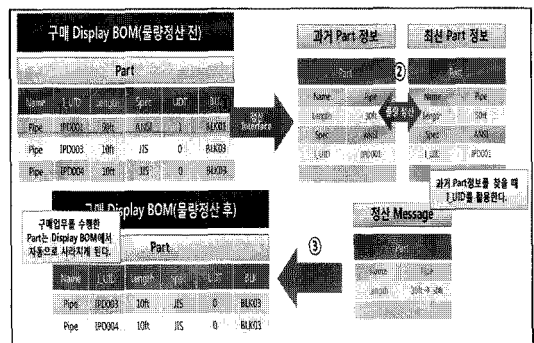


Fig. 9. The procedure of weight calculation in basic design phase.

를 수행한 Part는 자동으로 사라지게 구성하였다. 또한 설계 변경이 일어나면 UDT(Update)의 숫자를 증가시켜 과거 Part 정보의 유/무와 설계 정보 변경 횟수를 확인할 수 있도록 하였다.

불량 정산 시 가장 중요한 것은 과거 Part와 최신 Part의 비교이다. 이를 가능하게 하는 것은 CAD에서부터 정의해온 UID(Unique ID) 때문이다. 기본 설계 단계의 Part들은 고유한 자신만의 UID를 갖게 되며, 이를 통해 최신 Part와 비교하게 될 정보를 찾게 하였다.

기본 설계와 상세 설계 단계 사이에서의 불량 정산 절차는 기본 설계 단계 내의 것과 동일하다. 차이점은 기본 설계가 마무리 되고 상세 설계가 시작되면 더 이상 기본 설계의 데이터는 설계 변경이 일어날 수 없으며, 두 단계 사이에서의 불량 정산은 상세 설계가 속성으로 갖고 있는 Initial UID를 통해 기본 설계 마지막 Part 정보와의 비교를 통해 가능하다. 즉, 기본/상세 설계의 Part는 각각 Initial UID, Detail UID를 속성 정보로 갖기 때문에 동일한 UID를 가진 부품 또는 시스템 만을 분리하여 불량정산 및 비교 정산이 가능하도록 하였다.

5. Prototype 구현

본 연구는 .Net 개발 언어와 SQL 데이터베이스^[7]를 이용하여 제시한 의장 BOM 모델의 prototype을 개발하였다. UID를 이용한 설계 단계별 의장 BOM 및 BOM 정산을 중심으로 기능을 구현하였다.

5.1 설계 단계(Lifecycle)별 BOM의 연계

각 설계단계 별 제품 구조는 Fig. 10과 같이 정의하였다. 기본/상세 설계와 생산 설계를 각각 System과 Block tree로 구현하였다. Fig. 11은 P&ID의 Pipe와 3차원 모델의 Pipe가 연계된 것이다. 설계 단계별 BOM의 연계를 위해서 Fig. 12와 같이 P&ID로부터 생성된

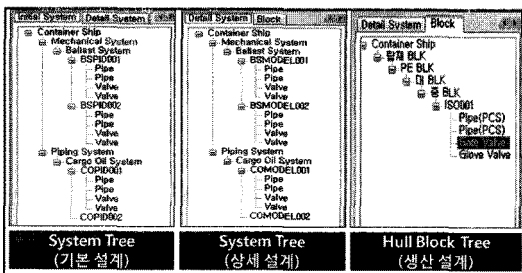


Fig. 10. Evolutional product structures.

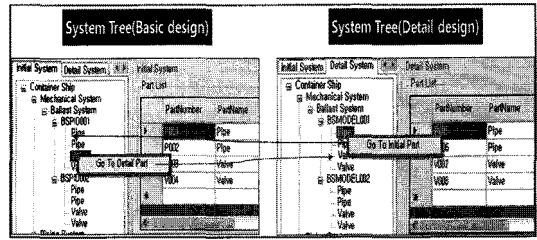


Fig. 11. Association of evolutionary BOMs along the lifecycle.

