

IFC를 이용한 설계정보관리시스템 핵심부 구축

Design Information Management System Core Development Using Industry Foundation Classes

이 근 형* · 진 상 윤** · 김 재 준***
Lee, Keun-hyung · Chin, Sang-yoon · Kim, Jae-jun

요 약

최근 건설산업에서 컴퓨터의 활용이 일반화되어 가면서, CAD, PMIS(Project Management Information System), 구조해석 프로그램, 공정관리 프로그램 등을 통해서 발생하는 정보의 양은 급증하고 있다. 그 정보의 양이 방대해지고, 복잡해지면서 이들 정보를 효과적으로 관리하며, 재활용하는 것이 건설산업의 생산성을 좌우하는 요소가 되어가고 있다. 이러한 상황에서 건설업에서의 정보기술과 CIC(Computer Integrated Construction)에 대한 연구가 진행되고 있다. 최근에는 프로덕트 모델을 이용하여 정보를 통합하기 위한 방안으로 IFC(Industry Foundation Classes)가 IAI에 의해 개발되어서 이를 이용한 정보 공유 및 활용에 대한 연구가 수행되고 있다. 하지만, 이들 연구가 아직 초기 단계에 머물러 있고, 대부분 개념적인 내용을 중심으로 이루어지고 있다. 따라서 IFC를 이용한 설계정보관리시스템 구축을 위한 좀 더 구체적인 모델과 구축 프로세스에 대한 연구가 필요한 상황이다.

본 연구의 목적은 IFC를 이용하기 위해 필요한 요소 기술을 조사하고, 이를 이용해서 IFC를 활용한 설계정보관리시스템의 모델을 제시하고, 제시된 모델에서 핵심적인 기능을 수행하는 프로젝트 데이터베이스와 프로덕트 프레임워크의 역할과 이들을 구축하기 위한 프로세스를 밝히는데 있다. 이들의 주된 역할은 건축정보와 구조정보의 통합과 프로덕트 정보의 다중 통합이며, 이들의 구현을 위한 프로세스로 먼저 '프로덕트 모델링'과 '응용프로그램 개발'의 두 가지를 상위단계의 활동으로 정의하고, 응용 프로그램 개발을 다시 'IFC 스키마 컴파일', '클래스 컴파일', '프로젝트 데이터베이스 스키마 생성', '프로덕트 프레임워크 개발', '프로젝트 데이터베이스 생성'의 다섯 가지 활동으로 정의했다. 이러한 활동들을 위해 이용되는 도구들로 C++ 컴파일러, CAD, ST-Developer, ST-ObjectStore, ObjectStore 등을 제시했다. 이렇게 구축된 프로젝트 데이터베이스의 정보들은 인터넷을 이용한 분산기술과 XML을 이용해서 정보 관련자들 간의 공유 방안 및 '3차원 모델링', '프로덕트 정보 생성', '데이터베이스 생성 및 수정', '여러가지 체계에 따른 모델의 재구성', '모델별 도면 및 시방서 연결', '물량 정보 생성'의 다섯 단계로 제시하였다.

키워드 : IFC(Industry Foundation Classes), STEP, 객체지향, 데이터베이스, 정보 공유, 다중 통합, 분산기술

1. 서론

1.1. 연구 배경 및 목적

최근들어 CIC(Computer Integrated Construction) 연구 분

* 정희원, 한양대학교 대학원 박사과정

** 정희원, 동국대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

*** 정희원, 한양대학교 건축공학부 부교수, 공학박사

이 연구의 일부는 한양대학교 초대형 구조시스템 연구센터(STRESS), '97 건설교통기술 연구개발사업(R&D/97-0002, 초대형 고층건물의 건축계획, 구조, 설비 및 시공 기술개발)', '1999년도 과학기술부 특정연구개발사업(98-NE-04-03-A-02, 설계정보시스템 응용연구)'의 연구비 지원에 의한 결과임.

야 중 건설 정보 통합(Construction Information Integration)에 대한 관심이 높아지고 있다. 기획, 설계, 시공, 유지보수 등의 프로세스간의 정보 통합과 다양한 참여자들이 사용하게 되는 시스템간의 정보 통합에 대한 연구가 주로 수행되고 있다. 그 동안 효과적인 정보 통합을 위한 여러 가지 모델들에 대한 연구가 진행되었는데, 이들을 크게 분류하면, 프로덕트 모델(Product Model)에 대한 연구, 프로세스 모델(Process Model)에 대한 연구(Gielingh, 1998; Bjork, 1992; Froese, 1992), 프로젝트 모델(Project Model)에 대한 연구(Stumpf외 3인, 1996, 진상윤, 1998) 등으로 분류할 수 있다. 특히 최근에는 STEP과 IFC(Industry Foundation Classes)를 이용한 프로덕트 모델에 대

한 연구들이 수행되고 있다.

현재 사용되고 있는 설계도서와 시방서의 경우 실제 건물에 대한 정보를 2차원 기반의 도면과 관련 문서로 표현하고 있기 때문에 실제 건물에 대한 정보의 정확한 표현이 어려운 상황이 발생한다. 이러한 모호성은 때로는 발주자측의 명확한 의사전달을 어렵게 하고, 원활한 프로젝트 진행을 저해하는 요인으로 작용한다. 따라서 최근 들어서 3차원 그래픽 모델과 프로덕트 모델을 이용하여 설계정보를 표현하는 방법들이 활발하게 연구되고 있다.

프로덕트에 대한 연구 중 STEP 표준과 IFC는 계속해서 프로덕트 정보를 표현할 수 있는 모델들을 계속해서 개발하고 있다. 특히 IFC의 경우 현재 2.0버전까지 발표가 되었으며, 앞으로 3.0, 4.0에 대한 개발 계획도 수립되어 있다. IFC는 현재의 견적(Estimating), 시설물 관리(Facility Management) 뿐만 아니라, 건설(Construction), 토목/구조(Civil/Structural) 분야까지 그 적용 영역을 확대해 가고 있다. 처음에는 프로덕트 정보를 주로 표현하는 모델이었지만, 점차 범위가 확장되어 건설업계의 전반적인 관련 정보를 표현하는 표준화된 모델로 자리잡고 있다.

본 연구의 목적은 건설업계의 정보화 모델 중 표준으로 자리잡아가는 IFC를 이용하는 설계정보관리 모델을 개발하고, 모델의 핵심부인 각 정보들을 저장하는 프로젝트 데이터베이스의 구축과 이를 효과적으로 활용할 수 있는 응용프로그램인 프로덕트 프레임워크를 구현하는 프로세스를 제시하는 것이다. 또한 이를 통해 건설 프로세스 전반에 걸친 정확한 의사소통과 통합 프로젝트 관리체계의 기반을 구축하는 것이 연구의 목적이다.

1.2. 연구 범위 및 방법

본 연구는 건설 사업 전체의 생애주기 중 설계와 시공의 인터페이스를 주된 연구 범위로 하고 있다. 프로덕트 모델로는 IFC 1.51 버전으로 사용하였다. 또한 정보의 범위는 전기, 환경 정보는 제외하고 건축 설계 정보와 구조 설계 정보로 한정하여 수행하였으며, 실제 데이터는 아파트 공사에서 발생하는 정보를 이용하였다. 보다 정확하고 다양한 프로덕트 정보를 표현하기 위해서는 가장 최근의 IFC 모델을 사용하는 것이 타당하지만, 현재 상용 CAD 프로그램들이 아직 1.51 버전밖에 제공하지 않기 때문에 가장 최근 버전의 모델을 사용하지 않았다. 이는 CAD프로그램을 이용하여 프로덕트 모델링을 수행하고, 이를 IFC 형식의 물리파일을 생성시키기 위한 별도의 프로그램을 만드는 것은 그만큼 많은 시간과 노력이 투자되고, 현재 이를 전문적으로 만들어서 공급하는 것을 업으로 삼는 업체들이 존재하기 때문에 무의미한 일이라고 판단되었기 때문이다.

