

---

**論 文**


---

大韓造船學會論文集  
 第 31 卷第 3 號 1994年 8月  
 Transactions of the Society of  
 Naval Architects of Korea  
 Vol. 31, No. 3, August 1994

## 객체지향기술을 이용한 배관시스템 모델의 표현

이종갑\*, 박노상\*

### A Representation of Product Model for the Piping System Based on the Object\_Oriented Paradigm

by

Jong-Kap Lee\* and No-Sang Park\*

#### 요 약

제품정보의 모델링은 엔지니어링 환경에서, 특히 통합화된 생산시스템의 핵심인 CAD/CAM 시스템의 개발을 위해 매우 중요한 과제가 되어가고 있다. 모델이란 실세계의 개념과 현상에 대한 전형적인 표현의 결과이며, 모델링이란 제품의 관련한 정보를 식별하고 추상화 하여 정형화 하는 작업이다.

본 연구에서는 선박의장시스템의 대표적인 배관시스템을 모델링하였다. 배관시스템 정보의 전주기 정보를 표현하기 위한 메카니즘은 STEP(Standard for the Exchange of Product Model Date)의 개념을 기초로 하였고, 시스템의 분석, 설계 및 구현을 위한 수단으로는 객체지향기술을 이용하였다. 본 연구에서 정의된 배관시스템 모델을 향후 제품모델개념의 배관 CAD/CAM 시스템 구현의 기초가 될 것이다.

#### Abstract

The modeling of a product data is becoming more and more important in engineering environment, especially for the development of CAD/CAM system as a basis of computer integrated manufacturing system. Model is a formalized representation of the real world, and modeling is the task to identify, abstract, and formalize the product information into an unambiguous representation.

In this study, the piping system, one of typical product of ship outfitting system, is modeled.

---

발표일자 : 1993년도 대한조선학회 추계연구발표회('93.11.13)

접수일자 : 1994년 1월 10일, 재접수일자: 1994년 5월 12일

\*정회원, 선박해양공학연구센터

The STEP idea is followed to provide a common mechanism to represent the product information throughout the life-cycle, and the object oriented paradigm is used in the analysis and design of the model. The definitions given within this model are independent of the specific application domain so that the same methodology can be used for other purpose.

## 1. 서 론

배관시스템이란 조선, 플랜트, 건축등 엔지니어링 분야에서 공통적으로 요구되는 대표적인 시스템으로서 시스템 자체 기능의 중요성과 설계, 생산에 요구되는 기술과 인력의 비중이 매우 큰 분야이다. 따라서 오래전부터 전산화, 자동화의 대상이 되어 왔으며 CAD/CAM 시스템을 포함한 많은 컴퓨터 소프트웨어가 개발되어 왔다. 그러나 제도기능을 중심으로 개발, 확장되어온 기존의 CAD/CAM 소프트웨어들은 대부분 완성된 제품의 상태를 형상 중심으로 표현하고, 제한된 속성정보를 부수적으로 처리하고 있어 근래 요구되고 있는 엔지니어링 시스템의 통합화를 위한 수단으로서의 한계가 있다[1].

이와같이 기존의 CAD/CAM 시스템이 안고 있는 문제점들을 근본적으로 해결하기 위하여 제품모델(product model) 개념이 제시되고 있다. 제품모델이란 제품의 형상정보 뿐만 아니라 설계의 초기단계에서 생산, 유지보수에 이르기까지의 전 수명주기(full life-cycle)정보를 단일모델로 표현하고자 하는 개념이다. 이러한 제품모델의 개념을 구현하기 위한 CAD/CAM 시스템의 개발 수단으로 객체지향기술(object-oriented paradigm)이 주목되고 있다.

제품모델에 관한 연구는 STEP을 기초로 각 분야별로 진행되고 있다. 배관 시스템의 모델링에 관련된 주요 연구결과로는 NIDDESC[6], NEUTRABAS[8] 등이 있으나 주로 제품정보의 교환을 위한 표준의 제정을 목표로 하고 있어 제품정보의 정의과정 즉, 설계과정에 대한 표현은 미흡하다. 최근 일본의 조선 CIMS 프로젝트에서 Nakai[18]등이 객체지향기술을 이용한 배관모델링을 시도하였으나 역시 설계의 결과로서의 배관제품요소의 표현과 선체구조정보와의 통합하여 쫓점을 맞추고 있다.

본 연구에서는 배관 CAD/CAM 시스템 개발의 기초가 되는 단일화된 정보모델(unified information model)의 설계를 목표로 하고 있다. 앞서 언급한 기존 CAD/CAM 시스템들의 한계를 극복하기 위하여 제품모델개념을 토대로 하였으며, 객체지향기술을 기초로

한 모델링 방법론을 정립하고 이에 따라 배관시스템을 분석, 설계하여 객체지향시스템의 기본단위인 객체클래스(object class)를 정의하였다. 그리고 테스트 프로그램의 개발과 테스트모델의 구현을 통하여 연구의 결과인 배관시스템 모델표현의 적합성과, CAD/CAM 시스템개발을 위한 분석, 설계 및 구현수단으로서의 객체지향기술의 유효성을 확인하였다.

## 2. 제품모델과 객체지향기술

### 2.1 제품모델의 기본개념

제품모델(product model)이란 어떤 제품의 설계 초기단계에서 생산, 유지보수에 이르기까지의 전주기(full life-cycle)에 관한 정보를 표현, 처리하기 위한 컴퓨터 모델을 말한다[4]. 이것은 종래의 부품 모델을 넘어서 제품 그 자체에 관해서 설계, 생산 준비에 필요한 모든 기술 정보를 조직적으로 표현하고자 하는 것이다[2][3][4][5].

