

## CAD와 PDM 시스템 간에 STEP 제품 구조 정보의 교환

오유천\*, 한순홍\*\*

### Exchange of the Product Structure Data of STEP between CAD and PDM Systems

Oh, Y. C.\* and Han, S. H.\*\*

#### ABSTRACT

The product data exchange between heterogeneous CAD and PDM systems is a crucial issue for the integration of product development systems. STEP offers an efficient mechanism of product data exchange between heterogeneous systems. This paper introduces a UML-based mapping methodology for the product data models. The suggested mapping method has been applied to exchange the product structure data between CAD and PDM systems. Based on the STEP methods, we developed an interface module between a CAD system and a PDM system.

**Key words** : CAD, PDM, STEP, UML, Mapping

#### 1. 서 론

제조업체의 경쟁력은 값싸고 품질이 좋은 제품을 다른 경쟁업체 보다 한 걸음 앞서 시장에 내놓는데 있다. 점점 경쟁이 치열해지는 세계 시장에서 살아 남기 위해서 많은 제조업체들이 제품개발에 CAD, CAE, CAM 등 컴퓨터를 이용한 시스템들을 사용하고 있다. 이러한 시스템들은 공학 설계와 해석, 그리고 생산의 자동화 등에 기여하여 생산성 향상을 가져왔다. 그러나 이러한 컴퓨터를 이용한 시스템들이 의미적으로 같은 제품정보를 다루고 있음에도 불구하고, 많은 경우 독립적으로 개발되었기 때문에 각각 고유의 데이터 표현법과 관리 방법을 가진 이질적인(Heterogeneous) 시스템이 되었다. 이것은 제품개발의 각 단계에서 발생하는 데이터의 불일치, 데이터 교환 및 공유, 호환성 등의 문제를 일으키고 있다.

최근에는 정보화의 물결을 타고 제조업에서도 CAD, CAE, CAM 등의 시스템에서 처리하는 제품 전 주기의 수 많은 정보를 효과적으로 관리하기 위해서 PDM(Product Data Management)을 도입하고 있다. 하지

만 PDM 시스템도 역시 기존의 시스템들과 통합되어야 하는 또 다른 문제를 일으키고 있다. 특히 제품 정보를 만들어 내는 CAD 시스템과 제품정보 관리를 담당하는 PDM 시스템의 인터페이스가 요구되고 있다. STEP을 기반으로 한 CAD와 PDM 인터페이스 기술은 동시공학(Concurrent Engineering), CIM(Computer Integrated Manufacturing), CALS(Commerce At Light Speed) 등을 가능하게 하는 요소기술(Enabling Technology)으로써 생산성을 향상시키고 제품 출하기간의 단축을 가능하게 한다.

서로 다른 형태의 데이터 구조를 가지고 있는 CAD와 PDM 시스템간의 인터페이스를 위해서는, 시스템간의 제품 정보 교환을 위한 변환기의 개발이 필요하고, 변환기를 개발하기 위해서는 먼저 각 시스템의 정보 모델 간의 매핑이 이루어져야 한다. 다음에서 제품 정보 교환 방법 및 매핑에 대한 기존의 연구 현황을 살펴본다.

고유한 형태의 제품 정보를 가지고 있는 다양한 시스템들 간에 제품 정보를 교환하는 방법으로는 시스템마다 다시 정보를 재입력하는 방법, 직접 번역기를 쓰는 방법, 중립형태(neutral format)로 변환하는 방법, 공용 데이터베이스를 이용하는 방법 등이

\*학생회원, 한국과학기술원 기계공학과

\*\*중신회원, 한국과학기술원 기계공학과

있으며<sup>11</sup>, 각각의 접근방법은 장단점이 있다. 직접 번역의 방법은 시스템의 수가 적을 경우 간단하고 정확하게 정보 교환을 할 수 있는 장점이 있지만, 시스템의 종류가 다양해지면 많은 수의 번역기와 비용이 필요하게 된다. 따라서 중립형태로 변환하거나 공용 데이터베이스를 쓰는 방법이 좀더 합리적인 해결 방법이 된다. 본 논문에서는 중립형태의 제품 정보 교환을 위한 국제 표준인 STEP을 이용하여 제품 정보를 교환한다. 관련 연구로는 STEP을 이용한 데이터 교환에 대한 연구<sup>12</sup>, EXPRESS 모델의 효율적인 데이터베이스의 구축<sup>13</sup>, AP간의 호환에 대한 연구<sup>14</sup>, 여러 개의 AP로 새로운 스키마를 만드는 연구<sup>15</sup>, STEP을 이용한 선박 데이터의 가공과 공유<sup>16</sup> 등이 있었다. Hardwick 등은 제품정보 공유를 통해 가능한 가상기업에 대해 연구<sup>17</sup> 했으며, EXPRESS-X를 이용한 데이터 프로토콜을 제안하였다<sup>18</sup>.

제품 정보의 매핑에 대해서는 여러 가지 방법들이 연구되어 왔다. 이 때까지 발표된 매핑언어로는 EXPRESS-M<sup>19</sup>, EXPRESS-V<sup>10</sup>, EXPRESS-X<sup>11</sup>, XP-rules, View Mapping Language 등이 있다<sup>12</sup>. 특히 Liebich 등은 매핑 방법론들을 비교 연구하였다<sup>13</sup>. EXPRESS-X를 이용한 IGES와 STEP의 매핑에 대한 연구도 있었다<sup>14</sup>.

PDM에 대한 연구로는 독일의 ProSTEP에서 주관한 AP214 기반의 PDVS(Product Daten Verwaltungsverfahren) 프로젝트<sup>15</sup>가 있었는데, 지금은 PDM12(Product Data Modelling on the basis of International standards)라는 프로젝트<sup>16</sup>가 이어서 진행 중이다. 최근에는 ProSTEP, PDES, Inc에서 공동개발한 STEP PDM Schema V1.1을 발표하였다<sup>17</sup>. STEP AP214에 근거한 자동차 PDM 구축방안에 대한 연구도 있었다<sup>18</sup>.