본 연구는 궁극적으로 IFC를 이용한 정보관리 시스템 구축을 위한 기반연구로 수행되었다. 설계정보관리 시스템 모델을 제안하고, 시스템의 핵심부가 되는 프로젝트 데이터베이스와 프로덕

트 프레임워크의 역할 및 구현 프로세스를 제시하는 것을 연구의 내용으로 한다.

본 연구를 위해서 먼저 IAI에서 제공하는 관련 문헌 조사를 통해서 IFC의 목적과 개념 등에 대하여 고찰하였다. 또한 IFC를 이용한 시스템을 개발하기 위해 요구되는 기술들을 살펴본 후, 설계정보관리시스템의 모델을 제시하고, 모델의 핵심부의 역할 및 실제 구현 프로세스를 제시하였다.

2. 관련 연구 고찰

2.1. STEP(The Standard for the Exchange of Product Model Data)

STEP은 디지털 제품 정보를 표현하고 교환하는 방법을 기술하는 ISO(International Organization for Standard) 표준(ISO10303)이다. 디지털 제품 데이터는 해석, 제조, 품질관리, 검사, 제품 지원 기능 등과 같은 제품의 전체 생명주기를 포함할 수 있을 만큼의 정보이어야 한다. 이러한 요구조건을 만족시키기 위해서, STEP에서는 기하, 위상, 허용오차, 관계, 속성, 어셈블리, 구성 등의 정보를 포함한다. STEP의 처음의 목적은 중립적인 수단을 개발하는 것이었고, 중요한 성과물 중 하나는 EXPRESS이다. EXPRESS는 객체지향 개념을 사용해서 정보를 정확하게 표현할 수 있게 모델링할 수 있는 언어이다. 이 EXPRESS의 문법은 Part 11에 정의되어 있다. 후에 STEP은 EXPRESS 언어로 표현된 스키마(Schema) 파일의 인스턴스(Instance)라고 할 수 있는 물리파일형식(Physical File Format)을 발표하게 된다. 실제로 이 물리파일을 통해서 서로 다른 프로그램들 상호간의 제품 정보가 교환되게 된다.

STEP 표준은 자체의 구조를 반영하여 주는 여러 파트로 이루어져 있는데, 파트 번호가 작은 것일수록 다른 파트에서 공통적으로 사용되는 내용을 담고 있다. 이러한 파트 문서들은 산업별

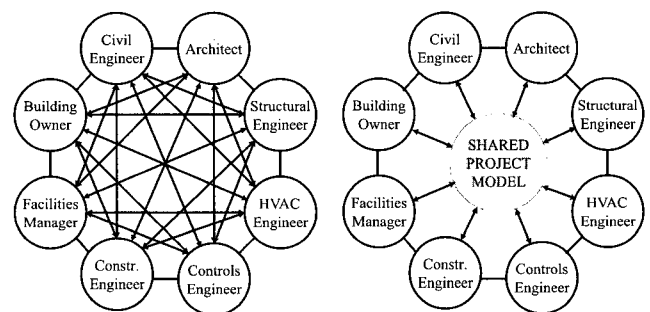


그림 1. 분절된 현재의 정보 시스템과 상호 협업성을 높이는 시스템

1) STEP에서 중립적(Neutral)이라는 표현은 어떤 특정 단체나, 운영시스템(Operating System, OS)이나, 하드웨어 플랫폼과도 독립적이라는 의미로 사용된다.

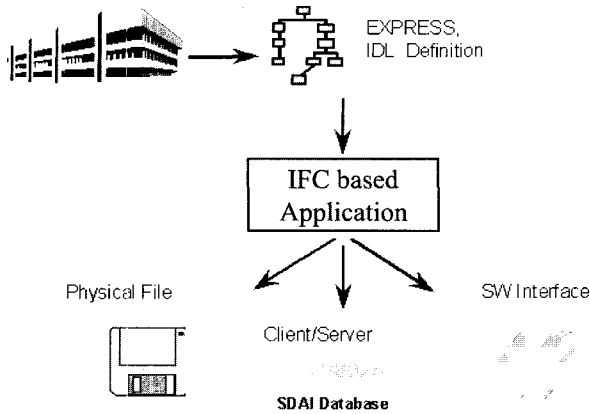


그림 2. IFC를 이용한 정보공유의 방법

로 응용규약(Application Protocol)을 제공한다. 이 중 건물과 관련 있는 파트는 다음과 같다.(NIST 1999)

- AP 225: Structural Building Elements Using Explicit Shape Representation
- AP 228: Building Service: Heating, Ventilation and Air Conditioning
- AP 230: Building Structural Frame: Steelworks
- Part 106: Building Construction Core Model

2.2. IAI

프로덕트 정보 기술의 중요성이 인식되게 되면서 국제적으로 AEC (Architecture, Engineering and Construction)와 FM(Facility Management) 분야의 12개 회사가 IAI를 결성하게 되고, 상호간의 정보를 교환하기 위한 표준 모델인 IFC를 정의하고, 발표하였다. 현재 20개국의 600개 이상의 건설, 설계, 엔지니어링 관련 회사들이 참여하고 있으며, 지금까지 IFC Release 2.0까지 발표가 되었으며, 계속 개발이 진행 중이다. IAI는 그림 1에서 보는 것과 같이, 현재까지의 서로 분절된 정보 시스템을 이용해서 정보를 교환하던 방법을 벗어나서, IFC를 통한 표준화된 정보모델을 통해 보다 양질의 정보를 빠르고, 저비용으로, 업계의 전 영역에서 교환하고 사용하는 것을 목표로 하고 있다.

IAI가 개발하는 IFC를 이용하여 건설업의 정보를 상호 교환하기 위한 방법은 그림 2와 같이, 물리파일을 만드는 방법과, 데이터베이스를 이용하는 방법, 그리고 별도의 소프트웨어를 이용하는 방법이 있다.(IAI, 1999)

2.3. IFC 활용 연구

Debras 외 4인(1998)은 프로덕트 데이터 기술(Product Data Technology)을 이용하는 STEP, IFC의 개념의 활용 방안에 대

한 연구를 수행했다. 그들은 AEC분야에서의 활용 가능한 시나리오를 작성하고 이 이를 설명하였으나, 주로 개념적인 부분에서만 연구가 수행되었기 때문에 그들의 시나리오의 구체적인 구현 프로세스를 알기 어려웠다. Marir 외 2인(1998)은 OSCONCAD 시스템을 통해 그래픽 정보 위주의 모델 기반의 정보 통합에 대한 연구를 수행했다. 또한 Froese 외 11인(1999)은 IFC를 프로젝트 관리(Project Management)에 시험적으로 적용해보는 연구를 통해 IFC에 대한 연구를 그래픽 정보가 주가 되는 설계 단계뿐만 아니라, 시공 단계에서도의 활용 가능성을 보여주었다.

