

국제표준기반의 건설도면정보 교환 모델에 관한 연구

김인한*, 김 경**

A Study on Construction Drawing Data Exchange Model for Information Interoperability Based on International Standards

Kim, I. H.* and Kim, G.**

ABSTRACT

In the construction industry, construction process includes a variety of design stages with cooperation and regulation by many related disciplines. In addition, the construction market is growing and becoming more complex. With this characteristic, design information has become more and more complicated and difficult to manage by the simple and traditional data management methodology. In the practical field, although CAD has been widely available for the last ten years, related disciplines have not shared digital information efficiently. This paper suggests a construction CAD data exchange model that has been developed through investigation and analysis of Korean construction CAD practices and foreign CAD standards. Moreover, this paper investigates a CAD data exchange model using STEP to improve information availability and overcome the limit of CAD systems.

Key words : Standardization, Construction drawing information, Data exchange, STEP, EXPRESS, EXPRESS-X, DXF

1. 서 론

건설 기술의 급속한 발전에 따라, 건설 과정이 갈수록 복잡해지고 있으며 효과적인 건설 과정 실현의 중요성이 커지고 있다. 건설 과정 상의 정보 교환을 위하여 현재 출력 도면이 주로 사용되고 있으나 갈수록 건설물의 전 수명주기 동안의 정보를 다룰 수 있는 통합된 정보 모델의 필요성이 더 커지고 있는 추세이다. 이러한 추세에도 불구하고, 국내 실정은 컴퓨터 호환을 위한 건설 제도기준이 확립되어 있지 못한 상황이며, 통합 정보 모델 이전의 단계인 건설CAD파일의 교환도 상이한 CAD 시스템 간에 제대로 이루어지지 못하고 있다¹⁾.

현재의 환경에서는 서로 다른 CAD 시스템간이나 동일 CAD 시스템간이라 할지라도 정보의 교환 및 공유의 문제점을 가지고 있다. 즉, 시스템간 그래픽 요소의

구조차이 문제로 완전한 호환성을 제공하지 못하며, 동일한 CAD 시스템이라 하더라도 버전별로 제공하는 기능 및 성능의 차이가 존재하고 있다.

정보 저장의 측면에서도 CAD 데이터 뿐 아니라 폰트 파일, 심벌 라이브러리 등과 같은 부속 파일들을 함께 필요로 하는 경우가 많아서 이 부분에 대한 정보가 함께 관리되어야 하기 때문에 발생하는 문제가 있으며, 응용프로그램이 표준화된 CAD 데이터 파일에 접근할 수 있어야 하나 현재의 시스템들은 단순한 파일 포맷의 제한적 입출력 단계에 머물고 있으므로 정보공유에 어려움이 따른다. 또한 현재의 환경에서는 CAD 정보의 보관 및 추후 재사용에도 커다란 장애가 있다. 추 후 해당 CAD 파일을 재사용하기 위해서는 특정 회사의 응용 프로그램(특정 버전)이 있어야 한다²⁾.

현재의 도면정보가 위에서 제기된 문제점들로 인하여 부분적이고 제한적으로 활용되고 있는데 비해 CALS 제품 표준인 STEP은 기존의 임시 방편적이고 불완전한 자료 교환 및 IGES(Initial Graphics Exchange Specification), DXF, DWG 등의 공유 표준들을 대체할 수 있는 이상적인 정보교환 및 공유 표준으로 정보

*정회원, 경희대학교 건축공학과
**(주)코스펙정보 기술연구소
- 논문투고일: 2000. 9. 2
- 심사완료일: 2001. 4. 24

의 재활용이 가능하고 소프트웨어, 하드웨어에 독립적인 장점을 가지고 있다. 본 논문은 STEP 국제 표준 포맷을 국내 CAD 시스템간의 중립 포맷으로 활용하기 위해서 기존의 상업용 CAD시스템의 데이터와 STEP 표준 포맷의 변환에 관한 연구를 진행하였다.

본 논문에서는 국내 건설시장에서 사실상 데이터 표준으로 사용되고 있는 DXF 파일과 STEP 파일간의 데이터 변환 시스템을 기술한다. STEP 파일은 공통제도 기준(안) 기반의 시범 모델 스키마(KCDS-STEP)를 사용했다. 본 연구에서는 스키마 매핑 언어인 EXPRESS-X언어^[3,4]를 이용하여 서로 다른 파일 포맷간의 변환 관계를 표현한다. DXF와 KCDS-STEP 간의 도면 데이터 변환 시스템을 구현하기 위해서 DXF와 KCDS-STEP 스키마 정의의 그리고 이들 간의 매핑 관계를 정의하는 매핑 정의의 3가지 스키마 정의를 하였다. DXF 스키마와 KCDS-STEP 스키마는 EXPRESS 언어^[6]를 사용하여 정의하였으며, 매핑 관계는 EXPRESS-X 언어를 사용하여 정의하였다. 작성된 두 스키마와 매핑 스키마는 EXPRESS 컴파일러와 EXPRESS-X 컴파일러로 각각 컴파일하여 변환 라이브러리를 구축한다. 이 변환 라이브러리를 이용하여 시범 인터페이스를 작성하였으며 이를 통하여 DXF 파일과 KCDS-STEP 파일간의 데이터 변환이 이루어진다.

2. 관련연구현황

현재 국내에서는 건설분야에서 STEP을 기반으로 하는 도면표준화와 관련한 연구가 미비한 실정이다. 해외 선진국에서는 활발하게 국제 또는 국가별 건설 제도 기준의 확립 및 건설 전자 도면의 호환을 위한 표준을 개발하고 있다. 특히 독일, 일본 등에서는 이차원 제도 목적의 CAD 자료 교환 표준이 STEP 표준과 연계되어 개발되고 있다.