본 논문에서는 제품정보 관련 국제 표준인 STEP을 이용하여 CAD와 PDM 시스템이 제품 개발 과정에서 어떻게 통합되어 사용될 수 있는지 살펴 본다. 제2절에서는 STEP을 이용한 제품 정보의 교환 방법과 STEP PDM 스키마에 대해 설명하고, STEP에서 제품 구조 정보를 어떻게 표현하는지 구체적으로 살펴 본다. 제3절에서는 제품 정보 매핑 방법론에 대해 설명한다. CAD와 PDM 등 여러 가지 다양한 형태의 시스템 간의 제품정보 교환 및 공유를 위해서는 일반적인 매핑 방법론이 필요하다. 본 논문에서는 제품 정보 분야에서 제시된 기존 모델링 방법을 비교 검토하여, PDM 등 기존의 시스템 모델과 STEP 정보 모델간의 매핑에 적합한 UML(Unified Modeling

Language)을 이용한 매핑 방법을 제안한다. 제4절에서는 제안된 UML 매핑 방법을 STEP 방법론에 따라 CAD와 PDM 시스템 간에 제품 구조 정보를 교환하는데 적용하고, CAD와 PDM 시스템의 통합 형태를 사용자 인터페이스 통합과 데이터 통합의 측면에서 다양하게 제시한다. 마지막으로 제5절에서는 실제 현장의 문제로 D중공업을 대상으로 제품 구조 정보의 교환 실험 및 CAD와 PDM 시스템간의 인터페이스 구현 방안을 제시한다.

## 2. STEP

### 2.1 STEP을 이용한 제품 정보의 교환

STEP(STandard for the Exchange of Product model data)은 1984년부터 국제 표준화 기구(ISO: International Standard Organization) 산하의 기술 위원회인 TC184의 소위원회 SC4를 중심으로 제정작업 중인 국제표준이다. STEP은 제품의 형상 정보 뿐만 아니라 전 수명 주기에 걸친 모든 데이터를 포함하는 제품 정보를, 어느 시스템에서나 사용할 수 있도록 하는 중립 형태 표준이다. STEP은 크게 공통 자원과 응용 프로토콜의 두 종류의 정보 모델을 가지고 있다. 실제적인 적용을 위한 각 산업별 응용프로토콜(AP: Application Protocol)은 통합자원(Integrated Resource)을 마치 조립 블록처럼 활용하여 구성된다. 현재 공통 자원 모델에 해당하는 각 파트들의 국제 표준이 완료되었고, 응용 프로토콜들에서는 AP201, AP202, AP203, AP207, AP224 등이 표준으로 인정되었다.

STEP은 중립형태의 파일과 데이터베이스를 이용한 제품정보 교환 및 공유 방법을 제시한다<sup>19</sup>. Fig. 1은 STEP을 이용하여 여러 시스템과 웹에서 제품 정보를 교환하는 구조를 보여준다. 여기서 각 시스

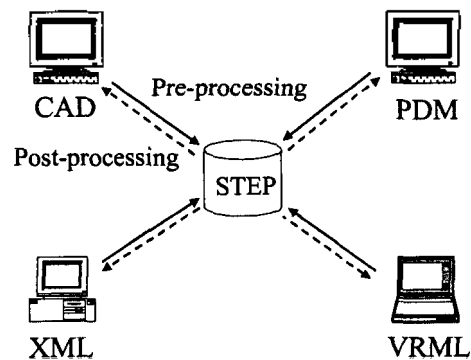


Fig. 1. Product data exchange using STEP.

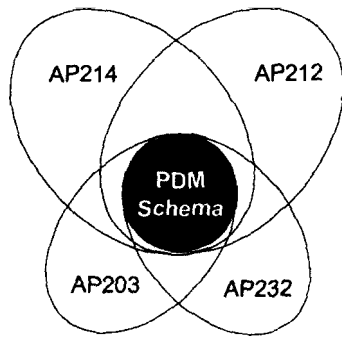


Fig. 2. STEP PDM schema.

템의 내부 데이터가 표준으로 변환되는 과정을 전처리(pre-processing)라고 하고, 그 반대 과정을 후처리(post-processing)라고 한다.

## 2.2 STEP PDM 스키마

STEP PDM 스키마는 독일의 ProSTEP, 미국의 PDES, Inc.와 일본의 JSTEP이 1997년 버전 1.0을 발표했다. STEP PDM 스키마는 STEP AP203 CC1과 AP214 CC6와 호환을 이루면서 개발되었으며, authorization, certification, contract, document management, effectivity, end item identification, product identification, product structure, work and change management, ... 등 모두 13개의 UoF로 구성 되어있다.

1998년에는 ProSTEP과 PDES, Inc에서 버전 1.1을 발표 했으며, 버전 1.1은 AP203, AP210, AP214 및 AP232와 호환된다. Fig. 2는 이들 AP와 STEP PDM 스키마와의 관계를 보여준다<sup>[17]</sup>. STEP PDM 스키마는 PDM 시스템 간의 제품정보 교환을 위한 중립 표준으로, STEP PDM 변환기를 개발하기 위한 스키마로 사용될 수 있다. PDMnet은 상업용 PDM 시스템의 STEP 지원 수준을 테스트하는 곳으로<sup>[20]</sup>, 최근에는 이곳에서 STEP PDM 스키마의 사용 가이드를 제시하고 있다<sup>[21]</sup>. 사용 가이드에는 변환기 개발시 어떤 엔티티를 어떻게 써야 할지를 안내하고 있다.

독일의 PDM12(Product Data Management Based on International Standards) 프로젝트의 WG21에서는 STEP PDM 스키마를 이용한 변환기 개발에 대해 연구하고 있으며, 최근 Eurofighter 프로젝트에서는 제품정보 교환에 STEP PDM 스키마를 쓰기로 정했다.