하지만 이들 연구가 아직 초기 단계에 머물러 있는 상태이고, IFC 역시 IAI (International Alliance for Interoperability)에 의해서 계속 개발, 보완되고 있는 상황이어서 이미 클래스가 개발되어서 IFC의 적용이 가능한 정보와, 클래스가 개발되지 않아서 IFC의 적용이 불가능한 정보들을 모두 활용할 수 있는 방법에 대한 연구들이 필요한 실정이다. 또한 현재까지는 주로 개념적인 연구가 주로 수행되고 있기 때문에, 시스템 구현에 관련된 기술과 그 프로세스들에 대한 연구와 같은 IFC의 활용을 위한 기반연구가 필요하다.

3. 설계정보관리시스템(Design Information Management System)

3.1. 설계정보관리시스템의 개요

건설 관련 정보들의 흐름을 살펴보면, 초기의 건축설계와 구조설계를 통해 정보가 발생한다. 이러한 정보들을 이용해서 물량산출, 견적작업등을 수행하며, 계속해서 공정표 작성, 공사 수행의 단계를 수행하게 된다. 그림 3은 이러한 과정 중에 발생하는 정보를 효과적으로 관리, 이용할 수 있게 하는 설계정보관리시스템(이하 DIMS)의 개요를 나타내고 있다. 프로덕트 정보 흐름을 ‘프로덕트 정보의 초기 생성’, ‘프로덕트 정보의 재구성’, ‘프로덕트

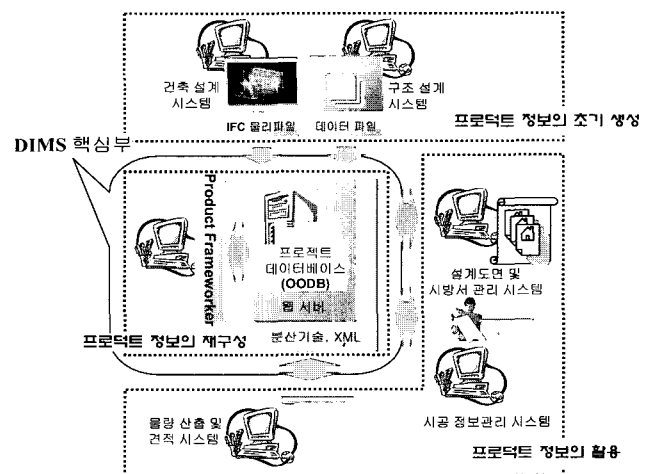


그림 3. 설계정보관리시스템의 개요

정보의 활용'의 3가지 단계 별로 구분하였다. DIMS는 이러한 프로덕트 정보의 흐름을 지원한다. 건축가와 구조 엔지니어는 건축 설계 시스템과 구조설계 시스템을 통해 초기의 프로덕트 정보가 발생하게 된다. 특히 건축정보는 IFC 물리 파일의 형식으로 정보가 발생하게 된다. 이는 현재 상용 CAD시스템이 IFC 형태의 물리 파일을 생성시키는 기능을 지원²⁾ 하고 있기 때문에 별도의 개발이 없이도 이러한 기능을 이용할 수 있기 때문이다.

하지만, 실제로 초기에 생성된 프로덕트 정보를 그대로 후속 작업에 사용하는 것은 무리가 있다. 건축 정보와 구조 정보의 통합 작업이 필요하고, 또한 프로젝트의 성격과 규모에 따라 관리할 수 있는 수준이 다르기 때문에 프로젝트마다 프로덕트 모델의 체계가 다르게 설정될 수 있기 때문이다. 따라서 설계과정을 거쳐서 생성된 프로덕트 정보들은 해당 프로젝트의 건설정보를 관리하는 전문가에 의해서 적절한 수준과 체계로 재구성되어야 할 필요가 있다. 프로덕트 프레임워커 (Product Frameworker)는 건축 정보와 구조 정보, 또한 계속해서 추가되고 관리되어야 할 설계 도면 및 시방서 정보들간의 관계와 체계를 사용자의 의도에 따라 재구성할 수 있는 기능을 지원한다. 또한 프로덕트 프레임워커는 IFC로 정의되어 있지 않은 정보들을 표현하고, 시공단계에서의 필요에 따라 여러 가지 방법으로 프로덕트 정보들을 관리하는 기능도 포함하게 된다.

프로덕트 정보들이 프로덕트 프레임워커에 의해서 재구성되고 난 후에는 물량 산출 및 견적 시스템, 시공 정보 관리시스템, 설계도면 및 시방서 관리 시스템 등의 여러 시스템에서 각 사용자의 관점에 따라 프로덕트 정보들을 활용하게 된다. 이때 건설 프로젝트의 참여자들은 데이터베이스에 저장되어 있는 정보들을 분산 기술이나 차세대 인터넷 문서 작성용 언어인 XML을 이용해서 각 시스템에서 사용하게 된다.

3.2. DIMS 핵심부

DIMS의 핵심부는 건설 관련 정보들을 저장하고 있는 프로젝트 데이터베이스와 이를 활용하는 프로덕트 프레임워커로 구성된다. 이들은 DIMS에서 핵심적인 기능을 제공하는데, 이들 기능들 중 대표적인 것으로는 건축정보와 구조정보의 통합과 프로덕트 정보의 다중 통합을 들 수 있다.

3.2.1. 건축정보와 구조정보의 통합

설계 단계에서 발생하는 정보는 크게 기하학적 정보인 건축정보와 구조정보로 분류할 수 있다. 실제로 건물을 구성하게 되는

프로덕트에 대한 정보는 이렇게 서로 다른 종류의 정보들에 의해서 표현된다. 예를 들어서 벽이나, 문의 크기, 위치 등을 나타내는 정보는 건축정보이며, 벽에 들어가는 철근의 종류와 배근 간격 등은 구조정보이다(그림 4 참조). 건축 정보는 설계용 CAD 프로그램에서 발생하며, 구조정보는 구조설계용 프로그램에서 발생하게 된다. 따라서 벽에 대한 정보를 표현하기 위해서는 건축정보를 표현하는 클래스와 구조정보를 표현하는 클래스가 필요하다. 본 연구에서 활용한 IFC 1.5에는 아직 구조 정보를 표현할 수 있는 클래스가 정의되어 있지 않기 때문에 건축정보는 IFC의 건축관련 클래스들(그림 5 참조)을 이용하고, 구조정보는 별도의 클래스를 이용하게 된다.

