한국 CAD/CAM 학회 논문집
제13권 제5호 2008년 10월 pp. 352-361

기술논문

건축 설계 단계에서 설계지침정보의 공유 및 교환을 위한 IFC 확장모델의 개발

서종철*, 김인한**

Development of IFC Modeling Extension for the Exchange and Sharing of Design Guideline Information in the Architectural Design Phase

Jongcheol Seo* and Inhan Kim**

ABSTRACT

Architectural design work depends on information made from earlier phases such as feasibility study, planning, and conceptual design. This design guideline information includes design objectives, requirements, and constraints made by decision-making, and has great influence on various works of latter phases of design process. Despite of this cognition, however, the lack of design guideline information management still remains as one among the critical issues in design area. Design tools with design guideline information do not also address the issue of interoperability throughout the life-cycle of buildings. The purpose of this research is to propose a method for design guideline information management by using the IFC technology and IFC Property set (Pset) extension mechanism. The method comprises defining and mapping the practically used design guideline items and extensible IFC data model, and includes the management of relationships that exist between design guideline information and design model in the IFC data model.

Key words : Design Guideline Information, Industry Foundation Classes (IFC), Property Set, Property

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설 프로젝트는 타당성 분석, 기획, 계획설계와 같은 초기 단계로부터 생성된 정보에 의존적이다. 참여주체들 간의 합의된 설계 목표, 계획적 요구사항, 제약조건 등을 포함하는 설계지침정보는 설계 프로세스의 후행단계의 여러 작업들에 많은 영향을 미치게 된다. 초기 단계에 생성된 정보는 후행 단계에 생성되는 정보의 기반이 되기 때문에, 초기 오류는 이후 프로세스 단계별로 진행되면서 점차 방대하게 되며, 최종적으로 이러한 오류 정보는 설계, 시공, 그리고 유지관리 단계에서 건물의 품질을 저해시키는 주요 원인이 된다. 즉, 초기설계 단계에서부터 참여주체들 간의 협의 및 조정은 매우 중요하며, 이로 인해 생성되는 정보는 체계적으로 관리되어야 한다.

건축설계는 목표의 성취 또는 문제의 해결을 위해 다양한 참여주체들 간의 커뮤니케이션과 정보교환을 통해 이루어진다. 그러나 현행 설계 업무는 설계자 단독 또는 지배적 설계 방식에 의해 원활한 커뮤니케이션을 어렵게 하고, 설계 오류를 미연에 방지할 수 없으며, 팀 리더의 판단 오류로 인한 문제를 발생시킨다. 또한, 수집되는 자료들과 커뮤니케이션의 미비로 인해 건설 프로세스 단계별 의사결정의 오류와 지연을 범하고 있으며, 이로 인해 생성된 정보의 관리 미비로 인해 건설 작업의 생산성, 건물의 품질, 유지관리 업무의 효율성 향상을 저해시키고 있다. 이외에도 이 기종 파일 포맷 간의 비호환성, 종이 문서와 전자 파일의 혼용으로 인한 매뉴얼 재입력 등 상호운용성의 부족으로 인해 많은 비용을 증대시키고 있다[1-4].

이러한 문제들을 해결하기 위해, 현재의 설계 영역

*교신저자, 빌딩스마트협회
**경희대학교 건축학과
- 논문투고일: 2008. 03. 21
- 논문수정일: 2008. 03. 21
- 심사완료일: 2008. 06. 25

에서 관찰되는 사항들은 기존의 설계 프로세스에서 경험적이고 비공식적인 방법으로 행해지던 여러 관행에서 벗어나 체계적이고 정형화된 형식으로 합리적인 설계 방법의 접근을 취하고 있다[5-7]. 즉, 이러한 접근은 설계 프로세스의 초기 단계에서부터 커뮤니케이션의 다양한 채널을 마련하고, 구두 형식으로 정보가 전달되는 업무 관례에서 벗어나 정형화된 접근 형식을 취하며, 이러한 정보가 지속적으로 활용될 수 있는 관리체계를 마련하는데 있다. 여기에서 이와 관련된 응용도구들의 접근은 단지 최종 설계안을 완성하는데 있어 참조되는 요구사항, 의도 및 근거를 시스템적으로 관리하는데 중점을 두고 있다[8-11]. 이러한 분리적인 접근은 일부 설계단계에서 적절하게 활용될 수 있으나, 건설 프로세스의 후행단계에서 활용하기 어려운 측면이 있다. 설계 단계에서 설계지침정보와 설계모델은 분리적으로 생성 및 관리되지만, 실시설계, 시공, 유지관리와 같은 후행 프로세스 단계에서 설계모델 생성의 근거 및 의도가 되는 정보로서 활용될 수 없다. 즉, 일부 설계 단계에서 설계모델과 설계지침정보는 분리적으로 존재하지만, 후행 단계로 유통될 경우, 설계모델에 이전 단계의 업무 작업의 중요한 근거 및 의도를 내포할 수 있는 통합적인 접근이 요구된다. 또한, 초기 설계 단계에서부터 생성된 설계지침정보와 설계모델은 시공 및 유지관리 단계에서도 건물의 품질 향상을 위해 중요하게 참조될 수 있으나, 응용도구들 간의 표준화된 정보 형식과 접근 방법의 부재로 인해 정보의 활용이 극히 제한적이다.

앞서 언급한 표준화된 정보 형식과 접근 방법에 관한 국제적인 연구와 개발 노력은 국제산업표준연맹(International Alliance for Interoperability, 이하 IAI) 조직에서 찾을 수 있다. IAI는 건설 산업에서 활용되는 응용도구들 간의 데이터 호환성을 촉진시키기 위해 설립된 국제조직이다[12]. 특히, IAI에 의해 개발되는 표준정보모델(Industry Foundation Classes, 이하 IFC)은 건설 산업에서 활용되는 다양한 정보의 효율적인 공유, 교환, 관리를 위한 대안으로 인식되고 있다. IFC는 실무적으로 적용될 수 있는 프로젝트 기반의 접근방식을 제공하고, 단일화된 정보형식을 제공함으로써 정보흐름의 일관성과 통합 프로세스의 구축을 가능하게 하며, 정보의 체계적인 축적을 가능하게 함으로써 유지관리 단계에서의 통합적인 관리 및 활용에 효과적이다[13]. 그러나 현재의 IFC는 설계지침정보의 관리 측면에서 극히 기본적인 부분만을 포함하고 있어 이의 수용을 위한 확장모델의 개발이 요구된다.

