한국 CAD/CAM 학회 논문집
제 2 권 제 1 호 1997년 3월 pp. 44-52

# 통합 건축 설계 환경에서의 설계 정보의 교환에 관한 연구: STEP을 이용한 Product Modeling 접근 방법†

김인한*, 김유진**

# Design Data Exchange in an Integrated Architectural Design Environment: A Product Model Approach Using STEP Technology

Inhan Kim* and Eugene Kim**

## ABSTRACT

A design process is difficult to describe comprehensively because a design problem has a multi-disciplinary nature and the design itself evolves as solutions are attempted by the designer. The process of design has been investigated in this paper with the purpose of characterizing the role that a system of this kind may have. In defining the system, an approach has been used that privileges the relationships with the existing CAD tools based on data exchange standards in course of definition today. Integrated design environment normally consists of a centralized data model, a data management system and a set of CAD tools. In this study, all further investigations are directed towards the data management system, as one of the main components of the proposed environment. Moreover, product modeling, as a prerequisite for the data management core, is taken into special consideration.

***Key words*** : Integrated design environment, Product modeling, STEP, Data exchange format

## 1. 서 론

설계의 완성을 위한 창의적인 부분들과 최종적인 설계 안의 판단은 건축가에게 남겨져야 하겠지만, 컴퓨터는 인간 능력의 보완적인 측면에서 복잡한 설계 자료를 통합하여 효과적으로 유지, 저장, 평가하는 능력으로 인해 건축 설계 과정에 큰 도움을 줄 수 있다. 전통적인 건축 CAD 환경에서는 통합된 자료 표현과 표준화된 자료 교환 방식(Data Exchange Format)을 통한 설계 자료의 손쉬운 접근이 잘 이루어지지 않아 관련 분야간의 충분한 상호 협조가 이루어지기 어려웠다.

바람직한 컴퓨터 설계 환경에서는 건물 설계 시 여러 설계 단계별로 그리고 각 부분별로 여러 가지 표현 방법의 지원이 가능하여야 하며, 설계에 관여된 여러 분야간의 효율적인 자료 교환을 할 수 있어야 한다. 다시 말해서 통합 설계 환경은 여러 가지의 건물 설계 도구들이 복잡한 특정 프로젝트 자료들을 설계 객체의 전 수명 주기(life-cycle) 상에 여러 개의 기준에 따라 효과적인 평가를 할 수 있어야 한다. 통합 설계 환경에서는 건축의 효율적인 면을 쉽게 예측하고 효과적으로 대응하게 되어 설계의 질을 높일 수 있게 된다[1].

본 연구에서는 제품 모델링(product modeling) 접근 방법을 사용한 객체 지향적인 건축 설계 환경을 제안한다. 본 연구의 결과로 구현된 ID'EST(Integrated Design Environment using STep) 환경에서는 1) 건물 각 자료 표현에 의미를 부여하기 위한 통합된 자료 모델과 2) 각각의 건물 설계 도구들을 서로 연결시키기 위한 자료 관리 틀(Data Management Framework)과 3) 여러 가지의 프로토타입(prototype)설계 도구[2]들을 포함한다.

†본 연구는 1996년도 경희대학교 교비 지원에 의한 결과임
*정회원, 경희대 건축공학과
**경희대 건축공학과

## 2. 통합 설계 환경

### 2.1 전통적 건축 CAD 시스템의 단점

전통적 CAD 시스템들은 건축 실무에서의 통합적인 사용을 제한하는 구조적이고 근원적인 문제점들을 가지고 있다. 첫째, 거의 모든 전통적인 CAD 시스템은 순수한 기하학적인(geometric) 자료 모델에 기반을 두고 있어서 건축 설계에 필요한 비기하학적인 다른 정보는 기하학적인 특성(entity)에 연결하여 저장하여야 한다. 이러한 관계는 의미적으로 종속적인 연관 관계를 기술하는 능력을 제한한다. 둘째, 낮은 차원의 자료 정보 교환에 근간을 두고 있기 때문에 각 도구간의 자료 교환에 제한이 따른다. 다시 말해서, 객체 차원의 모델 근간의 교환보다는 기하학적인 표현 차원의 DXF나 IGES의 차원에서 자료를 교환하기 때문에 실무에서 다른 여러 도구들의 통합이 어려운 실정이다. 그러므로 한 건물 내의 한 객체에 대한 정보들이 다른 설계 도구간에 교환하기 어렵다. 건물의 벽을 예로 들면, CAD 시스템의 벽 심볼, 스프레드쉬트를 이용한 벽의 원가계산, 벽의 견적서 그리고 프리젠테이션 단계의 3차원적인 정보들간의 자료 교환이 쉽지 않다. 결과적으로 CAD 시스템은 그들 근간의 자료 관리 시스템(Database)의 결합으로 통합하는 기능을 못하고 있다.

### 2.2 통합 설계 환경의 기본 구조

통합 설계 환경(IDE: Integrated Design Environment)의 구조는 각각의 모듈과 기능들이 전체적 시스템의 구조와 일치되게 하는 것이 중요하다. 또한 IDE는 작은 부분별로 유지하기 적당하게 나뉘어져야 하므로 모듈 구조(Modular Structure)는 제안된 환경의 필수 요소이다. 이 구조는 정보 숨김(Information Hiding)이라고 일컫는 디콤포지션(Decomposition) 기준에 근거를 두고 있다. 이것은 독립적으로 바뀔 수 있는 시스템의 각 요소들이 다른 모듈에는 영향을 끼치지 않게 숨겨지는 것을 의미한다.