## 2.3 STEP에서의 제품 구조 정보

제품 구조를 나타내기 위해서는 부품을 정의하는 것과, 정의된 부품들 간의 관계를 맺어 주는 것이 필

요하다. STEP PDM 스키마에서 부품은 product identification UoF에서 정의하고, 부품 간의 관계를 나타내는 제품 구조 정보는 product structure UoF에서 정의하고 있다. 구체적으로 엔티티를 살펴보면, 부품을 정의하는 엔티티는 product이고, 부품들 간의 관계를 맺어 주는 엔티티는 next\_assembly\_usage\_occurrence이다. 엔티티 next\_assembly\_usage\_occurrence에서는 결국 엔티티 product\_definition\_relationship에서 상속 받은 두 개의 Attribute가 상위 부품(Parents Part)과 하위부품(Child Part)을 나타내게 된다. 여기서 상위 부품은 relating\_product\_definition으로 나타내고, 하위 부품은 related\_product\_definition으로 나타낸다.

앞서 말했듯이 STEP PDM 스키마는 AP203의 CC1과 호환을 이룬다. 따라서 AP203의 CC1에는 제품 구조 정보가 포함되어 있다. 제품을 정의하는 product라는 AIM(Application Interpreted Model) 엔티티는 ARM(Application Reference Model)의 part\_identification UoF에 속한 Part라는 응용객체에서 매핑된 것이다. 또 제품 구조 정보를 나타내는 next\_assembly\_usage\_occurrence라는 AIM 엔티티는 bill\_of\_material이라는 ARM UoF의 Engineering, next\_higher\_assembly 응용객체에서 매핑된 것이다. 이상의 ARM의 UoF에 속한 응용객체들과 AIM의 엔티티의 관계는 AP203의 매핑 테이블을 통해 확인할 수 있다<sup>[22]</sup>.

## 3. UML을 이용한 매핑

### 3.1 제품 정보 분야에서의 매핑 언어

제품 정보 모델링 분야에서는 서로 다른 시스템들 간에 제품정보 교환을 위해 여러 가지 매핑 방법들이 제시되어 왔다. 일반적으로 서로 다른 모델 간의 정보 교환을 위해서는 개념적인 수준에서 정보를 연결시켜주는 매핑 언어(formal mapping specification)가 필요하다. 매핑 언어를 이용하여 서로 다른 두 모델간에 매핑이 이루어지면, 실질적인 데이터 교환을 위한 구현 작업이 가능하다. 이러한 관계를 도식적으로 보여주는 것이 Fig. 3이다.

Fig. 3에서 가장 중요한 것은 결국 매핑 언어이다. 제품 정보 분야에서의 매핑 언어는 크게 두 가지로 구분할 수 있는데, 하나는 EXPRESS-M, EXPRESS-V, EXPRESS-X 등 EXPRESS를 직접 지원하는 매핑 언어들이고, 다른 하나는 EXPRESS를 직접적으로 지원하지는 않는 VML(View Mapping Language), KIF(Knowledge Interchange Format) 등의 매핑 언

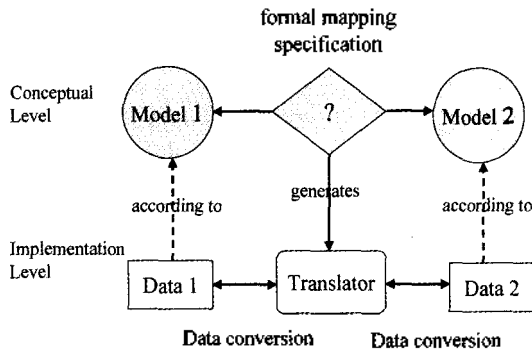


Fig. 3. A general mapping problem.

어들이다.

ISO에서는 EXPRESS 매핑언어의 요구사항으로 인간과 컴퓨터가 이해할 수 있어야 하고, EXPRESS와 유사해야 하며, ARM과 AIM의 매핑, AP간의 매핑 등에 활용될 수 있어야 한다고 제시하고 있다<sup>[23]</sup>. 기존 시스템과 STEP과의 매핑에 적합한 일반적인 매핑언어의 요구사항으로는, 앞서 말한 EXPRESS 매핑언어의 요구사항 외에도 다양한 언어로 모델링된 모델과의 매핑에도 사용 가능해야 하고, 그래픽 표현(Graphical Notation)을 지원해야 하는 등의 요구사항이 더 있다.

### 3.2 UML 매핑 다이어그램

UML은 OMT 등 기존의 모델링 방법들을 통합하여 개발한 객체 지향 모델링 언어로, 시각적 모델링을 위해 다양한 다이어그램을 지원한다<sup>[24]</sup>. UML은 주로 소프트웨어 개발에 쓰이는 모델링 언어이기 때문에, 제품 데이터 교환 프로그램의 개발에도 쉽게 적용될 수 있다. 본 논문에서는 UML을 이용한 매핑을 위해서 UML 매핑 다이어그램을 새로이 제안한다.

UML 매핑 다이어그램은 클래스 다이어그램과 비슷하게 생겼으며, 속성(Attribute) 칸에는 일대일(one to one) 매핑, 일대다(one to many) 매핑 등을 표현하고, 연산(Operation) 칸에는 그밖에 연산이 필요한 매핑들을 표현한다. 이렇게 만들어진 UML 매핑 다이어그램은 UML 클래스 다이어그램과 함께 변환기(Translator)의 개발에 이용된다.

제안된 매핑 방법이 STEP과 PDM 시스템과의 정보교환에 적용된 구조가 Fig. 4에 나타나 있다. Fig. 3과 비교해보면 개념 수준에서 스키마 매핑이 이루어지고, 구현 수준에서 데이터 변환이 이루어짐을 알 수 있다. STEP에서는 데이터의 구조를 정의하는 부

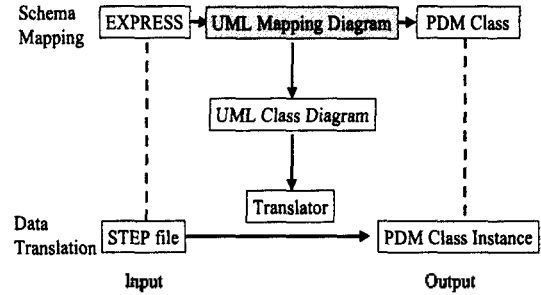


Fig. 4. UML-based mapping method.