따라서 본 연구는 설계지침정보의 공유, 교환, 관리를 위해 IFC를 적용하는 방법을 제안하는데 있으며, 그 핵심은 IFC 확장모델을 개발하는데 있다. Fig. 1은 전체 연구에서 본 연구의 범위를 나타낸다. 확장모델을 포함하는 IFC의 적용은 설계지침정보와 설계모델 간의 분리적이고 통합적인 관리를 위해 적용될 수 있으며, 이러한 접근은 후행 프로세스 단계에서 이전 단계의 설계모델 생성에 대한 중요한 근거 및 의도로서 활용될 수 있다. 또한, IFC 표준 방법론의 적용은 설계지침정보와 설계모델의 효율적인 공유 및 교환을 지원하며, 이러한 접근은 응용도구들 간에 정보의 상호운용과 참여주체간의 커뮤니케이션을 증대시킴으로써 건물의 설계 및 시공의 품질을 향상시키고 유지보수 업무를 지원하는데 적용될 수 있다.

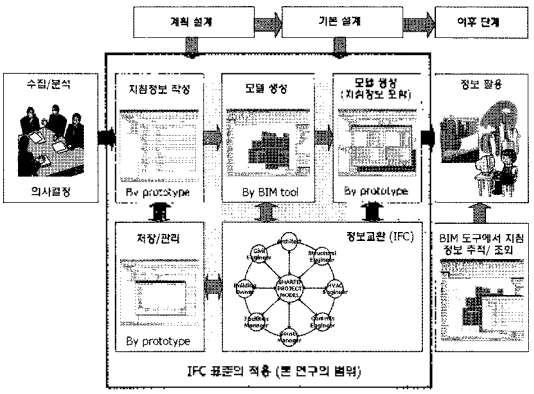


Fig. 1. 연구의 개요.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구는 설계지침정보의 공유, 교환, 관리를 위해 IFC 표준을 적용한 방법을 제안하는데 있다.

본 연구의 방법 및 범위는 다음과 같다.

- 설계지침요소의 규명: 관련 분류체계들의 검토 및 설계실무에서 활용되는 각종 지침서들의 분석으로 이루어지며, 이후 제안된 설계지침요소는 설계실무자들의 면담과 검토를 통해 재 정립된다.
- 설계지침요소를 수용하기 위한 IFC 확장모델의 개발: 설계지침요소에 관련된 IFC 표현구조 및 확장모델의 개발 방법을 분석한다. 이를 토대로, IFC 모델에서 설계지침요소의 수용 여부를 검토한 후 모델 개발 방법론을 고려한 확장모델을 개발한다.
- 프로토타입 시스템의 구현을 통한 IFC 확장모델의 검증: 정보 교환 체계의 구현을 위해 국제 표준(STEP) 방법론을 적용한다. 또한, 설계지침정보와 설계모델 간의 분리적이고 통합적인 접근이 가

능하도록 구현하고, 이를 검증한다.

2. 설계지침요소의 규명

2.1 분류체계의 분석 및 선정

설계지침요소에 관련된 체크리스트 및 요구사항 분류체계는 국내외적으로 다양하게 존재하며, 주로 성능, 기능, 서비스, 환경, 비용 등 관련 영역들을 수용하고 있다. 이러한 영역에 기반을 둔 CIB(International Council for Research and Innovation in Building and Construction) Master Lists, ISO 6241(Performance Standards for Buildings), ASTM(American National Standards Institute), GBC(Green Building Challenge Classification), 그리고 VTT Prop와 같은 분류체계들은 분류기준의 선정지표로서 활용되고 있다[14]. 국내의 KS F ISO 6241은 ISO 6241을 따르고 있으며, 건축물이 충족해야 하는 사용자 요구사항을 수록하고 있다[15].

본 연구에서 분류체계의 적용은 건축설계 단계에서 설계지침요소의 체계적인 관리를 위해 요구되며, 적용 대상은 설계 실무에서 요구되는 다양한 관점의 지침요소를 수용할 수 있는 상세한 분류 및 속성 정보를 포함해야 한다. 이러한 관점에서 분류체계의 적용은 Table 1에서 보는 바와 같이 핀란드 VTT 연구소에서 개발된 VTT Prop를 대상으로 한다.

2.2 대상 건물 타입의 선정 및 실무지침요소의 정의

실무지침요소는 건물의 타입, 사용 목적, 특성에 따라 다양하게 정의될 수 있다. 따라서 본 연구에서 건물의 타입은 지침요소의 정형화된 형식이 적용 가능한 공동주택(아파트)을 대상으로 시범적으로 적용하고자 한다. 대상 분석 자료는 공동주택을 전문으로 하는 5개사 설계사무소를 방문 및 면담을 통해 수집되었고, 이러한 자료는 설계사무소별로 보유하고 있는 대한주택공사 및 설계 프로젝트에서 제시하는 계획기준 및 설계지침들을 기반으로 한다.

2.3 설계지침요소의 정립

앞서 분석된 결과에서 실무지침요소와 VTT Prop 분류체계는 제안된 설계지침요소의 분류 및 특성을 정의하는데 활용된다. 최상위 분류 위계는 IFC 분류와 동일한 프로젝트, 대지, 건물, 건물층, 공간 순으로 정의된다. Fig. 2는 제안된 설계지침요소의 분류 및 특성을 정의하기 위해 참조된 실무지침요소와 VTT Prop 분류체계의 관계를 나타낸다. 이를 기초로 제안된 설계지침요소는 5개사 설계사무소의 실무자들을 대상으로 검토되었고, 이후 요구사항들을 수렴하여 재정의되었다.