IDE는 자료 관리 시스템, 그리고 컴퓨터 근거의 설계화 측정 도구들로 구성된다. 자료 관리 시스템은 설계가 일관성을 가지고 유지될 수 있게 설계 자료를 구성하며 여러 가지의 설계 도구들이 사용될 수 있게 틀을 짜는 역할을 한다. 이 틀은 앞서 제안한 통일된 자료 모델에 종속되는 구조를 가지고 있다. 컴퓨터 근거의 설계 도구들은 설계자들이 설계 결과물을 창조하고 평가하며 그것의 타당성을 조사한다. 이러한 도구들은 통일된 자료 모델들을 하나의 목적 편집기로서 취급된다. 그것들은 통합 자료 모델로부터 관련된 자료들을 받고 이러한 자료들을 고유의 분리된 자료 구조로 매핑(Mapping)하며, 그들 안의 자료 구조의 일관성을 유지하기 위해 바뀌어진 자료를 모델로 보낸다.

결국 다른 모듈에서 쓰여지지 않을 자료들만이 그 설계 도구의 독립적인 데이터베이스에 저장된다. 더 상세한 모든 조사는 제안된 환경의 주요 부분인 자료 관리 모듈로 전해진다. 이러한 자료 유지 틀의 전제 조건으로 제품 모델링(product modeling)이 주요 고려 대상이 된다.

#### 2.2.1 STEP을 이용한 건축 자료 모델링

제품 모델링은 제품에 관한 사실, 개념, 또는 생산 과정에 대한 추상적 묘사를 제공하는 정보 모델(Information Model)을 만들기 위한 하나의 과정으로 이해해야 한다[3]. 이러한 종류의 자료 모델은 한 인공 부산물의 초기 단계부터 마지막 수명 주기에 대한 정보 부분을 기술하기 때문에 일반적으로 제품 모델(PM: Product Model) 이라고 부른다.

PM에 사용된 기본 개념은 대상 목적물을 상부/하부의 위계에 따른 관련성 내의 특성을 묘사한다. 이 특성은 그것의 성질들과 관련성 그리고 제한 조건들을 지정한다. 또한 PM 방법은 개념적인 단계와 실제 자료 입력 단계의 구분을 분명히 한다. PM은 이후에 저장되는 정보의 구조를 어떠한 실제 포맷 형태와는 관련이 없는 체계(schemata)로 표현한다.

PM의 연구 방향은 국제 표준인 STEP의 직접적인 영향을 받으며, STEP 내의 AEC(Architectural, Engineering and Construction) 그룹은 건축과 토목의 영역을 포함하는 표준 자료 표현을 위한 여러 응용 프로토콜과 응용 통합 자원을 정의한다. 그 외에도 AEC와 관련된 많은 연구 단체들이 GARM[4], AEC BSM[5], RATAS[6] 또는 유럽 과제인 COMBINE[7], COMBI[8] 등 통합 건설 모델링에 관한 연구가 되어왔다.

#### 2.2.2 과정(process)으로서의 건축 자료 모델링

본 연구에서는 생산 모델링을 주로 분석, 설계, 실행의 3가지 국면을 포함하는 개발 과정으로써 기술하고자 한다.

1) 분석(Analysis): 높은 차원의 추상적인 개념 모델의 생성이 있게 된다. 이 단계에서는 관련된 지식을 가지고 있는 건축가와 건축 공학자들의 도움이 필수적이다.

2) 설계(Design): 개념 모델의 완성, 즉 중립적 자료 기술 형태의 추출이 있게 된다.