일반적으로 제품모델에서는 제품정의정보(product definition data), 설계/생산정보(product life cycle data), 생산관리정보(administration and control data)등을 포함한다. 제품정의정보란 대상으로 하는 제품에 대한 설계자의 의도, 기능, 상세한 정의 설명등의 정보에서 부터 가공과 조립등 생산 하류에서의 처리에 필요한 제품정보를 말하며, 설계/생산정보란 정의된 제품정보를 토대로 가공, 조립, 검사등을 위해 정의 또는 생성된 정보, 생산 준비 과정에서 전개되는 모든 정보를 포함한다. 그리고 생산관리정보는 생산계획과 재고관리등을 위한 제반정보를 말한다.

이들의 정보를 컴퓨터시스템에 표현하는 방법은 여러가지가 있다. 또한 제품모델을 위한 구체적인 정보의 형태나 내용은 해당 제품마다 달라진다. 대부분의 제품모델에 관한 연구는 STEP의 개념[6][7]을 기초로 하여 각 분야별로 진행되고 있다.

선박과 같은 대형/복합시스템(large/multifunctional system)의 제품모델 정의 및 표현을 위한 스키마(schema)가 NEUTRABAS(Neutral Database for Complex Multifunctional Systems)[8][9][10]의 결

과로 제시되어 있다. Fig.1에서 보는 바와 같이 STEP의 개념을 근간으로 한 이 스키마는 제품의 수명주기((life-cycle), 사양 (specificatin), 성숙 과정 (concretization), 그리고 특성(specialization)의 관점에서 제품모델을 정의하고 표현하고 있으며 향후 선박제품모델[11] 개발의 근간이 될 것으로 판단된다.

2.2 객체지향기술 개요

객체지향기술이란 실세계(real world)의 개념을 컴퓨터상에 구현하는데 있어 사용되는 일련의 방법론 (metheodology)과 도구(tool)들을 포함하는 소프트웨어 공학분야의 새로운 기술이다[12].

소프트웨어에 관한 재래의 시각은 '하나의 프로그램은 필요한 데이터 구조와 이 데이터 구조 위에 수행되는 함수 (function)들의 집합'으로 구성된다는 것이었다(Fig.2(a)). 이러한 방식의 가장 큰 문제는 상호 연관되어 있는 데이터와 함수들이 독립된 것처럼 코드로서 정의, 취급되는 것이다. 다시말해 데이터 부분은 혼

히 전역변수 (global variable)들의 정의부분에 포함되어 있고 이 데이터 부분과 연관된 함수들은 다른 함수들과 함께 정의되어 있어 이들 사이의 연관관계를 잘 표현하지 못하고 있다. 반면에 객체지향식 시각은 '하나의 객체지향 프로그램은 여러개의 객체(object)들로 구성되며, 각각의 객체는 해당 객체를 정의하기 위한 데이터부분과 이들 데이터와 관련된 함수들이 하나의 정보 단위(class)로 표현된다는 것이다(Fig.2(b)).

객체지향기술이란 이렇게 주어진 문제에서 연관된 데이터구조와 함수들을 포함하고 있는 객체들을 찾아내고, 그들 사이의 상호관계 및 특성들을 규명하여 객체지향 프로그램이나 데이터베이스로 자연스럽게 옮겨주는 방법으로서 캡슐화(encapsulation), 정보은폐 (information hiding), 속성상속(inheritance), 다형성(polymorphism)등의 특성을 제공한다.

이와같은 객체지향의 특성들은 CAD/CAM 시스템의 개발을 위한 모델링의 관점에서 다음과 같은 장점들을 제공한다.

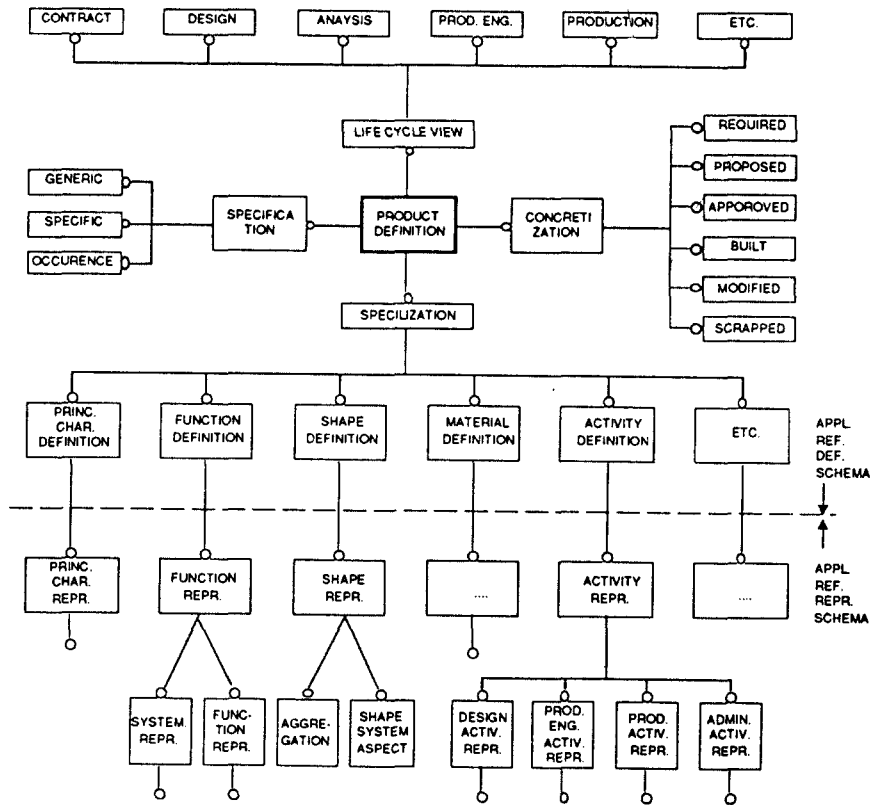
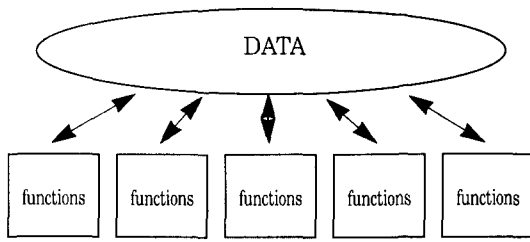
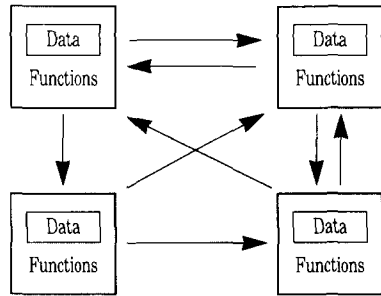


