

인허가관련 설계품질검토 자동화를 위한 건축법규 문장 관계논리에 관한 연구

김현정 · 이진국[†]

한양대학교 실내건축디자인학과

Relational Logic Definition of Articles and Sentences in Korean Building Code for the Automated Building Permit System

Hyunjung Kim and Jin-Kook Lee[†]

Dept. of Interior Architecture Design, Hanyang Univ.

Received 12 February 2016; received in revised form 28 March 2016; accepted 29 March 2016

ABSTRACT

This paper aims to define the relational logic of in-between code articles as well as within atomic sentences in Korean Building Code, as an intermediate research and development process for the automated building permit system of Korea. The approach depicted in this paper enables the software developers to figure out the logical relations in order to compose KBim-Code and its databases. KBimCode is a computer-readable form of Korean Building Code sentences based on a logic rule-based mechanism. Two types of relational logic definition are described in this paper. First type is a logic definition of relation between code sentences. Due to the complexity of Korean Building code structure that consists of decree, regulation or ordinance, an intensive analysis of sentence relations has been performed. Code sentences have a relation based on delegation or reference each other. Another type is a relational logic definition in a code sentence based on translated atomic sentence(TAS) which is an explicit form of atomic sentence(AS). The analysis has been performed because the natural language has intrinsic ambiguity which hinders interpreting embedded meaning of Building Code. Thus, both analyses have been conducted for capturing accurate meaning of building permit-related requirements as a part of the logic rule-based mechanism.

Key Words : Atomic sentence, Automated design assessment, BIM, Korean building code, Sentence relation

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

건물정보모델링(Building Information Modeling,

이하 BIM)의 다양한 응용사례 중 하나로 BIM기반 룰체킹 및 설계품질검토에 대한 자동화 여러 시도가 보고되고 있다^[1]. 해외의 선도적 사례의 경우, 2000년도부터 진행되었던 싱가포르의 웹 기반 건설 행정처리 시스템인 CORENET, 2006년경 진행되었던 미국 GSA 연방정부 프로젝트 등 개방형BIM기반의 법규검토 자동화에 대한 연구 및 개

[†]Corresponding Author, designit@hanyang.ac.kr
©2016 Society for Computational Design and Engineering

발 등이 있다^[2,4]. 우리나라에서도 다양한 BIM기반 응용을 통한 생산성 향상 등에 관심이 증대되고 있으며, 일련의 노력으로 현재 정부 주도의 설계 품질검토 자동화 및 인허가시스템 적용을 목표로 프로젝트가 진행 중이다^[19]. 설계품질검토에 필요한 여러 요구사항은 건축 관련 법규, 설계지침, RFP(Request For Proposal) 등에 명시되어 있으며, 본 논문은 그 중 건축물의 인허가 단계에서 반드시 검토가 되어야 할 건축법 및 관련법규를 대상으로 한다.

자동화된 설계품질검토 기능을 구현하기 위해서는 설계 요구사항을 컴퓨터에서 명시적으로 표현되며 실행 가능한 형태로 변환하는 과정이 선행되어야 한다^[4,5]. 그러나 법규 내 자연어로 기술된 설계 요구사항들은 자의적인 해석이 개입되거나 해석의 모호함을 내포할 수 있다. 따라서 컴퓨터에서의 명시적이고 정확한 표현을 위해 자연어와 컴퓨터 프로그래밍코드 중간단계의 논리적인 체계를 구축하는 것이 필요하다^[13]. 해외 설계품질검토 자동화 관련 프로젝트에서는 다양한 접근 방법을 통해 대상 건축물 모델이 검토되어야 할 디자인 요구사항을 컴퓨터 실행 가능한 형태로 정의하고자 하였다. 본 연구의 배경이 되는 프로젝트에서는 건축법 내 건축물 인허가와 관련된 법규문장들을 컴퓨터 실행 가능한 단일 독립구문의 형태로 나누어 구조화한 중간단계의 코드(Pseudo-Code)를 통한 접근방법을 제안하였으며, 이러한 단일 독립구문들 하나하나에 대한 명시적 정의는 상대적으로 논리적 오류 없이 진행 중이다^[6]. 그러나 단일 독립구문들을 논리적으로 연결하는 관계의 측면에서는 많은 복잡한 문제를 내포한다. 이는 국내 법규의 복잡한 상호 참조나 위임 등의 특성에서 기인하며^[15], 본 논문에서는 그러한 문제의 해결을 위해 건축법규 문장의 관계논리를 정리하고 연관된 구현을 위한 하나의 바탕을 제공하고자 한다.

1.2 연구의 흐름 및 방법

자연어의 건축법규를 중간단계의 코드로 변환하는 메커니즘인 논리규칙체계화 프로세스는 세 부분으로 나뉘어질 수 있다; 1) 명사구 분류체계화: 법규로부터의 객체 및 속성 체계화, 2) 서술부 유형화: 구현을 위한 상위레벨 함수 도출, 3) 문장 간 관계논리 분석: 문장 내,외 관계 체계화^[8]. 건물

의 객체 및 속성, 도출된 함수를 통한 검토 조건 및 검토 내용, 그리고 문장의 논리적 관계를 바탕으로, 컴퓨터에서 명시적으로 인식되고 실행 가능한 ‘KBimCode’로 명명된 중간 단계의 코드체계로 변환할 수 있다^[13].

