

BIM 기반의 건축법규검토를 위한 룰셋 정의서 개발 - 장애인, 노인, 임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 대상으로 -

Development of Rule-Set Definition for Architectural Design Code Checking based on BIM
- for Act on the Promotion and Guarantee of Access for the Disabled, the Aged,
and Pregnant Women to Facilities and Information -

김 유 리*
Kim, Yuri

이 상 화**
Lee, Sang-Hya

박 상 혁***
Park, Sang-Hyuk

Abstract

As the Public Procurement Service announced the compulsory of BIM adaption in every public construction from 2016, the importance of BIM is increasing. Besides, automatic code checking takes significance in terms of the quality control for BIM based design. In this study, rule-sets were defined for Act on the Promotion and Guarantee of Access for the Disabled, the Aged, and Pregnant Women to Facilities and Information. Three analytic steps were suggested to shortlist the objective clauses from the entire code; the frequency analysis using project reviews for architectural code compliance, the clause analysis on quantifiability, and the analysis for model checking possibilities. The shortlisted clauses were transformed into the machine readable rule-set definition. A case study was conducted to verify the adaptiveness and consistency of rule-set definitions. In future study, it is required the methodologies of selecting objective clauses to be specified and its indicators to be quantified. Also case studies should be performed to determine the pre-conditions in modeling and to check interoperability issues and other possible errors in models.

Keywords : Accessibility, BIM, Building Code, Ruleset Description

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

2012년부터 조달청에서는 500억원 이상 공공건축공사발주에 대해 BIM(Building Information Modeling)설계를 의무화 했으며, 2016년 이후에는 공공공사 전 사업에 BIM 발주를 적용할 계획이다(건설경제 2012). 공공사업을 중심으로 한 BIM 설계는

더욱 일반화될 것으로 예상되고 건설관련 주체들은 이에 대한 준비가 필요한 시점이다.

공공건축공사에 BIM이 도입되면서 설계품질의 중요성이 다시 부각되고 있다. 설계의 품질을 높이기 위해서는 기술적 검토 뿐만 아니라 법규검토가 중요한 요소인데, BIM설계 도면은 자동으로 법규를 검토할 수 있는 프로그램이 있다. 이런 프로그램은 일반적인 법규검토를 포함하고 있으나 현대사회가 삶의 질을 중요시하는 경향에 따라 편의시설설치에 대한 내용도 포함하고

* 일반회원, 한미글로벌 주식회사 건설전략연구소 전임연구원, 공학석사, yrkim@hmglobal.com

** 일반회원, 한미글로벌 주식회사 건설전략연구소 전임연구원, 공학석사, yish@hmglobal.com

*** 일반회원, 한미글로벌 주식회사 건설전략연구소 소장, 공학박사(교신저자), parksh@hmglobal.com

있다. 현재 가장 범용적으로 이용되는 모델 체커인 SMC(Solibri Model Checker)에서는 장애인 관련 법에 대한 룰셋(Rule-set)으로 'ADA and ABA Accessibility Guidelines' 및 'Accessibly ISO/DIS21542'을 제공한다. 그러나 ADA(Americans with Disabilities Act)등의 해외 장애인 관련법은 국내 장애인, 노인, 임산부 등의 편의증진보장에 관한 법률(이하, 편의증진법)과 수차나 항목에서 유사하여 활용이 가능하지만, 실제 사용자가 가장 관심이 있는 사항인 대상시설물 판별 여부와, 그에 따른 의무 및 권장 설치사항을 파악할 수 있는 룰셋은 마련되어 있지 않아 실제 활용은 현저히 낮은 상황이다. 또한 국내에서 편의 시설에 대한 법을 설계에 적용하는 방법은 법규검토서와 2D CAD(Computer Aided Design)형태의 예제 정도만 제공되고 있는 수준이어서, 편의 시설에 대한 적극적인 설계 품질 확보가 어렵다.