이들 정보는 초기 생성 단계에서 각각 다른 프로그램에서 발생하고, 다른 클래스들에 의해 표현되기 때문에 서로 다른 관계와 체계를 가지고 있게 된다. 따라서 이러한 정보들을 정보를 통합하는 작업이 필요하게 된다. 이들 정보의 통합은 어느 정도 자동

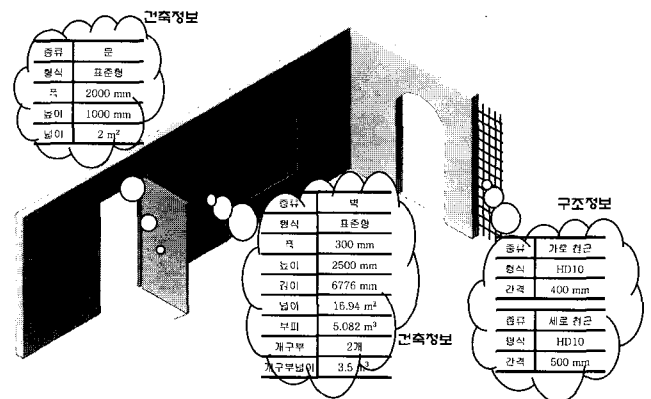


그림 4. 하나의 프로덕트에 대한 서로 다른 종류의 정보의 예

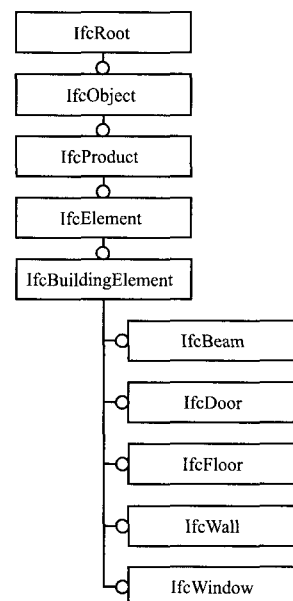


그림 5. 건물 부재와 관련된 IFC 클래스들의 예

2) 현재 Autodesk사의 Architectural Desktop Release 2의 경우 IFC 1.51의 형식의 물리파일(Physical File)을 생성하는 기능을 가지고 있으며, Bentley사의 Triforma 역시 비슷한 기능을 제공하고 있다. 하지만, Triforma의 경우 STEP AP 형식으로 물리파일을 생성하고 있기 때문에 본 연구에서는 Architectural Desktop을 이용하였다.

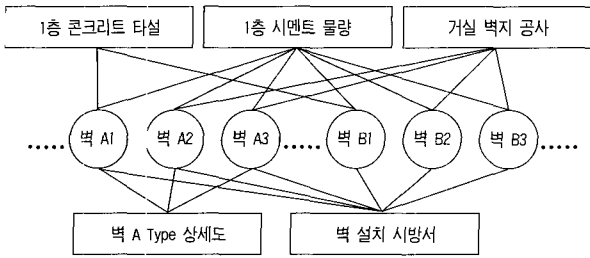


그림 6. 같은 종류 프로덕트들의 다중 통합의 예

화 될 수 있지만, 프로젝트의 종류와 작업자에 따라 통합의 정도와 방법이 다른 경우가 발생하기 때문에 결국 자동화된 통합 작업 이후에도 전문가에 의해서 프로젝트의 특성에 적합하도록 정보의 상호 관계와 체계를 재설정해야 할 필요가 있다.

3.2.2. 프로덕트 정보의 다중 통합

건설사업의 수행 중에 발생하는 정보들은 각각의 위계, 또는 분류체계를 가지고 있다. 대표적으로는 WBS(Work Breakdown Structure), OBS(Organization Breakdown Structure), CBS(Cost Breakdown Structure) 등을 들 수 있고, 프로덕트 정보를 나타내는 정보 체계로는 IFC, STEP Part 106 등을 들 수 있다. 프로덕트 정보들이 건설사업에서 효과적으로 활용되기 위해서는 앞에서 나열한 여러 체계들과 효과적으로 통합되어야 한다. 따라서 프로덕트 정보를 가지고 있는 하나의 아이템³⁾이 여러 개의 분류체계의 아이템들과 통합되게 된다. 또한 하나의 건물은 무수히 많은 프로덕트들로 구성되어 있기 때문에 이들 프로덕트 아이템들은 여러 가지 다양한 단위로 그룹화 되어서 이용되어야 한다. 하지만, 이러한 그룹화의 방법은 활용 목적에 따라서 각각 다른 규칙을 가지게 된다.

그림 5의 예를 들어 설명하면, 콘크리트 타설과 같은 골조공사

표 1. CIMS 구현을 위한 요구 사항

요구조건	해결방안
체계화 된 프로덕트 모델	IFC의 이용
건축 정보와 구조 정보의 통합	기존의 정보 모델에 필요한 모델의 개발, 추가하여 사용
아이템들의 동적 생성 및 소멸	C++의 new, delete를 이용한 메모리의 동적 관리
다양한 프로덕트 정보와 상호간의 복잡한 관계들에 대한 정보들의 영속적 저장	객체지향 데이터베이스
관리 관점(공정관리, 원가관리, 품질관리)에 따른 다중 관리 체계 설정	객체지향데이터베이스와 프로그래밍을 이용한 다대다(many to many)관계의 자유로운 설정 및 관리
상속 체계에 구애받지 않는 자유로운 형식 변환(Type Casting)	Express와 상용 함수 라이브러리 이용

3) 본문에서 사용된 프로덕트 정보를 나타내는 하나의 아이템은 실제로 시스템이 구현되면, 프로덕트 정보를 나타낼 수 있는 클래스로부터 생성된 하나의 객체(오브젝트 또는 인스턴스)가 된다.

의 경우에는 벽을 나타내는 여러 가지 개체 중 내력벽에 해당하는 개체들(벽A1, 벽B1)과 연결되고, 거실벽지 공사는 형성하고 있는 공간에 따라서 거실벽에 해당하는 개체들(벽A1, 벽A2, 벽B2, 벽B3)과 연결되게 된다. 또한 상세도는 벽의 종류에 따라서 해당하는 개체들과 연결되게 된다.

따라서 동일하게 벽을 나타내는 아이템이라 할 지라도 활용 목적에 따라서 다른 방법의 통합이 필요하게 된다. 이러한 다양함은 도면, 시방서, 상세도, 몰량산출 및 견적 등에서도 유사하게 나타나게 된다.

이러한 다양함 때문에, 실제 정보의 사용자들로 하여금 관리의 어려움을 초래하게 된다. 따라서 정보를 관리하고 사용하는 작업자들이 각 상황에 적절하게 프로덕트 정보의 체계를 설정, 조정, 통합하게 하고, 원하는 정보에 다양하고 유연한 분류체계를 통해서 접근하게 할 수 있어야 한다.

3.2.3. 프로덕트 프레임워크와 데이터베이스

전술한 바와 같이 건축 정보와 구조 정보의 통합, 그리고 프로덕트 정보의 다중 통합을 가능하게 하기 위해서는 여러 프로덕트 객체를 관리가 가능한 수준에서의 그룹화를 가능하게 하는 수단이 필요하다. 그룹화는 전문가에 의해서 프로젝트 특성에 맞게 수행되어야 하며, 프로젝트 진행에 따라서 동적으로 수정이 가능해야 한다. 이러한 DIMS의 핵심기능을 지원하는 시스템을 구현하기 위해서는 여러 가지 요구조건들을 만족시켜야 하는데, 각 요구 조건들에 대한 해결방안은 표 1에 정리하였다. 또한 표 2에는 이를 위한 구체적인 이용 도구들이 제시되어 있다.