본 연구는 위에서 세 번째에 해당하는 법규 문장간 관계논리를 분석하고 체계화하기 위하여 수행되었으며, 건축법규 문장의 상호 관계를 추적하여 논리적 연결관계를 분석하였다. 이를 통하여; 1) 건축법규 조항 및 문장 간 관계와 2) 건축법규 문장 내 관계를 분석하여 유형을 정의하였다. 관계추적을 통해 도출된 494개의 관계와 그 관계를 형성하는 371개 법규문장을 바탕으로 KBimCode 변환 시 논리적인 규칙의 바탕이 되는 2가지 유형의 관계를 분석하고 각각 유형화하여 정의하였다. 이는 논리규칙을 체계화하여 컴퓨터에서 자동화된 처리기반을 마련하기 위한 연구의 일부로, 자연어로 쓰여있는 내재적 모호성을 갖는 건축 법규 및 기타 설계품질 요구사항들에 대한 논리적인 규칙체계 정립에 도움을 줄 수 있도록 한다.

2. 연구 배경

2.1 기존 룰 정의 접근방법

2.1.1 CORENET

CORENET(Construction and Real Estate Network)은 싱가포르 정부 및 건설청(BCA) 주도하에 추진된 웹 기반의 건설 행정처리 시스템이다^[2]. 이 시스템은 개방형BIM 기술을 바탕으로 건설산업분야에서의 생산성과 품질 개선을 통해 업무 효율성 향상에 목적을 둔다^[11]. 그 중 일부 시스템인 CORENET e-Plan Check은 자체 플랫폼인 FORNAX를 이용하며, 제출된 IFC 파일을 바탕으로 자동화된 설계품질 검토를 제공한다. FORNAX는 C++언어로 제작된 자체의 룰셋 라이브러리이며 이를 통한 룰 정의 프로세스는 건축 및 법규 전문가가 컴퓨터 프로그래머와 함께 코딩을 통해 정의하는 방식으로 진행되었다^[12].

2.1.2 SMARTcodes

SMARTcodes는 International Code Council (ICC), AEC3과 Digital Alchemy의 합동 프로젝트로 미국의 지역 단위 별 법규에서 명시하는 코드

간 적합성을 자동으로 검토하기 위해 진행되었다. 그 결과물 자체보다는 자연어의 법규를 룰셋 파일로 변환하는 과정이 함께 주목 받는 프로젝트이다^[12]. 요구사항이 명시된 문장의 주어부, 서술부, 문맥 등의 프로젝트의 프로토콜에 따라 마크업(Markup) 방식으로 각각 색을 칠한 후 본래의 문장을 유지한 채 구조화된 XML파일로 변환한다. 이후 알고리즘에 따라 룰셋 파일의 형태로 정의한다. SMARTcode는 설계품질검토의 관점에서 타 프로젝트와 다르게 다양한 형태의 요구조건에 적용 가능하다는 장점이 있다^[7].

2.1.3 SOLIBRI MODEL CHECKER

SOLIBRI MODEL CHECKER(SMC)는 IFC파일을 기반으로 객체 간 간섭 확인, 법규 검토 등의 기능을 지원하는 소프트웨어이다^[20]. SMC는 법규 자동검토를 위한 파라미터화 된 룰셋 라이브러리를 제공한다. 하지만 한정적인 파라미터와 객체로 인하여 새로운 룰 정의 시 사용자가 프로그래밍 언어를 바탕으로 직접 코딩을 통해 정의해야 한다는 어려움이 있다^[12].

2.2 논리규칙체계화

기존의 일부 프로젝트에서는 설계 요구사항을 프로그래밍 언어를 통하여 직접 룰셋 파일로 변환하는 하드코딩 방식으로 수행되었다^[12]. 이러한 접근방법을 통해 지속적으로 업데이트되는 한국의 건축법규를 컴퓨터 실행 가능한 형태로 새롭게 정의하는 것은 프로그래밍에 대한 지식이 부족한 일반인들에게 접근성이 낮다고 할 수 있다^[7]. 따라서 한국 정부주도의 프로젝트로 진행 중인 설계 품질 검토 자동화 시스템 개발에 대한 연구는 중간 변환 단계에서 사람들이 쉽게 읽고 이해할 수 있는 중간단계의 코드체계인 KBimCode를 이용하여 보다 사용자 친화적인 접근 방법을 제안한다. 또한 논리규칙체계 정립을 통해 제 기준, RFP 등 다양한 디자인 요구사항에 적용가능 하도록 한다^[8]. 자연어의 논리적 재구조화에 근거하여 KBimCode 변환의 바탕이 되는 논리규칙 체계화 프로세스는 명사구 분류체계화, 서술부 유형화 그리고 논리분석을 통해 법규문장 내 명시된 검토 필요 사항을 컴퓨터 실행 가능한 코드로 변환할 수 있도록 한다.