따라서 본 연구에서는 BIM 모델을 이용하여 국내 편의증진법에서 실무의 건축계획과정에서 빈번하게 검토되는 항목을 중심으로 최적화된 룰셋 정의를 개발하고, 이를 실제 프로젝트를 통해서 적용성 및 정합성을 검증해본다.

1.2 연구의 범위 및 방법

모델체커(model checker)를 이용한 룰셋 개발은 건축관련 법규 중에서 장애인, 노인, 임산부 등의 편의증진보장에 관한 법률을 대상으로 다음과 같은 여섯 단계를 통해 실시한다.

- 첫째, 편의증진법을 대상으로 법규 조항의 상위법 및 관계법의 해석을 통해 단위를 및 룰셋 대상 조항을 재구성한다.
- 둘째, 항목에 대한 법규검토서 상의 검토 빈도를 분석한다. 이를 통해 빈번하게 검토되는 중요도 높은 항목을 도출한다.
- 셋째, 항목의 특성 분석을 통해 정량적, 논리식으로서의 표현 가능 여부를 판단한다.
- 넷째, BIM 모델 상에서의 검토 가능 여부를 판단한다.
- 다섯째, 선별된 대상항목을 룰셋으로 나타낸다.
- 여섯째, 정의된 룰셋을 SMC(Solibri Model Checker)를 이용하여 룰의 정합성을 검토한다.

2 설계자동법규검토의 활용사례

2.1 공공기관의 설계자동법규검토 적용 사례

미국 GSA(General Services Administration)에서는 SMC(Solibri Model Checker)를 이용하여 설계 시 규정 위반 여부 및 지시사항 기준 여부를 확인하기 위한 룰셋을 개발하여 사

용하고 있으며, 동선, 문, 창틀, 복도 등의 규격 여부, 장애시설 적합 여부를 검토하는데 활용하고 있다.(서종철 외 2012)

싱가포르는 1995년에 CORENET이라는 자동도면체크 시스템을 갖추고, 현재 부분 법규에 대해 BIM 모델자동검토 및 승인 프로세스를 구축하여 공공 행정업무의 검토 및 승인 절차에서의 효율을 경험하고 있다.(이창운 외 2012)

공공기관에서 자동법규검토를 적용하는 이유는 업무 효율을 높이는 것을 목적으로 한다. 하지만 대부분의 경우에 적용 시점이 사후 처리에 한정되어 있어 적용효과가 제한적이라는 한계를 가지고 있다.

2.2 법규 기반 설계자동모델 검토 연구 동향

이스트만(2009)의 연구에서는 룰 기반의 모델 검토의 방법 및 룰의 정의 절차를 제시하고 있으며, HITOS 프로젝트에서 개발된 장애인접근성 관련 룰셋 개발의 예를 제시한다. 검토 시나리오를 정의하고, 검토를 위한 모델 필요요소를 도출, 법규 내의 객체 및 항목 특성을 테이블로 표현하는 방식을 제시하여 룰셋 정의에 필요한 절차나 방법을 구체적으로 제시한다는 점에서 주목할 만하다.

Charles S. Han 외(2002)는 ADA를 중심으로 가이드를 코드(code)화하여 제공하는 방법론을 제시하고 있으며, 시설의 평면 계획을 사례로 설명했다.

장애인 관련 법규에 대한 자동모델검토 연구의 공통적인 특징은 룰셋을 개발하는 절차를 제시하고, 적용성을 검토하고 있다는 점이다. 하지만 실제 법규를 자동으로 검토하기 위한 필요 항목을 도출하고, 실질적 활용도를 고려한 항목 선정에 관한 연구는 선행된 바가 없다.

3. 법규조항의 선정 및 룰셋항목 도출

3.1 단위 룰 및 룰셋 정의에 따른 항목 도출

단위 룰(unit rule)은 하나의 주요 관심 객체(object)와 검토하고자 하는 기준, 그리고 법칙으로 구성되는데 이에 부가적으로 조건이 덧붙는 경우도 있다. 룰셋은 실제 검토를 유용하게 하기 위해 성격이 유사하거나 공통적 속성을 가진 단위 룰을 그룹으로 만든 것이다.