2.1 독일 STEP-CDS

현재 독일에서는 2차원 CAD 데이터 교환을 위한 표준인 STEP-CDS(Construction Drawing Subset using STEP)^[7,8]를 개발 중에 있다. STEP-CDS는 독일의 건설분야와 자동차분야를 대상으로 개발된 2차원 제도 명세이며 국제 표준인 STEP AP202의 레벨 2 적합성 클래스(Conformance Class)와 국제 표준 초안(Draft International Standard)인 STEP AP214의 레벨 4 적합성 클래스에 기반을 두고 있다. AP202^[9]를 기반으로 AP214^[10]에 있는 몇 개의 추가 엔터티(Entity), 기능(Function), 법칙(Rule)을 가지고 있다. AP214는 자동

차 산업의 이차원 CAD 통합자원(Integrated Resources)에 기반하며 이러한 이유로 AP202에는 없는 새로운 기능들이 추가되어 있다^[11].

현재 독일의 몇몇 회사(World Wide Bau사를 포함)에서는 AP202와 CDS 그리고 상용 CAD 소프트웨어(Allplan, Autodesk등) 상호간의 CAD 파일 변환기를 개발 중에 있다.

2.2 일본의 SCADEC

일본의 경우는 보다 광범위하게 STEP 표준을 적용하려는 시도를 하고 있다. SCADEC(Standard for CAD Data Exchange in Japanese Construction Field) 프로젝트를 국가적 차원에서 수행하고 있으며, 이 프로젝트에서는 CAD를 기반으로 한 제도 명세(Drafting Specification)를 개발 중에 있다. 개발 중인 명세는 ISO /STEP AP202의 부분집합(Feature Based Draughting as Subsets of AP202)을 기반으로 하고 있다. 개발 범위는 1) 건설분야에서의 오브젝트 개념의 정보를 모델링하며, 2) 장기적으로 도면을 체계적으로 관리하고, 3) 공공 업무에 국제 표준을 적용함으로써, 국제 상거래 법에 준용하기 위해서이다. 그러므로 제도 기준 자체를 만드는 것은 아니다.

개발 목표는 다음의 4가지를 들 수 있다. 1) STEP-CDS를 적용한 AP202의 서브셋을 정의하며, 2) 실무 가능한 소프트웨어 도구를 개발하고, 3) 약 20개 CAD 시스템과의 이차원 CAD데이터 교환을 실험하고, 4) 장기적인 관점에서 건설분야에서 사용되는 많은 종류의 정보를 명확히 하는 것이다^[12].

일본의 과제는 현재 일본상공부(Japanese Ministry of Internal Trade and Industry)의 예산으로 진행되고 있으며, 국제 ISO/STEP 등에 적극적으로 이를 공개, 홍보하고 있다^[13].

3. 변환 대상 파일 포맷

현재 국내 건설분야에서는 데이터 교환 표준이 정립되어 있지 않은 상태이며 사용하는 CAD시스템에 따라 각기 다른 포맷이 사용되고 있는 실정이다. 아직까지는 국내에서는 데이터 교환을 위한 중립 파일로써 IGES, DXF 포맷 등이 많이 사용되고 있으나, 정보의 범위를 설계, 시공, 유지 보수 등 생산품 전 생애 주기로 확장한 STEP 포맷이 기존 포맷의 단점을 보완한 국제 표준으로 최근 개발되고 있으며, 주요 상용 시스템들이 이를 지원하는 모듈을 속속 발표하고 있다. 본 논문에서는 현재 국내 건설분야 실무에서 가장 많이 사용되고

있는 DXF와 STEP 파일간의 변환을 위하여 각각의 파일 포맷에 대한 분석작업과 작성을 수행하였다.

3.1 DXF

국내 건설시장에서 범용 CAD로 가장 광범위하게 사용되고 있는 AutoCAD™의 내부 데이터 저장 방식은 DWG이지만 그 저장 형태는 비 공개이다. 따라서 AutoCAD™사용자와 AutoCAD™를 사용하여 응용프로그램을 개발하고자 하는 개발자들은 AutoCAD™로 작성된 파일의 내부 저장 형식을 파악 할 수 없기 때문에 DWG로 작성된 파일의 데이터를 읽거나 저장할 수 없으며, 이것으로 인하여 AutoCAD™로 작성된 데이터를 다른 응용프로그램에서 사용할 수 없다. 이러한 문제, 즉 다른 응용프로그램들과 AutoCAD™와의

데이터 교환 방법을 해결하기 위해 개발되어진 데이터 저장 방식이 DXF이며, DXF는 AutoCAD™와의 데이터 교환을 필요로 하는 모든 응용 프로그램들간 데이터의 교환을 가능하게 한다.

3.2 KCDS-STEP

KCDS-STEP은 1999년도 한국건설기술연구원의 '도면정보 표준화에 관한 연구'의 일환으로서 경희대학교 건축정보연구실에서 동 연구의 성과물인 공통제도기준(안)의 분석과 STEP AP202, AP214, 독일의 STEP-CDS, 일본의 SCADEC 엔터티 정의의 분석을 통하여 작성된 한국 도면표준 시범 스키마이다.

KCDS-STEP은 AP202를 기반으로 하였으나, 일부 엔터티 정의는 필요에 따라 변경되었다. 예를 들어 한

Table 1. Comparison of STEP-AP202 entities and KCDS-STEP entities

항목	이름	AP202	KCDS-STEP	비고
Entity	annotation_fill_area	boundaries	Boundaries layer	DXF의 Solid Layer 참조용
	Curve		layer: STRING;	DXF의 Line, Ellipse, Circle 등의 Layer 참조용
	pre_defined_colour		color_index: INTEGER;	DXF의 color index 참조용
	text_literal	Literal Placement Alignment Path font	Literal Placement Alignment Path Font Layer font_height	Layer: DXF의 text, Mtext의 Layer 참조용 Font_height: DXF의 text, Mtext의 size 참조용
	attribute_classification_assignment	정의되지 않음	assigned_classification attribute_name role	Muulti_language 지원을 위한 Entity
	attribute_language_assignment	정의되지 않음	items	Muulti_language 지원을 위한 Entity
	attribute_value_assignment	정의되지 않음	attribute_name attribute-value role	Muulti_language 지원을 위한 Entity
	attribute_value_role		Name Description	Muulti_language 지원을 위한 Entity
	classification_role		Name Description	Muulti_language 지원을 위한 Entity
Rule			restrict_multi_language_for draughting_title	AP202에는 정의되지 않음
			restrict_multi_language_for measure_representation_item	AP202에는 정의되지 않음
			restrict_multi_language_for presentation_layer_assignment	AP202에는 정의되지 않음

국어 지원을 위하여 multi_language관련 규칙(Rule)이 추가되었고 기존의 상업표준CAD파일과 원활한 정보 교환을 위하여 몇 개의 엔터티 에트리뷰트가 추가되었다(Table 1 참조).

