

카탈로그 데이터베이스를 이용한 선박 배관부품의 효과적인 모델링 절차 개발 사례

황세윤*, 이장현**, 김승현*, 김광식*, 이성제*

An Application of Catalogue Database for the Modeling of Pipe Parts in Ship Design

Se Yun Hwang*, Jang Hyun Lee**, Seung Hyun Kim*, Kwang Sik Kim* and Sung Je Lee*

ABSTRACT

Outfitting systems in marine vessels have many kinds of standard parts. Ship CAD system should support the designers with an efficient tool for the modeling of outfitting parts such as pipes and valves. We develop a practical procedure for a part master model that combines ship CAD systems with the industrial standard. Part master or catalogue database of standard equipments is included in the database of ship CAD. The part master makes the associations of three dimensional modeling with the industrial standard. Moreover, it reflects the automatic modeling to maintain attributes that are disclosed in the entity of each part master in order to reduce the modeling time. Entity and attributes of pipe and valves are chosen from JIS(Japanese Industrial Standards) in order to explain the proposed procedure. Suggested procedure explains that three dimensional model of equipment is generated by parsing the pre-defined attributes after the entities of part masters is stored in database.

Key words : Outfitting system, Catalogue, Ship CAD, Part masters, Pipes and Valves

1. 서 론

선박 설계는 기본 설계, 상세 설계 및 생산 설계 단계로 진행된다. 각 단계는 크게 선체설계(Hull design)와 의장설계(Outfitting design)로 나누어 진행된다^{1,2}. 선체는 두 가지 종류의 부품(판재와 보강재)으로 구성되므로 선체 설계는 설계할 부품의 종류는 매우 단순하다고 할 수 있다. 그러나 의장 설계의 대상은 배관, 거주 구역, 기계 부품과 전기/전자 부품이므로 매우 많은 개수의 부품 종류를 가지고 있다. 보편적으로 선박 한 척의 의장 부품은 수십만 개에 달하며 그 종류도 몇 천개 이상에 달한다. 따라서 전장 설계, 기장 설계, 배관 설계, 선실 설계 등으로 나누어 유사한 성격을 가진 부품을 묶어서 설계를 수행한다. Fig. 1은 일

반적인 배관 설계 절차와 주요 정보를 간략하게 설명하고 있다.

기본 설계(Basic design) 단계에서는 P&ID(Pipe & instrumentation diagram)로 불리는 2차원 계통도를 작성하고, 상세 설계(Detail design)에서는 계통도에 정의된 각각의 부품을 3차원 형상으로 모델링함과 동시에 각 부품이 조립 및 설치되는 선체 블록에 좌표 및 위치를 할당하는 배치 작업을 수행한다. 그리고 생산 설계(Mfg. design) 단계에서는 각 부품 또는 유닛 별로 제작 및 설치를 위한 도면을 작성한다. 이 과정에서 설계 자재명세서(E-BOM: Engineering bill of material)와 상세 자재명세서(Detail BOM), 생산 자재명세서(Mfg. BOM)를 추출하며, 설치도(ISO drawing), 제작도(Spool drawing)와 같은 도면을 생성한다. 일반적으로 기본 설계 단계까지는 각 의장 시스템 별로 독립된 계통도를 작성하고 파일 단위로 저장하지만, 상세 설계 이후에는 선박 제품 모델 데이터베이스에 모든 설계 결과를 저장한다.

의장 설계는 많은 종류의 부품을 대상으로 반복적

*학생회원, 인하대학교 대학원

**중신회원, 교신지자, 인하대학교 선박해양공학과

- 논문투고일: 2009. 09. 17

- 논문수정일: 2009. 12. 16

- 심사완료일: 2009. 12. 21

으로 3차원 모델링 작업을 수행하므로, 각 단품의 형상을 직접 그리는 대신에 미리 정의된 각 단품의 기준 부품의 메타 데이터를 이용하여 속성만을 정의함으로써 자동으로 3차원 형상이 생성되도록 도와주는 기능이 필요하다. 또한 선박의 배관 부품은 선급(Ship registration class) 및 국내의 표준 규격으로 이미 사양과 속성이 정의되어 있다. 따라서 선박 CAD 시스템은 국내의 산업 표준에 정의된 의상 부품을 효과적으로 반영할 수 있는 기능을 제공하여야 한다.

따라서 선박 CAD는 의장 부품의 종류 별로 기준 부품(Part master) 또는 카탈로그(Catalogue)와 같은 형태의 데이터베이스를 지니고 있어야 하며, 이를 이용하여 자동화된 모델링 방법을 제공하여야 한다^[4]. 즉, 설계자는 특정한 배관 부품이 속하는 기준부품을 선택하고 사양 또는 속성에 해당하는 값만을 입력함으로써 자동으로 3차원 모델링이 생성될 수 있도록 하여야 한다. 이러한 카탈로그 또는 기준부품은 배관 설계의 효율성을 향상시키고 동시에 자재명세서 및 구매 사양서(POS: Purchase order specification)를 자동으로 추출할 수 있도록 하는 기초 기능에 속한다^[5].

현재까지 대부분의 선박 CAD 시스템은 3차원 격자(Wireframe) 모델을 바탕으로 구성되어 있으나, 최근 들어 곡면 및 솔리드 모델 기반의 3차원 CAD를 도입하는 조선포가 생기고 있다. 그러나 실제로 3차원 선박용 CAD의 의장 설계 기능은 기존에 플랜트 설계 등에 이용되고 있는 CAD 시스템을 선박 설계에 필요한 기능과 재품 모델로 수정하는 과정을 거쳐서 적용되고 있다. 이 과정에서 카탈로그 정보를 추가하는 작업이 필요하다.

파라메트릭 모델링(Parametric modeling) 방법은 크게 두 가지로 나누어진다. 일반적인 특정한 속성을 변수로 지정하거나 수치 및 기하학적 제약조건, 또는 형상특징(Feature)을 이용하여 형상의 생성을 쉽게 하는 방법을 파라메트릭 모델링이라 하고, 파라메트릭 모델링 기법을 활용하여 특정 부품 군을 대표하는 마스터 CAD모델을 만들고 그 설계 변수(Parameter)를 정의하는 방법을 파트 패밀리(Part family)라고 한다.