이러한 도구들을 이용해서 다양한 건설 관련 정보들과 이들의 관계들을 저장할 수 있는 데이터베이스와 이를 효과적으로 활용할 수 있는 프로덕트 프레임워크를 개발하였다. 프로덕트 프레임워크는 다양한 프로덕트 정보들의 체계를 동적으로 관리해주는 기능들을 제공하며, 여기에서 다루는 IFC 정보들을 포함한 모든 정보들은 모두 객체지향 데이터베이스에 저장되고 관리된다. IFC를 구성하고 있는 클래스들은 그 자체가 객체 지향 개념을 바탕으로 개발되었기 때문에, 본래의 관계성들을 그대로 유지하면

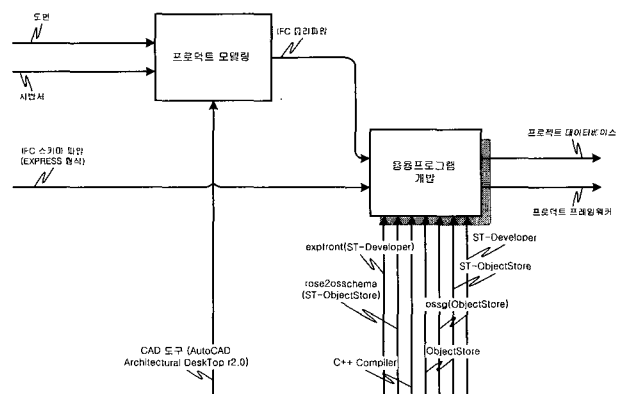


그림 7. 시스템 개발 프로세스의 Level 0의 모델

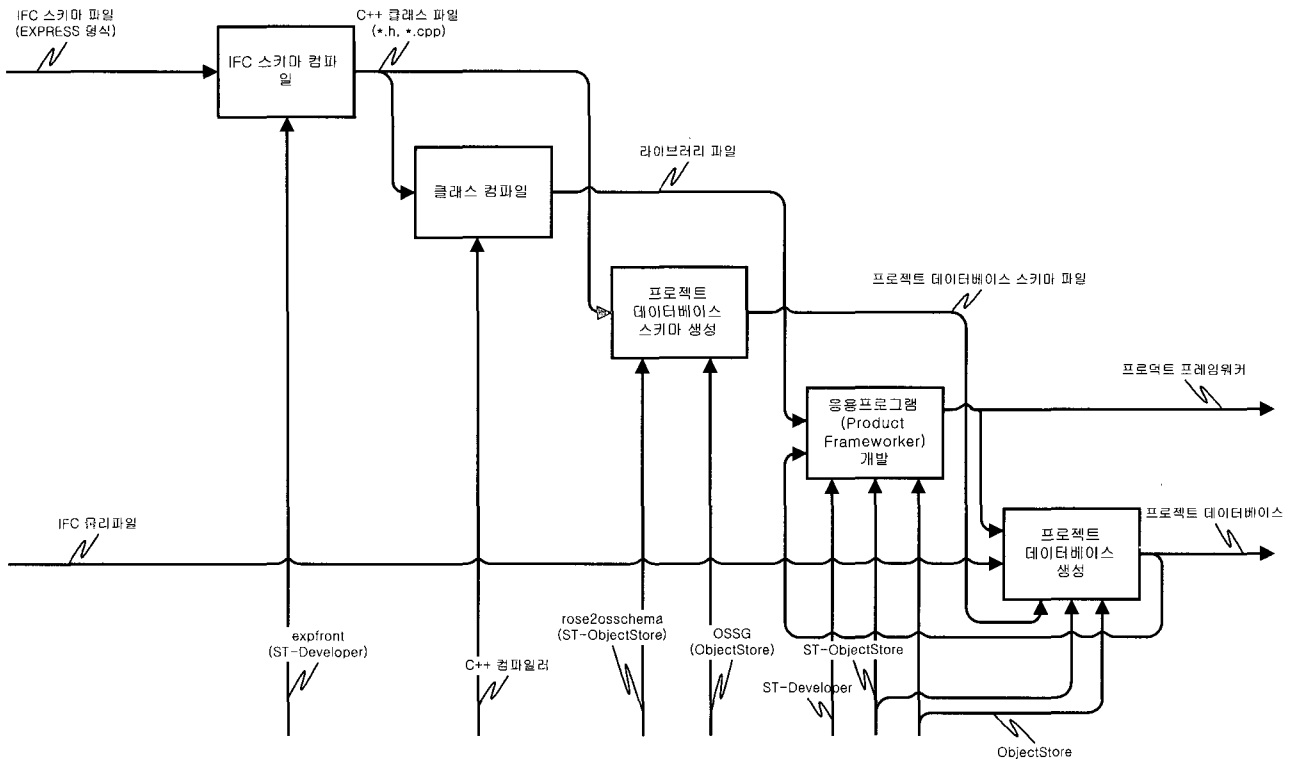


그림 8. 응용 프로그램 개발의 프로세스

표 2. DIMS 핵심부 구현 도구

항 목	내 용
모델링도구	AutoCAD Architectural Desktop r2.0
스키마 파일	lfc151_EXPRESS_LF
개발도구	Visual C++ 6.0
개발 지원 도구	ST-Developer 7.0, ST-ObjectStore
데이터베이스	ObjectStore 5.0

서 활용하기 위해서는 관계형 데이터베이스에 저장하는 것보다 객체지향 데이터베이스에 저장하는 것이 더 효과적이기 때문에 프로덕트 정보를 저장, 활용하기 위한 데이터베이스로 객체지향 데이터베이스를 사용했다. 프로덕트 프레임워크는 공정관리, 원가관리, 품질관리 등과 같은 각각의 관리 관점에 따라 서로 다른 체계를 구성할 수 있도록 프로덕트 정보들간의 통합을 지원하고, 이렇게 다중 통합된 정보들을 효과적으로 관리하기 위한 다중 시각(Multiple View)을 제공한다.

3.3. DIMS 핵심부 개발 프로세스

3.3.1. 프로세스 모델

시스템 구현 프로세스를 보다 명확하게 하기 위해서 프로세스 모델링의 방법으로 다른 연구들에도 자주 사용되는 IDEF0를 사용했다.

그림 6은 프로세스 모델의 최상위 단계의 모델이다. 개발 프로세스를 '프로덕트 모델링'과 '응용프로그램 개발'의 두 개의 활

동(Activity)으로 표현했다. 프로덕트 모델링은 상용 CAD프로그램인 ADT를 이용해서 모델링을 하고, IFC 물리파일을 생성해내는 활동이다. 응용프로그램 개발은 ST-Developer, C++ 컴파일러 등을 이용해서 IFC 스키마 파일과 물리 파일을 이용해서 응용 프로그램과 객체지향 데이터베이스를 생성해내는 활동이다.

그림 7은 '응용프로그램 개발' 활동을 한 단계 더 분해(Decomposition)한 모델이다. 이 수준의 모델은 'IFC 스키마 컴파일', '클래스 컴파일', 'OOB 스키마 생성', '응용프로그램 개발', 'OOB 생성'의 5개의 활동이 포함되어있다.

3.3.2. CAD를 이용한 프로덕트 모델링

프로덕트 정보를 생성을 위해서는 먼저 표현하고자 하는 프로덕트의 그래픽 모델링 작업을 수행해야한다. 이러한 작업은 3차원을 기반으로 한 작업이기 때문에 1.1. 연구의 배경 및 목적에서 전술한 바와 같이 기존의 2차원 중심의 설계도서와 관련 문서들의 한계를 보완해 줄 수 있게 된다. 3차원 프로덕트 모델링 작업은 설계 작업의 후속 작업에서 재사용하게 될 정보가 최초로 생성되는 단계라고 할 수 있다.