4. 구현

본 연구의 구현은 4단계의 개발 수준으로 나누어 진행되며, 본 논문에서는 제 1단계 구현을 설명한다. 4단계로 나누어진 내용은 일본의 SCADEC개발 계획과 큰 차이점은 없으나 레이어 기능 등 구조화 기능을 제 1단계에서 구현하였다. 전체 구현을 단계별로 살펴보면 다음과 같다.

- 1단계 : 도면에 그려진 표현을 그대로 형상만을 컴퓨터 화면이나 출력 장치에 표현하는 단계
- 2단계 : 2차원 CAD 시스템에서 사용되는 최소한의 구조화 기능(블록화 등)만을 구현하는 단계
- 3단계 : 2차원 형상의 상호 관련성을 인식하는 단계
- 4단계 : 건설분야에서의 객체 개념을 가지고 모든 객체들이 상호 관련성을 가지고 표현되는 단계

4.1 전체 시스템 구성

본 연구에서는 DXF 스키마, KCDS-STEP 스키마 그리고 이 두 스키마간의 매핑을 위한 매핑 스키마를

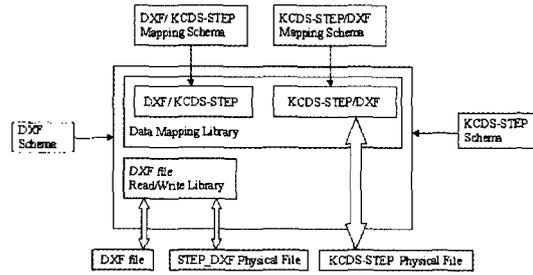


Fig. 2. DXF-KCDS_STEP converter system architecture.

작성하였으며, 이러한 스키마들을 활용하여 DXF 파일을 ISO STEP Part21 파일로 변환하기 위한 모듈을 개발하였다. 이 내용을 다이어그램으로 표현하면 Fig. 2와 같다. 또한 개발된 스키마들을 이용하여 실제 시스템 상의 구현을 위한 시범 인터페이스의 구현을 하였다.

4.2 시범 모델 스키마(KCDS-STEP)

건설분야 표준 도면자료교환 체계를 확립하기 위하여, 현 건설 실무에서 적용 가능한 범위 내에서 STEP 호환의 한국 도면표준 시범 모델 스키마(KCDS-STEP)를 작성하였다.

4.2.1 ISO 및 관련 표준 제도 명세의 비교분석

공동제도기준(안)을 ISO 10303 표준 제도 명세를 기반으로 적용하기 위해서는 ISO 10303 AP202, AP214,

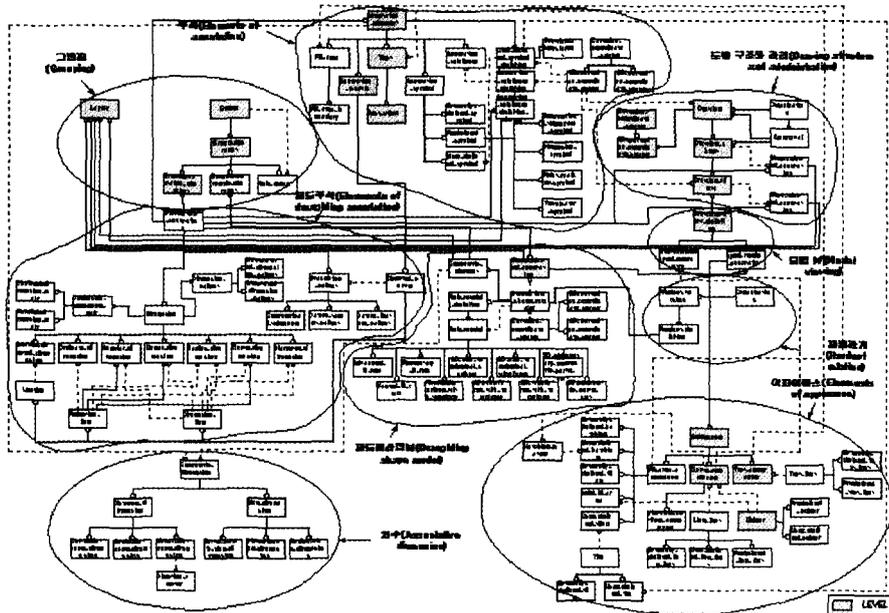


Fig. 1. KCDS-STEP ARM-EXPRESS-G diagram.

독일의 STEP-CDS, 일본의 SCADEC 엔터티 정의 방식을 분석할 필요가 있다¹⁴⁾.

본 연구에서는 이들 스키마들의 정의된 엔터티 비교 분석과 엔터티 select타입의 분석과 ARM의 파악과 AIM의 파악이 이루어졌다.