3) 실행(Implementation): 다른 설계 도구에 있어서

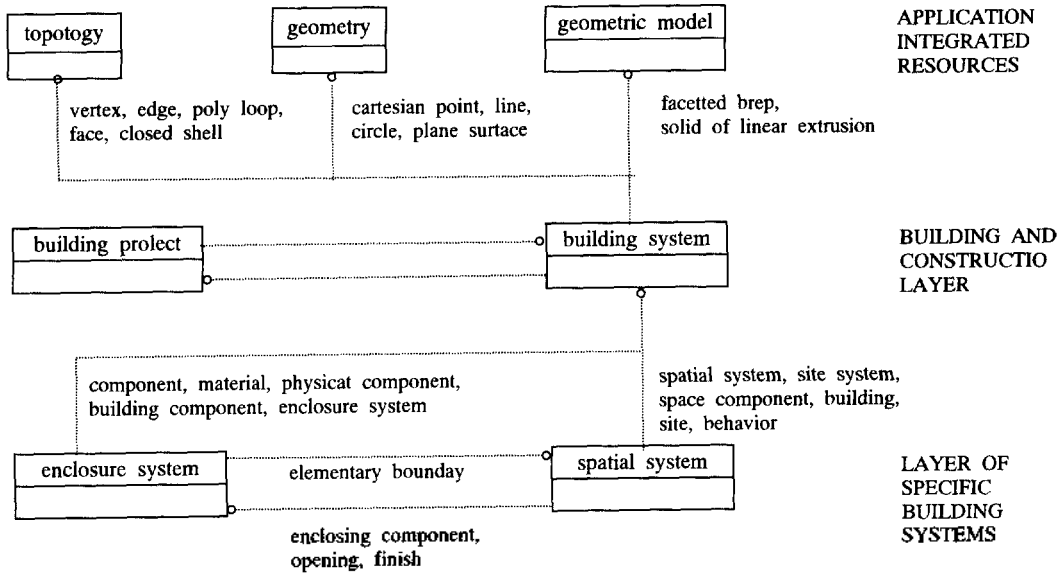



**Fig. 1.** Schema level model of ID' EST.

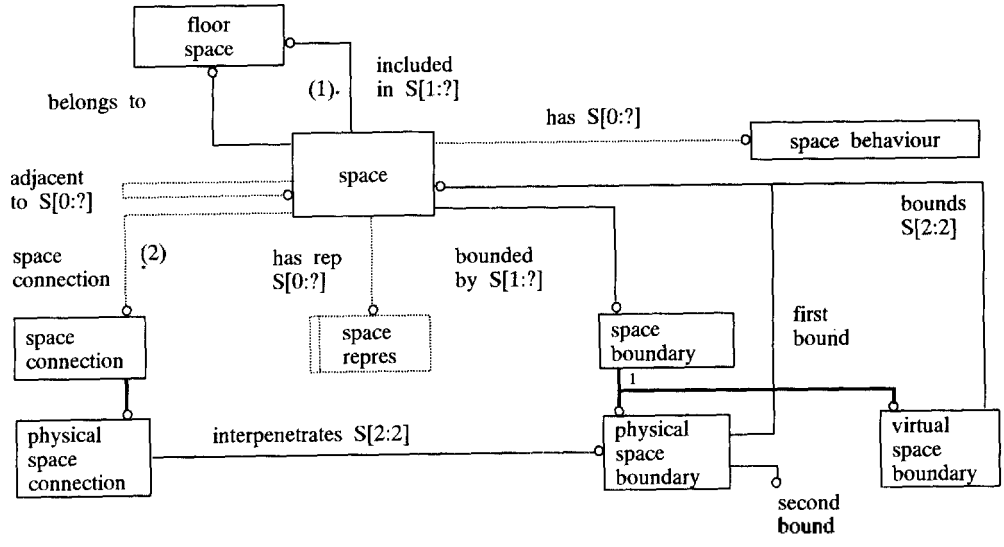



**Fig. 2.** Partial entity level model of space in EXPRESS-G.

설계의 복수적 표현을 위한 설계 자료를 통합하고 제어하는 실행 형태의 개발이 있게 된다.

ID'EST 내의 첫번째 분석 단계에서 PM은 주로 각각이 다른 개념의 체계(Schemata)를 가진 두 가지 주된 층(layer)으로 나뉘어 진다(Fig. 1).

1) Building Project와 Building System의 개념 개발 모델을 포함하는 건물과 건설 층

2) enclosure 시스템과 공간 시스템의 개념을 포함하는 특정 건물 시스템의 층

모든 체계는 STEP 방법을 따르는 통합된 자원을 이용하므로 형태(topology)와 기하학(geometry) 그리고 기하학적 모델에 관한 기본 자원의 부분 집합이 응용 통합 자원으로 정의가 되었다.

PM의 개발은 EXPRESS-G를 사용해 수행되었다. 공간 시스템(Spatial-System)의 체계(Schema) 내에 있는 부분 모델인 공간(Space)은 건축적인 물체의 자료 입력 정의를 설명하기 위해 사용되었다. 모델 내의 관련성을 표현하기 위해 EXPRESS-G 문구로 Fig. 2와

같이 설명될 수 있으며 이를 EXPRESS-G 언어로 표현하면 다음과 같다.

```
ENTITY space
  SUBTYPE OF (artificial_space);
    belongs_to     : floor_space;
    included_in    : SET [1:?] OF floor_space;
    bounded_by     : SET [1:?] OF space_boundary;
    connected_by   : OPTIONAL SET [0:?] OF space_
                     connection;
    adjacent_to    : OPTIONAL SET [0:?] OF space;
    has_rep        : OPTIONAL SET [0:?] OF space_
                     repres
    has            : OPTIONAL SET [0:?] OF space_
                     behaviour;
WHERE
  WR_1: SELF.included_in[1] = SELF.belongs_to;
  WR_2: (SIZEOF(QUERY  temp < *SELF.bounded_
        by | TYPEOF(temp)
    = 'SPATIAL_SYSTEM.VIRTUAL_SPACE_
      BOUNDARY')) > 0 OR
      (EXISTS (SELF.connected_by));
END_ENTITY;
```

"공간"은 여러 단계의 계층적인 공간들에 의해 정의가 된다. 공간은 오직 한개의 바닥 공간에 속하게 되며 하나에서 여러개의 바닥 공간에 포함될 수 있다. 공간은 적어도 한개의 공간 경계에 의해 제한이 되며, 그것은 실제의 공간 경계일 수도 있고 또는 가상적인 공간 울타리일 수도 있다. 공간은 실제적인 공간 연결에 의해 연결될 수 있다. 또한 공간은 하나에서 여러개의 공간 표현과 하나에서 여러개의 공간 특성을 가질 수 있다. 또 공간은 하나에서 여러개의 다른 공간에 면할 수 있다.