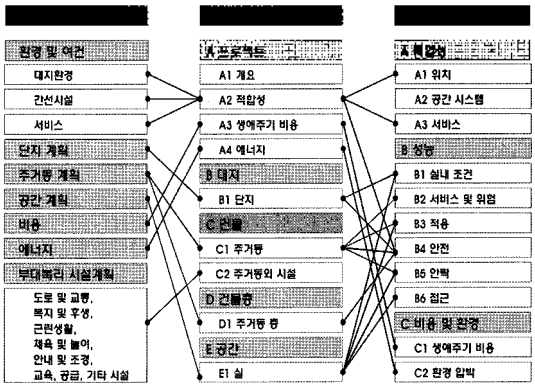


Fig. 2. 설계지침요소의 분류 및 참조관계

3. IFC의 표현구조 분석

3.1 IFC 모델의 개요

IFC 모델은 IAI에서 수행하고 있는 AEC/FM 분야의 정보 표준화 작업의 일환으로, 프로젝트의 전 생애주기 동안 활용되는 많은 건설관련 응용 프로그램들의 정보를 공유하기 위한 공통 객체 라이브러리이다. IFC의 궁극적인 목표는 AEC/FM 분야의 관련 소프트웨어들에 대한 건물 정보 교환의 상호 호환성을 극대화하는 것으로, STEP 표준과의 연계성을 고려하여 개발이 진행되고 있다.

Table 1. 설계지침요소의 관리를 위한 분류체계

분류체계	분류 영역(관점)	적합성
CIB Master List (스웨덴)	건설 전 영역을 대상	◑
ISO 6241(ISO)	건물의 공간, 부위, 이용 등을 대상으로 하는 성능 관점의 분류	◑
ASTM(미국)	전체 건물의 기능, 성능, 서비스 영역을 중심으로 정보의 특징 분류	◑
GBC(국제협력)	건물의 환경적 성능 및 에너지 영역	◑
VTT Prop® (핀란드)	대지조건, 공간 구조, 서비스, 안전성, 적합성, 접근성, 비용, 환경적 특성 등 구체적인 설계 영역	●

IFC 모델의 개발은 1994년 말경에 초안된 이후 지속적인 모델 확장이 이루어지고 있다. 초기의 IFC Release 1.0은 건설 프로세스를 정의하고 있으며 건축 디자인, 설비 디자인, 시설물 관리, 비용 산출 등 분야별 모델을 포함하고 있다. Release 2.0부터는 건축, 견적, 시설물 관리, 설비, 법규 등의 도메인 확장이 이루어졌다. 그 이후 Release 2x는 코어(core) 부분의 안정성이 높아지고 지속적인 모델 확장을 보증하기 위해 안정된 플랫폼(platform)이 제공되기 시작했다. 2002년 11월 8일에 IFC 모델은 ISO/PAS 16739로 ISO에 공식적으로 승인되었고, 현재 Release 2x3 버전이 출시된 상태이다[16].

3.2 IFC 모델에서 설계지침요소 관련 표현구조

설계 실무에서 지침정보는 독립적으로 관리되고, 이를 참고로 설계모델은 완성된다. 즉, IFC에서 설계모델과 지침정보는 설계모델이 완성되기 전 단계까지 분리적으로 관리될 필요가 있다. IFC에서 지침요소에 관련된 표현구조는 공간구조요소 및 건물 객체에 연결되는 프로퍼티 셋, *IfcConstraint*, *IfcControl* 객체를 통해 정의된다. 설계 실무의 관점에서 IFC를 적용하는데 있어 나타나는 주요 문제점들은 다음과 같이 요약된다.

- 설계모델(공간구조요소, 건물요소 등)과 지침정보(목표, 요구사항, 제약조건, 특성 등) 간의 분리적인 관리가 어렵다. IFC는 설계 객체에 요구사항 및 제약조건 객체가 연결되며, 이는 설계 객체가 완성된 이후 지침정보를 입력하는 표현구조임을 의미한다. 따라서 지침정보의 분리적인 관리가 요구되며, 이를 참고로 하여 설계 객체가 완성된 이후, 지침정보가 연결되는 시스템적인 구현이 요구된다.
- 지침요소가 일부에 국한적이고 각각의 객체에 분리적으로 존재하며, 의미(semantic)가 모호하다. IFC는 공간구조요소 및 건물요소에 연결되는 프로퍼티 셋을 정의하고 있다. 이러한 프로퍼티 셋 내에 정의된 프로퍼티들은 주로 객체의 부가적인 특성 정보를 담고 있으며, 일부 지침요소도 포함하고 있어 의미적인 식별이 요구된다.
- IFC에서 제약조건 객체의 활용이 제한적이다. *IfcControl*과 *IfcConstraint*는 제약조건 객체로서 공간구조요소 및 건물요소에 연결되지만, 설계 실무에서 활용되는 다양한 지침정보를 관리하는 관점보다는 설계 평가를 위해 부분적으로 적용될 수 있는 정량적, 정성적인 정보를 포함하고 있다.
- 지침요소의 수용을 위해 IFC 내부에 클래스 기반의 추가적인 확장이 어렵다. 사용자가 공유 및 교환하고자 하는 정보들 중에는 현재 IFC 내부에 포함되지 않는 수많은 정보가 존재하게 되며, 이런 수준 이상의 상세한 정보를 표현하는 클래스를 IFC에 포함시키는 것은 모델의 구현을 어렵게 한다. 특히, 지침요소는 상세한 특성을 갖는 네임(name)으로 정의될 수 있기 때문에, 클래스 기반의 확장 개발은 이를 허용하지 않는다. 또한, 지침요소의 클래스 기반 확장 개발은 복잡한 데이터 구조로 인한 파일 사이즈의 큰 증대가 우려되고, 현재의 IFC를 지원하는 응용도구들의 품질을 보증하기 어려우며, 건물의 유형별로 존재하는 다양한 요구사항을 수용할 수 있는 추가적인 확장 개발의 유연성과 실무관점의 적용 가능성을 확보하기 어렵다.