기본 설계 P&ID	상세 설계 3D CAD				
CODE	T_MODEL_CODE	T_PARTGROUP_NO	INIT_UID	DETAIL_UID	PARTNAME
1	P001	C001	1	COPID001-IP001	Pipe
2	P002	C001	1	COPID001-IP002	Pipe
3	P005	C002	1	COPID002-IP001	Pipe
4	P006	C002	1	COPID002-IP002	Pipe
5	P009	B003	1	BSPID001-IP001	Pipe
6	P010	B003	1	BSPID001-IP002	Pipe
7	P013	B004	1	BSPID002-IP001	Pipe
8	P014	B004	1	BSPID002-IP002	Pipe
9	V003	C001	2	COPID001-IV003	Valve

Fig. 12. Relationship between design phases by using UID.

initial UID를 지정하고, 상세설계 단계는 P&ID를 참조하여 설계하기 때문에 Initial UID 및 3D CAD로부터 생성된 Detail UID를 Part에 지정하였다.

5.2 BOM 정산(기본설계)

기본설계 단계의 구매 BOM은 Fig. 13과 같다. 구매를 수행해야 할 Part list만 구매 BOM에 나타나며, 비교정산 및 불량정산을 수행할 part들을 선택하여 정산을 수행하도록 하였다. Fig. 14와 Fig. 15는 구매 업무 수행을 위한 BOM 불량 정산 절차의 절차를 예로 보인 것이다.

Fig. 13. Procurement display BOM of basic design phase.

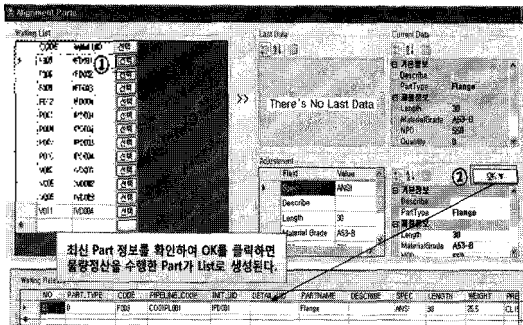


Fig. 14. Weight calculation for procurement work(a).

NO	PART TYPE	CODE	PRELINE CODE	INIT UID	DETAIL UID	PART NAME	DESCRIBE	SPEC	LENGTH	WEIGHT
72	0	F003	COUPLER	F000		Flange	가시베레	ANSI	30	31.1
73	0	F006	COUPLER	F000		Flange		ANSI	30	25.5
74	0	F006	COUPLER	F002		Flange		ANSI	30	25.5
75	0	F009	BSUPLER	F000		Flange		ANSI	30	25.5
76	0	F012	BSUPLER	F000		Flange		ANSI	30	25.5
77	0	F001	COUPLER	F000		Flange		ANSI	50.94	129.4
78	0	F004	COUPLER	F002		Flange		ANSI	50.94	129.4
79	0	F007	BSUPLER	F000		Flange		ANSI	50.94	129.4
80	0	F010	BSUPLER	F000		Flange		ANSI	50.94	129.4
81	0	V002	COUPLER	F000		Valve		ANSI	10.15	30.2
82	0	V005	COUPLER	F002		Valve		ANSI	10.15	30.2
83	0	V008	BSUPLER	F000		Valve		ANSI	10.15	30.2

Fig. 15. Weight calculation for procurement work(b).

5.3 BOM 정산 (기본-상세 설계)

Fig. 16과 Fig. 17은 상세 BOM이 생성되는 단계의 BOM 정산 절차를 구현한 것이다. 기본 설계에서 상세 설계로 진행됨에 따라 동일한 Part에 대한 구매 BOM 정보가 변하게 되며, 다른 구매 BOM 정보의 연계성을 위해 각 단계 별로 의장 BOM의 Part의 속성 정보로 갖고 있는 UID를 통해 예방 구매 BOM과 상세 구매 BOM의 비교정산 및 물량정산을 수행할 수 있게 구현하였다.

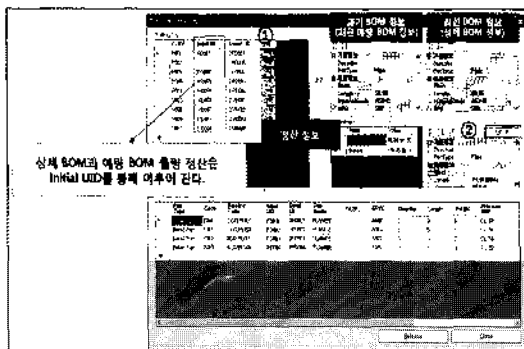


Fig. 16. Weight calculation for procurement work (a: basic design detail design).