국내 법령은 크게 3단 구조인 법률, 시행령, 시행규칙으로 구성되어 있고 각 법령은 지방자치단체 조례 등 관련법을 참조하기도 한다. BIM 모델을 검토할 수 있는 단위, 즉, 룰로 나타낼 수 있는 법령은 시행령 제3조, 제4조와 시행규칙 제2조 하부의

법규이다. 이렇게 룰로 정의할 수 있는 시행령이나 시행규칙은 표 1과 같이 3단 체계에 따라 상하위법과 관계를 가지게 된다. 예를 들어 시행규칙 제2조의 편의시설의 세부기준의 한 항목을 룰로 만들었을 때, 법률 제2조의 정의 하부의 조항이 이 룰의 조건으로 포함된다. 이러한 법규의 구조적 특성을 고려하여 단위 룰셋은 3단 구조 및 관련법의 분석을 통해 하나의 룰로 재구성하는 과정을 거쳐야 완전한 법규 검토를 수행할 수 있는 도구가 된다. 다만, 법규는 참조하는 관련법이 많고 예외 조항이 있기 때문에 활용도 및 경제성을 고려해 대상을 선정한다.

표 1. 룰셋 관련 편의증진법 3단 체계도

법률	시행령	시행규칙
제2조 정의	-	제2조 편의시설의 세부기준
-	제2조 공공건물 및 공중이용시설의 정의	-
제7조 대상시설	제3조 대상시설 (별표 1)	-
제8조 편의시설의 설치기준	제4조 편의시설의 종류 (별표 2)	-

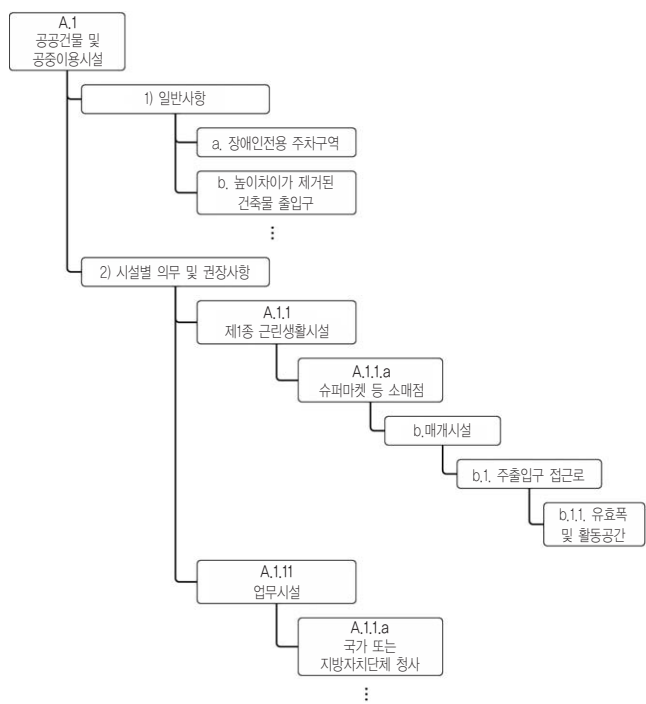


그림 1. 룰셋의 분류 체계

편의증진법을 검토하기 위해서는 두 단계의 절차를 거친다.

- 1단계 : 대상 시설의 종류 및 편의시설 설치 의무 대상 시설 여부 판별 및 일반사항 검토
- 2단계 : 편의시설 설치의 종류 및 구조·재질 등에 관한 세부기준 검토

1단계에서는 대상 시설이 편의증진법 해당 시설인지의 여부와 대상 시설에서의 일반사항을 검토한다.