분과, 실제의 데이터가 분리되어 있다. 즉 정보 모델링 언어인 EXPRESS를 이용하여 모든 응용 프로토콜을 정의하고, 실제 데이터는 아스키 파일 형태인 STEP 파일이나 데이터베이스를 통해 교환 및 공유된다. 이처럼 STEP에서는 정보 모델과 구현 방법이 분리되어 있기 때문에, 파일을 이용한 정보 교환에서 사용된 매핑은 데이터베이스를 이용한 구현 방법에서도 그대로 적용될 수 있다.

## 4. CAD와 PDM 간의 제품 구조 정보의 교환

### 4.1 STEP에 기반한 제품 구조 정보의 교환

PDM은 제품 전 주기에 걸친 제품 정보를 관리하는 시스템으로, 주요기능으로는 데이터 관리, 프로세스 관리, 제품 구조 관리, 부품 분류, 프로젝트 관리 등의 기능이 있다<sup>[25]</sup>. 최근에 PDM 시스템이 제품 출하 시간을 단축하려는 목적으로 널리 사용되기 시작하면서, 여러 가지 시스템과의 정보 교환이 요구되고 있다. 특히 CAD 시스템과는 제품 구조 정보의 교환이 필요하게 되었다. 이 절에서는 STEP을 이용하여 CAD와 PDM 시스템 간에 제품 구조(product structure) 정보가 어떻게 교환될 수 있는지에 대해서 설명한다.

현재 대부분의 CAD 시스템들은 STEP의 AP203을 지원하고 있지만, 아직 PDM 시스템들의 STEP 지원은 미흡한 형편이다<sup>[26]</sup>. 따라서 CAD 시스템에서 만들어진 조립 모델을 PDM 시스템에서 연계하여 활용하기 위해서는 다음과 같은 절차가 필요하다. 먼저 CAD 시스템에서 조립체 모델을 STEP 파일로 저장하고, 이 STEP 파일을 PDM 시스템에서 읽어 제품 구조를 PDM 시스템의 정보모델에 따라 재구성하는 것이다. 이렇게 하기 위해서는 먼저 STEP EXPRESS 엔티티와 PDM 클래스 모델 간의 매핑이 필요하고,

이에 따르는 STEP과 PDM 간의 데이터 변환기가 필요하다.

**4.2 UML 매핑 다이어그램을 이용한 제품 구조 정보의 매핑**

CAD와 PDM 시스템 간에 제품 정보의 교환을 위해서는, 먼저 개념적인 수준에서 모델 스키마의 매핑이 이루어져야 한다. 여기서 사용된 PDM 시스템은 SDRC사의 Metaphase로, Metaphase에서는 PSM(Product Structure Manager)이라는 모듈이 제품 구조 관리와 BOM(Bill of Materials) 관리를 담당하게 된다<sup>[26]</sup>.

Metaphase에서는 모든 정보를 클래스로 다루는데, 제품의 정의에 관한 클래스로 단품을 정의하는 Component라는 클래스와 조립품을 정의하는 Assembly라는 클래스가 있으며, 제품들간의 관계를 정의하는 AssmStrc라는 관계형 클래스(Relational Class)가 있다. 이들 클래스들은 2절에서 설명한 STEP의 제품 구조 정보를 나타내는 product나 next\_assembly\_usage\_occurrence 등의 엔티티들과 매핑된다.

Fig. 5는 Metaphase 클래스와 STEP 엔티티 간에 제품 구조 정보의 매핑 관계를, 앞서 제안한 UML 매핑 다이어그램을 사용하여 보여준다. Fig. 5의 왼쪽은 STEP에서 제품 구조 정보를 나타내는 엔티티들간의 관계를 EXPRESS-G 다이어그램으로 보여주고 있고, 오른쪽은 Metaphase의 클래스들의 관계를 보여주어 주고 있다. Fig. 5의 가운데 부분이 매핑 관계를 보여주는 UML 매핑 다이어그램이다.

Fig. 5의 UML 매핑 다이어그램은 부품을 정의하

는 STEP의 product 엔티티의 identifier, label이라는 속성이 Metaphase의 Assembly나 Component 클래스의 Part Number나 Nomenclature라는 속성으로 일대일 매핑되고, STEP에서 부품들 간의 관계를 맺어주는 엔티티인 next\_assembly\_usage\_occurrence의 상위 부품을 나타내는 relating\_product\_definition 속성이 Metaphase의 관계형 클래스인 AssmStrc의 left 속성으로 일대일 매핑되고, 하위 부품을 나타내는 related\_product\_definition 속성이 Metaphase의 AssmStrc 클래스의 right 속성으로 일대일 매핑됨을 보여준다.

**4.3 CAD와 PDM의 인터페이스**

CAD와 PDM 시스템 간의 제품 구조 정보의 교환을 위한 STEP과 PDM의 매핑에 대해서 살펴보았다. 여기서는 STEP을 이용한 인터페이스를 포함하는 다양한 형태의 CAD와 PDM의 통합에 대해서 살펴본다.

설계분야에서 일하는 엔지니어들이 효과적으로 설계과정을 수행하여 제품을 빨리 개발하기 위해서는, 설계자가 제품 정보를 생산해내는 툴의 하나인 CAD 시스템과 제품 정보를 관리하는 PDM 시스템 간에 통합이 무엇보다 요구된다. CAD 시스템은 제품의 형상정보 뿐만 아니라 제품의 구조정보를 생성하게 되는데, 이러한 제품 구조정보의 관리가 PDM의 핵심 기능에 해당한다. 만일 엔지니어가 CAD에서 생성한 제품 구조정보를 다시 PDM에 입력해야만 하고, 제품의 구조정보가 변경될 때마다 고쳐줘야 한다면 매우 비효율적이다.

CAD와 PDM 시스템의 통합은 통합의 정도에 따라 여러 가지 형태가 있을 수 있다. 통합의 형태를 결정짓는 몇 가지 요소를 생각해 보면 다음과 같다.