Part Type	Code	Preline Code	Init UID	Detail UID	Part Name	Describe	Spec	Length	Weight	Process Rate
Detail Part	F013	BSUPLER	F000	F000	Flange		ANSI	0	0	CL150
Detail Part	F001	COUPLER	F000	F000	Flange		ANSI	0	23.81	100.45
Detail Part	F002	COUPLER	F000	F000	Flange		ANSI	0	20.65	300.45
Detail Part	F005	COUPLER	F000	F000	Flange		ANSI	0	-0.000000	300.45
Detail Part	F008	BSUPLER	F000	F000	Flange		ANSI	0	-0.000000	300.12
Detail Part	F011	BSUPLER	F000	F000	Flange		ANSI	0	43.46	320.45
Detail Part	V003	COUPLER	F000	F000	Valve		ANSI	0	0	CL150
Detail Part	V006	COUPLER	F000	F000	Valve		ANSI	0	0	CL150
Detail Part	V009	BSUPLER	F000	F000	Valve		ANSI	0	0	CL150
Detail Part	V012	BSUPLER	F000	F000	Valve		ANSI	0	0	CL150

Fig. 17. Weight calculation for procurement work(b: basic design - detail design).

6. 결론

본 연구는 선박 설계에 있어서 동일한 의장 부품 또는 시스템이 단계 별로 변화하고 진화하는 특징을 모델링 하기 위한 방안을 제시하고자 하였다. 이를 위하여 선박 및 해양구조물 의장 BOM 및 설계 과정의 특징을 분석하고, 의장 배관 BOM의 구조 및 단계 별 연계 방안을 제시하였다. 또한 단계 별 BOM 정산을 위한 방안을 보였으며, 제시된 방안을 예제로 구현하였다. 각 부품의 속성 정보로서 UID(Unique ID)를 제안함으로써, 의장 배관 BOM의 단계 별 진화라는 특징을 반영할 수 있도록 하였다. 이를 통해 기본/상세/생산 단계 별로 하나의 부품이 진화해가는 모습을 반영하고 상호 연계할 수 있는 BOM 모델을 제안하였다. 그리고 제안한 UID를 Part의 속성정보로 부여하여 설계 단계 별로 생성되는 BOM 사이의 효율적인 정산 방안이 가능함을 예제로 제시하였다. 본 연구에서 제안한 UID 코드 체계는 의장 배관 시스템에 국한하였고, 전장 설계 및 기장 설계 등의 특징은 반영하지 않았기 때문에 이에 대한 보완이 필요하다.

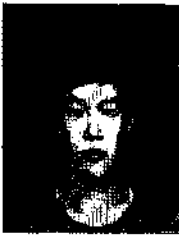
감사의 글

본 연구는 대우조선해양(주)(DSME 제품 정보 통합 관리 시스템 기초 연구) 및 2008년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비) 한국학술진흥재단의 지원과재(KRF-2008-331-D00721) 연구 결과의 일부이며, 위 기관의 후원에 감사 드립니다.

참고문헌

1. 강금석, "Multiple Views를 지원하는 통합 자재명세서 관리 시스템의 구조설계", 서울대학교 산업공학과 석사학위 논문, 1998.