2단계는 1단계의 대상 시설 분류를 바탕으로 대상시설 검토 법규의 종류에 따라 의무사항 및 권장 사항을 검토하게 된다. 예를 들어, 대상 시설의 분류가 바닥면적 1,000 제곱미터 이상인 은행시설 이라면 편의증진법 룰셋 내에서는 ‘공공건물 및 공중이용시설’ 하부의 ‘업무시설’에 포함되는 ‘금융업소, 사무소, 신문사, 오피스텔 그 밖에 이와 유사한 용도의 시설’ 하부의 세부기준 룰셋을 검토해야 한다.

본 연구에서는 사용자의 활용성을 높이기 위해 그림 1과 같이 룰셋의 분류체계를 법규검토 단계에 따라 구성하였다. 법규검토는 설계 단계에서 활용될 때 그 효용이 극대화될 수 있다. 하지만, 기존의 모델체커에서는 방대한 룰셋을 사용자가 직접 찾아서 이용하기에도 쉽지 않은 체계로 구성되어 있어 활용도가 낮다. 본 연구에서는 룰셋의 분류체계를 사용자의 실제 법규검토 단계를 분석하고 이와 일치된 룰셋의 분류체계를 제시함으로써, 향후 자동법규검토의 활용성을 높이고자 한다.

3.2 프로젝트 법규검토서를 활용한 빈도 분석

연구결과의 활용도를 높이기 위해서는 실무에서 검토가 빈번하게 일어나는 항목에 대해 우선적으로 룰셋을 정의할 필요가 있다. 본 연구에서는 중요도 분석의 방안으로 실무에서 활용하고 있는 프로젝트 법규검토서를 이용한 빈도 분석을 수행하였다. 대상 시설은 주택 및 상업시설에 해당하는 5건의 프로젝트를 선정하였다. 표 2는 프로젝트 법규검토서 상에서 편의증진법에 관한 364개의 단위 룰에 대한 검토 빈도를 측정하고 대상여부 판별을 수행한 결과를 나타낸다. 매개시설, 위생시설, 안내시설에 관한 세부항목은 전체 항목이 한 번 이상 검토되었으며, 통신시설에 대한 법규는 모두 제외되었다. 따라서 단위 룰 항목 총 364개 중 303개의 항목이 대상으로 선정되었다.

표 2. 편의증진법 세부항목 검토빈도 검토 및 대상여부 판별

항목	세부항목	단위를 갯수	평균 검토빈도	대상 단위를 갯수	대상 여부	
매개 시설	장애인 등의 통행이 가능한 접근로	2	4	2	○	
	주출입구 접근로	18	4	18	○	
	장애인 전용 주차구역	18	2.83	18	○	
	주출입구 높이차이 제거	5	3	5	○	
	출입구(문)	19	3.68	19	○	
	복도 및 통로	21	3.71	21	○	
	장애인의 통행이 가능한 계단, 장애인용 승강기, 장애인용 에스컬레이터, 휠체어리프트, 경사로 또는 승강장	29	3.54	29	○	
	장애인용 승강기	28	4.11	28	○	
	장애인용 에스컬레이터	8	1	8	○	
	휠체어리프트	12	1	12	○	
	경사로	14	1.21	14	○	
	합 계		174	-	174	

표 2. 편인증진법 세부항목 검토빈도 검토 및 대상여부 판별 (계속)

항목	세부항목	단위를 갯수	평균 검토빈도	대상 단위를 갯수	대상 여부
위생 시설	화장실(일반사항)	11	1.91	11	○
	화장실(대변기)	30	2.83	30	○
	화장실(소변기)	8	2	8	○
	화장실(세면대)	7	1.86	7	○
	욕실	14	1	14	○
	샤워실 및 탈의실	13	0	13	
합 계		83	-	83	
안내 시설	점자블록	18	1.78	18	○
	유도 및 안내시설	30	1.57	27	○
	합 계	48	-	45	
기타 시설	객실, 침실	15	0	15	
	관람석, 열람석	8	0.38	3	○
	접수대, 작업대	5	1	5	○
	매표소, 판매기, 음료대	10	0	0	
	임산부 등을 위한 휴게시설	9	0.89	8	○
	장애인 등의 이용이 가능한 부대시설 및 복리시설	3	2	3	○
	장애인등의 통행이 가능한 보도	1	0	0	
	장애인 등의 이용이 가능한 공원시설	2	0	0	
합 계		53	-	34	
통신 시설	공중전화	10	0	0	
	우체통	3	0	0	
	합 계	13	-	0	
총 합 계		371	-	336	