**데이터 통합(Data Integration)**

- 사람이 직접 데이터를 재입력해야 한다.
- 파일의 입출력을 통해서 데이터를 교환할 수 있다.
- 각각의 데이터베이스는 따로 있으나 사용자의 도움 없이 자동적인 정보교환이 이루어진다.
- 공용 데이터베이스를 통해 데이터를 공유한다.

**사용자 인터페이스 통합(User Interface Integration)**

- PDM 시스템에서 CAD 파일을 클릭함으로써 CAD 시스템을 실행시킬 수 있다.
- CAD 시스템에서 PDM 시스템의 메뉴를 일부 이용할 수 있다(그 반대의 경우도 가능하다).
- CAD와 PDM 시스템 외에 독자적인 통합 사용자 인터페이스를 제공한다.

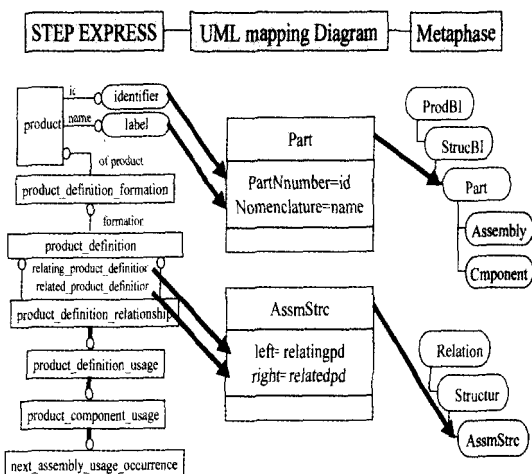


Fig. 5. STEP and PDM mapping.

-CAD 시스템과 PDM 시스템의 사용자 인터페이스가 통합되어 있다.

이처럼 통합의 정도는 데이터 통합과 사용자 인터페이스 통합의 정도에 따라 결정된다. 이 두 가지 요인을 X, Y축으로 그려서 통합의 정도를 나타내는 평면이 Fig. 6이다. 그 밖에도 통합 과정에 얼마나 표준적인 방법들이 이용하였는지에 따라 그 개방성(Openness)이 결정된다. 예를 들어 어떤 PDM 시스템은 특정 CAD 시스템과의 통합만을 지원하는 경우가 있다. 하지만 STEP과 같은 표준을 이용하여 통합을 하게 되면 STEP을 지원하는 모든 CAD 시스템과의 통합이 가능하다.

CIMdata에서는 CAD와 PDM 시스템 통합을 그 정도에 따라 통합(Integration), 인터페이스(Interface), 인캡슐레이션(Encapsulation)으로 나눈다<sup>27)</sup>. 통합은 CAD 시스템과 PDM 시스템의 모든 정보가 양방향으로 연결되어 있고, CAD 시스템에서 PDM의 모든 기능을 이용할 수 있다. 인터페이스는 CAD 시스템의 정보가 PDM 시스템으로 전달이 가능하고, PDM 기능의 일부를 CAD 시스템에서 이용할 수 있다. 인캡슐레이션은 PDM 시스템에서 CAD 파일을 클릭함으로써 CAD 시스템을 실행시킬 수 있다. 이상의 세 가지 통합 형태는 Fig. 6의 통합평면에서 그 위치를 파악할 수 있다. 또 Fig. 6의 STEP 인터페이스는 앞에서 설명한 STEP을 이용한 CAD와 PDM 시스템간의 제품 정보 교환을 바탕으로 한 인터페이스이고, IMI(IDEAS Metaphase Interface)는 다음 절에서 설명하는 D중공업에서 사용하고 있는 상용 인터페이스이다.

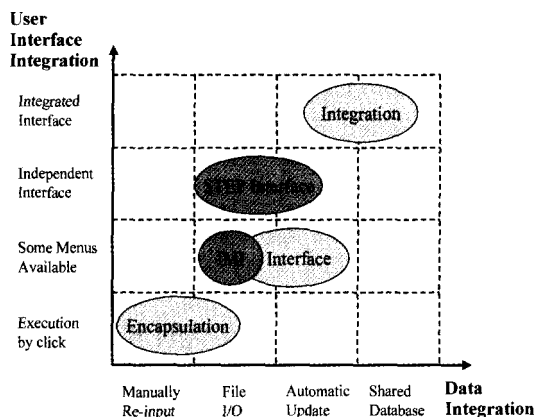


Fig. 6. Integration plane of CAD and PDM systems.

일반적으로 통합이 많이 될수록 사용이 편리하겠지만, 그만큼 많은 비용이 들게 된다. 따라서 어떤 수준의 통합을 할 것인지는 비용, 조직, 정보의 양, 사용자의 요구조건 등에 따라 결정되어야 할 것이다.

## 5. 교환 실험 및 인터페이스 구현

### 5.1 실제 현장의 문제

최근에 PDM 시스템에 대한 관심이 많아져 많은 제조업체들이 PDM 시스템을 도입하거나 도입을 검토하고 있다. D 중공업은 지게차 등의 중장비를 만드는 회사로 최근에 제품 개발에 동시공학체제를 구축하기 위해, 이를 지원하는 PDM 시스템으로 Metaphase를 도입하여 현장에 커스터마이징(Customizing)을 하였다. 이제 현장에 적용을 시작하고 있는 단계이기 때문에 여러 가지 문제점들이 발생하고 있다. 가장 큰 문제는 CAD 시스템과 PDM 시스템이 모두 제품 구조 정보를 가지고 있는데, 이 두 시스템이 통합이 되지 않아 PDM 시스템에 일일이 손으로 재입력을 해야만 하는 것이다. 게다가 설계에서 변경이 생긴 경우 다시 PDM 시스템에 제품 정보를 재입력해야만 한다. D중공업은 이 문제의 해결을 위해 현재 사내에서 많이 쓰이는 IDEAS라는 CAD 시스템과 Metaphase의 인터페이스를 위해 IMI라는 상용 모듈을 도입하려고 한다. IMI는 IDEAS의 제품 구조 정보 관리 툴인 TDM(Team Data Manager)의 데이터를 Metaphase에 전달하는 툴이다<sup>28)</sup>.