4.2.2 KCDS-STEP 모델 스키마

ISO 10303 AP202, AP214, STEP-CDS에서 정의된 2차원 제도관련 정보모델은 치수, 제도형상 정보, 도면구조와 관리, 주석, 어피어런스, 제도주석, 그룹핑, 모델 뷰, 제품관계 9개의 정보모델로 분류됨을 파악하였으며, 이의 EXPRESS-G 모델을 기존 AP202 표준 문서의 IDEF1X 다이어그램을 기반으로 작성하였다. 대부분의 부분모델은 AP202 정보모델과 일치하며 몇몇의 엔터티 에트리뷰트가 추가되었다.

4.2.2.1 KCDS-STEP ARM EXPRESS-G 모델

AP202 IDEF1X, AP214, 일본의 SCADEC 표준, STEP-CDS를 기반으로 KCDS ARM을 개발하여 이를 다음 Fig. 1과 같이 EXPRESS-G로 표현하였다.

4.3 DXF 파일 포맷의 스키마

EXPRESS-X를 이용한 데이터 교환을 위하여 DXF 구조를 분석하여 EXPRESS를 이용한 DXF 스키마를 작성하였다.

4.3.1 DXF 파일 포맷의 구조분석

DXF는 도면 파일 내용을 ASCII 텍스트 파일로 표현한 것으로, 블록(기호)정의, 선 종류 정의, 도면 층 정보, 문자유형, 명명된 뷰 포트 등 모든 도면 구성요소를 표현한다.

DXF는 각 도면 요소를 표현하는 섹션(section)으로 구성되며, 전체 구조는 다음과 같다.

헤더 섹션: AutoCAD 데이터베이스 버전, 시스템 변수로 구성되어 있으며, 도면에 대한 일반적인 정보를 표현한다.

클래스 섹션: 응용 프로그램 정의 클래스에 대한 정보를 표현한다.

테이블 섹션: 기호 테이블에 대한 정보를 표현하며, 선종류(LTYPE), 도면층(LAYER), 문자유형(STYLE), 뷰(VIEW) 등의 테이블들로 구성된다.

블록 섹션: 도면의 각 블록 참조를 구성하는 블록 정의와 도면 요소를 표현한다.

엔터티 섹션: 도면의 그래픽 객체를 표현한다.

오브젝트 섹션: 도면의 비 그래픽 객체를 표현한다.

DXF에서의 자료 표현은 객체에 대한 정보의 유형을 의미하는 그룹 코드와 그 정보 유형에 대한 값으로 표현되며, 각 객체는 표현될 수 있는 그룹 코드가 정의되

```

* DXF 그룹 코드 정의
LAYER 2 layer name
      70 standard flags
      (1 layer is frozen, 2 layer is frozen by default,
       4 layer is locked)
      62 color number
      6 linetype name

* EXPRESS 스키마 표현
ENTITY LayerTableRecord
  SUBTYPE OF (SymbolTableRecord):
  SUPERTYPE OF (Layer0):
  frozen : BOOLEAN;
  locked : BOOLEAN;
  off : BOOLEAN;
  viewport_visible : BOOLEAN;
  color : ColorCode
  linetype : LinetypeTableRecord;
  table : LayerTable;
END_ENTITY;

ENTITY Layer0
  SUBTYPE OF (LayerTableRecord):
END_ENTITY;
    
```

Fig. 3. DXF Groupcode and EXPRESS code.

어 있다¹⁴⁾.

4.3.2 DXF 파일에 정의된 엔터티 파악

DXF의 구조는 각 섹션에 따라 객체를 정의 하고 있으며, 각 섹션에 공통적으로 적용되는 그룹 코드와 특정 객체에만 적용되는 그룹 코드를 갖고 있다. 이러한 구조는 EXPRESS에서 객체와 객체들간에 상속의 개념인 상위타입(Supertype)과 하위타입(Subtype)으로 표현 될 수 있다(Fig. 3 참조). 또한 각 섹션의 객체에 공통적으로 적용되는 속성을 최상위개념 엔터티(Object)로 정의함으로써 모든 객체는 오브젝트 엔터티의 속성을 상속 받게 된다.

각 섹션에서는 섹션의 구조화를 위해 섹션에 공통적으로 적용되는 속성을 갖고 있는 상위 엔터티를 정의 하고, 그 섹션에 속하는 객체들이 상위 엔터티의 속성을 상속 받아 자신의 속성을 첨가하여 정의된다.

최상위 객체와 각 섹션의 상위 객체로는 오브젝트(Object), 엔터티 섹션, 테이블 섹션, 블록 섹션으로 정의 된다.

4.3.3 DXF 파일에 정의된 엔터티 상호 연관성 파악

객체들간의 관계는 DXF구조에서 표현되지 않는 속성이지만 EXPRESS 스키마에서는 엔터티화 된 객체들이 그룹 코드 값을 갖고 있는 엔터티가 속성 값으로 표현되어 엔터티들간에 관계가 존재할 수 있다.

예를 들면 DXF에서 Insert는 속성 값으로 블록 이름을 문자로 정의하고 있지만, EXPRESS로 정의된 BlockReference는 아래와 같이 블록 정보를 보관하고 있는 BlockTableRecord를 속성 값으로 갖게 된다.

4.3.4 DXF 파일의 레이어(Layer)구조화에 따른 스키마

레이어는 도면의 레이어 테이블을 관리하는 엔터티로 테이블 섹션의 상위 타입인 SymbolTableRecord의 하위 타입으로 정의되며, 모든 도면에 공통적으로 존재하는 0번 레이어를 하위 타입으로 갖고 있다.

4.3.5 DXF 파일의 블록 구조화에 따른 스키마

블록은 블록 섹션에 속하는 객체로 블록정의에 의해 생성된 객체에 대한 정보를 저장하고 있으며, 저장 공간에 따라 하위 타입으로 Paperspace와 Modelspace를 갖고 있다.

4.3.6 DXF 파일의 속성(attribute) 구조화에 따른 스키마

속성은 객체 속성 정의에 사용되며, 텍스트와 공통적으로 사용하는 그룹 코드를 갖고 있다. 이러한 특성은 속성 객체를 텍스트 객체의 하위 타입으로 정의함으로써 정의될 수 있다.