많은 산업에서 앞의 모델링 방법을 활용하지만 플랜트 산업의 경우 재품의 수는 많으나 일부 특수한 경우를 제외하고는 일반적으로 사용되는 규격의 표준 부품들을 사용하기 때문에 회사 내에서 사용되는 공용 부품 또는 완성품을 기준재품(Product master)으로 정하고 이러한 부품들을 카탈로그에 설계 변수와 3차원 형상간의 관계를 사전에 정의하여 저장하며 설계자는 카탈로그를 이용한 설계를 하게 되고 형상을 정

의하기 위한 치수 값을 모델링과정에서 결정하게 된다^[6].

선박의 배관제도 위와 동일한 방법을 이용하여 각 기준부품 별로 설계 변수를 사전에 정의하고 변수를 입력함으로써 3차원 형상을 만들어 낼 수 있을 것이다. 본 연구에서는 선박용 3차원 CAD의 개발과정에서 배관 부품의 기준부품 정보를 데이터베이스에 정의하고 활용하기 위한 방안을 제시하였다.

본 연구는 기준부품의 구축 절차와 방법을 제시하고, 국내의 표준을 적용하기 위한 방법을 제시하였다. 각각의 기준부품을 종류 별로 개체로 모델링하고 설계 변수를 속성으로 정의하였다. 정의된 속성을 이용하여 기준부품의 특징을 상속받은 개별 부품을 설계하기 위한 방안을 제시하였다. 또한 기준부품 정보를 이용하여 자재명세서(BOM: Bill Of Material), 사양 정보를 추출하는 예제를 제시하였다.

본 연구는 3차원 선박 CAD 시스템의 하나인 Intergraph사의 SMSD를 모델링 커널 및 개발 환경으로 이용하여 수행하였다.

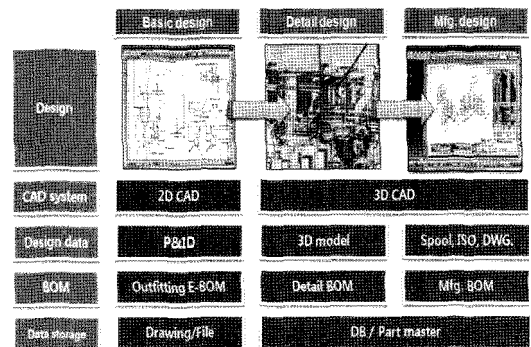


Fig. 1. Schematic procedure of outfitting design and data generation.

2. 기준부품의 카탈로그 데이터베이스 구축 절차

2.1 데이터베이스 구조

일반적인 기계 부품 설계를 위한 CAD 시스템은 설계 산출물을 전산 파일로 저장한다. 따라서 각 단품과 조립품을 파일로 저장하며 이를 관리하기 위한 별도의 제품 구조 관리, 분식, 도면 관리 체계를 이용하고 있다. 이러한 이유로 일반적인 CAD 시스템을 이용하여 표준 부품을 설계하고자 할 때는 CAD 시스템에서 이미 제공하고 있는 형상특징과 설계 변수를 조합하여 형상을 생성한다.

그러나 대부분의 선박 설계용 CAD 시스템은 설계 결과를 파일이 아닌 데이터베이스(이하 DB) 시스템에 저장한다. 선박 CAD의 DB 시스템은 선박 3차원 형상 모델, 주요 도면, 자재 목록 등 설계 결과를 저장함으로써 선박 제품 모델을 포함하고 있다¹⁾.

서론에서 언급한 바와 같이 의장 부품은 국내외 표준 규격을 만족하는 제품 중에서 선택하여 조립 설치하므로 실물의 3차원 형상을 상세하게 설계하기 보다는 국제 표준에서 정한 부품 종류별 속성만을 이용하여 단순화된 형상으로 모델링하여야 한다. 따라서 의장 부품의 개수를 감안하면 개별 부품을 완벽한 3차원 형상을 모델링하기 보다는 표준에서 정한 속성 정보만을 입력함으로써 특징적인 3차원 모델이 생성되도록 하는 것이 효과적이다. 이러한 이유로 기준부품 또는 표준부품을 CAD의 데이터베이스에 직접 생성하고 모델링할 수 있는 절차가 좀 더 효과적이라고 할 수 있다.

Fig. 2는 Ship CAD의 객체(Object) 중심의 구조를 표현한 것이다. Mechanical CAD와는 달리 객체 중심으로 Method, Attribute, Geometry가 DB에 속성으로 저장되며 각 객체간의 관계는 Relationship으로 정의한다. 또한 새로운 기준부품은 Application과 COM interface를 통해 정의되어 진다.

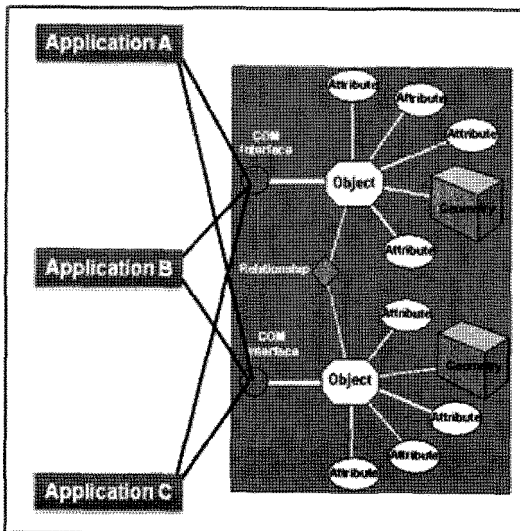


Fig. 2. Object entity oriented structure of ship CAD.

Fig. 3은 본 연구에서 사용한 SM3D에서 기본적으로 제공하는 DB 구성을 개략적으로 표현한 것이다. 각 DB는 다음과 같이 세 가지로 나누어 정보를 저장 및 관리하고 있다.