본 연구에서는 ADT를 이용해서 용인에 건설 중인 D건설의 아파트를 대상으로 모델링 작업을 수행했다. 모델링 작업은 벽, 창, 문, 개구부, 계단, 난간, 기둥 등 건물을 구성하는 주요 요소를 이용했다. 모델링 작업 후 생성된 IFC 물리 파일의 모습은 그림 8과 같다. 이렇게 생성된 물리파일의 내용에는 IFC에 포함된 여러 가지 클래스들(예를 들면, IfcWall, IfcWindow, IfcDoor,

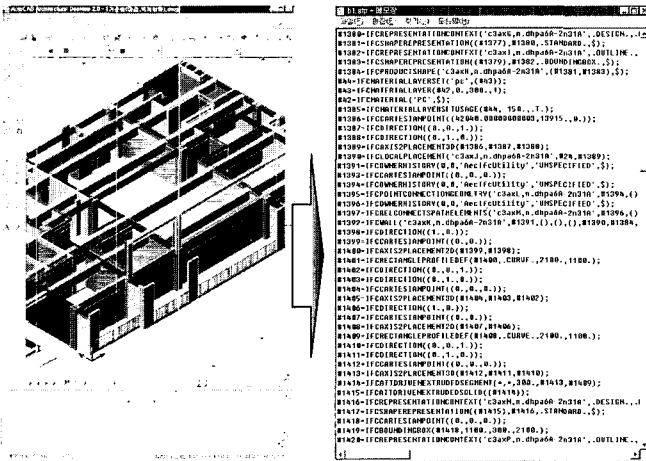


그림 9. CAD 모델을 이용한 IFC 물리파일의 생성

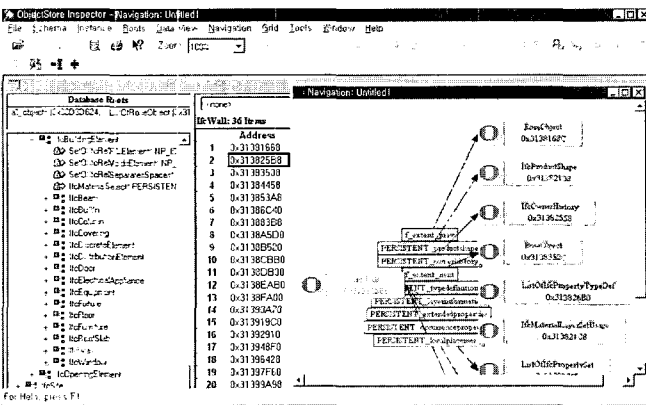


그림 10. IFC 기반의 객체 정보가 저장된 데이터베이스

IfcMaterial 등)의 인스턴스(Instance)들을 생성할 수 있는 각 정보가 입력되어 있고, 이 물리파일에 들어 있는 정보를 이용해서 객체지향 데이터베이스를 생성하고, 이를 이용하게 된다.

IFC 관련 연구들(Debra와 4인, 1998; Marir와 2인, 1998)을 보면 대부분이 CAD 프로그램을 이용해서 프로덕트 모델링을 한 후에 별도의 프로그램을 이용해서 프로덕트 모델에 대한 기하, 위상 등의 복잡한 정보를 물리파일의 형태로 생성하는 방법을 사용하고 있다. 본 연구에서는 이러한 ADT를 이용하여 IFC 물리파일을 생성하였다.

3.3.3. 스키마 컴파일 (Schema Compile)

IFC 스키마 파일은 STEP Part 21에 기술되어 있는 EXPRESS로 표현되어 있다. 프로그램을 개발하기 위해서는 이러한 STEP 스키마 파일을 이용하여 C++ 클래스나 Java 클래스를 생성해야 한다.⁴⁾ 이러한 클래스의 생성을 쉽게 하기 위해 이용되는 것은 ST-Developer의 여러 유틸리티 중 expfront이다. IFC 관련 연구자들도 이 유틸리티를 이용해서 IFC 스키마 컴파일할 수 있으며, 컴파일을 통해 IAI에서 정의한 모든 클래스들에 대한 선언과 정의에 대한 코드(code) 정보를 담고 있는 파일들(예를 들면 IfcWall.h, IfcWall.cpp 등)을 생성함으로써 후에

데이터베이스에 정보를 저장하고, 이를 바탕으로 프로덕트 프레임워크를 개발할 수 있게 한다.

3.3.4. 클래스 컴파일을 통한 라이브러리 생성

생성된 IFC 클래스 파일들을 응용프로그램 개발을 위해 사용하는 방법은 두 가지가 있다. 클래스 파일들을 직접 프로그램에 포함(include)하여 사용하는 방법과 또 다른 방법은 이들 클래스들을 컴파일하여 생성된 라이브러리를 이용하는 방법이다. 전자의 방법은 작성된 컴파일 시에 많은 시간이 소비되기 때문에 프로그램 개발 할 때 디버그에 소요되는 시간이 길어져서 권장되지 않는 방법이다. 따라서 본 연구에서는 후자의 방법을 사용하여 수행되었다. 후자의 방법에 따라 317개의 IFC 파일을 컴파일하였고, 라이브러리를 만들었다. 이 라이브러리는 응용프로그램 개발에 사용되게 된다.

3.3.5. 객체지향 데이터베이스 스키마 생성

관계형 데이터베이스의 경우 포함하게 될 테이블의 구조를 가지고 있어야 테이블에 각 레코드 별로 정보가 입력되는 것과 동일하게, 객체지향 데이터베이스를 생성하기 위해서는 데이터베이스가 저장할 정보에 대한 스키마를 가지고 있어야 한다. 이러한 스키마를 생성하기 위해서 필요한 기본적인 정보는 데이터베이스에 저장될 클래스가 정의되어 있는 파일에서 얻게 된다. 본 연구에서는 객체지향 데이터베이스로 미국 ODI사의 ObjectStore를 사용했으며, 생성된 데이터베이스 스키마를 이용해 실제로 사용하게 될 객체지향 데이터베이스를 생성하고, IFC 기반의 건설 정보가 데이터베이스에 입력되도록 하였다.

3.3.6. 프로덕트 프레임워크 개발

객체지향 데이터베이스에서 이용할 스키마 생성 후에는 데이터베이스를 생성시키고, 생성된 IFC 기반의 다양한 객체(Object)들을 저장하고, 수정하며, 공유할 수 있게 하는 프로그램을 작성해야 한다. 이러한 프로그램을 작성하기 위한 라이브러리로는 ST-Developer의 rose.lib와 ST-ObjectStore의 rose_os.lib, ObjectStore의 ostore.lib, 그리고 클래스 컴파일 한 후 생성된 라이브러리 등이 사용된다. 이러한 라이브러리를 이용해서 프로그래밍 작업을 수행하고, 이렇게 만들어진 프로그램을 이용해서 그림 9와 같은 실제 IFC 기반의 객체가 입력된 데이터베이스가 생성된다. 또한 이렇게 생성된 데이터베이스와 전술한 라이브러리들을 이용하여 프로덕트 프레임워크를 구현할 수 있게 된다.

4) STEP을 이용한 응용프로그램을 개발하는 방법은 초기 바인딩(Early Binding)과 후기 바인딩(Late Binding)의 두 가지 방법이 있다. 초기 바인딩은 주로 C++나 Java를 이용한 프로그래밍이 가능하게 하기 위해 EXPRESS로 표현된 엔티티(Entity)들을 클래스로 변환하여 프로그래밍하는 방법이고, 후기 바인딩은 주로 C 프로그래밍을 방법으로 클래스 없이 응용프로그램 단계에서 각 엔티티에 대한 정보를 이용하는 방법을 말한다. 이 두 가지 방법은 각각의 장,단점이 있으나, 본 연구에서는 이중 초기 바인딩 방법을 채택하여 수행되었다.