4.4 매핑 스키마

스키마 매핑 언어는 스키마에 의해 기술된 응용 모델 간의 데이터의 변환을 용이하게 하기 위해 엔터티 인스턴스들이 스키마들 사이에서 어떻게 매핑 되는가를 기술하는 언어이다^[16]. 기존 데이터 포맷에 대한 표준 포맷으로 변환 사용을 위한 것 뿐만 아니라 서로 다른 이 기종 CAD간의 데이터 교환을 위해서는 매핑 스키마의 사용이 필요하다.

4.4.1 변환 시스템 구현을 위한 도구(ISO EXPRESS-X)

EXPRESS-X 언어는 현재 ISO 10303의 표준 문서는 아니지만, EXPRESS-V 언어(ISO/TC184/SC4/WG5 N251)와 EXPRESS-M 언어(ISO/TC184/SC4/WG5 N253)의 조합으로 개선 개발되었으며, 현재 CD (Committee Draft)안이 제출되어 투표과정에 있다.

EXPRESS-X 언어에서는, 두 개의 응용 모델 간의 데이터 변환을 정의하기 위해서 3개의 스키마 정의가 필요하다. 첫번째 스키마는 매핑을 수행할 응용 모델에 대한 스키마(본 논문에서는 DXF스키마)이고, 두 번째 스키마는 매핑 스키마 정의에 의해 생성되는 응용 모델에 대한 스키마(KCDS-STEP 스키마)이다. 이 두 개의 스키마는 모두 EXPRESS 스키마를 사용하여 정의하며, 전자를 베이스 스키마라 하고 후자를 뷰 스키마라 한다. 세 번째 스키마는 매핑 스키마라 하며, 위의 두 스키마들의 엔터티 사이의 매핑 관계를 정의한다.

4.4.2 DXF와 KCDS-STEP 스키마간의 타입정의

본 연구에서 개발된 DXF EXPRESS 스키마와 제안된 KCDS-STEP 스키마간의 타입 정의는 세 가지로 분류된다. 첫번째로 DXF 스키마와 KCDS-STEP 스키마에서 같은 타입으로 분류가 된 엔터티일 경우, 상호

대응되는 엔터티끼리 매핑하면 되므로 매핑 절차가 간단하다. 두 번째로, 두 스키마에서 정의된 엔터티가 같지는 않지만 상호 매핑이 가능한 경우이다. 이 경우는 일대일 매핑이 아니라 다 대 일 또는 일 대 다 엔터티가 상호 매핑된다. 이러한 경우, EXPRESS-X의 COMPOSE기능을 써서 매핑을 할 수 있다. 마지막으로 상호 매핑이 불가능할 경우이다. 이 경우는 엔터티가 하나의 스키마에는 정의가 되어 있으나, 또 다른 스키마에서는 정의가 되어 있지 않은 때이며, EXPRESS-X를 사용하여 매핑이 불가능하다. 예를 들면 DXF 스키마의 엔터티 중 AutoCAD™의 서드파티 업체들의 어플리케이션에 관련된 항목을 나타내는 APPID같은 경우 KCDS-STEP 스키마에는 해당 항목이 정의되지 않아서 매핑이 불가능하다. 1단계의 구현에서 필요한 엔터티들의 KCDS-STEP포맷으로의 매핑에는 큰 문제는 없었으며, 필요한 경우 매핑 대상 스키마의 수정을 통하여 필요한 엔터티의 항목이 매핑이 가능하도록 수정하였다. 향후 두 스키마간의 상호 변환이 이루어질 수 있도록 KCDS-STEP스키마 확장에 대한 연구가 필요하다.

Table 2는 현재 1단계 연구에서 매핑이 이뤄진 엔터티들의 변환관계를 나타낸다.

4.5 시범 인터페이스 구현

본 연구의 일차적 결과물인 KCDS-STEP 스키마를 기반으로 한 응용 소프트웨어 활용성을 검증하기 위하여 시범 인터페이스를 구현하였다. 이를 위하여 EXPRESS로 작성된 스키마를 목표 프로그래밍 언어로의 매핑과 데이터 저장소의 생성 그리고 인터페이스를 작성하였다.

4.5.1 목표 프로그래밍 언어로의 매핑

목표 프로그래밍 언어로의 매핑은 특정 프로그래밍 언어를 사용하여 EXPRESS 기반의 응용 프로그램을 작성하기 위한 방법으로, 이 작업에는 STEP 데이터를 조작할 수 있는 라이브러리와 스키마를 정의하는 EXPRESS, 그리고 목표 프로그래밍 언어의 컴파일러가 사용되었다. 목표 프로그램 언어로의 매핑의 과정을 그림으로 설명하면 Fig. 4와 같으며, 목표 프로그램 언어로의 매핑 과정을 통해 목표 프로그램 언어에서 STEP 저장 형식의 데이터를 조작할 수 있는 라이브러리를 생성할 수 있다.

Fig. 4처럼 목표 프로그램으로의 컴파일 과정을 거쳐 작성된 라이브러리 파일과 EXPRESS 스키마를 정의하는 헤더 파일들을 사용함으로써 EXPRESS 스키마 기반의 응용프로그램을 작성할 수 있다. 본 연구에서는

Table 2. Mapping relation between DXF schema and KCDS-STEP schema

	DXF Element Name	KCDS Element Name
HEADER SECTION	\$EXTMAX \$EXTMAIN	Planar_box Axis2_placement_2d
TABLES SECTION	BLOCK_RECORD	---
	LAYER	PRESENTATION_LAYER_ASSIGNMENT PRESENTATION_LAYER_USAGE INVISIBILITY
	LTYPE	PRE_DEFINED_CURVE_FONT
BLOCKS SECTION	BLOCK	Draughting_subfigure_representation
ENTITIES SECTION	ARC CIRCLE ELLIPSE INSERT LINE LWPOLYLINE MTEXT POINT SOLID TEXT VERTEX	Trimmed_curve Circle Ellipse Draughting_subfigure_representation Line Polyline Text_Literal Point Fill_area_style Text_Literal Vertex

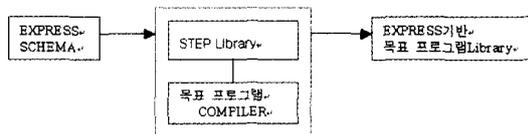


Fig. 4. Program library creation using EXPRESS schema.