① 카탈로그 DB: 장비(Equipment), 밸브(Valve), 요소부품(Component)와 같은 최종 부품의 3차원 모델을 생성할 때 필요한 참조 데이터(Reference data)와 속성 정보, 의장 부품과 선체 부품사이의 관계를 저장한다. 참조 데이터는 각 부품을 생성하기 위한 심볼(Symbol), 형상 관계, 명명 법칙을 가지고 있다. 또한 기준부품을 새롭게 추가하거나 삭제, 수정할 수 있다.

② 카탈로그의 DB 스키마(Schema): 카탈로그 DB에 존재하는 각 기준부품의 객체(Entity)의 테이블(Table)에 정의한 별도의 DB이다. 또한 각 기준부품사이의 연관관계를 정의하고 있다. 따라서 DB 질의문(SQL)을 이용하면 각 기준부품이 가진 속성 값을 조회할 수 있다.

③ 모델 DB: 설계된 부품의 3차원 형상을 저장한 데이터베이스이다. 따라서 설계된 부품은 각 호선 별로 제품 트리(Tree) 및 구조(Structure)에 맞추어 저장된다.

즉, 카탈로그 DB 스키마를 이용하여 카탈로그 DB에 기준부품을 생성하도록 구성되어 있다. 그리고 카탈로그 DB에 저장된 기준부품의 메타 데이터(Meta data)를 근거로 각 기준부품의 속성을 상속받은 인스턴스(Instance)를 생성하면 실제로 모델링된 하나의 부품이 다시 모델 DB에 저장되도록 구성되어 있으며, SM3D에서 제공하는 것을 수정하여 사용하였다.

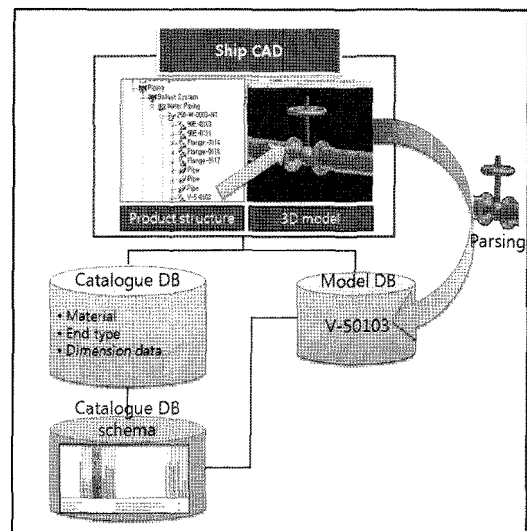


Fig. 3. Databases of ship CAD.

2.2 기준부품의 속성 및 코드 체계

본 개발에서는 일본 공업 규격(JIS)에서 정의하고 있는 배관 부품의 표준 사양을 이용하였다. JIS가 정의하고 있는 각 배관 부품의 종류 별로 속성 항목을 추출하고 이를 카탈로그 형태로 저장하였다.

2.2.1 기준부품 별 속성

본 절에서는 각 기준부품을 객체로 정의하고 2 속성을 추상화하는 과정을 설명하고자 한다. 공통된 특성의 부품들은 부품 군으로 묶어 기술할 수 있는데, 데이터 사전에서는 이들이 클래스로 표현된다. 이러한 부품 클래스들은, 객체 지향 개념을 바탕으로 공통 특성의 일반화(Generalization) 및 특이 특성의 상세화(Specialization)를 통해 계층구조로 구조화 된다. 부품 클래스를 정의하는 작업은 그 부품 클래스가 표현하는 부품 군의 특성 즉, 속성을 정의하는 작업과 병행적으로 이루어진다^[14,15]. 본 연구에서 기준부품의 속성은 설계 변수의 역할을 하며, 속성 값을 입력함으로써 자동으로 모델링이 될 수 있도록 하는 과정이나, 먼저 다음과 같은 절차를 거쳐서 기준부품 별로 객체를 추출하였다.

- ① JIS에서 정한 배관 부품의 종류 별로 중요한 속성 정보를 추출하여 식별하였다.
- ② 객체 및 객체의 속성을 참조하여 DB 객체(Entity)로 기준부품을 정리하였다.

Fig. 4는 객체 다이어그램(Class diagram)의 일부를 보여주고 있다. Fig. 5는 밸브 객체를 예로 들어서 추상화된 속성을 설명하고 있다. 재료(Material) 및 치수(Dimension)의 두 가지 종류 속성으로 분리하였다.

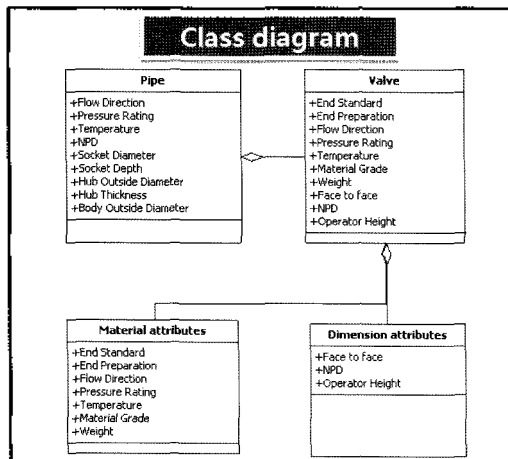


Fig. 4. Example of a class diagram for pipe and valve.

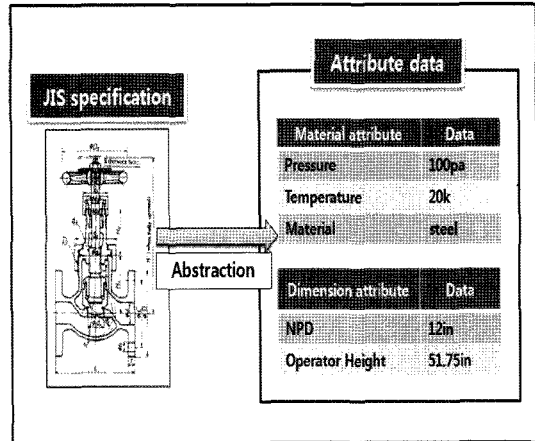


Fig. 5. Example of mapped attribute of a valve specified by JIS.