3. 한국 건축법

3.1 건축법의 구조적 특성

건축법은 건축물의 용도, 대지, 구조 및 설비의 기준 등을 명시하고 건축물의 안전, 기능, 환경 및 미관 등을 규정한다^[18]. 또한 건축물 생애주기 간 참여하는 참여자 간의 책임에 관한 내용과 범위를 규정하는 등 다른 법제 유형과 달리 매우 복잡한 입법 체계를 가진다^[17]. 건축법은 법률(건축법), 대통령령(건축법 시행령) 및 국토 교통부령(건축법 시행규칙 외)으로 이루어진 3단 구조를 형성하고 있으며^[9] 관련 법규들이 복잡한 계층적 구조와 관계를 바탕으로 구성되어 있다. 각 법령에 따른 법규문장들은 조, 항, 호, 목의 구조를 형성하며 상위 법규는 규제 내용의 대강을 명시하고 하위 법규로의 위임 혹은 외부 법령으로의 참조를 통해 세부사항을 규정한다^[15]. 이러한 방식을 바탕으로 조항의 적법성 여부를 판단하기 위해서는 위임 또는 참조된 하위 법규에 대한 검토를 선행해야 한다. 따라서 건축 법규의 관계논리의 파악 및 분석은 법규가 명시하는 정확한 의미의 파악을 바탕으로 한 논리적인 재구조화 과정에 필수적이다.

3.2 대상 법규

복잡한 상, 하위 관계를 바탕으로 형성되어 있는 한국 건축법규 특성 상 정확한 법규검토를 수행하기 위해서는 이러한 관계가 조, 항 단위보다 세분화된 문장 단위에서 파악되어야 한다. 따라서 하나의 S(주어) + O(목적어) + V(동사) 구조를 가지며 참, 거짓의 결과값을 갖는 단일 독립구문 단위에서 연구를 수행하였다^[10]. 또한 이를 위해 관계분석의 바탕이 될 조항들의 단일 독립구문 단위의 웹 기반 데이터베이스를 구축하였다.

건축법 내 100여개 조 중에서 Table 1과 같이 BIM기반 자동검토의 구현 가능성이 높다고 판단된 건축물 인허가 관련 12개조를 최상위로 위임 및 참조 관계에 따라 관계추적을 통해 관련 하위 문장들을 파악하였다. 이후 Table 2에 명시된 5가지의 특징을 갖는 법규 문장들은 설계품질검토 자동화에 적합하지 않은 요구조건이라 판단되어 대상에서 제외되었다. 비검토 대상 법규 문장을 제외한 후 파악된 검토 대상 문장 및 관계는 다음과 같다: 6개법(건축법, 건축법 시행령, 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙, 다중이용업

Table 1 Selected twelve articles for the research scope

법규	조	조 이름
건축법	46	건축선의 지정
	47	건축선에 따른 건축제한
	48	구조내력 등
	49	건축물의 피난시설 및 용도제한 등
	50	건축물의 내화구조와 방화벽
	51	방화지구 안의 건축물
	52	건축물의 마감재료
	53	지하층
	54	건축물의 대지가 지역지구 또는 구역에 걸치는 경우의 조치
	56	건축물의 용적률
	59	맞벽 건축과 연결복도
	64	승강기

Table 2 5 types of sentence criteria which are not suitable for automated design assessment

유형	특징
(a)	과도한 LOD의 속성정보 요구 및 정성적 표현을 포함
(b)	인허가 단계 이후의 정보 요구
(c)	BIM에 포함되지 않는 정보 요구
(d)	법규 내용 외 문장
(e)	법 제정, 정의, 기준 등 건축물 설계품질과 무관한 내용

소의 안전관리에 관한 특별법 시행령, 건축물 마감재료의 난연 성능 및 화재 확산방지 구조 기준), 56개조, 98개항, 371문장, 494개 관계.

4. 문장관계 분석 및 관계 유형 정의

4.1 법규 문장 간 관계

한국 건축법은 복잡한 상, 하위 관계를 바탕으로 계층적인 구조일 뿐만 아니라 관련 법규 간 외부 참조를 통해 교차적인 구조로 형성되어 있다. Table 3의 예시처럼 상위법규는 요구조건에 대한 대강을 명시하며, 세부사항을 규정하는 하위의 문장들로 위임 및 참조를 지시하는 부분을 통해 관계를 형성한다. 이러한 특징을 바탕으로 Fig. 1과 같이 마인드맵 형태의 문장 관계도를 통해 건축물 인허가 관련 12개조를 최상위로 하여 관계를 맺는

Table 3 Examples of the higher level predicate for delegation and reference

유형	상위법 서술어 예시
위임	다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 도로나 그 예정 도로를 말한다.
	적용하는 건축물 및 기준은 다음 각 호와 같다.
참조	다음 각 호 중 어느 하나에 해당하는 재료로
	대통령령으로 정하는 바에 따라 국토교통부령으로 정하는