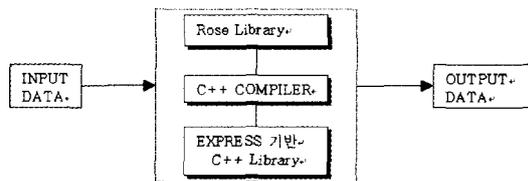


Fig. 5. Application system using library based on EXPRESS schema.

목표 프로그램 언어로 C++를, STEP라이브러리로 ST-Developer의 Rose 라이브러리를 사용하여 EXPRESS 기반의 응용 프로그램을 작성하였다(Fig. 5 참조).

4.5.2 개발된 스키마에 따른 데이터 저장소(Repository)와의 인터페이스

본 연구에서 스키마에 따른 데이터 저장소와의 인터페이스 구현은 매핑 인터페이스를 통하여 구현되었다.

데이터 저장소는 ST-Developer에서 제공되는 ROSE DB를 사용하였다. Rose DB는 ST-Developer에서 내부적으로 제공하고 있는 자체 DB 포맷이며, Rose 라이브러리와 함께 STEP 파일을 읽고, 쓰고, 다루기 위한 기능들이 제공된다.

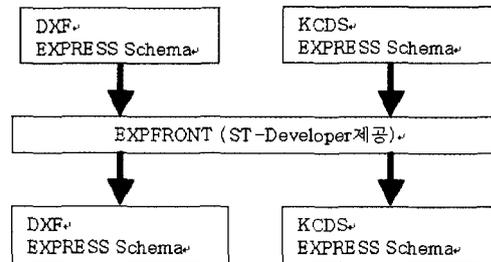


Fig. 6. Database creation using EXPRESS schema.

데이터 저장소와의 인터페이스 과정을 살펴보면 작성된 DXF 스키마와 KCDS-STEP 스키마를 ST-Developer를 이용하여 두 스키마 구조와 같은 Rose 데이터베이스를 각각 생성하였다(Fig. 6 참조).

생성된 Rose 데이터베이스에는 선택한 Input File과 Output File에 해당하는 파일들의 인스턴스들이 저장된다. 실제 매핑 단계에서 인스턴스의 생성단계는 Input File의 인스턴스(본 연구에서는 DXF의 인스턴스를 말한다.)가 DXF ROSE 데이터베이스에 저장되며 매핑 스키마에 위해서 DXF의 인스턴스가 생성된 KCDS-STEP ROSE 데이터베이스의 매핑 대상항목에 인스턴스가 저장되게 된다. 저장된 인스턴스는 Rose 라이브러리를 이용하여 물리적인 STEP 파일을 생성하게 된다(Fig. 7. 참조).

4.5.3 전체 시스템 인터페이스

전체 시범 인터페이스는 파일 기반의 도면정보 교환 모듈과 도면 정보 브라우징 모듈을 포함한다.

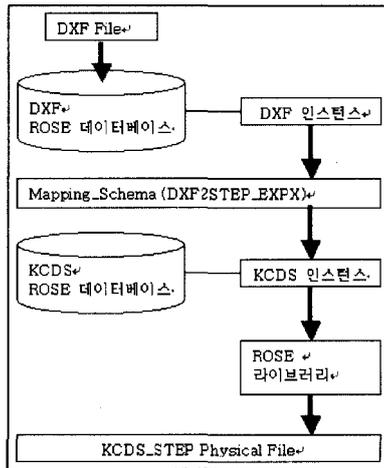


Fig. 7. STEP physical file generating process using database.

DXF_STEP Converter는 AutoCAD R14 DXF파일을 앞서 작성된 DXF 스키마 구조에 맞는 물리적인 STEP파일(DXF-STEP)로 변환시킨다. KCDS_STEP Converter는 변환된 DXF-STEP파일을 EXPRESS-X로 작성된 매핑 스키마를 이용하여 KCDS-STEP파일로 변환한다. 마지막으로 KCDS_STEP Viewer는 변환된

KCDS-STEP파일의 형상정보를 검색할 수 있다.

5. 적용 및 검증

5.1 KCDS-STEP으로의 변환

본 연구에서는 대한주택공사, 한국수자원공사, 한국토지공사의 도면을 선정하여 이들 도면을 AutoCAD™에서 DXF로 저장한 후 STEP 파일로 변환하였다. 실제 현장에서 쓰이고 있는 기존 시설물 도면을 STEP 기반 도면으로 변환을 통하여 향후 STEP의 현장 적용에 대한 가능성 검토와 기존에 관리되고 있는 도면들에 대한 STEP적용 두 가지 의미를 가지고 있다.