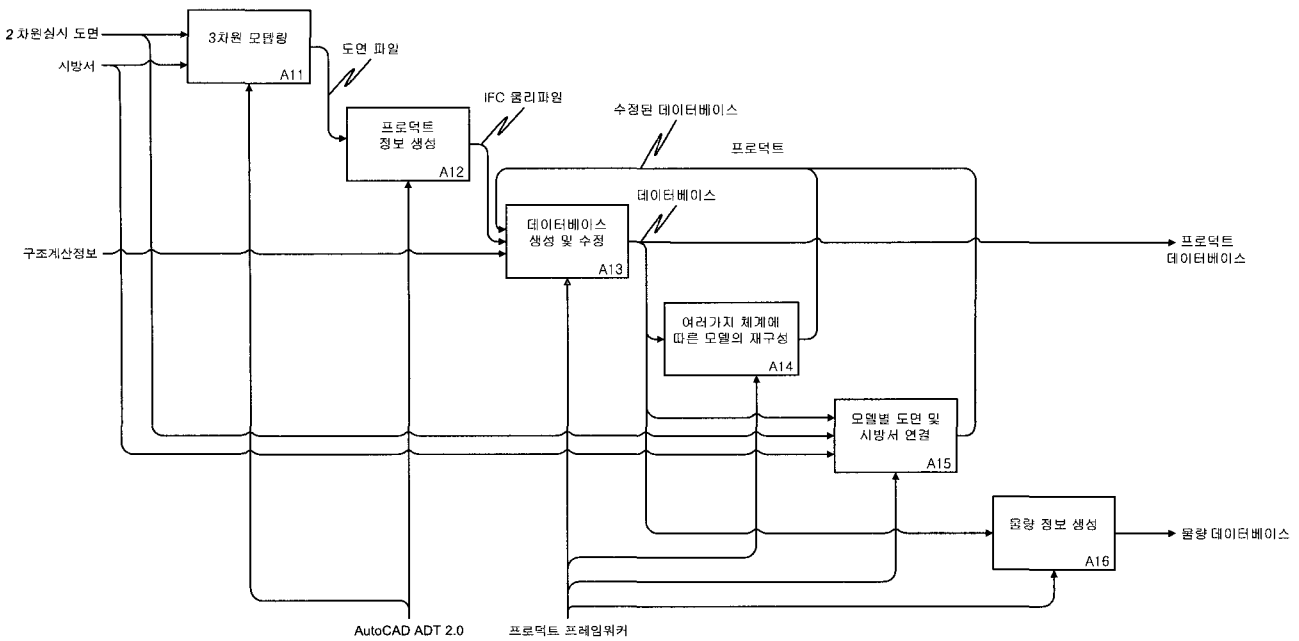


그림 11. DIMS 활용 프로세스

3.4. DIMS 활용 방안

본 연구를 통해 개발된 DIMS 핵심부를 구성하는 프로덕트 프레임워커와 데이터베이스는 그림 11과 같은 절차에 의해서 활용할 수 있다.

3.4.1. 3차원 모델링

3차원 모델링은 ADT를 이용하여 수행한다. 이 작업은 계획 설계가 완료된 후 설계자가 수행한다. 설계자 이외의 다른 참여자에 의해서 수행될 수도 있지만, 3차원 모델이 향후 2차원 도면의 역할을 대신할 것을 예상하면, 설계자가 수행하는 것이 바람직하다. 이때 설계 관리와 여러 사람들 간의 협업성을 높이기 위해서 3차원 모델링에 대한 일정한 규칙 또는 모델링에 대한 사항만을 주로 다루는 시방서가 요구된다. 이는 하나의 부재를 모델링 하는데 있어서 작업자마다 각각 다른 방법으로 모델링을 할 수 있고, 이러한 작업의 비 규칙성은 단순한 시각적 효과만을 고려하는 모델링이라면 문제가 되지 않지만, 정보 통합의 관점에서 보면 후속 작업에서의 급격한 효율성의 저하를 초래하기 때문이다. 이렇게 일정한 규칙을 가지고 만들어진 3차원 모델은 2차원 기반의 설계 도서들의 한계를 보완해 줄 수 있게 된다.

3.4.2. 프로덕트 정보생성

3차원 모델링 작업이 끝난 후에는 모델 정보를 서로 다른 시스템간에도 활용이 가능한 공통 형식의 프로덕트 정보로 추출을 해야 한다. 현재 CAD 시스템에 따라서 STEP AP 형식이나, IFC 형식으로 정보를 생성시킬 수 있는 기능을 가지고 있다. 따라서 CAD를 이용하여 3차원 모델링 작업을 수행한 설계자는 간단하게 프로덕트 정보를 생성시킬 수 있게 된다. 이 중 현재 IFC가 AEC분야의 표준화 되어가고 있기 때문에 본 연구에서 개발한 프

로덕트 프레임워커는 IFC 형식을 지원하고 있다. 이러한 IFC 형식의 물리 파일을 이용하여 설계자는 서로 다른 CAD 프로그램 (예를 들면 AutoCAD와 ArchiCAD)들 간의 정보의 교환이 가능해진다.

3.4.3. 데이터베이스 생성 및 수정

프로덕트 프레임워커는 프로덕트 정보를 적절하게 활용하기 위해서 데이터베이스의 구축이 반드시 필요하다. 따라서 프로덕트 프레임워커를 이용하여 데이터베이스를 생성하는 작업을 반드시 수행해야 한다. 이 작업을 마친 후 생성된 데이터베이스는 계속해서 후속 단계에서 필요한 정보를 제공하고, 수정할 수 있는 기반이 된다.

3.4.4. 여러 가지 체계에 따른 모델의 재구성

데이터베이스를 처음 생성하는데 이용되는 IFC 형식의 프로덕트 정보는 나름대로의 체계를 가지고 있다. 하지만, 실제로 건설 프로젝트에서 사용되는 정보 분류체계는 WBS, CBS, OBS 등을 포함해서 다양한 분류체계가 사용된다. 따라서 프로덕트 모델 정보를 실제로 사용할 수 있는 체계에 따라서 새롭게 재구성해야 할 필요가 있다. 이러한 새로운 구성체계는 특정한 체계만 이용하는 것이 아니라, 사용자의 관점에 따라서 여러 가지 체계가 필요하게 되기 때문에 여러 가지 관점에 따른 다양한 체계에 따라서 원하는 프로덕트 모델의 정보를 관리할 수 있어야 한다. 프로덕트 프레임워커를 이용해서 여러 가지 체계에 따른 모델의 재구성을 하는 작업을 수행해야한다. 이러한 작업을 통해서 처음 생성된 데이터베이스의 정보가 계속해서 수정되게 된다.

3.4.5. 모델별 도면 및 시방서 연결

향후 3차원 모델이 2차원 기반의 도면을 포함한 설계 도서들의

역할을 대신하겠지만, 현재까지는 아직 2차원 기반의 도서들 만큼 자세하게 정보를 표현하지 못하는 한계가 있다. 따라서 프로덕트 모델이 미처 표현하지 못하는 정보들을 보충하여 줄 수 있는 2차원 도면 및 시방서를 각각 연결하는 작업을 해야 한다. 이러한 작업은 별도로 개발된 도면 및 시방서 관리용 컴포넌트를 이용해서 수행되게 된다. 이러한 작업을 통해서 데이터베이스에는 각 모델 요소별로 각각의 관련 도면과 시방서에 대한 정보가 추가로 입력되게 된다.