이미 언급한 바와 같이 선박해양 구조물의 배관 부품은 국내의 표준을 만족하는 기자재 중에서 선택 구매하여 설치조립 작업만을 수행하므로, 실제로 모델링 과정에서는 부품의 모든 형상 정보를 표현하거나 저장할 필요가 없다. 따라서 기준부품의 형상 설계 변수는 중요한 변수만을 남기고 상세 정보를 생략하였다. 부품의 모델링에 필요한 속성은 기준부품이 정의된 메타 데이터 테이블에 추가하여 카탈로그 DB에 저장하였다.

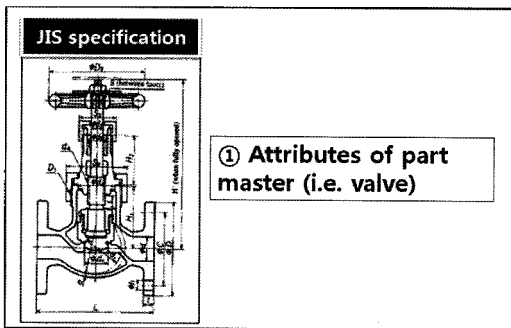
서로 다른 종류의 기준부품들이라도 중복되는 속성이 많기 때문에 공통된 속성을 분류한 후에 각 속성에 별도의 코드를 부여하여 속성 자체도 추상화할 수 있도록 하였다. 예를 들어, 압력, 온도, 재질, 도장 특성 등은 대부분의 기준부품의 속성 정의에 필요한 공용 값이다. 따라서 이러한 속성은 개별적으로 하나씩 지정하는 것이 아니라, 이미 분류된 속성에 코드를 부여하여 별도의 객체로 정의한 후에 이를 기준 부품의 속성에 지정하는 방법을 선택하였다. 이렇게 함으로써 동일한 속성을 가진 모든 기준부품은 개별적으로 속성의 항목을 일일이 추가하지 않더라도 일괄적으로 속성 항목을 추가할 수 있는 효과를 얻었다. 예를 들어 선택할 수 있는 재질 속성에 새로운 재질을 추가할 경우 모든 기준부품에서 선택할 수 있는 재질에 새로운 재료가 자동으로 추가되므로 개개의 기준부품에 재질 항목을 선택하는 것 보다는 매우 효과적이라고 할 수 있다^[16]. Fig. 6은 각 기준부품 객체의 속성을 정의하기 위하여 이미 정의된 속성 코드만을 지정하는 절차를 간략하게 설명한 것이다. 각 속성을 독립된 객체로 정의하는 절차는 다음과 같다.

① 기준부품의 속성 정의(Attributes definition for part master): 각 기준부품 별로 주요 속성을 정의한다. 각 기준부품의 속성에는 재질, 형상 변수, 최대 허용 압력 등으로 나누며, 각 속성에는 선택이 가능한 항목을 지정하였다.

② 속성의 코드 부여: 여러 가지 기준부품에 공통으로 사용할 수 있는 속성(형상 변수, 재질 종류, 허용 압력, 밸브 형태 등)을 별도의 객체로 정의하고 각각에 코드번호를 부여한다. 즉, 배관 기준부품에서 사용하는 속성을 카탈로그 DB에 객체로 추가하였다.

속성은 두 가지 종류로 분류하였다. 각각 치수 속성(Dimensional attribute)과 재질 속성(Material Attribute)으로 분류하였으며 치수 속성은 별도의 객체로 추가하지 않았으나, 재질 속성은 별도의 객체로 추가하였다^[13]. 치수 속성의 경우 부품에 대한 형상 및 치수 정보를 나타내며, 재질 속성은 어떤 부품에 대해서 JIS가 정의하고 있는 기본적인 속성 값이라고 할 수 있다. 두 속성 값에 의해서 카탈로그 DB에 저장되는 부품의 형상 및 치수, 재질 속성이 결정되게 된다.

Fig. 6(a)는 JIS에 글로브 밸브의 여러 속성(Valve operator, face to face, operator height, end preparation



(a) Attribute of part master

| Code list | |
|-----------|----------------------------------|
| GAT | Gate valve |
| GATSP | Gate valve short pattern |
| GAFT | Gate valve full port |
| GATR | Gate valve reduced port |
| BALL | Ball |
| BALF | Ball |
| BALR | Ball |
| BALSP | Ball valve short pattern |
| GLOB | Globe valve |
| GLOSP | Globe valve short pattern |
| GLOBR | Globe valve reduced port |
| GLOBEC | Globe valve, bonnetless inclined |
| GLOBSC | Globe valve, bonnetless inclined |
| GLOBOT | Globe valve, rotary |

(b) Common code for attribute of a valve

Fig. 6. Procedure of code generation for part master.

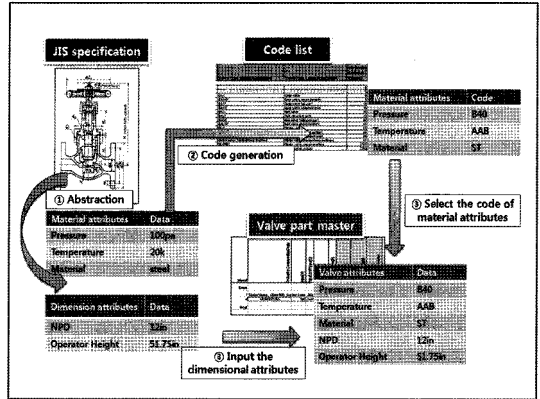


Fig. 7. Schematic procedure to define the entity of a part master.

등) 정보를 보여주고 있다. Fig. 6(b)는 밸브 형태에 따라 DB 객체로 정의하고 각각에 코드번호를 부여한 것이다. 본 절에서 언급한 기준부품의 객체 및 속성 추출 및 정의 과정을 Fig. 7에 설명하였다.