두 번째의 국면에는 모델의 마지막 설계가 이루어진다. 이 단계에서 제한 조건이든지 기능(function) 또는 규칙(rule) 등의 좀더 상세한 기술이 이 모델에 더해진다. 이 단계에서 시각적 표현들이 문자(textual) 형태로 바뀌어지게 된다. EXPRESS는 아직은 여러 가지 제한들이 있지만, 이러한 기술들을 표현할 수 있는 기능을 제공한다. 특히 EXPRESS는 물체의 습성(behavior)의 정의를 지원하지 않는다. 이런 면에서는 객체 지향적 규범(paradigm)의 모든 특징을 제공하지는 않는다. 이 경우는 제한 조건들의 공간이라는 것의 추가적인 기술을 포함하기 위해 EXPRESS에서 제공한 "where"이라는 구절로 표시가 되었다[9].

세 번째 실행 단계에서는 그 EXPRESS 정의가 C++클라스나 DBMS같은 다른 응용 프로그램에 매핑(mapping)된다. 많은 종류의 EXPRESS 수행 도구들이 실제의 자료를 포함할 수 있는 실제 자료 입력 모델을 만들기 위해 사용될 수 있으나 ID'EST의 개발 과정 중에는 NIST[10]에서 개발된 수행 도구들이 이용되었다. EXPRESS 구문에서는 자료를 객체 지향적으로 정의하는데 필요한 모든 것을 제공하지는 않는다. 예를 들어 제한 조건들과 규칙의 정의는 지원되지 않는다.

### 2.3 통합 환경에서의 자료 유지 관리

자료 관리 시스템은 통합 자료 모델의 응용 형태 안에서 자료의 단위들을 해석하고 제어하여야 한다. 그것의 기본적인 자료 구조는 제안된 환경의 PM 정의에 종속된다. 이 시스템은 또한 자료 묘사의 일관된 데이터베이스를 생산하고 유지하여 볼 수 있게 해야 한다. 일관성 검사와 제한 조건 인식도 이러한 모듈들의 책임이기도 하다. 자료 관리 시스템은 또한 파일 기준의 교환이나 직접적인 인터페이스를 이용한 접근에 의해 이루어질 수 있는 설계 도구를 위해 자료 수행을 도와줄 수 있는 통합 인터페이스 툴을 가지고 있다.

이러한 소프트웨어 지원 도구의 도움으로 설계 자료 관리 시스템은 각각의 표현 안에 자료의 구성을 조직하고 여러자료 표현을 걸쳐 동일한 표현을 서로 연결하여 설계가 갈수록 세분화 됨에 따라 서로의 통신을 유지한다.

## 3. 프로토타입 환경: ID'EST

자료 관리 시스템으로써 ID'EST는 몇 가지 모듈로 구성되어 있다(Fig. 3).

1) 자료 모델링 모듈
2) 자료 입력 모듈
3) 자료 분류 모듈
4) 자료 투영 모듈
5) 자료 디스플레이 모듈

이러한 독립적인 모듈간의 상호 작용은 제안된 통합 환경 내에서 일어난다.

### 3.1 자료 모델링 모듈

ID'EST는 STEP의 방법에 따라 개발된 PM을 사용

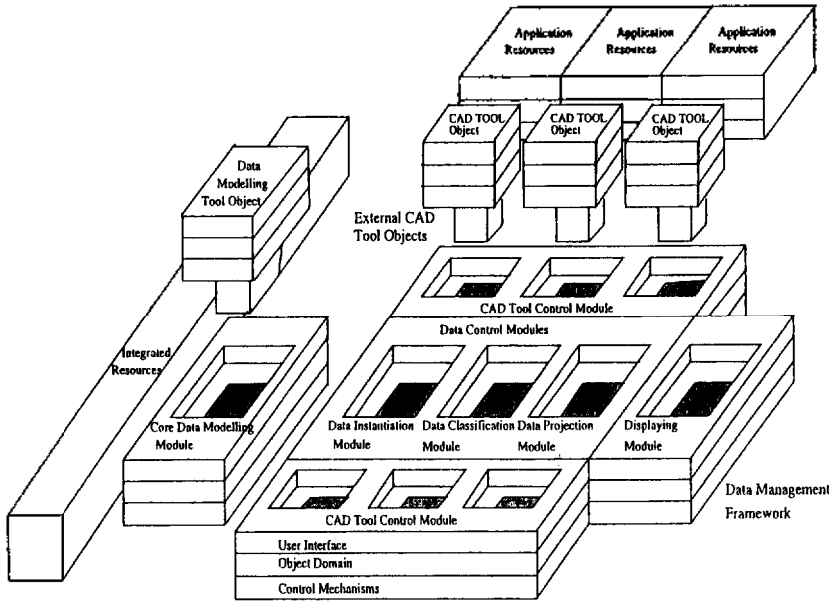



**Fig. 3.** Integrated design environment.

한다. PM은 교환 포맷의 구문을 정의하며 ID'EST에 연결된 설계 도구들은 환경의 일반적인 교환 포맷인 STEP 물리적 파일(physical file)에 기본을 두고 교신을 한다. 자료 모델링 모듈은 모델 안에서 객체를 표현하는 특성의 타입(entity type)을 묘사한다. 이러한 묘사에 따라 자료 입력 모듈은 특성의 인스턴스(entity instance)의 교환과 정의를 허용한다. 결과적으로 통일된 자료 모델이 바뀔 때마다 자료 입력 모듈도 다시 컴파일 하여야 한다.