3.3 함수화 가능성도 분석

3.3.1 함수화 가능성도 지표

자연어(natural language)인 법규항목을 룰 형식으로 변환하기 위해서는 법규 내용 자체가 정량적으로 측정 가능하거나 논리식으로 표현 가능해야 한다. 법규의 특성으로 상세하게 분류하면 정량적 항목은 수치 검토, 속성 검토, 설치 및 표현 여부, 적용 기준 및 지침 설명으로 구분하고 비정량적 항목은 비정량화 항목과 간접적 정량화가 가능한 비정량 항목으로 구성된다. 표 3은 함수화 가능성도 지표의 특성과 지표에 해당하는 편인증진법규의 예시이다.

3.3.2 함수화 가능성도 분석에 따른 대상 선정

함수화 가능성도 지표에 따라 표 3와 같은 방법으로 각 단위에 대한 함수화 가능성을 분석하였다. 수치 검토(T1) 및 설치 및 표현 여부(T3) 두 가지 지표가 함수화 가능성이 높다고 판단하였다. 정량항목이 비정량항목보다 우선순위가 높고, 정량항목 중에서도 수치나 설치 유무 검토는 타 항목에 비해 사전정의가 없거나 적은 범위에서 자동검토를 수행하기에 적합하기 때문이다.

표 3. 함수화 가능성도 지표

지표	특 성	예 시	
정량 항목	수치 검토 (T1)	수치적 검토가 가능하여 정량적으로 표현이 가능하다. 거리, 기술기, 면적, 개수 등을 산정하여 검토 가능한 항목을 의미한다.	주출입구 접근로의 유효폭은 1.2미터 이상이어야 한다.
	속성 검토 (T2)	색상, 재료, 규준과 같이 속성 검토가 요구되는 항목으로, 비교적 객관적인 정성치를 검토하는 특성을 가진다.	연석의 색상은 접근로의 바닥 색상과는 달리 설치해야 한다.
	설치 및 표현 여부(T3)	주요 대상이 되는 객체가 설치되어 있는지, 혹은 모델에 표현되어 있는지를 검토하는 항목이다.	주출입구의 높이 차이가 있을 경우, 휠체어리프트 또는 경사로를 설치해야 한다.
	적용 기준 및 지침 설명 (T4)	법률 및 시행령 단위의 항목에서 관련 법을 제시하거나, 해당 항목의 일반적 사항을 서술한 조문의 경우를 말한다.	장애인 전용 주택의 세대내 출입문은 장애인 등의 출입이 가능하도록 유효 폭, 형태 및 부착물 등을 고려하여 설치한다.
비정량 항목	비정량 항목 (L1)	정성적 항목 중에서 객관적인 정성치를 추출할 수 없는 항목이 모두 여기에 속한다.	시각장애인용 유도신호장치는 음향, 시각, 음성 등을 고려하여 설치한다.
	간접적 정량화 가능한 비정량 항목 (L2)	조문 자체의 설명만으로는 정량적 함수화가 불가능하나, 추가적으로 정량적 기준을 마련할 경우 정량화가 가능한 항목이다.	샤워기는 얇은 채 손이 도달할 수 있는 위치에 레버식 등 사용하기 쉬운 형태로 설치 (샤워기의 유형 및 속성을 지정하여 정량화가능)