앞서 살펴본 것처럼 D중공업은 시스템간의 인터페이스에 직접 번역의 방법을 선호하고 있음을 알 수 있다. 이 방법은 현장의 문제를 효율적으로 해결할 수 있지만, 아직 해결하지 못하는 문제가 남아 있다. 하나는 AutoCAD, Catia, Pro/E, UG 등 IDEAS이외의 CAD 시스템과 Metaphase와의 인터페이스 문제이다. 또 하나는 Metaphase 이외의 PDM 시스템과 데이터 교환이 필요하다. PDM 시스템간의 데이터 교환 문제는 사내에 두개의 PDM 시스템이 공존하거나 협력업체와의 제품정보 교환시 발생할 수 있는 문제이다.

Fig. 7은 앞서 설명한 D중공업의 CAD시스템들 간의 데이터 교환 문제, CAD와 PDM 시스템 간의 데이터 교환 문제, PDM 시스템들 간의 데이터 교환 문제 등 3개의 문제를 보여주고 있다. 특히 CAD와 PDM 시스템간의 데이터 교환 문제는 STEP을 기반으로 한 CAD와 PDM 시스템간의 인터페이스의 구현을 통해서 해결이 가능하다. Fig. 7에서 볼 수 있

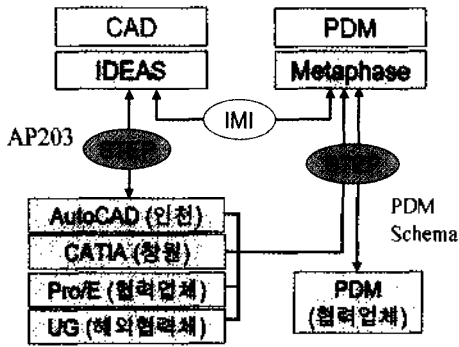


Fig. 7. The problems of DHI and STEP-based solution.

듯이 CAD시스템들 간의 데이터 교환에는 AP203을 사용해 해결할 수 있고, PDM 시스템 간의 데이터 교환 문제는 STEP PDM 스키마를 통해서 해결할 수 있다.

**5.2 제품 구조 정보의 교환 실험**

CAD와 PDM 시스템 간의 데이터 교환을 위해서 4.2절에서 설명한 STEP EXPRESS 엔티티와 PDM 클래스 모델 간의 매핑을 바탕으로, STEP 파일을 읽어 Metaphase의 PSM 클래스들을 만들어주는 변환 프로그램을 개발한다. 이 변환기는 Metaphase의 API (Application Programmer's Interface)를 사용하여 클라이언트 프로그램(Client Program) 형태로 개발되었다.

제품 구조 정보의 교환 실험을 위해서는 조립체 모델이 필요한데, 본 논문에서는 STEPnet에서 CAD 시스템 간의 데이터 교환 실험에 사용되었던, Fig. 8에서 보는 바와 같은 AutoCAD에서 생성된 STEP 파일을 사용하였다<sup>[29]</sup>. Fig. 9는 앞서 Metaphase의 클라이언트 프로그램의 형태로 개발된 변환기를 통해, Fig.8에 보여진 조립체 모델의 STEP 파일을 Metaphase의 제품 구조 형태로 재구성한 결과이다.

**5.3 CAD와 PDM 인터페이스의 구현**

STEP을 기반으로 한 CAD와 PDM 시스템 통합의 형태를 앞서 제시한 통합 평면에서 살펴보면, 먼저 사용자 인터페이스는 CAD와 PDM 시스템 외에 독자적인 통합 사용자 인터페이스를 제공하는 방법이 사용된다. 데이터 통합은 CAD 시스템은 파일의 형태로 PDM 시스템은 데이터베이스로 통합될 수 있다. 본 논문에서 시도하는 통합 형태(STEP Interface)의 위치를 Fig. 6의 통합평면에서 확인할 수 있다.

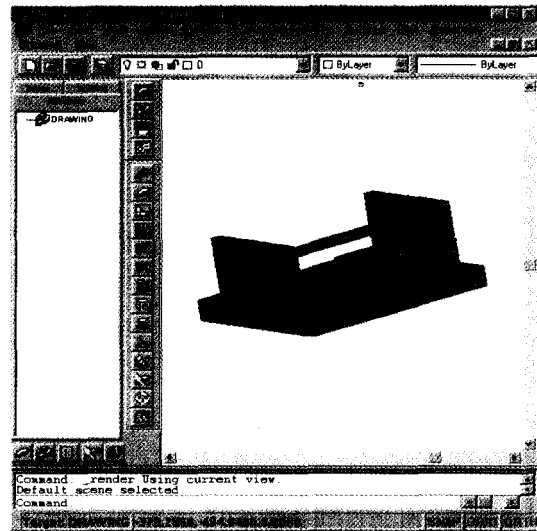


Fig. 8. The assembly model for the test.

Item Identifier	Class	Qty	See	Nomenclature	Standard
Use Parts (uses)					
2	Assembly	1		PLATE	False
3	Assembly	1		L-BRACKET-ASSEMBLY	False
Use Parts (uses)					
4	Assembly	1		L-BRACKET	False
Use Parts (uses)					
6	Assembly	1		BOLT	False
7	Assembly	1		NUT	False
5	Assembly	1		NUT-BOLT-ASSEMBLY	False
Use Parts (uses)					
6	Assembly	1		EOLT	False
7	Assembly	1		NUT	False
4	Assembly	1		NUT-BOLT-ASSEMBLY	False
Use Parts (uses)					
6	Assembly	1		BOLT	False
7	Assembly	1		NUT	False
5	Assembly	1		NUT-BOLT-ASSEMBLY	False
Use Parts (uses)					
4	Assembly	1		L-BRACKET	False
5	Assembly	1		NUT-BOLT-ASSEMBLY	False
Use Parts (uses)					
6	Assembly	1		BOLT	False
7	Assembly	1		NUT	False
5	Assembly	1		NUT-BOLT-ASSEMBLY	False
Use Parts (uses)					
4	Assembly	1		BOLT	False
7	Assembly	1		NUT	False
5	Assembly	1		NUT-BOLT-ASSEMBLY	False
Use Parts (uses)					
7	Assembly	1		NUT	False
8	Assembly	1		ROD ASSEMBLY	False
Use Parts (uses)					
7	Assembly	1		NUT	False
8	Assembly	1		ROD	False

Fig. 9. Data translated into the PDM system.