### 3.2 자료 입력 모듈

자료 입력 모듈은 자료 입력 모델 내에 있는 정보를 만들거나 고치거나 볼 수 있게 한다. 이 모듈은 두가지 종류의 입력을 지원한다.

직접적인 입력은 주어진 PM정의에 따라 자료 입력을 하기 위해 특별히 설계된 도구를 사용한다. 이 자료 입력 모듈의 주요 목적은 주어진 자료 모델에서 정의된 의미상으로 구조화된 특성들을 위해 인스턴스의 조작(manipulation) 환경을 갖기 위한 것이다.

실제로 모든 인스턴스들의 값이 수작업으로 입력된다면 자료 모델의 각 성질(attribute)들의 값을 실제로 부여하는 것은 아주 지루하고 시간이 많이 걸리는 작업이다. 그러므로 자료 입력 모듈은 데이터베이스에 그래픽한 방법이나 구조화된 방법으로 자료를 입력할 때 분류할 수 있도록 방법을 강구해야 한다. 즉, 입력 정보를 단순한 원시적인 정보로써 표현하는 것이 아니라 의미를 가진 물체로 표현할 수 있는 객체 지향적 CAD시스템이 필요하다. 하지만 현재 그러한 도구가 존재하지 않기 때문에 전통적인 CAD시스템이 특별한 약속과 제한을 두면 자료 입력 도구로 사용될 수 있다. 직접적인 자료 입력은 외부의 CAD도구를 사용해 입력한다. 이 경우 건축 프로젝트 데이터베이스의 자료를 사용하기 위해서는 외부 CAD도구의 자료 포맷을 STEP 물리적 파일 포맷으로 변환하는 것이 필요하다.

ID'EST 시스템에서는 미국의 NIST에서 개발된 DataProbe[11]가 사용되어 생산된 정보 모델을 고치거나 볼 수가 있다. DataProbe는 STEP 물리적 파일을 읽거나 합치거나 새로 만들 때도 사용되었다.

#### 3.2.1 외부 CAD 도구를 사용한 자료 입력

건물 설계 인스턴스들의 생산은 보통 전통적인 CAD 시스템들을 사용되어 주로 기하학적인 자료의 입력을 중심으로 되어왔다. 기하학적인 표현 외에도 자료 입력 모델에는 좀더 의미를 가진 정보의 입력이 필요하다. 그러므로 층이나 매크로(macro) 또는 첨가된 성질들 등에 의해 성질을 계승 받는 구조화된 CAD시스템은 필요한 자료를 추출하는데 핵심적인 역할을 한다. 이를 위하여 미국 건축사 협회(AIA)에서 제안된 CAD 그래픽한 자료들을 분류하기 위해 Fig. 4에서 보듯이 층(layer)의 명명 협정(Naming Convention)이 ID'EST에서 사용 되었다. 그 결과 함축적이고 내재된 정보를 객체 지향적 자료 표현에