3.4.6. 물량 정보 생성

데이터베이스에 저장되어 있는 프로덕트 정보는 3차원 그래픽 모델에서 발생하였기 때문에 기본적으로 물량을 산출 할 수 있는 기본적인 정보를 가지고 있다. 이러한 정보를 이용하여 견적 자동화를 위한 물량 정보를 생성할 수 있다. 프로덕트 프레임워크를 이용해서 실제 골조 물량의 경우 부재의 기하정보와 구조정보에서 발생하는 물량을 산출하며, 마감재의 경우 기하정보를 이용하여 물량을 산출하여, 마감 데이터베이스를 생성한다.

4. 결론

본 연구는 프로덕트 모델의 표준화에 대한 노력으로 개발되고 있는 IFC를 이용한 설계정보관리시스템의 핵심부인 프로젝트 데이터베이스와 프로덕트 프레임워크의 구축방안을 제시하고, 이를 바탕으로 한 설계정보관리 시스템의 모델을 제시하였다. 본 모델에서는 설계정보의 대부분을 차지하는 건축정보와 구조정보를 이용해서 초기 프로덕트 정보를 생성하고 이를 프로젝트 데이터베이스에 저장하고, 프로덕트 프레임워크를 이용하여 정보의 체계를 재설정하고, 관리하며, 이러한 정보를 인터넷을 이용해서 물량산출 및 견적시스템, 도면 및 시방서 관리 시스템, 시공정보 관리시스템에서 활용하게 된다.

건축정보와 구조정보의 통합, 프로덕트 정보의 다중 통합 등의 기능을 지원하는 프로젝트 데이터베이스와 프로덕트 프레임워크를 구현하기 위한 요구 조건을 규명하였고, 이에 대한 해결방안을 제시하였다. 또한 구현에 필요한 여러 가지 도구들을 제시하였다. 이러한 도구들을 이용하여 제시된 해결방안대로 시스템을 구현하기 위한 프로세스로 다음과 같이 다섯 가지로 나누어서 제시하였다.

- IFC 스키마 컴파일
- 클래스 컴파일
- 프로젝트 데이터베이스 스키마 생성
- 프로덕트 프레임워크 개발
- 프로젝트 데이터베이스 생성

이러한 활동을 위해서 C++ 컴파일러, ST-Developer, ST-ObjectStore, ObjectStore 등이 사용되었다. IFC 자체가 STEP

을 기반으로 개발되었기 때문에, 이러한 프로세스와 사용 도구들은 STEP 응용 프로그램의 개발 방법과 흡사하다.

또한 마지막으로 개발된 DIMS 핵심부인 프로덕트 프레임워크와 데이터베이스의 활용 프로세스를 다음의 여섯 가지로 나누어서 제시하였다.

- 3차원 모델링
- 프로덕트 정보 생성
- 데이터베이스 생성 및 수정
- 여러 가지 체계에 따른 모델의 재구성
- 모델별 도면 및 시방서 연결
- 물량 정보 생성

현재 IAI에서 개발하고 있는 IFC는 CIC를 위한 표준화 모델이 되어 가고 있으므로, 앞으로 IFC의 활용에 대한 연구가 지속되어야 한다. 또한 본 연구는 IFC를 이용한 정보 통합관리 시스템 개발과 실제 활용을 위한 기반 연구로서 수행되어졌으므로, 향후 이에 대한 연구에 도움을 줄 수 있을 것이다.

참고문헌

1. 진상운 (1998), “건설정보의 공통적 요소를 이용한 통합 건설정보관리 기반모델 구축.” 대한건축학회논문집(구조계), 14(10), 95-104
2. AutoDesk (1999), “Object-based CAD for Building Design - A Technical Overview”, AutoDesk
3. Debras, P., Monceyron, J. L., Bauer, f., Ballesta, P. and Rocca, F. X. (1998). “From Product Data Technologies to Applications: Illustrative Cases in the AEC Domain.” In Proceedings of CIB-W78 Conference on Information Technology in Construction
4. Froese, T., Fischer, M., Grobler, F., Ritzenthaler, J., Yu, K., Sutherland, S., Staub, S., Akinci, B., Akbas, R., Koo, B., Barron, A., Kunz, J. (1999), “Industry Foundation Classes for Project Management - A Trial Implementation.” Electronic Journal of Information Technology in Construction, Vol 4, 17-366. Gibson, G. E. and Bell, L. C. (1992). “Integrated Data-base Systems.” J. Construction Engrg. and Mgmt., 118(1), 50-59.
5. IAI (1999). “IFC Release 2.0”, Promotional CD.
6. Marir, F., Aouad, G. and Cooper, G. (1998). “OSCONCAD: A Model-Based CAD System Integrated with Computer Applications.” Electronic Journal of Information Technology in Construction, Vol 3, 25-43

7. NIST (1999), "The STEP Project", URL: <http://www.nist.gov/sc4/www/stepdocs.htm>, 2000년 3월 8일 접속.
8. Stumpf, A. L., Ganeshan, R., Chin, S. and Liu, L. Y.(1996), "Object-Oriented Model for Integrating Construction Product and Process Information." J. Computing in Civ Engrg, ASCE, 10(3), 204-212

Abstract

Increased use of computers in AEC (Architecture, Engineering and Construction) has expanded the amount of information gained from CAD (Computer Aided Design), PMIS (Project Management Information System), Structural Analysis Program, and Scheduling Program as well as making it more complex. And the productivity of AEC industry is largely dependent on well management and efficient reuse of this information. Accordingly, such trend incited much research and development on ITC (Information Technology in Construction) and CIC (Computer Integrated Construction) to be conducted. In exemplifying such effort, many researchers studied and researched on IFC (Industry Foundation Classes) since its development by IAI (International Alliance for Interoperability) for the product based information sharing. However, in spite of some valuable outputs, these researches are yet in the preliminary stage and deal mainly with conceptual ideas and trial implementations. Research on unveiling the process of the IFC application development, the core of the Design Information management system, and its applicable plan still need be done.

Thus, the purpose of this paper is to determine the technologies needed for Design Information management system using IFC, and to present the key roles and the process of the IFC application development and its applicable plan. This system play a role to integrate the architectural information and the structural information into the product model and to group many each product items with various levels and aspects. To make the process model, we defined two activities, 'Product Modeling', 'Application Development', at the initial level. Then we decomposed the Application Development activity into five activities, 'IFC Schema Compile', 'Class Compile', 'Make Project Database Schema', 'Development of Product Frameworker', 'Make Project Database'. These activities are carried out by C++ Compiler, CAD, ObjectStore, ST-Developer, and ST-ObjectStore. Finally, we proposed the applicable process with six stages, '3D Modeling', 'Creation of Product Information', 'Creation and Update of Database', 'Reformation of Model's Structure with Multiple Hierarchies', 'Integration of Drawings and Specifications', and 'Creation of Quantity Information'. The IFCs, including the other classes which are going to be updated and developed newly on the construction, civil/structure, and facility management, will be used by the experts through the internet distribution technologies including CORBA and DCOM..

Keywords :Industry Foundation Classes, STEP, Object Oriented, Database, Information Sharing, Multiple Integration, Distribution Technology