Fig. 1 References schema of the definition and representation of product model for multifunctional systems[9]



(a) View of traditional softwares



(b) View of object\_oriented softwares

Fig. 2 The view of object\_oriented softwares comparing with traditional software[12]

(1) 모델의 계층적 표현

객체지향에서의 슈퍼클래스(superclass), 서브클래스(subclass) 및 인스턴스(instance)개념을 이용하면 대상 제품이나 그와 관련된 정보를 계층적으로 모델링할 수 있다. 즉 클래스에 관한 속성의 계층을 통하여 대상 제품이나 관련 정보의 정형화, 체계화된 표현이 가능하다. 따라서 설계 대상물의 표현뿐만 아니라 정형적인 설계절차도 동일한 방식으로 표현할 수 있다.

(2) 모듈성과 데이터처리의 일관성

CAD/CAM 시스템에서는 표현 대상이 복잡하기 때문에 이들의 표현을 위한 데이터의 구조가 복잡하게 된다. 또 처음부터 완벽한 구조를 만들어 놓는 것이 불가능하므로 구조의 추가나 변경이 수시로 필요하다. 따라서 보통의 데이터구조를 사용한 응용프로그램은 데이터 형식의 변화에 직접적인 영향을 받고, 따라서 모듈성(modularity)이 나빠진다. 이에 비해 객체 중심의 데이터구조는 프로그래밍에서 모듈성 뿐만 아니라 데이터의 일관성(consistency)을 향상시킨다.

(3) 점진적 프로그래밍에 의한 프로토타이핑

CAD/CAM 시스템의 개발에 있어 처음부터 완벽한 사양을 정의하고 개발에 착수하는 것은 불가능하다. 따라서, 먼저 기본적으로 중요하다고 생각되는 부분을 실현하고 실제 사용에 의한 검토를 통해 사양이 점점

상세화된다. 재래의 방식으로는 이러한 과정에서 내부 데이터모델이나 처리절차가 크게 변경되고, 따라서 이들의 일관성을 유지하면서 시스템을 개발하는 것은 매우 번거로운 일이 된다. 객체지향기술은 프로토타입의 개발에 있어 지금까지의 모델표현 능력에 더하여 아주 유효한 수단을 제공한다.

3. 배관시스템 모델의 표현

3.1 모델링 절차 및 도구

현재까지 알려져 있는 객체지향모델링 방법[13][14][15]들은 다소의 차이는 있지만 해당 시스템을 모델링하기 위해서 우선, 시스템 내부에 존재하는 객체(object)를 도출하고, 이들 객체의 특성을 파악하고 유사한 성질을 갖는 객체들을 클래스화 하여 각 클래스의 특성(데이터와 기능)을 정의하고, 이들 클래스들의 연관관계를 정리함으로써 모델링을 완료한다. 그러나 CAD/CAM 시스템의 경우 대상 제품정보뿐만 아니라 이들 정보들이 생성되는 과정, 즉 설계 과정을 정확히 표현하기 위한 보다 구체적인 절차와 도구를 필요로 한다.

본 연구에서는 배관시스템의 모델링에 앞서 객체지향에 기초한 다음과 같은 절차와 도구들을 방법론으로 정립하였다. 즉, 배관시스템 모델링의 문제를 설계과정과 기능을 중심으로 한 시스템 모델과 설계 및 생산의 대상이 되는 제품모델의 문제로 구분하고, 설계시스템의 모델링을 위한 도구로는 구조적방법(structured method)의 기능세분화(functional decomposition)기법을 토대로 한, 생산시스템의 분석 및 설계 도구로 일반화되어 있는 IDEFO(I \* CAM Definition Language)[16]를 이용하였으며, 배관 제품정보의 모델링을 위하여는 STEP에서 채택하고 있는 NIAM(Nijssen Infomation Analysis Method)[6]을 사용하였다.

이들 도구를 이용하여 정의한 배관시스템 모델링 과정은 다음과 같다.

- STEP 1 : 설계과정의 분석
- STEP 2 : 후보객체의 도출
- STEP 3 : 관계정보의 정의 및 객체관계도의 작성
- STEP 4 : 객체의 확정 및 클래스의 정의

Fig.3은 이상의 도구들을 이용한 객체지향모델링 절차를 나타낸 그림이다.

3.2 배관시스템 설계 과정의 분석

배관시스템의 설계과정은 기본계획, 기능설계, 상세설계, 그리고 생산설계 단계로 이어진다.

기본계획 단계에서는 요구되는 시스템의 기능과 관련 법규를 만족시키기 위한 기기(equipment)등의 시스템 요소와 각 시스템 요소의 사양을 개략적으로 정의한다. 기능설계 단계에서는 정의된 시스템의 기능과 요소들을 토대로 배치를 고려한 계통도를 작성하고 기본적인 조작용을 위한 배관 요소 및 각 배관 요소의 사양을 정의한다. 작성된 네트워크 모델(logical model)과 시스템 요소의 개략사양을 토대로 성능해석을 반복하면서 각 기기 및 배관요소의 구체적인 사양을 결정하여 배관시스템에 대한 기능모델(functional model)을 완성한다. 상세설계 단계에서는 배관계통도상의 정보와 기기의 배치와 구조물에 관한 정보를 토대로, 각 배관 요소의 배치 및 추가적인 배관요소를 정의하고 응력해석 등을 통하여 지지대(support)의 위치 및 형태를 결정한다. 이 단계에서 배관시스템의 실제적인 제품모델(physical model)이 정의된다. 생산설계에서는 설계된 배관시스템의 제작 및 설치, 테스트 등의 생산 작업을 위한 정보가 정의된다. 여기에는 배관요소의 제작 정보, 작업정보, 일정정보, 관리정보 등이 포함된다.