5.2 변환 시스템의 분석

본 연구에서 구현된 변환기는 기존의 CAD 파일을 두 단계에 걸쳐서 변환하는 방식을 택했다. 먼저 DXF 파일을 작성된 DXF 스키마 체계에 맞는 STEP 파일로 변환한 후 변환된 STEP파일을 다시 EXPRESS-X 매핑을 통하여 KCDS-STEP 파일로 변환시킨다. 기존 CAD파일에서 KCDS-STEP파일로의 직접변환방법에 비해서 변환 시간이 많이 걸리며 또한 변환이 불가능한 경우가 생기는 문제점이 발견되었다. 일본의 경우

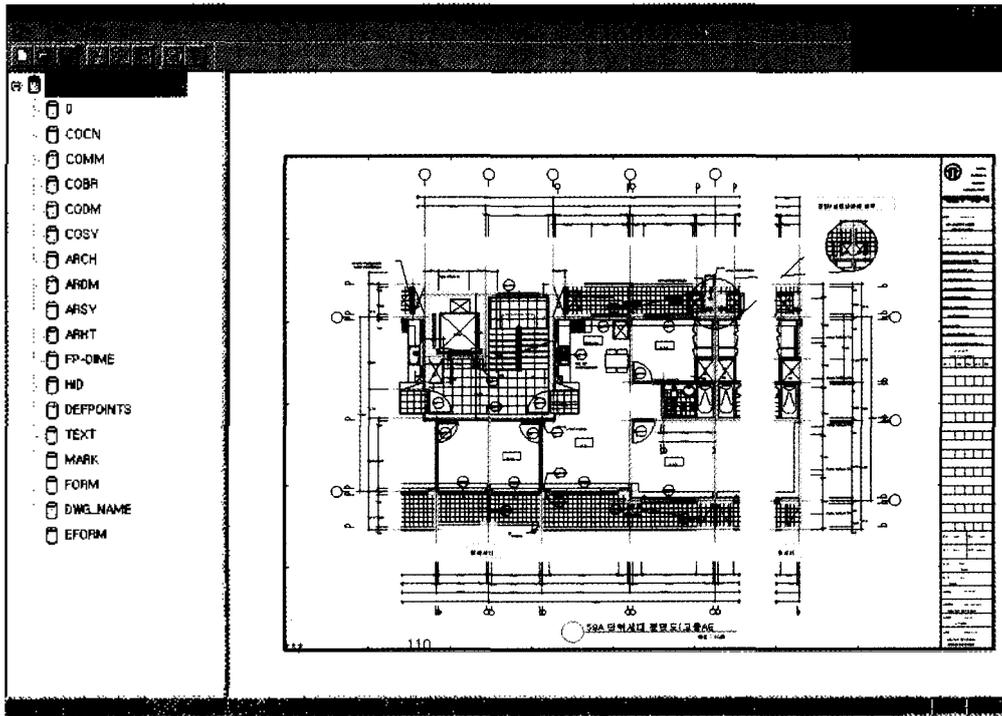


Fig. 8. Converted KCDS-STEP physical file geometric information in KCDS-STEP viewer.

직접변환 방법을 택하여 DXF 파일 포맷을 직접 SCADEC 파일 포맷으로 변환시키고 있다. 하지만 이 경우, 각기 다른 상업 CAD 포맷을 읽을 경우, 모두 각각 독립적인 시스템 개발이 필요하다. 또한 표준 데이터 변환 인터페이스의 구축도 어려우며, CAD 파일 포맷이 변할 경우 변환 시스템 구현을 위한 추적이 어렵다. EXPRESS-X를 이용함에 있어서 변환시간이 오래 걸리는 문제점은 추후 보완되어야 하며, EXPRESS-X 매핑을 직접 프로그래밍 언어를 활용하여 낮은 레벨에서 제어하는 방법도 고려되어야 할 것이다.

5.3 기존 도면과의 비교 및 문제점 분석

본 연구가 대상으로 하고 있는 제1단계(도면에 그려진 형상정보를 화면이나 출력 장치에 표현하는 단계)의 구현대상 엔터티는 DXF에 정의된 엔터티를 전부 포함하고 있지는 않는다. 그러므로 현재 변환할 수 있는 엔터티는 제한적이라 할 수 있다.

이러한 문제는 추후 연계된 프로젝트에서 제2단계(2차원 CAD시스템에서 사용되는 구조화 기능을 구현하는 단계), 제 3단계, 제 4단계의 정보 구조화를 구현함으로써 순차적으로 해결될 것이다.

Fig. 8을 살펴보면 각 엔터티의 형상 표현에는 변환되기 전과 차이 점이 없으나 내부 데이터 구조를 살펴보면 DXF에서는 구조화 되어 표현된 엔터티(치수, 블록 등)가 KCDS_STEP에서는 기본 도형 형상만을 이용하여 표현되었을 뿐 구조적 연관성을 갖고 있지 않다.

예를 들면 DXF에서의 치수는 선, 문자, 솔리드 등의 기본 엔터티가 하나의 치수로 구조화 되어 표현되나 KCDS_STEP 뷰어에서는 각각의 독립적인 엔터티로 표현된다. 또한 뷰어에 한글을 표현하는데 있어서 사용된 그래픽 라이브러리가 한글 벡터폰트에 대한 지원이 없어서 비트맵 처리 방법을 택했다. 이로 인하여 도면 형상 뷰잉 시 Zoom, Pan등의 기능이 사용되면 나머지 벡터로 표현된 형상 정보들과 서로 비율이 맞지 않는 등의 문제점을 나타냈다. 이러한 문제점은 추후 연구과제 진행 시 보완 수정 되어야 할 사항이다.

6. 결 론

본 논문은 건설 실무에서 STEP기반의 CAD표준을 작성하여 국내 건설분야 CAD 자료 교환 체계로 활용방안에 관하여 기술하였다. 공동제도기준(안)의 분석과 STEP AP202, AP214, 독일의 STEP-CDS, 일본의 SCADEC 엔터티 정의의 분석을 통하여 한국 도면표준 시범 스키마인 KCDS-STEP을 작성하였고, DXF 파일

구조의 분석을 통하여 STEP의 제품 데이터 모델링 언어인 EXPRESS 스키마로 정의하였으며, 이들 작성된 두 스키마간의 변환을 위하여 스키마 매핑 언어인 EXPRESS-X를 사용하여 변환관계를 정의하였다. 또한 이들 스키마들간의 적용 및 검증을 위하여 시범 인터페이스를 구현하였다.