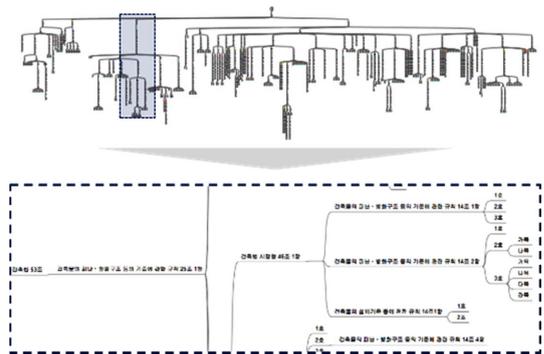


Fig. 1 Relational map example of sentences in Korean Building Code (Article 46,47,50,52,54)

하위 문장들을 파악하였다. 이러한 과정을 통해 최상위 12개조를 포함한 371개 문장 및 이들이 형성하는 494개 관계를 도출하였다. 위임 및 참조의 관계추적을 통해 파악된 494개의 관계는 논리규칙 체계 정립을 위한 정의를 바탕으로 Table 4와 같이 5가지로 유형화 될 수 있다.

Table 4의 첫 번째 유형의 예시는 ‘건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 19조 2항’으로 그 문장의 내용 중 ‘다음 각 호의 어느 하나에 해당하는’이라는 부분을 통해 하위법규문장으로 위임한다. 위임된 하위 문장들은 경계벽 및 간막이벽의 구조의 상세를 명시한다. 이 경우 검토대상인 경계벽 및 간막이벽의 구조가 위임된 하위법규 문장들이 명시하는 조건 중 어느 하나에만 해당되면 ‘건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 19조 2항’의 검토결과는 PASS 이게 된다. 두 번째 유형의 예시는 ‘건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 12조’로 출입구에 설치하는 회전문 조건의 대강을 명시하며, ‘다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.’ 라는 부분을 통해 하위 법규 문장으로 위임한다. 위임된 하위문장들

은 출입구에 설치하는 회전문의 위치, 구조 등 그 조건의 상세를 명시한다. 이 경우 검토 대상인 회전문의 모든 조건에 부합 하여야 상위 법규인 ‘건축물의 피난·방화 구조 등의 기준에 관한 규칙 12조’의 검토 결과가 PASS이게 된다. 세 번째 유형의 예시는 ‘건축법 시행령 56조 2항’이며 그 문장 내용 중 ‘제1항 1호 및 제2호에 해당하는 용도로 쓰지 아니하는 건축물’이라는 부분을 통해 지붕틀을 내화구조로 하지 않을 수 있는 조건을 명시한다. 즉, ‘건축법 시행령 56조 1항 1호’ 및 ‘건축법 시행령 56조 1항 2호’가 명시하는 용도에 대한 대상 건축물의 검토결과가 FAIL이어야 상위 법규의 검토결과가 PASS인 관계가 도출된다. 네 번째 유형의 예시는 ‘건축물의 피난·방화 구조 등의 기준에 관한 규칙 11조 5항’으로 ‘다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물’이라는 부분을 통해 하위문장으로 위임하여 검토대상 조건의 상세를 명시한다. 또한 ‘제15조 제5항에 따른 경사로를 설치하여야 한다.’라는 부분을 통해 외부 문장으로 참조함으로써 건축물이 하위로 위임된 문장들 중 하나에 해당되어 검토대상이라면 설치해야 하는 경사로의 조건을 명시한다. 다섯 번째 유형의 예시는 ‘건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 14조 2항’으로 ‘다음 각 호의 기준에 적합하게 설치하여야 한다.’라는 부분을 통해 하위문장으로 위임한다. 위임된 하위문장들은 방화구획의 조건에 대해 명시한다. 하위 법규 문장들을 살펴보면 각 호에서 ‘외벽과 바닥 사이에 틈이 생긴 때에 메우는 재료의 종류’ 또는 ‘환기, 난방 또는 냉방시설의 풍도가 방화구획을 관통할 경우의 댐퍼 설치 기준’ 등의 상세를 명시하는 내용이다. 이는 대상 건축물의 상태 및 경우에 따라 상위 법규문장의 검토결과를 PASS가 될 수 있게 하는 하위 법규 문장들의 경우의 수가 다른 것으로 파악되었다.

Table 4와 같이 위임 및 참조 관계를 바탕으로 추적된 494개 관계를 5가지 유형으로 나누어 정의하였다. 또한 하위 법규문장의 검토결과에 따라 상위 법규문장의 검토결과에 영향을 끼칠 수 있는 관계를 바탕으로, 하위 법규 문장들을 조건부(CS, Condition Statement), 상위 법규 문장을 서술부(KS, Key Statement)로 정의하였다. 상, 하위 단일 독립 구문이 형성하는 5가지 유형의 관계를 3가지 단계로 나누어 1차 논리 표현으로 정의하여 논리 체계