Fig.4는 배관시스템 정보가 생성되고 이용되는 과정, 즉, 설계의 과정을 분석하기 위한 최상위 레벨의 기능계통도(function diagram)이며, Fig.5는 기능의

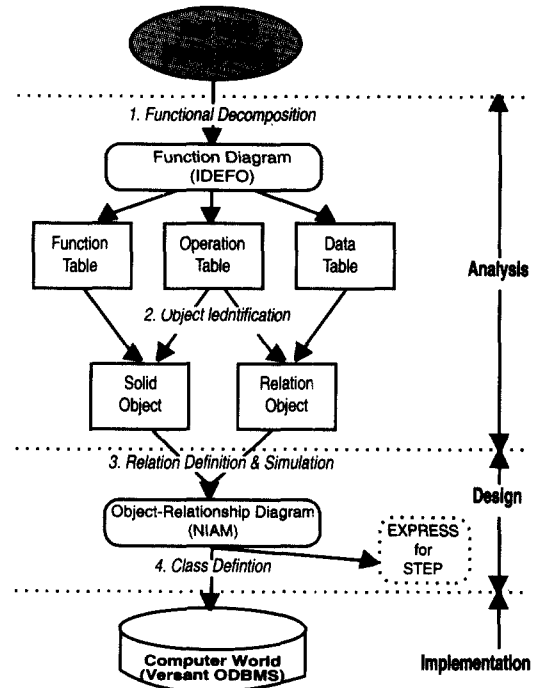


Fig. 3 Modeling procedure and tools for piping system

세분화 과정에서 각 단계별로 정의되는 단위기능에 대한 기능테이블(function table), 데이터테이블(data

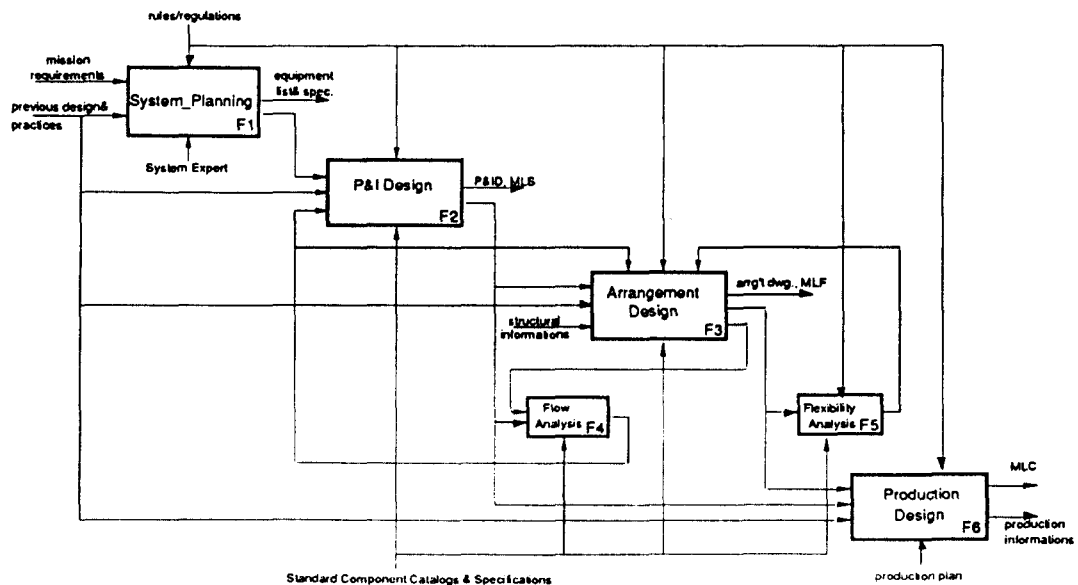


Fig. 4 Function diagram for piping system design

table), 오퍼레이션테이블(operation table)의 예를 보여주고 있다. 이들 테이블들은 다음 단계에서 배관시스템의 객체 및 각 객체의 특성을 정의할 때 이용된다.

3.3. 객체의 정의

1) 후보객체의 도출

배관시스템 및 설계과정의 분석 결과를 토대로 배관시스템 모델의 기본 단위가 되는 객체들을 도출한다. 우선 배관 시스템을 구성하고 있는 기기, 파이프, 밸브나 fitting등의 물리적인 부품요소에 관한 정보를 정리하여 후보객체로 정의하고 아울러, 설계작업 과정에서 취급되는 piping service, pipe line, spool등의 개념적인 정보단위도 객체로 정의한다. 종래의 배관모델에서는 객체간의 관계를 해당 객체의 속성으로서 표현한 경우가 많았는데 이는 모델 조작의 어려움과 데이터의 비일관성(inconsistency)의 원인이 되고 있다. 따라서 본 모델에서는 객체들간의 관계를 표현하는 관계객체(예: 'connector')를 별도로 정의하였다. Table 1은 배관시스템의 분석 과정에서 정의된 상위 개념의 후보객체들과 이들의 특성(속성 및 기능)을 요약하여 나타내고 있다.

2) 객체 간의 관계정보 정의

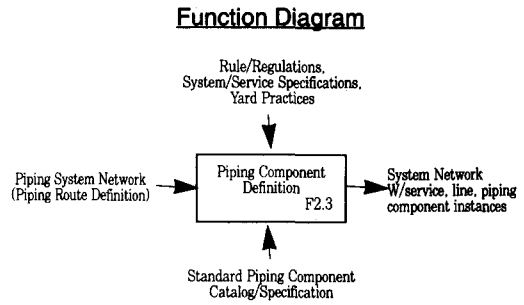
이상의 시스템 분석 과정에서 도출된 후보객체들은 어떠한 형태이든 다른 객체들과의 논리적인 관계를 가지고 있으며 모델링 과정에서 이들 관계정보들이 정확히 표현되어야 한다. 배관시스템내에서 각 객체들 간의 관계는 다음과 같다.