2.2.2 자동 모델링을 위한 번역기

기준부품의 형상 속성 및 재질 속성을 카탈로그 DB에 등록한 후에는 각 기준부품의 인스턴스(Instance)를 생성함으로써 개별 부품을 모델링할 수 있다. 이 과정에서 설계자는 속성(설계 변수)만을 이용하여 개별 부품의 3차원 형상을 생성한다. 그러나 기존에는 새로운 개별 부품의 3차원 형상을 생성할 경우 카탈로그 DB에 등록된 기준부품의 형상 속성과 신규로 추가할 개별 부품의 형상을 사전에 모델링한 후 일치시켜야 하는 작업이 선행되어야 했다. 이를 위해서 본 연구에서는 개별 부품의 속성에 따라서 3차원 형상을 자동으로 생성할 수 있는 번역기(interpreter)를 개발하였다.

설계 중인 선박 또는 의장 시스템의 모델 DB에 개별 부품을 직접 저장한 후에 모델의 적정성 유무를 판단하고 오류를 수정할 경우에는 DB 서버에 과도한 부하를 줄 수 있을 뿐만 아니라 대규모 모델을 조회하는데 많은 시간이 필요하다. 따라서 번역기를 이용하여 개별 부품의 형상의 적정성을 판단한 후에 모델 DB에 저장하는 것이 효율적이다. 번역기는 각 기준부품에 Parametric Design 방법을 구현하기 위한 기능으로 생각할 수 있다. 즉, 번역기를 통해 카탈로그 DB에 등록된 기준부품의 형상 속성을 바탕으로 개별 부품의 3차원 형상을 자동으로 생성하게 된다. 이때 3차원 형상은 속성 값에 의해 달라지며 형상 정보가 모델 DB에 저장되게 된다.

번역기는 SM3D의 모델링 커널인 ACIS에서 제공하는 라이브러리 및 SM3D에서 제공하는 API (Application Protocol Interface)를 이용하여 동적연결 (DLL: Dynamic link library) 형태의 실행컴포넌트로 개발하였다. 번역기 개발에는 Visual Basic을 사용하였다.

의장 부품 모델은 간섭을 체크할 수 있는 단순한 특징형상이 필요하다. 때문에 본 연구에서는 Cylinder, Hemisphere, Sphere를 이용하여 의장 부품 모델에 특징형상을 표현하였다.

Fig. 8은 본 연구에서 구현한 번역기의 동적 연결을 보여주는 예이다. 스프레드시트(Spread sheet)에 재료 속성 및 치수 속성 값을 정의하고 본 연구에서 Visual Basic을 이용해 구현한 번역기의 DLL형태의 실행컴포넌트를 수행한 결과이다. 정의한 속성 값에 의해 형상의 모습이 달라짐을 확인할 수 있다.

Fig. 9는 카탈로그 DB에 저장된 기준부품의 속성을 상속받은 개별 부품의 3차원 모델을 생성시킨 후에 형

상과 속성 데이터를 확인하는 과정을 예로 보인 것이다. Fig. 9의 ①은 Catalogue DB에 저장된 기준 부품의 목록을 의미하며, ②는 글로벌 밸브를 생성하기 위한 실행컴포넌트의 일부를 제시하였으며, ③은 번역기를 이용하여 얻어진 개별 부품의 3차원 형상을 보인 것이다.

2.2.3 부품의 코드 체계

3차원 모델로 생성된 각 개별 부품은 동일한 종류 및 사양의 것이라 할지라도 독립된 구매 품목 및 생산 팔레트(Pallet)로 구별되어 관리되어야 하므로 각각의 코드를 가지는 것은 당연하다. 부품의 코드 체계를 부여하기 위해서는 설계, 구매, 생산 계획 등 전사적인 업무 절차와 자료 구조를 파악해야 하지만, 본 연구에서는 CAD에서 생성되는 개별 부품의 코드 체계를 부여하는 과정에만 국한하였다. 구매 및 생산 계획 등의 업무에 필요한 코드 생성은 별도의 연구로 진행되어야 할 것으로 생각된다.

부품의 형상 및 속성정보를 사용하여 코드를 부여 하면 제품의 속성 파악에 쉽게 사용할 수 있으나, 중복적인 코드가 발생할 수 있다. 따라서 다음과 같이 형상 코드와 공용 코드 및 고유 코드를 합쳐서 코드를 정의하였다.

- ① 공용 코드(Common code): 배관 부품의 종류별로 식별하기 위한 코드
- ② 형상 코드(Geometric code): 치수를 나타내는 코드
- ③ 고유 코드(Identity code): 데이터베이스에서 부여하는 식별 코드)

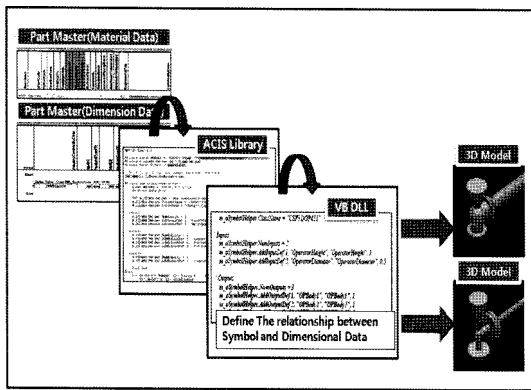


Fig. 8. Schematic procedure to show the DLL of implemented interpreter.

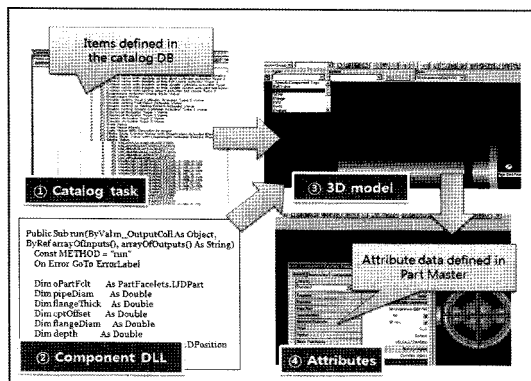


Fig. 9. Schematic procedure of component DLL for automatic modeling.

첫째, 공용 코드는 배관 부품의 종류별 식별 코드로써 밸브 형태(Valve type), 압력 비율(Pressure rating), 재질(Material), 최종 가공 처리법(End preparation) 정보를 병합하여 사용하였다. 둘째, 형상 코드는 CAD 상에 표현되는 치수(NPD)와 치수의 단위를 병합하여 사용하였다. 마지막으로 고유 코드는 데이터베이스에서 부여하는 식별 코드로써 부품 코드의 중복을 방지하기 위한 부품 식별 코드이다.