Table 4 Type definition between atomic sentences

분류	관계 유형	유형 정의
(a)	하위법규문장 중 하나의 검토결과가 PASS면 상위 법규문장의 검토 결과가 PASS 인 관계	- 1단계: IF ((하위법B ₁) OR (하위법B ₂) .. OR (하위법 B _n)) THEN (상위법)
		- 2단계: IF CS THEN KS
		- 3단계: CS→KS
(b)	모든 하위법규문장의 검토결과가 PASS면 상위 법규문장의 검토 결과가 PASS 인 관계	- 1단계: IF((하위법B ₁) AND (하위법B ₂) ..AND (하위법B _n)) THEN (상위법)
		- 2단계: IF CS THEN KS
		- 3단계: CS→KS
(c)	하위 법규문장의 검토결과가 FAIL 이어야 상위 법규문장의 검토결과가 PASS 인 관계	- 1단계: IF !((하위법B ₁) AND (하위법B ₂)..AND (하위법B _n)) THEN (상위법)
		- 2단계: IF !CS THEN KS
		- 3단계: ¬ CS→KS
(d)	특정 하위 법규문장의 검토결과가 반드시 PASS 인 관계	- 1단계: IF ((하위법B ₁) AND (하위법B ₂) .. AND (하위법B _n) AND (하위법C ₁)) THEN (상위법)
		- 2단계: IF (CS1 AND CS2) THEN KS
		- 3단계: (CS1 ∧ ∀ CS2)→KS
(e)	상위 법규문장 검토 결과를 PASS하게 하는 하위 문장들의 검토 결과가 검토 대상에 따라 달라지는 관계	- 1단계: IF ((하위법B ₁) OR (하위법B ₂) .. OR (하위법B _n)) THEN (상위법)
		- 2단계: IF CS THEN KS
		- 3단계: ∃ CS→KS

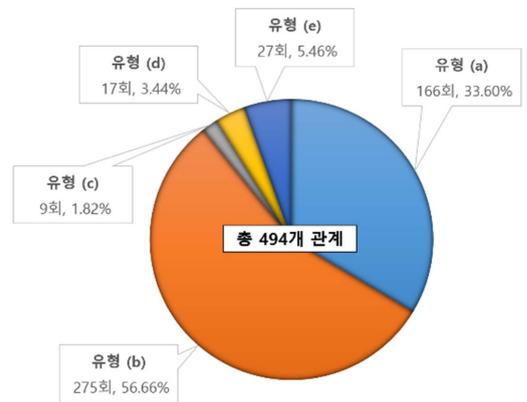


Fig. 2 Frequency analysis of relational type definitions between code sentences

를 수립할 수 있도록 하였다. Fig. 2는 Table 4에 명시된 유형에 따라 5가지 유형으로 분류된 494개 관계의 빈도분석 및 비율을 시각화한 차트이다.

4.2 법규 문장 내 관계

본 절에서는 법규 문장의 논리적 재구조화를 위해 법규 문장 내 단일문장보다 작은 단위에서의 관계를 파악하고 그 관계 유형을 정의하였다. 분석 과정은 법규 문장의 명확한 의미를 바탕으로 KBimCode 변환을 위하여, 내포된 자연어의 모호성을 제거한 변환단일구문(TAS, Translated Atomic Sentence) 단위에 근거하여 진행되었다. 하나의 변환단일 구문은 KBimCode 변환 시 하나의

산술논리단위(ALU, Arithmetic Logic Unit)로 변환 될 수 있다. 변환단일 구문 단위의 법규 문장 내 관계 분석 프로세스는 다음과 같다.

- 1) 단일구문의 법규 문장을 조건부 구문과 서술부 구문으로 분류한다. 조건부 구문은 서술부 구문보다 우선적으로 검토되어야 하고, 조건부 구문의 검토결과에 따라 서술부 구문의 검토여부를 결정한다. 조건부 구문에 따라 검토되는 서술부 구문은 주로 건축법 내 요구조건을 명시하거나, 위임 혹은 참조 관계를 형성할 수 있도록 명시한다.
- 2) 나뉘어진 단일구문의 조건부 구문과 서술부 구문을 변환단일구문 단위로 나눈다. 변환단

Table 5 Type definition process of atomic sentence

1. 법규 문장	
법 제49조제1항에 따라 5층 이상 또는 지하 2층 이하인 층에 설치하는 직통계단은 국토교통부령으로 정하는 기준에 따라 피난계단 또는 특별피난계단으로 설치하여야 한다. 다만, 건축물의 주요구조부가 내화구조 또는 불연 재료로 되어 있는 경우로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그러하지 아니하다. (건축법 시행령 35조 1항, 피난계단의 설치)	
2. 조건부 구문 부분과 서술부 구문 부분으로 분류	
조건부 구문 (Condition statement: CS)	다만, 건축물의 주요구조부가 내화구조 또는 불연 재료로 되어 있는 경우로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그러하지 아니하다.
서술부 구문 (Key statement: KS)	법 제49조제1항에 따라 5층 이상 또는 지하 2층 이하인 층에 설치하는 직통계단은 국토교통부령으로 정하는 기준에 따라 피난계단 또는 특별피난계단으로 설치하여야 한다.
3. 변환 단일 독립구문으로 분류 및 분석	
조건부 부분 (Condition statement: CS)	- TAS1: 다만, 건축물의 주요구조부가 내화구조 또는 불연 재료로 되어 있는 경우로서 - TAS1-1: 건축물의 주요구조부가 내화구조로 되어 있는 경우 - TAS1-2: 건축물의 주요구조부가 불연 재료로 되어 있는 경우 - TAS2: 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 그러하지 아니하다. - TAS2-1: 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 - TAS2-2: 그러하지 아니하다.
서술부 부분 (Key statement: KS)	- TAS3: 5층 이상 또는 지하 2층 이하인 층에 설치하는 직통계단 - TAS3-1: 5층 이상인 층에 설치하는 직통계단 - TAS3-2: 지하 2층 이하인 층에 설치하는 직통계단 - TAS4: 국토교통부령으로 정하는 기준에 따라 피난계단 또는 특별피난계단으로 설치하여야 한다. - TAS4-1: 국토교통부령으로 정하는 기준에 따라 피난계단으로 설치하여야 한다. - TAS4-2: 국토교통부령으로 정하는 기준에 따라 특별피난계단으로 설치하여야 한다.
4. 관계유형 정의	
1단계 정의	IF ((TAS1-1 OR TAS1-2) AND (TAS2-1 AND TAS2-2)) THEN ((TAS3-1 OR TAS 3-2) AND (TAS4-1 OR TAS4-2))
2단계 정의	IF (TAS1 AND TAS2) THEN (TAS3 AND TAS4)
3단계 정의	IF (CS) THEN (KS)