○ 소속관계(consist\_of)

인관관계나 업무의 순서에 의해 발생하는 주관적인 관계로 배관시스템의 개념적인 요소 객체, 즉, 'piping\_system', 'piping\_service', 'pipe\_line', 'piping\_component' 들 간의 관계이다. 이들 객체 간에는 객체지향 언어가 제공하는 클래스 간의 속성 상속은 적용하기 어려우며 프로그램 내에서 메시지 전달(message passing)의 형태로 정보를 교환한다.

○ 집합관계(type\_of)

추상화 과정에서 정의되는 객체들 간의 일반화/상세화의 관계로 상, 하위 클래스 간의 속성상속이 가능하다. 배관시스템에서 'piping\_component' 와 'valve', 'fitting', 그리고 'valve' 와 'globe valve', 'gate valve' 등과의 관계가 여기에 해당된다.



Function Table

Function Name:Piping Component Definition	Function Code:F2.3
Function Type :	
Procedute Name :comp_def	
Input Data : Piping System Network (Piping Route Definition)	
Output Data : System Network w/service, line, piping component instances	
Control Data : Rule/Regulations, System/Service Specifications, Yard Practices	

Data Table

Function Name:Piping Component Definition	Function Code:F2.3	
attribute_name	description	attribute_of
comp_id	id number of piping component in system	component
comp_name	name of piping component in system	component
comp_type	type of component(pipe, vlave, etc.)	component
comp_size	nominal size of component	pipe_line
comp_raing	nominal pressure ration of componentin K	piping_service
comp_material	material spec. of component	component
comp_class	class of piping component	piping_service

Operation Table

Function Name:Piping Component Definition	Function Code:F2.3
operation	description
create	to create a new component in piping system network
identify	ot identify existing component
move	to move the location of component in system network
modify	to modify the specification of the component
list	to list the specification of component
delete	to delete the piping component in system network

Fig. 5 Example of function table, data table and operation table

- 참조관계(reference\_to)  
파라메트릭(parametric)하게, 혹은 중복 사용되는 배관 부품요소들의 속성 및 형상정보들을 취급하는 카타로그 객체와 해당 배관 부품요소 객체 간의 관계이다.
- 부품관계(member\_of)  
중간 제품 혹은 어셈블리(assembly)와 부품요소 객체 간의 관계로서 배관시스템의 경우 'spool' 과 'pipe' 및 'piping\_component' 간의 관계가 여기에 해당된다.
- 접속관계(connected\_with)  
'equipment' 객체를 포함한 배관시스템의 요소객체들은 'connector' 객체와 접속관계를 가진다. 'connector' 는 각 요소객체와의 접속관계정보를 통하여 배관시스템의 네트워크 모델을 형성한다.

3) 객체-관계도의 작성

이상에서 정의한 객체들과 객체들 간의 관계정보를 토대로 Fig.6과 같은 객체-관계도(object relation

ship diagram)를 작성한다. 객체-관계도는 객체의 정의 및 표현의 상세화를 위한 기초자료로서 Fig.4의 기능계통도, 그리고 Fig.5의 테이블들과 함께 테스트모델(Fig.9)을 대상으로 한 데이터 시뮬레이션에 이용되며, 이 과정에서 객체들이 확정되고 각 객체를 표현하기 위한 속성정보와 관련 기능들이 구체화된다.

3.4 객체클래스의 정의

배관시스템 모델링의 최종 단계로 확정된 객체들은 클래스의 형태로 정의된다.

클래스란 객체지향 모델 표현 및 객체지향 프로그램의 구현을 위한 기본 단위로서 각 객체를 기술하기 위한 데이터구조와 해당 객체를 조작하는데 필요한 함수, 즉 메소드(method)를 하나의 정보단위로 표현한 것이다. Fig.7은 Table 1에서 정의된 객체를 클래스로 표현한 예로서 배관시스템의 구성요소인 'equipment' 객체의 자료구조(data structure)와 관련 함수(member function)들을 포함하고 있다. 정의된 객체 클래스들은 클래스 디렉토리(class directory)에 저장되고 추후 새로운 클래스의 정의나 시스템의 구현시 참조된다.

Table 1 Attribute & function list for piping system objects

Level \ object	System	Equipment	Service	Line	Component	Connector	Spool	.....	Representation
Logical Model	system id eq list service list	eq id connector( ) connLineList system id	Service id system id lineSet( )	Line id form connector to connector service id compSet( )	Comp id conector( ) line id	connector id connecting comp id			Network
Functional Model	description	name spec  symbol id zone mounttype weight price	name media design pressure design temperature	line size spec id class treatment class insulation	type size ratig  catalog id symbol id	type size spec			P&ID
Physical Model		library id loction orientation		bend radius	library id location orientation length	location orientation	spool id consisting comp id( ) weight man hour spool type		Piping Model
Operations	create( ) identify( ) listEQ( ) listService( ) delete( ) modify( )	create( ) identify( ) set Eqspect( ) list Connector( ) add Connector( ) delete Connector( ) modify( ) display( )	identify( ) listLine( ) addLine( ) selectLine( ) setLine( ) deleteLine( ) modify( )	identify( ) list Connect addcomp( ) selectcomp( ) deletecomp( ) linkcatalog( ) modify( ) display( )	identify( ) listcomp( ) or( ) delete Connector( ) modify( ) move( ) display( )	identify( ) listcomp( ) deletecomp( ) modify( ) diplay( )	identify( ) listcomp( ) deletecomp( ) modify( )		Command Level Processors