Fig. 10은 글로벌 밸브(Globe valve)를 예로 들어서 생성한 코드를 보여주고 있다. 밸브 부품의 공용 코드(GLO150M60FFFFE), 형상 코드(181N), 그리고 고유 코드(I457123)을 조합하여 부품의 개별코드를 생성한 예제를 설명하였다. 부품의 개별코드는 구매, 원가 회계 시스템 등에서 추가로 코드를 부여하여 활용할 수 있을 것이다.

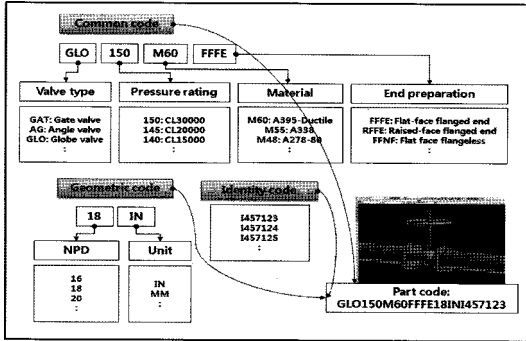


Fig. 10. An example of code for globe valve.

2.3 기준부품의 카탈로그 DB 등록 절차

각 기준부품의 객체와 속성을 확인한 후에는 카탈로그 DB에 등록하는 과정이 필요하다. 그러나 현실적으로 기준부품이 종류가 매우 많으므로 하나씩 등록하는 것은 비효율적이다. 따라서 모든 기준부품을 스프레드시트 등과 같은 입력 파일을 작성한 후에 이 파일을 읽어서 기준부품의 객체 테이블 및 속성을 카탈로그 데이터베이스에 직접 생성시키는 일체 저장(Bulkload) 방법을 사용하였다. Fig. 11은 Model DB에 저장되어 있는 3차원 형상 정보와 스프레드시트에 정의한 기준부품의 속성정보를 카탈로그 DB에 일체 저장 방법을 사용하여 생성시키는 모습을 표현한 것이다.

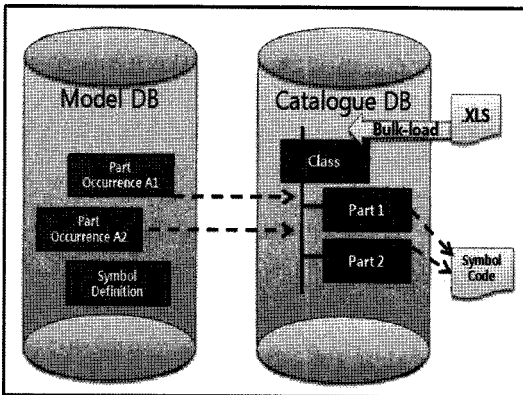


Fig. 11. Schematic concept of bulkload into catalogue DB.

Fig. 12는 기준부품을 등록하는 순서를 글로벌밸브를 예로 들어 설명하였다. 카탈로그 등록 순서를 상세하게 설명하면 다음과 같다.

① 기준 부품의 심볼 정의: Fig. 12(a)에 보인 심볼은 기준부품의 형상을 대략 표현하는 아이콘과 같은 역할이다. 이 심볼은 이미지 파일로 저장하여 카탈로그

그 DB에 저장한다.

② 심볼과 형상 속성의 관계(Rule) 정의: 심볼과 형상 속성의 관계는 번역기를 이용하여 연결하였다. 실행컴포넌트는 카탈로그 DB에 정의된 설계 변수에 따라 심볼이 3차원 형상으로 변환될 수 있도록 하였다. Fig. 12(b)는 실행컴포넌트의 일부를 예제로 보인 것이다.

③ 속성 생성: 배관 기준부품의 속성을 분류하고 코드를 부여한 후에 CAD의 표준 코드와 동기화시킨다. 분류한 속성을 카탈로그 DB의 메타데이터 테이블에 추가하여 기준부품의 속성을 정의할 수 있도록 하였다. Fig. 12(c)는 생성된 기준부품의 속성 중 밸브 종류(Type)를 예로 보인 것이다.

④ 개발 기준부품 생성: 배관 부품을 종류 별로 분류하여 각각의 기준 부품에 필요한 형상 및 속성 정보를 정의한다. 이 때 기준부품의 속성은 이미 정의한 속성 객체의 코드를 지정한다. Fig. 12(d)는 치수(NPD, face to face, operator height 등)와 재료, 최종 가공 처리법 등의 정보를 입력하여 생성된 기준 부품을 예로 보인 것이다.

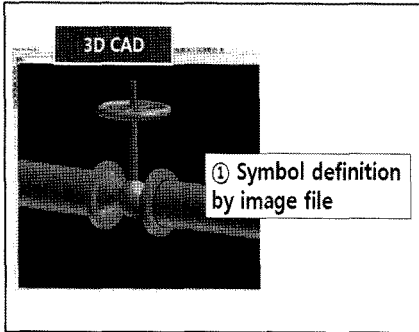
⑤ 카탈로그 DB에 등록: 앞 단계에서의 정의한 기준부품의 정보와 속성 정보는 Fig. 12(e)에 보인 것같이 별도로 개발한 일체저장 프로그램을 이용하여 한꺼번에 카탈로그 DB에 등록하였다.

⑥ 기준부품의 추가/변경/삭제: 카탈로그 DB에 등록된 각 기준부품은 카탈로그 태스크(Catalog task)에서 항목의 추가/변경/삭제가 가능하다. Fig. 12(f)에 보인 것은 등록된 카탈로그의 목록이며, 각 카탈로그의 속성을 수정하기 위한 기능이다. 이는 일부 오류가 있는 카탈로그를 수정하기 위하여 사용하였다. 카탈로그 태스크는 카탈로그 DB에 등록된 밸브 하나를 Fig. 12(f) 같이 SM3D의 카탈로그의 목록을 이용하여 항목의 추가/변경/삭제를 하는 기능이다.