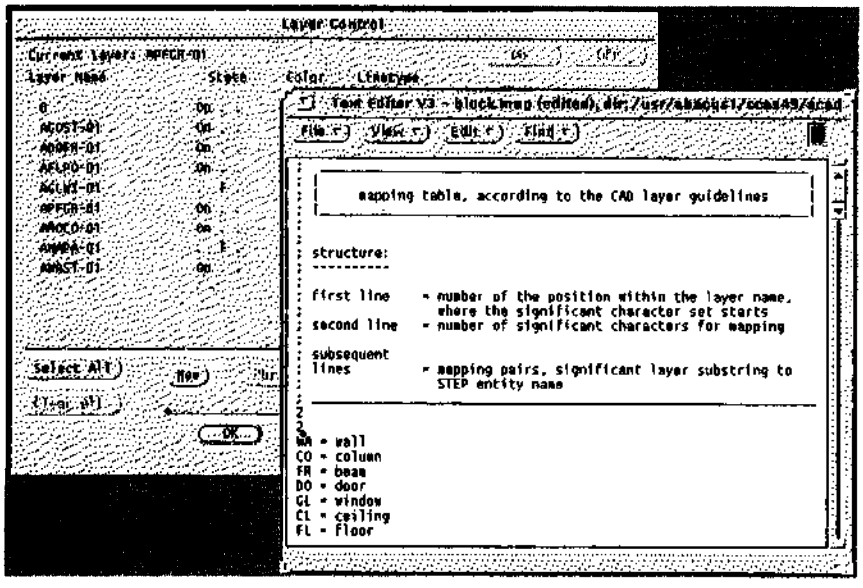



**Fig. 4.** CAD macro structure and the mapping table within the STEP/DXF Interface.

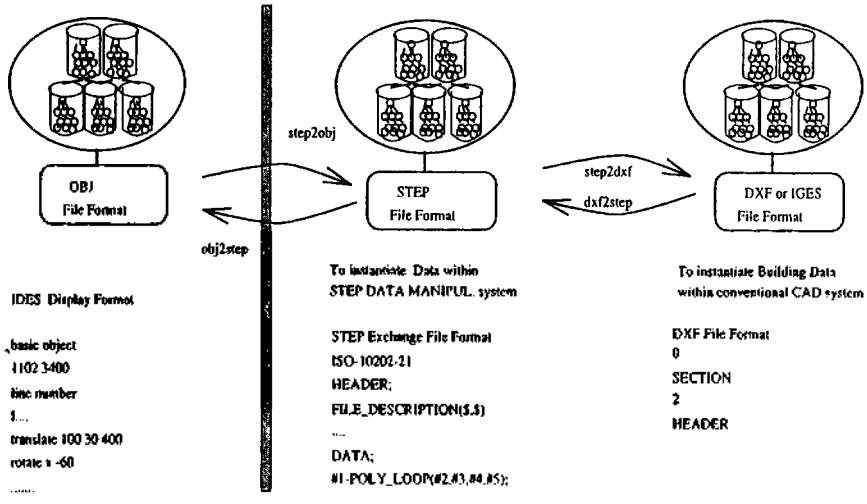



**Fig. 5.** Data exchange, using converters from and to the standard STEP physical file format.

매핑할 수가 있다. 제안된 환경의 부분으로써 개발된 변환 프로그램인 DXF2STEP은 DXF 파일을 읽어 주어진 PM에 따라 STEP 물리적 파일로 변환을 한다. DXF2STEP은 다른 층의 정의들이 쉽게 채택될 수 있도록 사용자가 정의할 수 있는 매핑 테이블을 사용한다. 매핑 테이블은 STEP파일의 특성들과 첨가된 CAD특성들과의 관계뿐만 아니라 특성의 타입(entity type)과 층의 이름과의 관계도 정의를 한다.

그러나 CAD를 사용해 표현할 수 없는 의미를 내포한 정보들도 자료 입력 모델에 더해져야 한다. 이를 위해서 STEP 파일이 읽혀진 후 DataProbe를 사용해 좀더 완벽하게 된다.

전통적인 CAD시스템과 객체 지향적 설계 환경 사이의 파일을 기준으로 한 자료 교환 방식은 새로운 세대의 소프트웨어가 소개되기 전의 중간 기간에 기존의 도구를 사용할 수 있는 길을 보여준다. DXF 2STEP 이외에도 ID'EST는 STEP2OBJ등 다른 변환기를 통해서도 소통이 가능하다(Fig. 5). 모든 변환기들은 자료 입력 모델에서 존재하는 통일된 자료 모델과 다른 모듈에서 사용하는 특정 포맷간의 매핑을

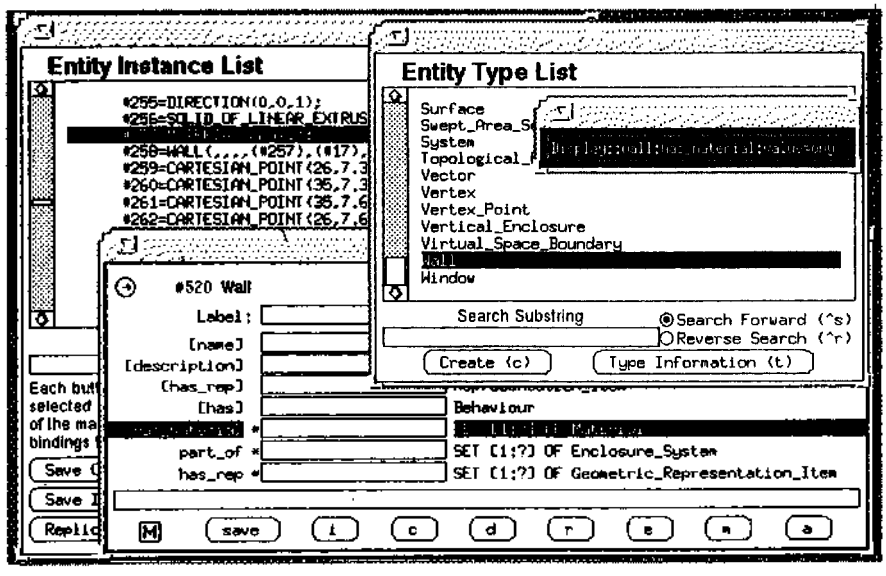



**Fig. 6.** Data classification using the high level command interface.

한다는 공통점을 가지고 있다.

### 3.3 자료 분류 모듈

이 모듈들은 서술적과 시각적으로 객체의 묘사를 취합하기 위해 설계되었으며 사용자의 의도와 묘사를 반영하기 위해서 존재한다.