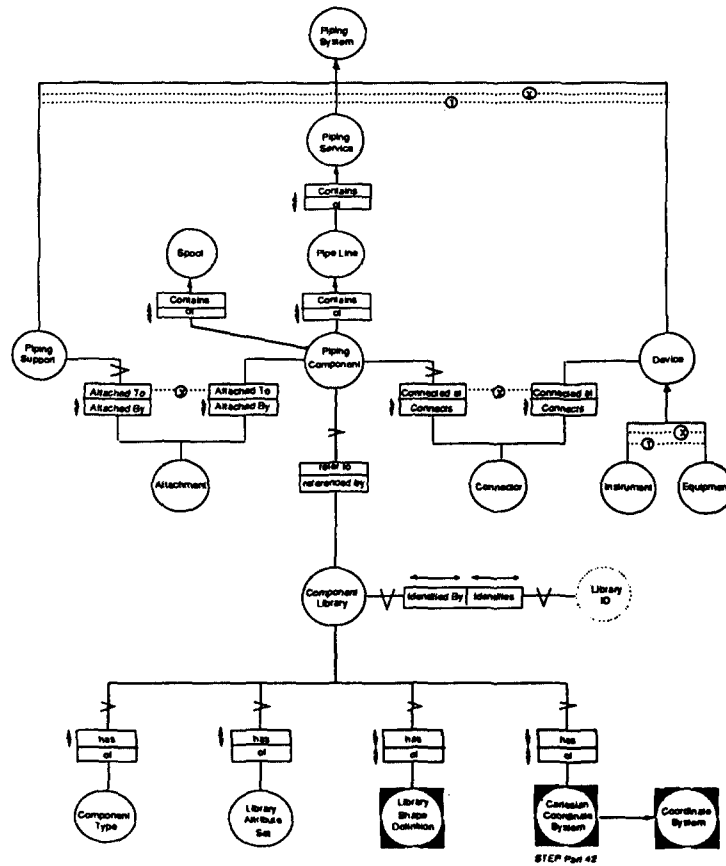


Fig. 6 NIAM diagram of piping system model(conceptual level)

```

class Equipment : SystemComponent {
// attribute data structure
private :
char* EquipmentId;
char* EquipmentName;
char* EquipmentSpec;
char* BelongSystemId;
char* ZoneId;
char* MountType;
float weight;
float price;
location x,y,z;
orientation a,b,c;
connectorSet connectorId;
lineSet ConnectingLineId;

// member functions
public:
void createEquipment(char* EquipmentId);
char* identifyEquipment( );
void deleteEquipment(char* EquipmentId);
void retrieveEquipment(char* EquipmentId);
void modifyEquipment(char* EquipmentId);
void listConnector(char* EquipmentId);
connector deleteconnector (char* ConnectorId);
line listConnectingLine(char* ConnectorId);
void updateLine(char* ConnectorId);
void save( );
void exit( );
};
    
```

Fig. 7 Example of class definition for equipment object



#### 4. 배관시스템 모델의 검증 및 고찰

이상의 분석 및 설계과정을 통해 정의된 배관시스템 모델의 검증을 위해 객체지향 언어와 객체지향 데이터베이스시스템(Object Oriented Data base Management System: ODBMS), 그리고 그래픽 사용자 인터페이스(Graphical User Interface:GUI)도구를 이용한 테스트 프로그램(OO\_PIPE)을 개발하였다. 그리고 시스템 분석 및 설계의 결과로 정의된 배관시스템 모델 표현의 집합성과 구현 수단으로서 객체지향 기술의 유효성을 확인하기 위하여 테스트모델을 선정하고 테스트프로그램을 이용하여 구현하였다.

##### 4.1 테스트 프로그램의 개발

###### 1) 시스템 환경

배관시스템 모델링의 결과로 정의된 틀래스들을 이용하여 테스트 모델을 구현하기 위해 개발한 프로그램의 환경은 다음과 같다.

- Computer Hardware : SUN SPARC II
- Operation System : SUN OS 4.1.3
- Programming Language :
  - C for main program with GUI,
  - C++ for class definition and VERSANT Programming
- Database System :
  - Versant ODBMS for object model,
  - ORACLE RDBMS for existing catalog database interface
- Graphical User Interface :
  - OSF/Motif on X-window system

###### 2) 프로그램의 구성

테스트 프로그램은 크게 클래스 정의부분(header file), 클래스의 멤버함수(member function) 정의 부분, 데이터베이스 내에 저장되고 있는 객체들을 취급하기 위한 데이터베이스 액세스 루틴(access routines), 모델링 과정에서 생성되는 객체들의 영속성(persistency)을 부여하기 위해 클래스의 header file과 멤버함수가 컴파일되어 형성되는 ODBMS내의 클래스의 스키마 정의부분, 그리고 GUI를 총괄하는 메인프로그램과 GUI관련 리소스 파일(resource file)로 구성되어 있다(Fig.8).

이 프로그램에서는 배관시스템을 구성하는 요소들이 정의된 클래스를 이용하여 객체화(instancing)되

고 객체들 간에는 메시지 패싱(message passing)에 의해 관련 정보들을 교환한다. 그리고 C++ Language Interface를 통하여 객체지향 데이터베이스에 직접 저장, 응용프로그램에 영속성을 줌으로써 모델과 데이터베이스를 일체화하였다. 아울러 종래의 명령어 입력 방식에서 발생하기 쉬운 오류를 방지할 수 있도록 그래픽 사용자인터페이스(GUI)를 사용, 설계작업시 각 객체들의 생성 및 삭제, 속성 변경 등의 조작을 정의된 객체 단위로 수행할 수 있도록 하였다.

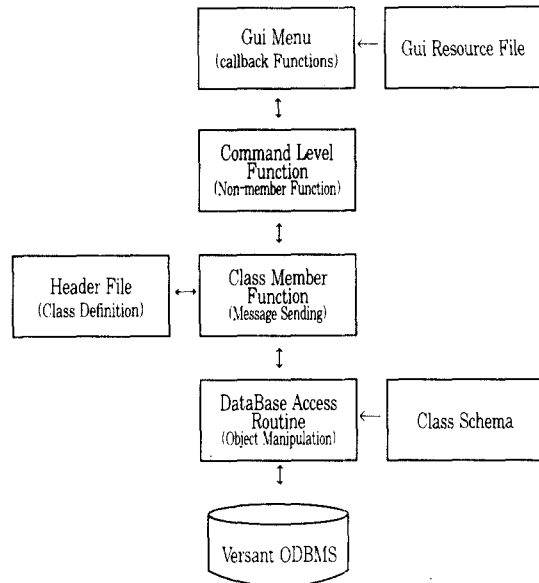


Fig. 8 Configuration of test program(OO\_PIPE)

##### 4.2 배관시스템 모델의 검증

###### 1) 검증대상 모델

검증을 위한 대상 모델로는 선박 주기관(main engine)의 윤활시스템의 일부를 선정하였다.