IFC의 개발 원리는 확장모델과 기존 IFC 모델의 개념 간에 분리적인 식별 및 통합적인 분석을 기반으로 하여 공통적으로 적용 가능한 표준을 제정하는데 있다. 즉, IFC는 국가별 건설 환경에 부합하는 모든 정보를 수용하지 않으며, 공통적으로 적용 가능한 정보를 포함하고 있다. 그러나 IFC는 최상위 수준인 *IfcRoot* 객체 내에 클래스 기반의 확장모델 개발 이외에 "프로퍼티 셋" 확장의 원리와 방법을 기초로 정보 교환을 요구하는 커뮤니티의 개발 동의를 갖고 외부적으로 개발할 수 있다[17]. 이는 특정의 건설 환경에 부합하는 모델 확장을 가능하게 하며, 일반적인 확장 모델의 개발, 등록, 인증과 같은 IAI의 규정과는 별도로 외부적으로 개발할 수 있다. 따라서 IFC 모델에서 지침정보의 관리 및 활용은 현재의 적용 가능한 객체 및 프로퍼티 셋을 활용하고, 추가적인 프로퍼티 셋과 프로퍼티의 정의를 통해 이루어질 수 있다.

4. IFC 확장모델의 개발

4.1 IFC 프로퍼티 셋 확장 방법론 분석

IFC 확장모델을 개발하는 방법은 기존모델에 확장모델을 연결하기 위한 모델링 규칙, 관계 설정, 개념적 식별, 기존 클래스의 수정 및 재사용, 프로퍼티와 프로퍼티 셋에 관한 여러 규정들을 포함한다. 이 중에서 본 연구와 관련된 프로퍼티 셋 확장 개발 방법을 살펴보면 다음과 같다[17-19].

4.1.1 프로퍼티, 프로퍼티 셋의 개념

프로퍼티 셋은 프로퍼티들의 집합을 의미하며, IFC

객체의 상세한 특성을 표현하기 위해 활용된다. 프로퍼티 셋은 정적 클래스로 정의되는 EXPRESS 데이터 정의 언어를 갖는 IFC 모델의 외부에서 정의되는 메타 데이터라고 할 수 있다. 프로퍼티 정의의 목적은 하나의 프로젝트에서 빈번히 활용되는 표준을 확립하는 것으로, 즉 객체 타입에 따른 일정한 프로퍼티 셋의 정의를 통해 표준 타입을 활용하는데 있다. 또한, 정의된 프로퍼티 셋을 요구하는 공간구조요소 및 건물요소에 대한 활용 방식과 목적을 제공하는데 있다. 이러한 관점에서 확장모델의 개발은 프로젝트 및 공간구조요소에 연결되는 프로퍼티 셋과 프로퍼티를 확장하는데 있다.

4.1.2 프로퍼티 및 프로퍼티 셋의 개발 절차

프로퍼티 셋의 개발 절차를 살펴보면 다음과 같다.

- 재활용 가능한 기 정의된 프로퍼티 셋의 탐색: 확장 개발의 경우, 재활용 가능한 프로퍼티 셋과 프로퍼티가 존재한다면, 이러한 개체들은 재활용되어야 한다.
- 프로퍼티 셋의 명세 수준을 정의: 어떠한 IFC 클래스 또는 타입 객체에 연결되는지를 정의해야 한다.
- 새로운 프로퍼티 및 프로퍼티 셋의 정의: 프로퍼티에 대한 이름과 데이터 타입이 정의되어야 한다. 즉, 해석 가능하고, 의미적으로 다른 이름(name) 속성을 가져야 한다.

4.1.3 프로퍼티 타입

프로퍼티의 데이터 타입은 단일 값, 열거 값, 경계 값, 리스트 값, 테이블 값, 참조 값, 그리고 복합 특성 값으로 구분된다. 본 연구에서 확장모델 개발에 활용되는 프로퍼티 타입은 사용자의 정보 입력 방법을 고려하여 단일 값을 갖는 *IfcPropertySingleValue*와 리스트 값을 갖는 *IfcPropertyListValue*를 적용한다.

4.2 확장모델의 적용 개념

본 연구에서 IFC 확장모델의 개발은 지침요소에 대한 존재하는 IFC의 객체, 프로퍼티 셋, 프로퍼티를 식별 및 활용하고, 확장이 요구되는 프로퍼티 셋과 프로퍼티를 추가적으로 정의하는데 있다. 즉, "2.3 설계지침요소의 정립"에서 제안된 지침요소의 분류 및 하위 특성들은 IFC 확장모델의 프로퍼티 셋과 프로퍼티로 정의된다.

Fig. 3은 IFC 확장모델의 적용 개념을 나타낸다. *IfcRelDefinesByProperties* 관계 객체는 설계모델과 지침요소를 연결하며, 이러한 구조는 IFC에서 설계 실무의 정보관리(즉, 설계모델과 지침정보의 분리적인 관리) 방식을 지원한다. 즉, 구현 관점에서 지침정보의 인스턴스 파일은 프로젝트(*IfcProject*) 및 공간구조요소(*IfcSite*, *IfcBuilding*, *IfcBuildingStorey*, *IfcSpace*)별로 *IfcRelDefinesByProperties* 관계 객체에 의해 프로퍼티 셋과 프로퍼티가 연결됨으로써 독립적으로 생성될 수 있다. 또한, 이러한 IFC의 구조는 통합적인 정보관리(즉, 지침정보를 포함하는 설계모델) 및 활용을 지원한다. 즉, 형상정보를 포함하는 IFC 설계모델은 프로젝트 및 공간구조요소별로 연결되는 지침정보(프라퍼티)를 포함함으로써 이후 설계 프로세스에서 설계모델 생성의 의도 및 근거로서 활용될 수 있으며, 지속적인 정보의 공유 및 교환을 가능하게 한다.