3.3.1 높은 차원의 명령(command) 인터페이스

ID'EST환경 내에서 과제의 Database내의 요구되는 정보를 보거나 고치기 위해 명령 기준의 인터페이스가 제공된다. 이 언어는 존재물의 특성(entity) 객체와 연계된 여러 기능들의 집합으로 묘사가 되기 때문에 프로젝트 데이터베이스 내의 특성에 질의(query)를 할 수 있게 된다. 예를 들어 특정한 재료들로 구성된 모든 벽들을 검사하기 위해 간단히 다음과 같은 명령을 사용해 프로젝트 데이터베이스 내에 있는 모든 벽들을 반복 조사를 할 수 있으며 그 결과를 화면에 표시할 수 있다(Fig. 6).

Display : Wall : has-material : value = "onyx"

유사한 경우로 ID'EST내에서 입력된 특정 건물의 물량 산출도 쉽게 할 수 있다. 즉 벽들의 총 가격을 다음과 같은 명령을 내림으로써 산출할 수 있다.

retrieve :: wall : has-behaviour : name = "cost"

3.3.2 층(Layer)의 제어

ID'EST에서는 객체의 여러 가지 표현들을 제어하기 위해 전통적인 CAAD시스템인, AutoCAD의 층 제어 기능이 사용되었다. 3차원의 통합된 그래픽 데이터베이스에서 특정 위치의 각각의 평면적인 뷰(view)를 추출하기 위해 층이 정보의 차별화를 이루기 위해 사용되어 질 수 있다. 예를 들어 어떤 물체의 개요만을 위한 것이라면 필요 이상의 상세는 제어되어 추출되지 않는다. 3차원적인 그림을 지원하는 많은 CAD시스템들은 표현 깊이 제어 장치를 사용해 필요한 정보 이상의 것은 숨길 수 있다[12].

### 3.4 자료 투영(Projection) 모듈

이 자료 투영 과정은 사용자 대화 제어 기능과 블랙보드 제어 기구의 결과로 수행된다. 특성 타입과 특성을 체크함으로써 가능한 부분적인 모델 투영이 수행되고 필요한 경우에는 자료 분류 과정이 다시 수행된다. 예를 들어 수행 과제인 건물의 평면도를 갖기 위해서는 건축 분야만의 자료만 검색해야 한다. 제한적으로 선택된 유전을 포함한 적절한 투영과 자료의 분리화 그리고 기하학적인 3차원 자료의 변환(필요한 부분적인 자료의 추출로)이 요구되는 평면도가 생산되어질 수 있다. 이 경우에는 필요한 기둥의 단면이나 위치의 정보가 필요하기 때문에 상위 차원에서 자료의 추상화에 다시 검색이 들어갈 수 있다(Fig. 7).

자료 분류 과정과 자료 투영 과정의 결과로 OBJ란 자료 파일이 생성된다. 이 OBJ 파일은 STEP 파일의 투영된 파일로써, 구조화된 객체들이 표현될 수 있기 때문에 의미를 가진 정보와 구문적으로 구성된 정보도 저장할 수 있다.

이 기하학적인 도면의 표현 조절은 인터페이스 시

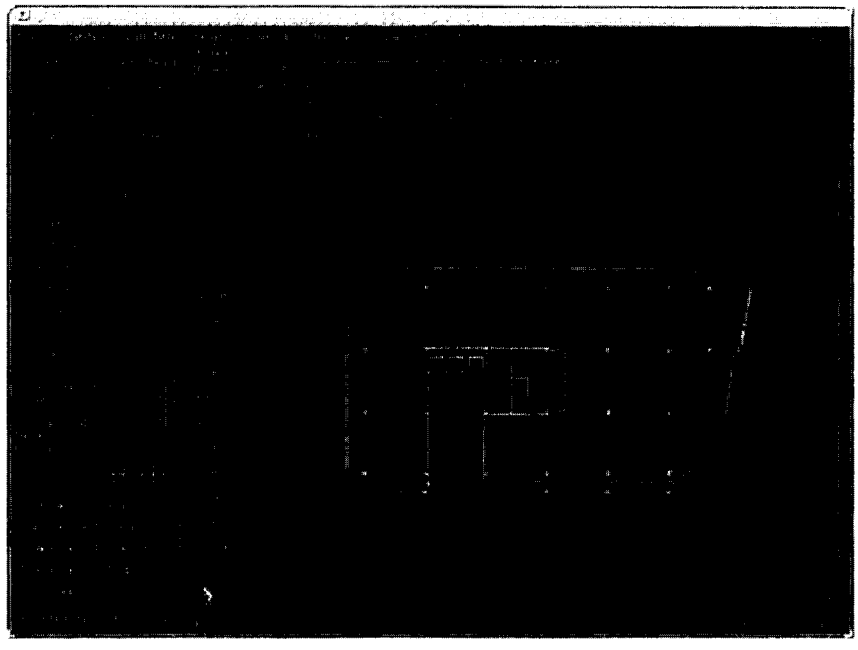


Fig. 7. Dynamically Generated a Plan View of the Test Building.

스템이 자료가 입력된 자료 모델로부터 요구되는 특성을 선택할 수 있게 설계된 인터페이스 제어 도구의 여러 차원의 제어를 통해 제어할 수 있다.

## 4. 결 론

IDE는 건물 설계와 시공 시 여러 분야간의 상호 협조를 유도한다. 또한 이것은 설계 표현의 일관성을 유지하기 위해 제어와 관리를 제공한다. IDE 내에서 여러 가지의 설계와 그 평가를 위한 컴퓨터 도구들이 자료에 대한 접근이 가능하며, 설계 목적물의 특성(behavior) 예측이 가능하다. 이러한 자료들은 시설 관리와 같은 건물 설계 이후의 단계에서도 사용할 수 있다[13].