Fig. 9에서 보는 바와 같이 시스템(Lo)은 주기관의 sump tank로부터 냉각기를 거쳐 실린더로 공급되는 윤활유 계통 service(S1)과 이 윤활유를 냉각하는 해수계통 service(S2)으로 구분되며, 시스템을 구성하는 장비로는 주기관(main engine: ME), 윤활유 펌프(lubricating oil pump, LP), 냉각기(heat exchanger, HE), 해수펌프(sea water cooling pump:SP)등이 포함되어 있다. S1의 내부 유체는 최고온도 90°C인 윤활유가 흐르고 있고 내부압력은 5Kg/cm<sup>2</sup>이다. 그리고 sump tank의 connector(MEc1)로부터 윤활유펌프의 입력(LPc1)까지의 line

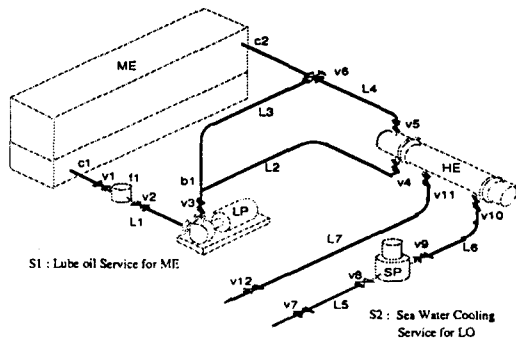


Fig. 9 Test model for OO\_pipe

(L1), 펌프의 출력(LPc2)으로부터 냉각기(HEc1)로 연결되는 line(L2), 냉각기(HEc2)에서 주기관(Mec2)으로 들어가는 line(L4), 그리고 L2의 branch(L2b1)에서 control valve(v6)로 냉각기를 by-pass하는 line(L3)으로 구성되어 있다. 해수계통 service(S2)는 Sea chest(SCc1)로부터 해수냉각펌프(SPc1)에 해수를 유입하는 유입 line(L5), 펌프(SPc2)에서 냉각기(HEc3)로의 토출 line(L6), 그리고 냉각기(HEc4)로부터 다시 바다로 배출되는 over-board line(L7)으로 구성되어 있으며 각 line에는 valve 등의 piping component들이 flange 형태의 connector에 의해 pipe 혹은 기기들과 연결되어 있다.

2) 검증 내용 및 결과

테스트 프로그램(OO\_PIPE)을 이용한 테스트 모델의 적용을 통하여 본 연구의 결과인 배관시스템 모델의 적합성을 검증하였으며 그 내용 및 결과는 다음과 같다.

○ 배관시스템 객체의 생성

Fig. 10은 테스트 모델을 구성하는 요소객체의 생성을 위한 화면의 예이다. Fig 10에서 보는 바와 같이 설계자는 화면 좌측 상단의 객체 선택 메뉴를 통해 정의하고자 하는 객체를 선택하고 해당 객체에서 요구되는 정보를 GUI화면을 통해 입력하면, 프로그램 내에서는 header file에 정의된 클래스를 이용하여 배관시스템의 요소객체로 인스턴싱(instancing)하고 데이터베이스에 저장한다. 또한, 각 객체간의 관계정보에 의해 상위 레벨에서 정의된 객체의 정보를 이용하여 하위 객체의 일부 정보들이 자동으로 정의된다. 예를 들어 piping\_service의 온도와 압력 정보는 그 객체에 속해 있는 pipe\_line 및 piping\_component의 사양을 결

정하게 된다.

○ 네트워크 모델(network model)의 생성

배관시스템을 구성하는 각 요소객체가 정의되면 각 객체간의 관계정보로부터 네트워크를 생성할 수 있다. Fig. 11은 테스트모델의 각 요소객체의 정의 결과로 형성된 시스템 네트워크 모델의 생성 예를 보여주고 있다. Fig. 11에서 보는 바와 같이 LO시스템은 S1, S2의 service로 구성되며 각 service 객체를 구성하는 line 및 line상의 component들을 네트워크 모델의 형태로 보여준다. 설계자는 이 모델을 통하여 설계의 결과를 직접 확인할 수 있다.

○ 배관시스템 객체의 검색 및 수정

요소객체의 정의 과정을 거쳐 생성된 배관시스템 모델은 이들을 저장하고 있는 데이터베이스로부터 객체 단위로 정보를 검색하고 수정할 수 있다. 또한 객체간의 관계정보에 의해 해당 객체와 관련된 객체의 관련 정보들도 자동으로 수정된다. Fig. 12는 테스트 모델상의 piping\_system의 객체의 속성 정보 및 관계정보를 네트워크모델로부터 직접 확인하고 수정하기 위한 화면의 예이다.

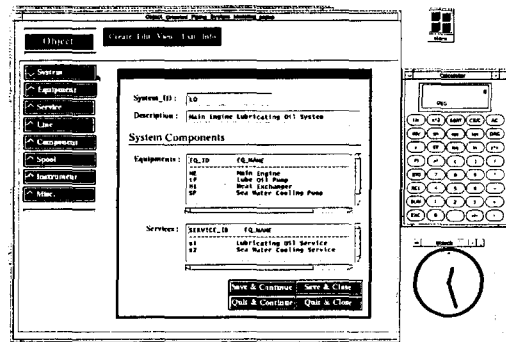


Fig. 10 Example of GUI menu for definition of piping system object

5. 결론

본 연구를 통해 제품모델 개념의 CAD/CAM시스템 개발을 위한 배관시스템 모델의 자료구조를 정의하고, 객체지향 기술을 이용한 테스트 프로그램(OO\_PIPE)을 개발하여 배관시스템 정보의 일관화를 위한 단일구조로서의 모델 표현의 적합성과 시스템 개발 도구로서의 모델 표현의 적합성 및 시스템 개발 도구로서의 객체지향기술의 유효성을 검증하였다. 그 결과로