STEP을 이용한 CAD와 PDM 인터페이스는 Fig. 10과 같이 구현된다. CAD와 PDM 인터페이스는 IDEAS, AutoCAD, CATIA, Pro/E, UG 등의 다양한 CAD 시스템에서 STEP 파일로 제품정보를 받아 Metaphase에 보내는 Metaphase 클라이언트 프로그램 형태로 구성되며, 로그인(Login), 체크인(Check In), 체크아웃(Check Out) 등의 기본 기능이 필수적이다. 또 체크인, 체크아웃 기능을 이용한 업데이트(Update)가 가능하고, STEP파일을 읽고 쓸 수 있는 기능이 필요하다. 이런 기능들은 STEP Developer라는 STEP 관련 툴과 Meta-

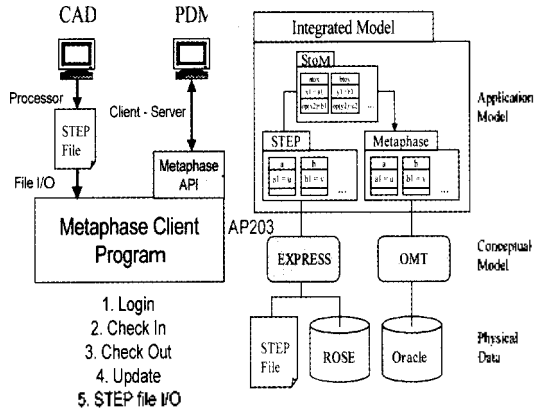


Fig. 10. The architecture of CAD and PDM interface.

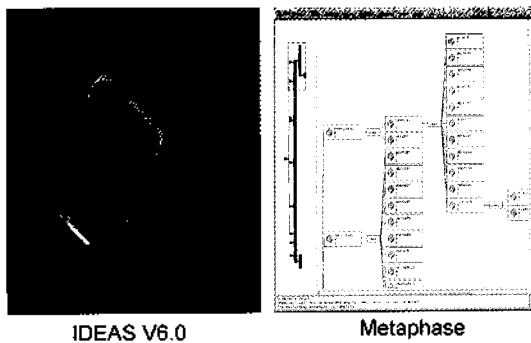


Fig. 11. Application to a forklift truck.

phase의 API를 이용하여 구현할 수 있다.

Fig. 10의 오른쪽은 CAD와 PDM 인터페이스의 통합 모델을 보여주고 있다. 그림에서 볼 수 있듯이 통합 모델은 AP203의 STEP 모델과 Metaphase의 모델, 이들 간의 매핑 모델로 구성된다. 통합 모델의 아래는 EXPRESS와 OMT(Object Modeling Technique)로 모델링된 개념 모델(Conceptual Model)과 STEP 파일, ROSE, Oracle DB 등에 있는 물리적 데이터를 보여준다. 한편 PDM 시스템 간의 데이터 교환을 위해서는 STEP PDM 스키마를 기반으로 한 PDM 시스템의 STEP 변환기 개발이 필요하다. Fig. 11은 이렇게 개발된 CAD와 PDM 인터페이스 시스템을 D중공업의 지게차 모델에 적용한 결과이다. Fig. 11의 왼쪽은 IDEAS에서 본 지게차 모델이고, Fig. 11의 오른쪽은 지게차 모델의 조립 구조를 Metaphase에서 본 것이다.

### 6. 결 론

STEP을 통해 어떻게 제품 정보를 교환을 할 수

있으며, 이를 바탕으로 한 CAD와 PDM 인터페이스를 어떻게 구현할 수 있는지를 살펴보았다. 이 과정에서 매핑 관계를 그래픽하게 표현하고 다양한 모델 간의 정보 매핑을 위해 UML 매핑 방법이 제안되었으며, 제안된 방법이 STEP과 PDM의 매핑에 활용되었다. 마지막으로 STEP 인터페이스와 UML 매핑 방법이 D중공업 현장의 문제에 적용되었다.

제안된 UML 매핑 방법을 EXPRESS-X 등의 다른 방법과 비교해 보면, 가장 먼저 UML 매핑 다이어그램은 시각적 표현이므로 읽기 쉽고 사용하기 쉽다. 또 EXPRESS를 바탕으로 한 매핑 방법이 아니기 때문에 모델링 언어에 독립적이어서, 매핑 대상을 EXPRESS로 모델링할 필요 없이 다양한 시스템과 자유롭게 매핑이 가능하다는 장점이 있으며, 이것이 PDM 등 기존(Legacy) 시스템과 STEP 표준과의 매핑에 적합한 이유이다. 단점으로는 아직 컴퓨터가 이해할 수 있는 표현 방법이 아니라는 것이다. 매핑 언어의 선택은 매핑 대상 모델에 따라 결정될 수 있는데, EXPRESS-X는 ARM과 AIM의 매핑, 서로 다른 AP 간의 매핑 등 EXPRESS 모델 간의 매핑에 적합하며, UML 매핑 방법은 이질적인(Heterogeneous) 시스템 간의 매핑에 적합하다.

CAD와 PDM 시스템 간에 제품 정보를 교환하기 위한 STEP과 PDM 간의 매핑이 이루어졌다. 또 이를 바탕으로 STEP을 기반으로 한 CAD와 PDM 시스템의 인터페이스에 대해 살펴보고, 이외에도 다양한 형태의 통합을 통합 평면을 통해 제시했다. 이처럼 제품 정보의 교환에 대한 연구는 서로 다른 형태의 시스템들을 통합하는데 활용될 수 있는 것이다. CAD와 PDM 시스템 간의 제품 정보 교환은 PDM 시스템의 입장에서 보면, PDM 시스템을 위한 CAD 인터페이스의 개발로 볼 수 있다. 또 CAD 입장에서 보면, 형상설계에 국한되어 있던 컴퓨터를 이용한 설계 개념이, 제품 정보를 이용한 좀 더 넓은 CAD 개념으로 확장될 수 있을 것이다.