일구문은 동사부의 정확한 추출을 통해 논리적으로 명확한 ALU로 변환 될 수 있다. 또한 논리적 재구조화를 위한 명료하고 간단한 문장 구조를 제공한다^[14].

- 3) 분류 된 변환단일구문 간의 관계를 분석하고 이를 바탕으로 조건부 구문과 서술부 구문의 관계를 분석하여 정의한다. 자연어의 논리적 모호성을 제거한 단위인 변환단일구문 간의 관계를 바탕으로 파악되어 논리적으로 명확한 조건부 구문 및 서술부 구문의 관계를 분석하여 정의하고 1차 논리표현으로 나타낸다. 이는 법규 문장의 정확한 KBimCode 변환 뿐 아니라 관계를 맺는 법규 문장과의 연결관계 파악을 명확하게 할 수 있다. 위와 같은 프로세스를 통해 Table 5와 같이 ‘건축법 시행령 35조 1항’을 예시로 변환단일구문 단위 문장 내 관계 분석을 통해 예시문장의 문장 내 관계를 정의하였다.

건축 인허가관련 12개조를 최상위로 파악된 371개 문장은 Table 5과 같은 프로세스를 통해 분석되었다. 또한 변환단일구문 단위에 근거한 문장 내 관계 분석에 따라 Table 6과 같이 14가지 유형으로 정의되었다. 각 유형은 조건부 구문과 서술부 구문의 개수 및 각각을 이어주는 접속사에 따라

달리 정의될 수 있다. 검토 대상의 요구조건을 상세하게 명시하거나 위임 및 참조를 명시하는 문장 구조인 KS가 252회로 가장 많은 유형으로 분석되었다. 그리고 조건부 구문의 검토결과에 따라 서술부 구문의 검토를 진행하는 CS→KS의 형태로 정의 될 수 있는 문장구조가 56회로, 두 번째로 많은 유형으로 분석되었다. Fig. 3은 14가지 문장 내 관계에 따른 문장 유형 중 5회 미만의 빈도수를 갖는 유형을 제외한 변환단일구문 기반 문장 내 관계 유형의 빈도 및 비율 시각화 차트이다.

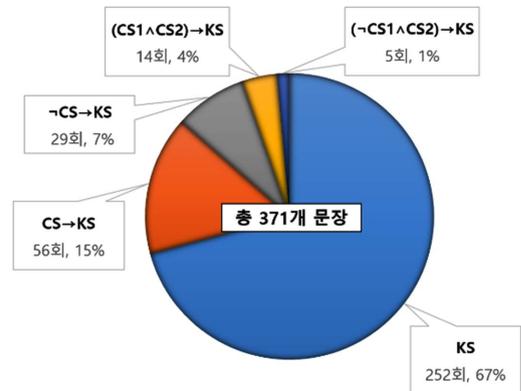


Fig. 3 Frequency analysis of relational type definitions in a code sentence

Table 6 Type definitions of code sentence

관계 유형	조건부 구문 개수	조건부 구문 간 접속사	THEN	서술부 구문 개수	서술부 구문 간 접속사	논리적 기술	횟수 (총 371개 문장)	비율
(a)	1	.	→	0	.	KS	252	67%
(b)	1	.	→	1	.	CS→KS	56	15%
(c)	1	.	→	1	.	-CS→KS	29	7%
(d)	1	.	→	1	.	CS→-KS	2	0%
(e)	2	AND	→	1	.	(CS1∧CS2)→KS	14	4%
(f)	2	AND	→	1	.	¬(CS1∧CS2)→KS	1	0%
(g)	2	OR	→	1	.	(CS1∨CS2)→KS	2	0%
(h)	2	AND	→	1	.	CS→(KS1∧KS2)	3	0%
(i)	2	AND	→	1	.	(¬CS1∧CS2)→KS	5	1%
(j)	1	.	→	2	OR	CS→(KS1∨KS2)	1	0%
(k)	1	.	→	2	.	KS1∧(¬CS→KS)	1	0%
(l)	1	.	→	2	.	KS2∨(CS→KS1)	1	0%
(m)	2	AND	→	2	AND	(¬CS1∧CS2)→(KS1∧KS2)	1	0%
(n)	2	.	→	2	.	(CS1→KS1)∨(CS2→KS2)	3	0%