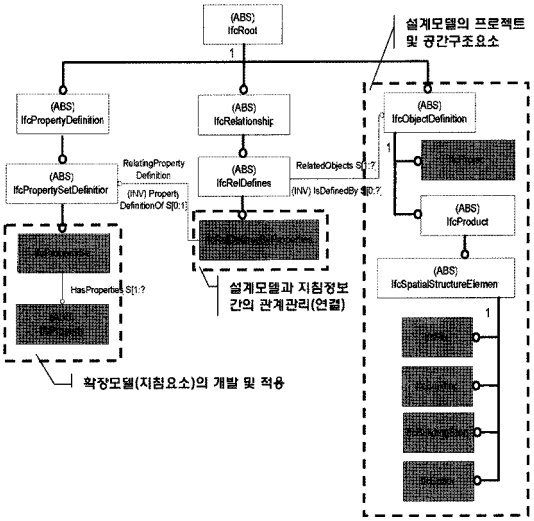


Fig. 3. IFC 확장모델의 적용 개념.

4.3 확장모델의 명세

기 정의된 지침요소에 대한 IFC 모델의 수용 가능 여부를 분석한 결과, 수용 가능한 객체 및 프로퍼티를 제외한 확장모델은 Fig. 4와 같이 정의된다. 확장모델은 프로젝트 및 공간구조요소별 정의된 프로퍼티 셋과 프로퍼티로 구성된다. IFC2x3에서 프로퍼티 스키마는 도메인, 상호운용, 코어 레이어에 존재하며, 프로젝트(*IfcProject*) 및 공간구조 요소(*IfcSite, IfcBuilding, IfcBuildingStorey, IfcSpace*)의 확장 프로퍼티 및 프로퍼티 셋은 각각의 레이어에 포함된다. 예를 들면, *IfcProject* 객체에 연결되는 확장 프로퍼티 및 프로퍼티 셋은 *IfcKernel* 레이어 내에 정의된다.

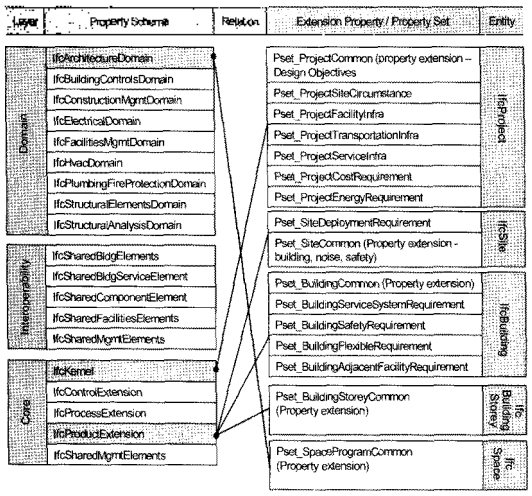


Fig. 4. IFC 확장모델.

5. 구현 및 검증

본 연구에서 지침정보는 정보의 공유, 교환, 관리를 지원하는 IFC 표준 환경에서 유용된다. 본 연구의 Prototype 시스템은 Fig. 5에서 보는 바와 같이 지침정보의 입력 모듈, 설계모델과 지침정보 간의 연계 모듈, 그리고 IFC 정보 변환 모듈로 구성된다. 기능별 모듈의 설명은 다음과 같다.

- 입력 모듈: 지침정보의 효율적이고 체계적인 관리를 위해 DB 템플릿을 제공한다. 본 연구에서 제안된 지침요소별 입력된 정보는 DB 목록에 저장되며, MDB 파일 형식으로 생성된다.
- 연계 모듈: 분리적으로 존재하는 설계모델과 지침정보 간의 연결 기능을 갖는다. 즉, 후행 설계단계에 대해 이전 설계단계의 설계모델 생성에 대한 주요한 근거 및 의도를 제공하기 위해 설계모델에 지침정보를 추가시키는 기능을 갖는다.
- IFC 정보 변환 모듈: 지침정보에 대한 IFC 데이터 파일의 생성과 한글 변환을 지원한다.

Prototype 시스템 개발에 사용된 표준 입출력 도구는 EPM Technology사의 EDM™이며, 이 도구는 IFC EXPRESS 스키마의 입출력과 표준 교환을 지원한다. 또한, 기능별 모듈의 구현은 MS사의 Visual Basic™을 기반으로 한다.

Fig. 6은 Prototype 시스템에서 지침정보의 입력 모듈을 나타낸다. 입력 모듈은 지침정보의 체계적인 기록 및 관리를 위해 템플릿(template mdb)을 제공한다. 지침요소별 입력된 정보는 DB 목록에 저장되며, MDB 파일 형식으로 생성된다. 또한, 기록된 지침정보는 확장모델을 포함하는 IFC 모델에 매핑된다. 프로젝트 단위별 공간 위계는 대지, 주거동, 주거동 층, 공간으로 구성된다. 이러한 접근은 공간구조요소의 위계를 식별하기 위함이며, IFC와 동일한 위계구조를 갖는다. 공간구조요소별 지침정보는 본 연구에서 제안된 지침요소(특성)에 입력된 값이며, 이러한 지침요소는 템플릿 형태로 제공된다. 여기에서 각각의 템플은 IFC의 프로퍼티 셋들이며, 각각의 탭 내에 존재하는 특성들은 프로퍼티 셋 내에 정의된 프로퍼티들이다.

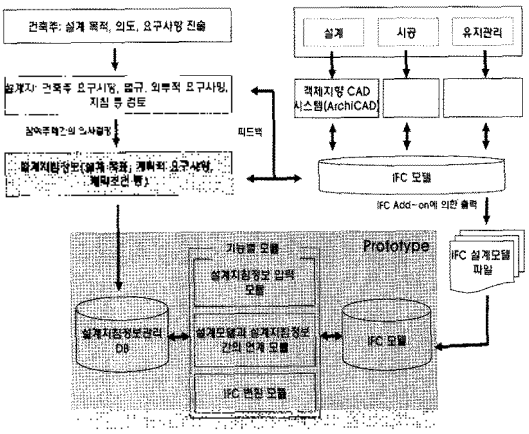


Fig. 5. Prototype의 구조.