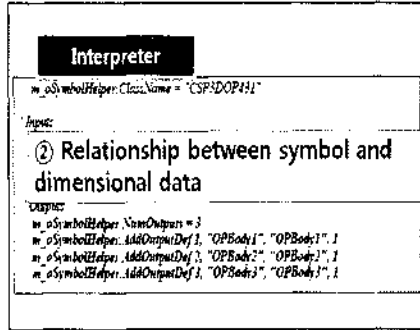
⑦ 3차원 형상 자동 생성: 등록된 기준부품은 인터프리터를 이용하여 3차원 모델을 생성하는 과정이다. 생성된 3차원 모델을 이용하여 노면과 자재명세서를 추출할 수 있도록 하였다.

2.4 기준 부품의 활용

기준부품은 3차원 모델 설계과정에서 주로 활용하는데, 상세설계와 생산설계 단계가 이에 해당된다. 또한 기준부품은 제품수명주기관리(PLM: Product Lifecycle Management) 시스템에 필요한 제품정보(Product data)로 직접 활용할 수 있으며 전사적자원관리, 생산계획 등 기업 정보 시스템에 제공될 수 있을



(a) Symbol of part master using image file



(b) Component DLL for linkage of symbol and model

Code list

| Valve Type (Symbol Code) | Valve Type (Symbol Description) | Code Number (OP Attribute) |
|--------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| | | 45 |
| | | 46 |
| GAT | Gate valve | 5 |
| GATSP | Gate valve spool pattern | 6 |
| GATF | Gate valve full port | 10 |
| GATFR | Gate valve reduced port | 15 |
| BALL | | 41 |
| BALLP | | 46 |
| BALLS | | 45 |
| BALLSP | Ball valve spool pattern | 50 |
| GLD | Globe valve | 35 |
| GLDSP | Globe valve spool pattern | 36 |
| GLDR | Globe valve reduced port | 39 |
| GLDRS | Globe valve, bonnetless, inclined | 40 |
| GLDRSC | Globe valve, re-spooling | 7750 |
| GLDRST | Globe valve, cast | 7751 |

③ Code list of attribute

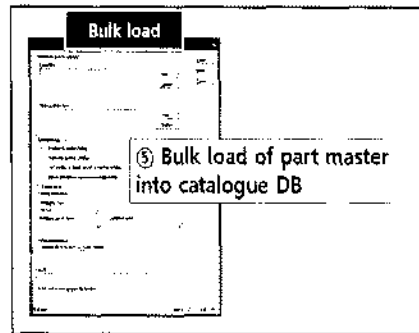
(c) Code generation for valve part master

Part Master

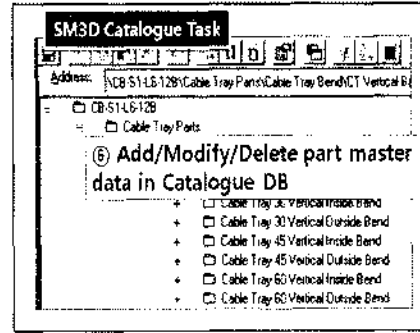
④ Part master generation

| Item Code | Item Code | Item Code | Item Code | Item Code | Item Code | Item Code | Item Code | Item Code | Item Code | Item Code | Item Code | Item Code | Item Code | Item Code | Item Code | Item Code | Item Code | Item Code |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1002 | 1003 | 3 | 5000 | 911000 | 101 | 2 | 6 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

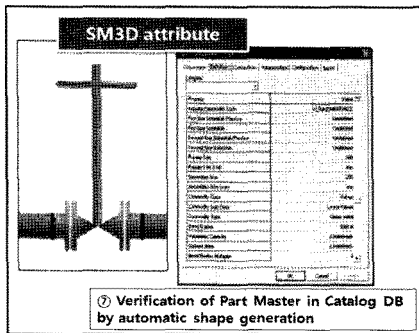
(d) Part master generation



(e) Bulk load of part master into catalogue DB



(f) Add/Modify/Delete part master data in catalogue DB



(g) Verification of part master in catalogue DB by automatic shape generation

Fig. 12. Procedure to register the part masters to the catalogue database.

것이다. Fig. 13은 배관 기준부품정보를 기업 정보 시스템에서 활용할 수 있는 구성을 개념적으로 표현하고 있다. 특히, 부품목록(Part list)으로 불리는 자재명세서는 가장 중요한 설계 정보의 하나이다. 카탈로그 DB 및 모델 DB로부터 사용자가 원하는 형태의 자재명세서로 출력해 낼 수 있도록 하였다. 아래의 Table 1은 배관 시스템의 일부를 대상으로 추출한 자재명세서를 예로 나타내고 있다. 계통 설계가 완료된 후에 설계용 자재명세서를 추출한 것이다.

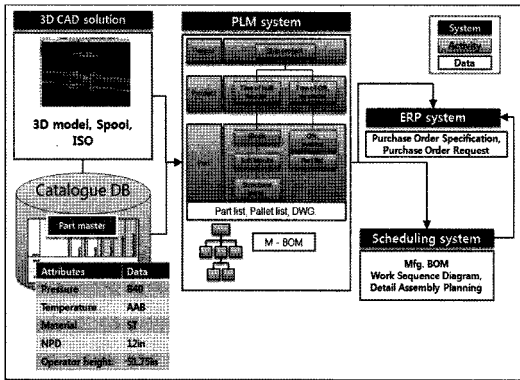


Fig. 13. Role of part master data in the PLM and enterprise systems.