5. 법규 문장 관계분석의 활용

5.1 문장관계 관련 논리규칙체계 데이터베이스

371개의 문장을 대상으로 분석된 다섯 가지의 문장 간 관계 및 정립된 논리규칙을 활용하기 위하여 관계형 데이터베이스를 정의 및 구현하였다. 기존의 논리규칙 체계화를 위해 구축한 단일 독립구문 단위의 전체 문장 테이블을 활용하고, 분석된 371개 문장들이 서로 특정한 관계를 맺을 수 있도록 관계유형 테이블 등을 추가적으로 작성하였다. Fig. 4는 단일구문 단위 전체 법규 문장 테이블, 371개 문장이 형성하는 494개의 상, 하위 관계 분석 테이블 그리고 다섯 가지의 관계유형 테이블이 맺는 관계를 보여주는 ER(Entity-Relation) 다이어그램이다. 전체 법규 문장 테이블은 15,000여개의 대상 건축법 및 관련법 전체 문장을 담고 있다. 이 데이터 테이블은 15,000여개 문장의 고유 ID(primary key) 값을 갖는 칼럼, 52개의 법규 이름(건축법, 건축법 시행령, 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 등) 값을 갖는 칼럼, 조항의 정보(조, 항, 호, 목) 값을 갖는 칼럼 그리고 법규의 문장내용 값을 갖는 칼럼이 있다. 구현을 위해 추가된 검토대상문장 상, 하위 관계 정의 테이블은 앞서 분석된 494개 관계의 고유 ID(primary key)를 갖는 칼럼, 단일구문 단위 전체 법규 문장 테이블의 고유 ID를 매개로(foreign key) 하여 상위 및 하위법규의 ID 값을 각각 갖는 칼럼, 문장 간 관계에서 도출된 5가지 관계를 5가지 ID 값(1~5)으로 갖는 칼럼이 있다. 이 테이블은 관계유형 테이블의 관계유형 ID(primary key) 값을 매개로(foreign key) 하여, 5가지 관계유형의 정보를 가져올 수 있도록 하였다.

5.2 논리규칙체계 데이터베이스기반 웹 구현

문장관계 분석 내용의 논리규칙체계화 프로세스 중 일부로써, 효율성 증진을 위하여 정의 및 구현된 데이터베이스를 바탕으로 웹 기반의 인터페이스를 구현하였다.

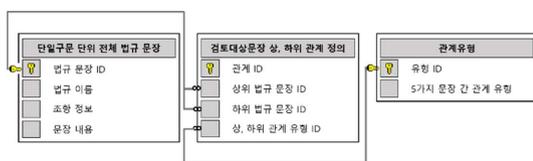


Fig. 4 ER diagram of relational database for the research demonstration



Fig. 5 Implemented web interface which shows repetitive relations between code sentences

이를 구현하였다. Fig. 5는 건축법 49조 1항을 최상위로 하는 인터페이스의 예시이며, 최상위 문장 및 반복적으로 관계를 형성하는 하위문장들과 형성된 관계의 유형을 인터페이스를 통해 보여준다. 이러한 반복적인 상, 하위 관계는 371개 문장을 대상으로 분석하였을 때 최대 7회까지 반복적으로 발생하였으며, 정리된 관계논리를 바탕으로 한 KBimCode 변환이라는 측면에서 중요하다고 판단되어 구현 시 고려되었다.

이러한 인터페이스는 논리규칙체계화와 관련된 중간단계의 연구 결과 중 일부로써, 복잡한 한국 건축법의 구조적 특성을 반영하여 KBimCode 변환을 도울 수 있다. 또한 자동화 된 법규 검토의 관점에서, 검토가 필요한 법규문장 및 그 문장과 관계를 맺는 모든 하위문장들에 대해 분석된 관계가 반영되어 단일 독립구문단위로 변환된 KBimCode가 자동적으로 조합될 수 있도록 할 수 있을 것이다.

6. 결 론

본 연구는 기존 수작업에 의해 진행되어 시간, 비용, 인력 낭비 등의 문제가 발생하는 인허가 관련 설계품질검토의 자동화를 위한 정부주도의 프로젝트를 배경으로 진행되었다. 자연어의 건축법규를 문장의 논리관계 분석을 바탕으로, 문장 내용의 논리적 재구조화 및 논리규칙 체계를 정립하고자 수행되었다. 법규 문장의 관계에 있어 논리규칙을 체계화하기 위하여 위임 및 참조를 통해