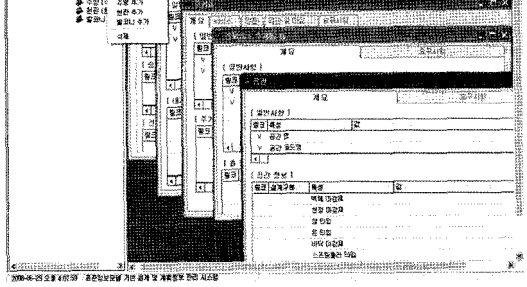


Fig. 6. Prototype 시스템

5.1 IFC 확장모델의 검증: 설계지침정보의 변환

Fig. 7은 Prototype 시스템을 활용하여 입력된 지침정보가 IFC 데이터로 변환된 결과의 일부를 나타낸다. 여기에서 굵은 문자는 확장 프로퍼티를 나타내며, 프로퍼티는 사용자의 정보 입력 방식을 고려하여 단일 값(*IfcPropertySingleValue*) 또는 리스트 값

```
....
#1= IFCPERSON($,$,'대한주택공사',$,$,$,(#3),(#5));
#3= IFCACTORROLE(.OWNER.,$,$);
#5= IFCTELECOMADDRESS($,$,$,('031-738-4172'),('031-7384138'),$,('bongchun@jugong.co.kr'),$);
#12= IFCORGANIZATION($,'창조 건축사 사무소',$,(#16),(#18));
#16= IFCACTORROLE(.ARCHITECT.,$,$);
#18= IFCTELECOMADDRESS($,$,$,('031-201-4958'),('031-201-4959'),$,('architan@korea.com'),$);
#25= IFCPERSONANDORGANIZATION(#1,#12,$);
#26= IFCOWNERHISTORY(#25,$,$,.NOCHANGE.,$,$,$,$);
#27= IFCCALENDARDATE(9,8,2006);
#28= IFCCALENDARDATE(12,11,2007);
#29= IFCPROJECT($,#26,$,$,$,'공영소하지구 설계 경기 프로젝트',$,$,$);
#35= IFCSCHEDULETIMECONTROL($,#26,$,$,$,$,#27,$,$,$,#28,$,$,$,$,$,$,$, $,$, $,$,$);
#43= IFCPROPERTYSET($,#26,'Pset_ProjectCommon',$,(#49));
#47= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES($,#26,$,$,(#29),#43);
#49= IFCPROPERTYLISTVALUE($,'DesignObjectives',(IFCTEXT('중정을 매개로 한 커뮤니티 공간의 집약화와
생활가로에 대응하는 가로형 공동주택을 적용한다.'),IFCTEXT('생활공간 및 영역간의 개방적인 관계를 구축한다.'),
IFCTEXT ('개 방적 생활공간을 확장되도록 한다.')),$);
....
#204= IFCSITE($,#26,'하안동, 소하동 및 시흥동 일원',$,$,$,$,$,$,$,$,$,#214);
#214= IFCPOSTALADDRESS($,$,$,$,$,$,'광명','경기도','423-070',$);
#217= IFCPROPERTYSET($,#26,'Pset_SiteCommon',$,(#223,#228,#232,#236));
#221= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES($,#26,$,$,(#204),#217);
#223= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'TotalArea',IFCAREAMEASURE(50761.),$);
#228= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'BuildableArea',IFCAREAMEASURE(45000.),$);
#232= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'FloorAreaRatio',IFCRATIOMEASURE(279.),$);
#236= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'BuildingCoverage',IFCRATIOMEASURE(15.88),$);
....
#310= IFCBUILDING($,#26,'405동',$,$,$,$,$,$,$,$);
#320= IFCPROPERTYSET($,#26,'Pset_BuildingCommon',$,(#326,#331,#335,));
#324= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES($,#26,$,$,(#310),#320);
#326= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'BuildingCirculationAccess',IFCTEXT('계단실형 평면'),$);
#331= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'HandicapCirculationAccess',IFCTEXT('슬로프 설치'),$);
#335= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'BuildingExteriorView',IFCTEXT('최상층은 경사지붕으로 적용'),$);
....
#595= IFCBUILDINGSTOREY($,#26,'기준층',$,$,$,$,$,$);
#605= IFCPROPERTYSET($,#26,'Pset_BuildingStoreyCommon',$,(#611,#616,#620,#624,#628));
#609= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES($,#26,$,$,(#595),#605);
#611= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'StairAccess',IFCTEXT('중앙 코어에서 접근 가능하고 단위세대는 발방형
접근 가능형'),$);
#616= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'ShelterStairAccess',IFCTEXT('중앙 코어에서 접근'),$);
#620= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'ElevatorAccess',IFCTEXT('중앙 코어에서 접근'),$);
....
#633= IFCSPACE($,#26,'침실1',$,$,$,$,'침실1',$,$,$);
#645= IFCPROPERTYSET($,#26,'Pset_SpaceProgramCommon',$,(#651,#656,#660,#664,#668));
#651= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES($,#26,$,$,(#633),#645);
#656= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'LightingRequirement',IFCTEXT('실내등, 침실1개, 인접 발코니
1개'),$);
#660= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'FireSafetyRequirement',IFCTEXT('스프링클러 적용'),$);
....
```

Fig. 7. IFC 데이터 파일의 생성(지침정보의 일부).

(*IfcPropertyListValue*)을 갖는 타입으로 정의된다. 검증은 본 시스템에 의해 생성된 IFC 데이터 파일의 내부 데이터 구조가 확장모델을 포함하는 IFC 스키마의 표현구조에 적합한 형식으로 정의되었는지를 판단하는데 있다. 생성된 IFC 데이터 파일을 분석한 결과, 프로젝트(*IfcProject*) 및 공간구조요소(*IfcSite, IfcBuilding, IfcBuildingStorey, IfcSpace*)에 연결되는 프로퍼티 셋은 *IfcRelDefinesByProperties* 객체에 의해 관계 설정이 정의되었으며, IFC 표현구조에 적합한 형태로 생성되었다.