본 연구에서는 DXF와 STEP간의 변환을 위하여 STEP의 제품 데이터 교환 표준 언어인 EXPRESS-X를 사용함으로써 추후 대상 스키마의 데이터 구조의 변화에 대해서 대처할 수 있는 이점을 가진다. 이는 일본 SCADEC의 직접변환 방식에 비하여 기존 CAD 시스템의 파일 포맷 변경 시 쉽게 대처할 수 있는 등의 장점을 가진다. 또한 향후 건설CALS 시행 시 기존 디지털 정보들의 표준 포맷으로의 변환의 표준적인 방법을 제시하였다.

하지만 EXPRESS-X를 활용함에 있어서 변환 시간이 오래 걸린다는 단점은 추후 보완되어야 하며, 현재 이를 위하여 EXPRESS-X를 직접 프로그래밍 언어로 활용하여 낮은 레벨에서 제어하는 방법을 모색하고 있다. 또한 현재 변환 대상 엔터티는 DXF에 정의된 엔터티를 전부 포함하고 있지 않다. 그러므로 현재 변환할 수 있는 엔터티는 제한적이라 할 수 있으나 이러한 문제는 향후 순차적으로 해결될 것이다.

도면 정보에서의 STEP데이터의 활용을 위해서는 건설분야의 전 과정에 필요한 정보를 지원하는 방법에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다. 이는 단순한 도면의 표현 뿐 아니라 부재간 관계, 공정순서, 공사일정과 연계, 인적 자원 등 건설분야의 전 과정에 필요한 정보를 국제 표준으로 지원함으로써 앞으로의 건설 CALS시행에 필요한 기술적 요소를 충분히 지원할 수 있으며 프로덕트로서의 시설물 정보를 포함하는 구조를 갖게 됨으로 건설 정보의 사용수준을 높이는 계기가 될 수 있을 것이다. 또한 기존의 사용된 데이터들의 처리 문제를 해결하기 위해 응용 시스템들간의 상호 데이터 교환을 위해 STEP의 응용 프로토폴에 관한 연구와 이들 간의 데이터 변환에 관한 연구가 필요하며 네트워크 기반의 데이터의 변환 및 공유, 그리고 교환이 이루어질 수 있도록 시스템 확장에 관한 연구도 진행되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 1999년도 본 연구는 한국과학재단 산학협력연구(과제번호:1999-31000-001-2)지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. 한국건설기술연구원, "도면정보 표준화에 관한 연구," 한국건설기술연구원 연구보고서, 1999.
2. Fowler, J., *STEP for Data Management, Exchange and Sharing*, Technology Appraisals LTD., UK, 1995.
3. ISO TC184/SC4/WG11, *Product data representation and exchange - EXPRESS-X Language Reference Manual, N066*, ISO, 1999.
4. ISO TC184/SC4/WG11, *Product data representation and exchange - EXPRESS-X Language Reference Manual, N088*, ISO, 1999.
5. ISO TC184/SC4/WG5, *Product data representation and exchange - EXPRESS-X Language Reference Manual, N259*, ISO, 1996.
6. ISO TC184/SC4, *ISO 10303-11-Part 11: The EXPRESS Language Reference Manual*, ISO, 1992.
7. STEP-CDS Org., "The solution for CAD data exchange in industrial construction," <http://www.step-cds.de/>.
8. STEP-CDS Org., "CAD-data exchange in Building & Construction - it is time for a persistent improvement," <http://www.step-cds.de/eng/index.htm>.
9. ISO TC184/SC4, *ISO 10303-202-Part 202: Application protocol: Associative Draughting*, ISO, 1995.
10. ISO TC184/SC4, *ISO 10303-214-Part 214: Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange - Application protocol : Core data for automotive mechanical design process*, ISO, 1999.
11. Hass, W., "Update on STEP-CDS related activities," *Meeting of ISO/TC84/WG3/T22 Building & Construction- German National Activity Report*, 2000.
12. Shin'ichi, S., "Measure Taken by the Ministry of Construction and SCADEC," *Meeting of ISO/TC84/WG3/T22 Building & Construction - Japan National Activity Report*, 2000.
13. JACIC, "SCADEC-SXF 概要," <http://www.cad.jacic.or.jp/developer/aboutSXF.htm>.
14. Hass, W., "Relationship STEP-CDS, Conformance Class 2 of STEP202 and Conformance Class 4 of AP214," 1999.
15. Olfe, D., *Computer Graphics for Design From Algorithms to AutoCAD*, Prentice Hall, 1995.
16. 안만진, 유상봉, "표준 제품 데이터 변환 방법에 관한 연구," 한국 CAD/CAM 학회 논문집, 제3권, 제4호, pp. 260-273, 1998.
17. 예도경, "STEP 데이터의 활용 방안에 대한 연구," 명지대학교 석사학위논문, 1997.
18. STEP 연구회, 제품 모델 정보 교환을 위한 STEP, 성안당, 1996.
19. 김인한, "한국 건축/건설 도면 디지털화의 기술현황 분석 및 개선방안에 관한 연구," 대한건축학회 논문집, 제15권, 제6호, pp. 131-138, 1999.

김 인 한



1988년 서울대학교 건축학과 졸업
 1991년 미국 Carnegie-Mellon대학 석사
 1994년 영국 Strathclyde대학 박사
 1991년 정립 건축 근무
 1991년~1995년 영국 Strathclyde 대학
 Research Fellow
 1995년~1996년 영국 웨일즈 대학
 Research Associate
 1996년~현재 경희대학교 부교수
 관심분야: CALS Design Databases and
 Computer Graphics/Simulation
 Integrated Design Environment
 (ISO/STEP, IAI/IFC) Architectural
 Design Process Theory Design
 Methodology Virtual Design Studio/
 Digital Design Media

김 경



1999년 경희대학교 건축공학과 학사
 2001년 경희대학교 건축공학과 석사
 2001년~현재 (주)코스텍정보 기술연구소 연구원
 관심분야: 프로덕트 데이터 모델(ISO/STEP,
 IAI/IFC) 건설 통합데이터베이스
 시스템