마지막으로 실제 현장의 문제로 D중공업의 제품 개발 과정에서 PDM의 도입에 따른 문제점을 찾아 보고, STEP을 이용한 해결방안을 제시했다. 이에 따라 STEP을 이용한 CAD와 PDM 시스템 간의 제품 구조 정보의 교환에 대한 실험이 수행되고, CAD와 PDM 시스템 간의 인터페이스가 구현되었다. 국제 표준인 STEP을 이용한 인터페이스의 구축은 그 개방성에 특징이 있어서, 앞으로 다양한 CAD 및 PDM 시스템에 응용될 수 있다.



## 참고문헌

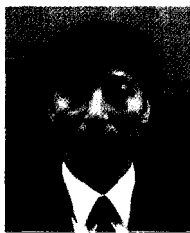
1. Fowler, J., "STEP for Data Management, Exchange and Sharing". Technology Appraisals, 1995.
2. Demartini, C., Rivoira, S. and Valenzano, A., "Product data exchange using STEP". Proceedings of the Tenth International IFIP WG 5.2/5.3 Conference, PROLAMAT98, 1998.
3. Loffredo, D., "Efficient Database Implementation of EXPRESS Information Models", Ph.D Thesis, Rensselaer Polytechnic Institute, 1998.
4. Zhang, Y., Zhang, C. and Wang, H. P., "Interoperation of STEP Application Protocols for Product Data Management". *Concurrent Engineering: Research and Application*, Vol. 6, No. 2, pp. 161-169, June 1998.
5. Jami J. Shah, "Synthesis of Consolidated Data Schema for Engineering Analysis from Multiple STEP Application Protocols", submitted for publication, *Computer-Aided Design*, 1998.
6. Yongjae Shin, Soon-Hung Han, "Data enhancement for sharing of ship design models", *Computer-Aided design*, Vol. 30, No. 12, pp. 931-941, 1988.
7. Hardwick, M., Spooner, D., Rando, T. and Morris, K., "Sharing Manufacturing Information in Virtual Enterprises", *Communications of the ACM*, Vol. 39, No. 2, February 1996.
8. Hardwick, M., Spooner, D., Rando, T. and Morris, K. C., "Data Protocols for the Industrial Virtual Enterprise". *IEEE Internet Computing*, Vol. 1, No. 1, pp. 20-29, January 1997.
9. Bailey, I. D. and Mead, M., "EXPRESS-M: A Schema mapping Language", Proceedings of the EXPRESS User Group Conference, 1993.
10. Hardwick, M., Spooner, D. L., Kilty, M. and Jiang, Z., "Mapping EXPRESS AIM's To ARM's Using Database Views: A Comparison of three Approaches", Proceedings of the EXPRESS User Group Conference, 1994.
11. Bailey, I., Hardwick, M., Laud, A. and Spooner, D., "Overview of the EXPRESS-X Language". Proceedings of the 1996 EXPRESS Users Group Conference, Toronto, Canada, 1996.
12. Verhoef, M., Liebich, T. and Amor, R., "A Multi-Paradigm Mapping Method Survey" published in Fisher, Law and Luiten (eds), "Modeling Of Buildings Through Their Life-Cycle". CIB/W78-TG10 publication 180, p 233-247, August 1995, Stanford University.
13. Liebich, T., Amor, R. and Verhoef, M., "A Comparison of Mapping Methods available within the Product Modelling Arena", EXPRESS User Group Meeting, Grenoble, October 21-22, 1995.
14. 안만진, 유상봉, "표준 제품 데이터 변환 방법에 대한 연구", 한국CAD/CAM학회 논문집, 제3권, 제4호, pp. 260~273, 1998.
15. ProSTEP, PDVS(Product daten verwaltungs system), <http://www.prostep.darmstadt.gmd.de>, 1997.
16. ProSTEP, PDMI2(Product Data Modelling on the basis of International standards), <http://www.prostep.darmstadt.gmd.de>, 1999.
17. PDMnet, "STEP PDM Schema", <http://www.pdmnet.org>, 1998.
18. 정운용, 오유천, 한순홍, "인터넷에서 STEP을 이용한 자동차 PDM". 산업공학 IE Interface, 제10권, 제3호, pp. 23-31, 1997년 11월.
19. Owen, J., "STEP: An Introduction", 2nd ed., Information Geometers, 1997.
20. STEPnet, <http://www.stepnet.org>, 1998.
21. PDM Implementor Forum, "Usage Guide for the STEP PDM Schema", <http://www.pdm-if.org>, May 1999.
22. ISO TC/184/SC4/WG11 N013, "Requirements Specification for EXPRESS Mapping Language", January 1997.
23. ISO TC184/SC4 AP203, "Configuration Controlled Design", 1994.
24. Fowler, M., "UML Distilled", Addison-Wesley, 1997.
25. CIMdata, "Product Data Management: The Definition", <http://www.cimdata.com>, 1997.
26. Metaphase Manual, Metaphase Technology, Inc, 1997.
27. MacKrell, J. and Al-Timimi, K., "Integrating PDM with CAD systems", The Tutorial Proceeding of PDM Conference, 1997.
28. Metaphase Technology, Inc. "IDEAS Metaphase Interface", 1999.

## 오 유 천



1993년 연세대학교 기계공학과 학사  
 1997년 한국과학기술원 자동화설계과 석사  
 1997년~현재 한국과학기술원 기계공학과 박사과정  
 관심분야: STEP, Computer Graphics, Product Data Management, EC/CALS

## 한 순 홍



1977년 서울대학교 조선공학과 학사  
 1979년 서울대학교 조선공학과 석사  
 1990년 University of Michigan 박사  
 1979년~1993년 한국해사기술연구소 CSDP 사업단  
 1993년~현재 한국과학기술원 기계공학과 교수  
 관심분야: 설계 전문가시스템, 시스템 통합 (STEP), 형상모델링