5.2 IFC 확장모델의 검증: 설계모델과 설계지침정보의 연계

Fig. 8은 IFC 설계모델의 프로젝트 및 공간구조요소에 각각의 지침정보를 추가하는 모듈을 나타낸다. 연계 모듈은 분리적으로 존재하는 설계모델과 지침정보 간의 연결 기능을 제공하며, 후행 프로세스 단계에서 이전단계의 설계모델 생성에 대한 주요한 근거 및 의도를 제공하기 위해 활용된다.

검증에 활용된 설계모델은 "K지구 설계 경기 프로젝트"를 위해 계획된 43평형 도면을 기초로 ArchiCAD 모델링 도구에서 3차원 모델로 작성한 후, 이를 IFC Add-on 기능을 통해 변환한 IFC 데이터 파일이며, 지침정보는 Fig. 7의 전체 IFC 데이터 파일을 대상으로 한다.

설계모델과 지침정보 간의 연계는 각각의 프로젝트 및 공간구조요소에서 설계모델에 지침정보의 프로퍼티를 추가하는데 있다. 설계모델에 추가될 수 있는 지침정보는 프로젝트 및 공간구조요소에 연결되는 모든 프로퍼티를 대상으로 한다. 검증을 위해 본 연구에서

Fig. 8. 설계모델과 지침정보간의 연계 모듈.

```
Data;
.....
#28896=
IFCSPACE('2gWRnJvDbF08e7xhgd0s08',#13,'001',$,$,#28893,#28882,'bedroom1',.ELEMENT.,.I
NTERNAL.,$);
.....
#29719=
IFCSPACE('38fBkUY5DE$eTk93pE89eL',#13,'001',$,$,#29716,#29705,'bathroom1',.ELEMENT.,.I
NTERNAL.,$);
.....
#30234= IFCSPACE('0y2pwMVOn6eP6S2ytyDLoQ',#13,'001',$,$,#30231,#30216,'living
room1',.ELEMENT.,.INTERNAL.,$);
.....
```

```
#50416=
IFCPROPERTYSET($,#13,'Pset_SpaceProgramCommon',$,(#50422,#50427,#50431,#50435,#50
439,#50443,
        #50447,#50451,#50455,#50459));
#50420= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES($,#13,$,$,(#28896),#50416);
#50422= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'OutdoorNoiseRequirement',IFCTEXT('자동차 소음'),$);
#50427= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'LightingRequirement',IFCTEXT('실내등, 침실1개, 욕실 및
 조리 1개'),$);
#50431= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'ExtensionRequirement',IFCTEXT('발코니의 활용성을 확장
 가능'),$);
#50435= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'SolarAvailabilityRequirement',IFCTEXT('남향형 일조'),$);
#50439= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'PrivacyRequirement',IFCTEXT('유리창(발코니 부분 가림막
설치)'),$);
#50443= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'WindowDoorRequirement',IFCTEXT('전실 이중문 창'),$);
#50447= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'CirculationRequirement',IFCTEXT('동선으로 인접'),$);
#50451= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'FinishingRequirement',IFCTEXT('불연재 우선 적용 벽지'),$);
#50455= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'FireSafetyRequirement',IFCTEXT('소화기 설치 적용'),$);
#50459= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'SecurityRequirement',IFCTEXT('방범 창문 적용'),$);
#50735=
IFCPROPERTYSET($,#13,'Pset_SpaceProgramCommon',$,(#50741,#50746,#50750,#50754,#50
758,#50762));
#50739= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES($,#13,$,$,(#29719),#50735);
#50741= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'LightingRequirement',IFCTEXT('실내등 1개 설치'),$);
#50746= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'FunctionRequirement',IFCTEXT('일 조, 변기 설치'),$);
#50750= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'SolarAvailabilityRequirement',IFCTEXT('남소'),$);
#50754= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'CirculationRequirement',IFCTEXT('침실과 현관 인접'),$);
#50758= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'FinishingRequirement',IFCTEXT('내부 실 도장'),$);
#50762= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'SecurityRequirement',IFCTEXT('침실 창문 적용'),$);
#50684=
IFCPROPERTYSET($,#13,'Pset_SpaceProgramCommon',$,(#50690,#50695,#50699,#50703,#50
707));
#50688= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES($,#13,$,$,(#30234),#50684);
#50690= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'LightingRequirement',IFCTEXT('실내등 1개, 두 조등 4
개'),$);
#50695= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'ExtensionRequirement',IFCTEXT('발코니의 활용성을 확장
 가능'),$);
#50699= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'SolarAvailabilityRequirement',IFCTEXT('양호'),$);
#50703= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'WindowDoorRequirement',IFCTEXT('전실 이중 이창'),$);
#50707= IFCPROPERTYSINGLEVALUE($,'FinishingRequirement',IFCTEXT('불연 마감재 적용'),$);
ENDSEC;
END-ISO-10303-21;
```

Fig. 9. IFC 데이터 파일의 생성(설계모델에 추가된 지침정보의 일부).

는 공간의 침실, 욕실, 서실이 갖는 프로퍼티를 대상으로 한다.

Fig. 9는 Fig. 8의 연계 과정을 통해 생성된 IFC 데이터 파일의 일부를 나타낸다. Prototype 시스템은 연계 파일 생성 시 지침정보에서 #키 값을 설계모델의 데이터 구조에 맞게 재정의하고, 관련 엔티티와 관

계를 연결해주는 기능을 갖는다. 여기에서 #키 값의 재정의는 EDM 라이브러리에 의해 자동으로 생성되며, 공간 별 프로퍼티의 연결은 해당 *IfcSpace*의 #키 값, *IfcOwnerHistory*의 #키 값의 검색을 통해 이루어진다. 설계모델의 프로젝트 및 공간구조 요소에 연결되는 지침정보(프로퍼티)는 엔티티별 관계 및 #번호의 설정에 있어서도 적합하게 추가되었으며, #번호의 설정은 데이터 모델링 도구로서 인증되는 EPM사의 EDM 라이브러리에 의해 자동으로 생성되었다.