Table 1. Example of BOM extracted from part master

| Category | Description | NPD | Code | Quantity |
|----------|--------------------------|------|-------------------------------|-------------------|
| Piping | Pipc, S-STD, BE | 8 in | PIPEBE142DS CHI | 24 ft 3 1/2 in |
| Valves | Gate Valve 150# (10K) | 8 in | VAAAHABA HADJADAZZ ZZUS | 1 |
| Fittings | 90 degree Elbow | 8 in | 90F39264D | 1 |
| Fittings | Tee, BE, S-STD | 8 in | TFE39264D | 1 |

3. 결 론

선박 의장 설계에 3차원 CAD를 효과적으로 적용하기 위해서는 선급 및 국내외 표준에서 정한 부품을 편리하게 모델링할 수 있는 방법이 필요하다. 이를 위해서 본 연구에서는 배관 부품을 대상으로 기준부품 정보를 구축하여 적용한 사례를 중심으로 방법적 절차를 소개하였다. 배관 부품을 효율적으로 모델링할 수 있도록 기준부품의 객체 및 속성 정의 절차, 기준부품의 데이터베이스 등록 절차와 방법을 설명하였

다. 이 과정에서 코드 부여 방법, 속성의 추상화 절차, 데이터베이스 등록 절차, 3차원 형상의 자동 생성 번역기 등에 대하여 설명하였다. 제시된 방법을 설명하기 위하여 표준 규격의 하나인 JIS에서 정의한 배관 부품 규격을 바탕으로 기준부품을 구축하는 예를 보이고 최종적으로 3차원 형상과 자재명세서 정보를 생성하는 예제를 제시하였다. 이를 활용하여 의장 배관 설계자는 구축된 기준부품정보로부터 표준 부품을 선택하여 치수 및 사양 정보만을 입력함으로써 3차원 모델과 자재명세서를 생성하는 작업을 효과적으로 수행할 수 있음을 보였다.

감사의 글

이 논문은 2008년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었습니다(KRF-2008-331-D00721).

참고문헌

1. Lee, J. H., Kim, Y. G., Oh, D. K. and Shin, J. G., "A Functional Review and Prototype for Ship PDM Implementation", *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, Vol. 42, No. 6, pp. 686-697, 2005.
2. Park, J. and Storch, R. L., "Routing Algorithm Development: Case Study of a Ship Engine Room Design", *Expert Systems with Applications*, Vol. 23, No. 3, pp. 299-309, 2002.
3. Yoo, S. B. and Lee, J. W., "Product Model for the Integration of Design and Manufacturing Information in Shipbuilding", *Transactions of the Society of Naval Architects of Korea*, Vol. 30, No. 2, pp. 1-12, 1993.
4. Park, J. H., "Innovation in Shipbuilding with the most Advances CAD System", *12th ICCAS*, Vol. 2, No. C, pp. 823-833, 2005.
5. Yamada, Y. and Teraoka, Y., "An Optimal Design of Piping Route in a CAD System for Power Plant", *Computers & Mathematics with Applications*, Vol. 35, No. 6, pp. 137-149, 1998.
6. Hoffmann, C. M. and Kim, K. J., "Towards Valid Parametric CAD Models", *Computer-Aided Design*, Vol. 33, No. 1, pp. 81-90, 2001.
7. Anderl, R. and Mendgen, R., "Parametric Design and its Impact on Solid Modeling Applications", *Proceedings of the Third ACM Symposium on Solid Modeling and Applications Table of Contents*, pp. 1-12, 1995.
8. Hoffman, C. M. and Joan-Arinyo, R., "CAD and the Product Master Model", *Computer-Aided Design*, Vol. 30, No. 11, pp. 905-918, 1998.

9. Kim, S. R., Lee, S. H. and Jung, Y. G., "Development of the Part Library and Drafting Utilities for Three-Dimensional Jig Design", *Proceedings of Society of CAD/CAM Engineers*, 2004.
10. Jang, J. H. and Jeon, C. M., "Virtual Validation System Application of Design Part Master Information", *Proceedings of Korean Society for Precision Engineering*, 2007.
11. Sudarsan, R., Funes, S. J., Sriram, R. D. and Wang, F., "A Product Information Modeling Framework for Product Lifecycle Management", *Computer-Aided Design*, Vol. 37, No. 13, pp. 1399-1411, 2005.
12. Mun, D. H., Kim, H. K., Jang, K. S., Cho, J. M., Kim, J. H. and Han, S. H., "A Table Parametric Method for Automatic Generation of Parametric CAD Models in a Mold Base e-Catalog System", *Proceedings of Society for e-Business Studies*, Vol. 9, No. 4, pp. 117-136, 2004.
13. Yun, J. H., Mun, D. H., Han, S. H. and Cho, K. J., "Development of the ISO 15926-based Classification Structure for Nuclear Plant Equipment", *Proceedings of Society of CAD/CAM Engineers*, Vol. 12, No. 3, pp. 191-199.
14. Cho, J. M., Mun, D. H., Kim, H. K., Han, S. H., Ryu, B. W., "A Data Dictionary for Procurement of Die and Mold Parts Based on PLAB Standard", *Proceedings of Society for e-Business Studies*, Vol. 8, No. 3, pp. 37-52, 2003.
15. Guy Pierra, "Intelligent Electronic Component Catalogues for Engineering and Manufacturing", *Proceeding of the International Symp. on Global Engineering Networking GEN'97: Special session on Intelligent Electronic Catalogues*, 1997.



황 세 윤

2005년~2008년 인하대학교 선박해양 공학과 학사
 2008년~현재 인하대학교 조선해양 공학과 석사과정
 관심분야: 선박 가공 역학(Mechanics), 가공/조립 변형 해석, e-Manufacturing 시스템



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
 2002년~2005년 (주)노스 대표이사, PLM 컨설팅 사업본부장
 2005년~현재 인하대학교 공과대학 선박해양공학과 부교수
 관심분야: PLM/PDM 시스템과 e-Manufacturing 시스템, 디지털 선박 생산 시스템(Digital Manufacturing), 선박 가공 역학(Mechanics), 가공/조립 변형 해석, 합성 Modeling & Simulation, 합성 정보 시스템



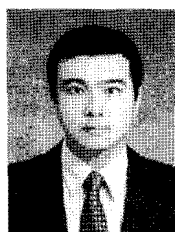
김 승 현

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



이 성 제

2002년~2009년 인하대학교 선박해양 공학과 학사
 2009년~현재 인하대학교 조선해양공학과 석사과정
 관심분야: 선박 가공 역학(Mechanics), 가공/조립 변형 해석



김 광 식

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