추적된 관계를 바탕으로 건축법규의 단일 구문 간 관계를 5가지로 유형화하여 정의하였다. 또한 KBimCode 변환 시 걸림돌이 되는 중복되고 모호한 표현 등으로 인한 논리적인 오류의 가능성을 최소화하기 위하여, 단일문장보다 작고 명료한 단위인 변환단일구문 단위에서 파악된 문장 내 관계를 14가지로 유형화하여 정의하였다. 두 가지의 관계의 분석은 관계추적을 통해 파악된 371개 문장, 494개 관계를 대상으로 하였으며 논리규칙체계 정립을 위해 유형화를 통한 정의 및 각 유형 별 횟수와 비율을 도출하였다. 그리고 문장 간 관계 분석 내용을 바탕으로 분석 내용의 효용성 검증을 위하여 데이터베이스를 구축하고 반복적인 상, 하위 관계를 직관적으로 보여줄 수 있는 웹 기반의 인터페이스를 구현하였다. 논리규칙체계화 프로세스의 일부이자 연구의 중간 결과물으로써, 이러한 인터페이스는 관계분석을 바탕으로 한 KBimCode 변환에 실질적인 바탕이 될 수 있다. 앞선 두 가지의 논리적 관계분석과 더불어, 논리규칙체계화 프로세스를 구성하는 건물 객체와 속성 및 함수와 조합되어 자동화된 법규 검토 단계에서 정확도와 신뢰도 높은 검토 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

이 논문(저서)은 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음 (NRF-2013S1A5A8024262).

참고문헌

- Lee, J.-K., Eastman, C.M. and Lee, Y.C., 2014, Implementation of a BIM Domain-specific Language for the Building Environment Rule and Analysis, *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, DOI 10.1007/s10846-014-0117-7.
- CORENET e-PlanCheck: Singapore's Automated Code Checking System, 2005 AECbytes, "Building the Future", Article.
- The National 3D-4D-BIM Program Office of the Chief Architect Public Buildings Service U.S. General Services Administration, "BIM Guide Series 02 v096", General Services Administration, On-line: <http://www.gsa.gov/bim>
- Eastman, C., Lee, J.-M., Jeong, Y.-S. and Lee, J.-K., 2009, Automatic Rule-based Checking of Building Designs, *Journal of Automation in Construction*, 18(8), pp.1011-1033.
- Kim, Y.H., Jang, J.M. and Kim, I.H. 2014, Development of Design Quality Checking Automation system, *Proceedings of the Society of CAD/CAM Engineers Conference*, pp.599-602.
- Lee, H.S., Lee, S.I., Park, S.Y. and Lee, J.-K., 2015, An Approach to Translate Korea Building Act into Computer-readable Form for Automated Design Assessment, *ISARC2015*, Oulu.
- Kim, H.J., Park, S.Y., Shin, J.Y., Hwang, J.H. and Lee, J.-K., 2016, *Proceedings of the Society of CAD/CAM Engineers Conference*, pp.367-372.
- Lee, H.S., Park, S.H., Kim, I.H. and Lee, J.-K., 2015, A Logical Rule-based Approach to the Korea Architecture Code Sentences for BIM-enabled Design Assessment Systems, *Journal of Korea Design Knowledge*, 34, pp.101-110.
- Korea Ministry of Government Legislation, www.law.go.kr.
- Atomic Sentence Manual, http://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_sentence.
- Ding, L., Drogemuller, R., Rosenman, M., Marchant, D. and Gero, J., 2006, Automating Code Checking for Building Designs, *CRC for Construction Innovation*, Brisbane, Australia.
- Bell, H., Bjørkhaug, L. and Hjelseth, E., 2009, Standardized Computable Rules, National Office of Building Technology and Administration, and Statsbygg.
- Lee, H.S., Lee, J.-K., Park, S.Y. and Kim, I.H., 2015, An Approach to Translate the Korean Building Act into a Computer-executable Form for Evaluating Building Permit Requirements, *Journal of Automation in Construction*, under review.
- Hjelseth, E., 2009, Foundation for Development of Computable Rules, Presented at CIB-W78, Turkey, Istanbul, pp.1-10.
- Kim, I.H., Kim, Y.H. and Choi, J.S., 2014, Building Code Typology and Application for Open BIM based Code Checking, *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 19(3), pp.224-235.
- Yu, K.H. and Seong, E.Y., 2011, The Legislative Study on the Acts of Architecture, Architecture & Urban Research Institute.
- Yu, K.H. and Seong, E.Y., 2011, A Fundamental Study for the Amendment of Building Act, Auri brief, 50.
- Choi, J.-S., 2011, A Study on the Development and Application of Quality Control Requirements

for Improving the Quality of Architectural Design in Open BIM Environments, PhD Dissertation, Department of Architectural Engineering, Kyung-Hee University.

20. Solibri Model Checker, <http://www.solibri.com/products/solibri-model-checker/>



김 현 정

2015년 한양대학교 실내건축디자인학과 졸업
2015년~현재 한양대학교 실내건축디자인학과 석사과정
관심분야: BIM(Building Information Modeling), 실내건축디자인 등



이 진 국

2000년 연세대학교 실내건축학과 졸업
2003년 연세대학교 석사
2010년 미국 Georgia Tech 건축대학 Ph.D. 디자인컴퓨팅전공
2010년~2012년 미국 Georgia Tech DBL(Digital Building Lab) 연구원
2012년~현재 한양대학교 실내건축디자인학과 교수
2016년~현재 한국CDE학회 이사
관심분야: BIM(Building Information Modeling), CAAD, 디자인IT, 디자인컴퓨팅