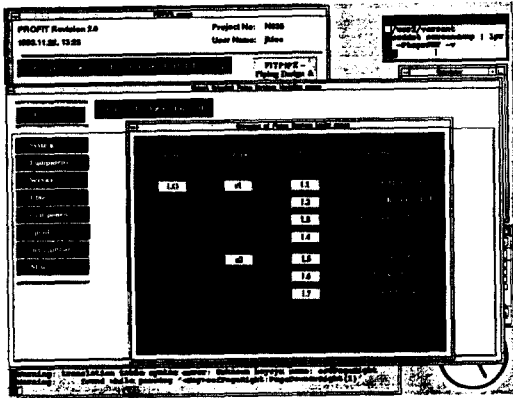


Fig. 11 Example of gui menu for definition of piping system object

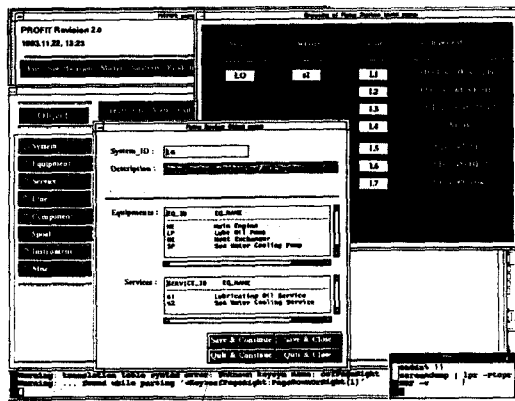


Fig. 12 Example of gui menu for query and modification of piping system object from network model

- (1) 배관 시스템의 구성요소와 요소들 간의 관계를 객체로 정의하고 배관시스템을 이들 객체의 집합체로 표현함으로써, 기존 배관 CAD/CAM 시스템에서의 단계별 정보의 비일관성 문제를 해결할 수 있는 가능성을 보였다.
- (2) 본 연구에서 사용한 객체지향 기술은 배관시스템과 같은 복잡 다양한 형태의 엔지니어링 데이터와 이들 데이터의 동적 특성들을 정확히 표현할 수 있는 CAD/CAM시스템의 개발을 위한 유력한 수단임을 확인하였다.
- (3) 아울러, 본 연구에서 정의한 객체지향 모델링 방법론과 모델 표현의 검증을 위한 테스트 프로그램의 개발을 통해, 제품모델 개념의 배관 CAD/CAM시스템의 개발에 필요한 기반을 확보하였다.

이상의 연구 결과를 토대로, 향후, 제품정보의 가시화, 관계형 데이터베이스와의 통합화, 타 시스템과의 데이터 교환 가능, 나아가 설계 과정에서 다루어지는 지식 정보의 표현과 처리기능 등이 추가된다면 완벽한 배관 CAD/CAM시스템의 개발이 가능할 것이다.

참고 문헌

- [1] Kawakita, D. and Tanahashi, H., "CAD의 현재와 미래에 있어서의 여러 문제점(1)", *일본기계연구*, Vol. 42, No. 6, 1990.
- [2] Kimura, F., "Object지향 CAD/CAM을 위한 모델링과 데이터베이스", *일본정보처리학회지* Vol. 29 No. 4, 1988.
- [3] Kimura, F., "형상모델링과 CAD/CAM", *일본정밀공학학회지*, Vol. 53 No. 3, 1987.
- [4] Kimura, F., "CAD/CAM 통합화를 위한 생산모델링(Product Modeling)과 지식정보처리(Knowledge Information Processing)", *일본기계학회지* Vol. 89 No. 815, 1988.
- [5] Grabowski, H., et al., "Advanced Modeling for CAD/CAM Systems-ESPRIT CAD\*I", *Springer Verlag*, pp. 15-28, 1991.
- [6] "Reference Model for Distribution System", *NIDESCO Working Group*, 1989.
- [7] Manson, H., "Part 1: Overview and Fundamental Principles of STEP", *NIST*, pp. 5~12, 1992.
- [8] Lehne, M. G., et al., *Detailed Analysis of Outfitting System(ESPRIT PROJECT 2010 NEUTRABAS' Deliverable 4.1.6)*, pp. 8~49, 1991.
- [9] Nowacki, H., et al., "Experiences in Neutral Project Data Technology in Shipbuilding", 1993.
- [10] Nizery, B., et al., "Edited Final Report-NEUTRABAS", *ESPRITII Project* No. 201, pp. 6-20, 1992.
- [11] Wollert, T., et al., "Modeling for Ship Design and Production", *Journal fo Ship Production*, Vol 8 No. 1, pp. 48-58, 1992.
- [12] "객체지향 패러다임"특집, *정보과학지* 제11권 제2호, pp. 5~19, 1993.
- [13] Rumbaugh, J. et al., "Object-Oriented Modeling and Design", *Prentices Hall*, pp. 1~

- 13, 1991.
- [14] Tabata, M and Koga, K., "A Proposal of Object-Oriented Analysis for the Product Model of CIM for Shipbuilding", *일본조선학회논문집* 제170호, 1991.
- [15] Kim, C., et al. "An Object-Oriented Information Modeling Methodology for Manufacturing Information System", *Computers and Industrial Engineering* Vol. 24, No. 3, 1993.
- [16] Brodda, J., "Shipyards Modeling- An Approach to a Comprehensive Understanding of Functions and Activities", *Journal of Ship Production*, Vol. 7, No. 2, 1991.
- [17] Ohsuga, S., "Data 구조와 모델링 기술", *일본정보처리학회지* Vol. 27, No. 2, 1986.
- [18] Nakai, Y. and Tabata, M., "Object지향에 기초한 배관모델 표현에 관한 연구", *일본조선학회 추계강습회*, 1990.