설계자들은 어떠한 컴퓨터 자료 시스템에서 원하는 목적물의 설계를 위해서는 모든 부분에 대한 정보에 쉽게 접근할 수 있어야 하며, 창의적 가능성을 실험할 수 있는 환경을 가져야 한다. 또한 설계자는 각 설계 단계별 가능한 모든 상호 협조와 일관성을 도와줄 수 있는 모든 협조를 받아야 한다. 본 연구에서 제시된 통합 원형 설계 환경은 통합된 자료 모델과 설계 자료 제어 모듈 그리고 여러 가지의 설계 도구들을 통합적으로 제공함으로써 건물의 초기 설계부터 최종 폐기까지 관련 정보를 통합 유지 관리할 수 있는 작업 환경의 가능성을 보여준다.

## 참고문헌

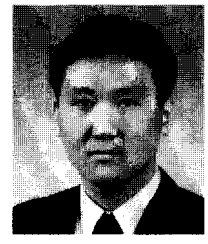

1. 김인한, Carnduff, T., Gray, A. and Miles, J., "An Information System for Concurrent Reuse of Design Data in Building and Engineering Design", In B. Kumar, I.A. MacLeod and A. Retik, Int'l conference on Information Technology in Civil and Structural Engineering Design, Inverleith Spottiswoode Publ., Glasgow, Scotland August, 1996, pp. 35-37, ISBN 1-900957-00-0.
2. 김인한, "Design tools integration in an integrated design environment", In Branko Kolarevic and Loukas Kalisperis, editors, Computing in Design: Enabling, capturing, and sharing ideas, Association for Computer Aided Design in Architecture, ACADIA '95 Conference, Seattle, USA, October, 1995., 72-95, ISBN 1-880250-04-7.
3. ISO/TC184/SC4. Industrial automation systems-product data representation and exchange-part 1: Overview and fundamental principles. Technical Report September, 1992.
4. Gielingh, W.F., Aec product-type modeling, or: "how to use the aec-model?", In F.P. Tolman, W.F. Gielingh, P. Kuiper, P.H. Willems, and H.M. Bohms, ed-

itors, *Four years of Product Modelling: Collected papers*, Organization for applied scientific research: TNO-report, pages 18-35, Netherlands, 1989. IBBC.

5. Turner, J. and Pitman, J., Aec building systems model. Technical report, ISO N 363, AEC No. 1.1.3, Doc No. 3.2.2.4, The University of Michigan, Architecture and Planning Research Laboratory, 1990.
6. Bjork, B.C., Basic structure of a proposed building product model. *Computer-aided design*, 21(2): 71-78, 1989.
7. Augenbroe, G.L.M., Combine. Technical report, Final Report JOUE-CT90-0060, Delft University of Technology, Netherlands, 1993.
8. Ammermann, E., Junge, R., Liebich, T., Katranuschkov, P. and Scherer, R., Concept of the object-oriented product model: Combi-deliverables a2. Technical report, ESPRIT III project no. 6609, 1993.
9. 김인한, Liebich, T. and Maver, T., "Representation and Management of Design Information in an Integrated Environment in Architecture", *An international Yugoslav Journal of Operations Research*, Vol. 5, No. 2 1995, 233-257, YU ISSN 0354-0243.
10. Clark, S.N., An introduction to the nist pdes tool kit. Technical report, NISTIR 4336, National Institute of Standards and Technology, USA, 1993.
11. Sauder, D.A., Data probe user's guide. Technical Report March, National PDES Testbed Report Series, NISTIR 5141, National Institute of Standards and Technology, USA, 1993.
12. 김인한, "A Design System for Concurrent Reuse of Architectural Data", In Kvan, T., editor, The First International Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia, CAADRIA'96, Hong Kong, April, 1996, pp. 163-172, ISBN 9627-75-703-9.
13. 김인한, Carnduff, T., Gray, A. and Miles, J., "Object-oriented design system to support concurrent reuse data in of building and engineering design", In Murphy, J., editor, The Second International Conference on Object-oriented Information Systems, OOIS'95, Springer-Verlag, Dublin, Ireland, December, 1995., 39-44, ISBN 3-540-76010-5.

**김 인 한**

1988년 서울대학교 공과대학 건축공학과 졸업
1991년 미국 Carnegie-Mellon Univ. 건축학 석사 CAAD 전공
1994년 영국 스트라스클라이드 대학교 건축공 박사 CAAD 전공
1995년 영국 국립 Wales대 Research Associate
1996년 ~현재 경희대학교 건축공학과 조교수
관심분야 : 설계 표준화, 자료 모델링(STEP), 객체지향 DB



**김 유 진**

1991년 성균관대학교 공과대학 건축공학과 졸업
1993년 부산대학교 공과대학 건축공학 석사
1996년 미국 Carnegie-Mellon Univ. 건축학 석사 CAAD 전공
1996년 ~현재 경희대학교 건축공학과 연구원
관심분야 : 설계 표준화, 자료 모델링(STEP), 객체지향 DB