2. Chang, S. H. and Li, R. K., "Manufacturing Bill of Materials Planning", *Production Planning and Control*, Vol. 8, No. 5, pp. 437-435, 1997.
3. Cunningham, M. and Brown, J., "A Decision Support Tool for Planning Bill-of-Materials", *Production Planning and Control*, Vol. 7, No. 3, pp. 312-323, 1996.
4. Tatsiopoulos, I. P., "On the Unification of Bill of Materials and Routings", *Computers in Industry*, Vol. 31, pp. 293-304, 1996.
5. Trappey, A. J. and Lin, H. D., "An Object-Oriented Bill of Materials System for Dynamic product Management", *Journal of Intelligent Manufacturing*, No. 7, pp. 365-371, 1996.
6. 지용구, "Modular 자재명세서의 생성 및 데이터베이스 구축을 위한 연구", 서울대학교 산업공학과 공학석사학위 논문, 1997.
7. Balcerak, K. J. and Dale, B., "Structuring Modular Bill of Material with Usage Pattern Analysis", *International Journal of Production Research*, Vol. 30, No. 2, pp. 28-298, 1997.
8. 김대환, "통합 자재명세서 관리시스템 개발", 서울대학교 산업공학과 공학석사학위 논문, 1997.
9. Nandakumar, G., "The Design of a Bill of Material Processor Using a Relational Database", *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 6, pp. 15-45, 1985.
10. Chung, Y. and Fischer, W., "A Conceptual Structure and Issue for an Object-Oriented Bill of Materials Data Mode", *Computers and Industrial Engineering*, Vol. 26, No. 2, pp. 321-339, 1994.
11. Kini, R. B. and Mosier, C. T., "Part Identification and Group Technology: A New Approach", *Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 10, No. 2, pp. 134-145, 1991.
12. 황성룡, "수주 및 설계생산 환경에서의 CIM 시스템을 위한 BOM과 라우팅의 통합", 울산대학교 박사학위 논문, 1999.
13. 야마다 타로우, PLM 전략, 한국표준협회컨설팅, 2006.
14. 이장현, 이재범, 이원준, 서홍원, "조선 PLM-조선산업과 ATO 산업의 차이에 따른 PLM Architecture 설계 연구", 한국해양환경공학회 학술대회논문집, 2008.
15. 이장현, 이경호, 이재범, 이황범, 이재준, 장기삼, "선박 의장 BOM과 제품 정보 통합을 위한 Enterprise BOM 연구", 한국 CAD/CAM 학회 학술발표회 논문집, pp. 632-643, 2009.
16. 송일환, 황진상, 박호병, 한순홍, "해양플랜트의 기자재 제품 정보 공유를 위한 표준 분류체계 구축", 한국 CAD/CAM학회 학술발표회 논문집, 2008.
17. 김연홍, SQL Server 2005를 위한 데이터베이스 모델링, dbBADA, 2007.



김 승 현

2003년~2009년 인하대학교 선박해양 공학과 학사
2009년~현재 인하대학교 조선해양 공학과 석사과정
관심분야: PLM/PDM 시스템, CAD/CAM, System Engineering



이 장 현

1988년~1993년 서울대학교 조선해양 공학과 학사
1993년~1995년 서울대학교 대학원 조선해양공학과 석사
1995년~1999년 서울대학교 대학원 조선해양공학과 박사
1999년~2002년 서울대학교 공학연구소 연구원
2001년~2005년 서울대학교 디지털 선박 신기술 센터 연구원
2001년~2005년 ㈜지노스 대표이사, PLM 컨설팅 사업본부장
2005년~현재 인하대학교 광과대학 선박해양공학과 부교수
관심분야: PLM/PDM 시스템과 e-Manufacturing 시스템, 디지털 선박 생산 시스템(Digital Manufacturing), 선박 가공 역학(Mechanics), 가공(조립) 변형 해석, 환경 Modeling & Simulation, 환경 정보 시스템



서 흥 원

1985년 인하대학교 조선공학과 학사
1991년 부산대학교 대학원 공학석사
1991년~현재 (주)대우조선해양 경보기상 R&D 팀장
관심분야: 조선 CAD, 선박 제품 모델링, 시뮬레이션, 동시공학 설계



전 정 익

2003년~2006년 한경대학교 정보 제어 공학과 학사
2009년~현재 인하대학교 조선해양공학과 석사과정
관심분야: PLM/PDM 시스템, 선박생산 자동화, 휴먼노이드



김 광 식

2004년~2006년 인하공업전문대학 해양시스템과 전문학사
2007년~2009년 인천대학교 산업경영공학과 학사
2009년~현재 인하대학교 조선해양공학과 석사과정
관심분야: E-Manufacturing 시스템, 디지털 선박 생산 시스템(Digital Manufacturing), 환경 Modeling & Simulation, 환경 정보 시스템