6. 결론 및 제언

본 연구는 지침정보의 관리 및 활용을 위한 방안으로 IFC를 적용한 방법을 제시하였고, 전체 연구의 범위에서 핵심이 되는 IFC 확장모델의 개발, 구현, 검증 부분을 중심으로 소개 및 논의하였다. 전체 범위에서 본 연구의 결과는 IFC의 적용을 통해 정보의 공유 및 교환을 지원하는 관점에서 주요 성과를 논의할 수 있다.

기존 응용도구들은 지침정보의 공유 및 교환에 제한적이었다. 본 연구는 기존 응용도구들의 정보관리 방식과는 달리 IFC 기반의 정보관리 및 활용을 통해 응용도구들 간의 지속적인 공유 및 교환의 접근을 가능하게 하였다. 또한, IFC 확장모델(즉, 프로퍼티 셋과 프로퍼티)은 기존 IFC기반 BIM 도구들의 변경을 요구하지 않으며, 이는 이러한 도구들에서 읽어들인 IFC 설계모델(즉, 지침정보를 포함하는)의 지침정보를 추출 및 조회할 수 있는 인터페이스의 구현만 요구된다. 본 연구에서 제안한 IFC 확장모델은 구현 관점에서 설계모델과 지침정보 간의 분리적이고 통합적인 관리를 제공한다. 이러한 접근은 설계모델에 참여주체들 간의 경험, 지각 능력, 판단에 근거한 가치 정보를 부여함으로써 프로세스 단계별로 공유, 교환, 관리되면서 건설 업무의 효율을 증진시킬 수 있는 여러 방법적인 대안 중 하나로서 활용될 수 있다.

본 연구 결과의 보완과 실무적인 활용을 위해서는 후속연구가 요구된다. 본 연구에서 지침요소는 분류체계, 표준 지침, 프로젝트 지침서 등을 기반으로 제안되었고, 실무적인 검토 작업을 통해 정의되었다. 그러나 지침요소는 좀 더 다양한 지침들과 실무자들의 의견 수렴을 통해 실무적인 활용도를 높일 필요가 있으며, IFC 확장모델은 이러한 요소와 함께 보완될 필요가 있다. 따라서 후속연구는 Fig. 1에서 언급한 바와 같이 본 연구의 결과를 보완하여 IFC기반 BIM 도구에서 구현되도록 추진 중이며, 이후 결과는 국제표준의 적합성 시험과 실무적인 유용성 등 검증의 신뢰도를 높이는 측면에서 지속적인 연구를 수행할 것이다.

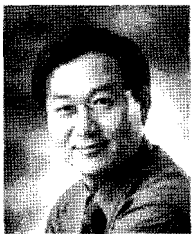
참고문헌

1. Shin, J. W., Kim, T. W., and Bae, J. I., "Introducing information-oriented work process modeling method for effective design management in design collaboration", *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 22(8), pp.181-188, 2006.
2. Choi, Y. J., Yi, J. S., and Bae, J. I., "A study on selecting key factors of design management considering current situation of design process", *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 22(10), pp.111-118, 2006.
3. Hong, S. M., and Song, S. J., "A study on the characteristics of communications during design process in large architectural firms", *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 18(7), pp.35-42, 2002.
4. Hitchcock, R. J., "*Improving life-cycle information management through documentation of project objectives and design rationale*", PhD thesis, Dept. of Civil Engineering, University of California, Berkeley, USA, 1996.
5. Cooper, G. S., Cerulli, C., Lawson, B, R., Peng, C., and Rezgui, Y., "Tracking decision-making during architectural design", *ITcon*, 10, pp.125-139, 2005.
6. Boddy, S., Rezgui, Y., Wetherill, M., and Cooper, G. "Knowledge informed decision making in the building lifecycle: An application to the design of a water drainage system", *Automation in Construction*, 16, pp.596-606, 2007.
7. Ozkaya, I., and Akin, O. "Tool support for computer-aided requirement traceability in architectural design: The case of DesignTrack", *Automation in Construction*, 16, pp.674-684, 2007.
8. VTT web site. A brochure of EcoProp software version 4. http://cic.vtt.fi/eco/ecoprop/english/EcoProp_brochure.pdf, 2004.
9. DIT web site. http://ateam.lbl.gov/DesignIntent/home.html
10. Facility Composer web site. https://ff.cecer.army.mil/fc
11. Trelligence web site. http://www.trelligence.com, 2006.
12. IAI web site. http://www.iai-international.org/index.html
13. IAI North America Chapter web site. http://www.iai.org.uk, 2007.
14. Huovila, P., and Porkka, J. Conclusions and Recommendations on Decision Support Tools for performance Based Building. Technical report, VTT Building and Transport, 2005.
15. KSA. Performance standards in building-Principles

for their preparation and factors to be considered. KS F ISO 6241, 2001.
16. IAI. IFC 2x3(OnlineDocumentation). http://www.iai-international.org/Model/IFC(ifcXML)Specs.html
17. IAI Model Support Group. IFC2x property set development guide. 2001.
18. IAI Model Support Group. IFC2x Technical Guide. 2000.
19. IAI Model Support Group. IFC2x extension modeling guide. 2002.

서 종 철

2001년 원광대학교 건축공학과 학사
2003년 경희대학교 건축공학과 석사
2004년~2007년 경희대학교 강사
2008년 경희대학교 박사
2008년~현 빌딩스마트협회 부연구위원
관심분야 : Digital Design Media, Virtual Design Studio, Integrated Design Environment(ISO/STEP, IAI/IFC), Modeling and Simulation



김 민 한

1988년 서울대학교 건축학과 학사
1991년 미국 Carnegie-Mellon대학 건축학 석사
1994년 영국 Strathclyde대학 건축학 박사
1996년~현 경희대학교 건축공학과 교수
관심분야: Integrated Design Environment(ISO/STEP, IAI/IFC), Architectural Design Process Theory, Design Methodology, Virtual Design Studio, Digital Design Media