3.4 모델 검토 가능성 분석

3.4.1 모델 검토 가능성 지표

자동법규검토는 중요도가 높은 법규이고 정량적으로 함수화가 가능한 항목이라 하더라도 BIM 모델 상에서 검토되어야 하는 대상 객체 자체가 존재하지 않거나 LOD(Level of Detail) 범위 밖의 객체일 경우에는 수행되지 않는다. 검토가 가능하더라도 과도한 사전 정의가 필요하기 때문에 활용도가 낮아진다. 모델 검토 가능성 분석에서는 이와 같이 모델 검토가 불가능하거나 경제성이 낮은 항목을 제외하는 절차를 수행한다. 표 4은 모델 검토 가능성 지표와 특성과 그 예시를 나타낸다.

표 4. 모델 검토 가능성도 지표

지표	특 성	예 시
객체존재 여부 (C1)	룰 정의 대상이 되는 객체가 BIM 모델 내부에 존재하지 않는 경우이다.	승강장에는 휠체어리프트사용자의 이용편의를 위하여 시설관리자 등을 호출벨을 설치한다.
사전정의 요구 (C2)	대상이 되는 객체가 존재하나, 검토를 위한 사전 정의가 과도하게 요구되는 경우로 자동법규 검토의 경제성이 없다고 판단되는 경우에 해당된다.	차도와 구별하기 위한 공작물을 설치하기 관련한 경우에는 시각장애인이 감지할 수 있도록 바닥재의 질감을 달리하여야 한다.
시공적 요구사항 (C3)	시공적 사항으로 BIM 모델에서 검토될 수 없다고 판단되는 항목에 해당된다.	블록 등으로 접근로를 포장하는 경우에는 면을 평탄하게 시공한다.

표 5. 함수화 기능도 및 BIM 모델검토 가능성 분석 결과 : 매개시설 중 주출입구접근로 관련 항목 (예시)

구분	단위를 대상 항목	함수화가능도 분석						모델검토가능성 분석			최종		
		T1	T2	T3	T4	L1	L2	선정	C1	C2	C3	선정	선정
유효폭 및 활동공간	접근로의 유효폭은 1,2 미터 이상이다.	○						○				○	○
	휠체어사용자가 다른 휠체어 또는 유모차 등과 교행할 수 있도록 50미터마다 1,5미터 X 1,5미터 이상의 교행구역을 설치할 있다.	○						○				○	○
	경사진 접근로가 연속될 경우에는 휠체어 사용자가 휴식할 수 있도록 30미터마다 1,5미터 X 1,5미터 이상의 수평면으로 된 참을 설치할 수 있다.	○		○					○				○
기울기	접근로의 기울기는 18분의 1 이하이다.	○						○				○	○
	주접근로에 단차가 있을 경우 그 높이 차이는 2센티미터 이하이다.	○						○				○	○
경계	접근로와 차도의 경계부분에는 연석, 울타리, 기타 차도와 분리할 수 있는 공작물을 설치한다.			○				○	●				
	차도와 구별하기 위한 공작물을 설치하기 관련한 경우에는 시각장애인이 감지할 수 있도록 바닥재의 질감을 달리하여야 한다.			○	○				○		●		
	연석의 높이는 6 센티미터 이상 15 센티미터 이하로 할 수 있다.	○							○	●			
	연석의 색상은 접근로의 바닥재색상과 달리 설치할 수 있다.		○										

※ 주 : ○ 선정, ● 제외, T1) 수치 검토, T2) 속성 검토, T3) 설치 및 표현 여부, T4) 적용 기준 및 지침 설명, L1) 비정량화 항목, L2) 간접적 정량화 가능한 비정량 항목, C1) 객체존재여부, C2) 사진 정의의 과다 요구, C3) 시공적 요구사항

3.5 룰셋 항목 도출

편의증진법을 대상으로 법규 조항 재구성을 통해 정리된 단위 룰 364개 항목이 도출되었다. 그림 5는 함수화 기능도 및 모델 검토 가능성 분석의 예시이다. 검토빈도, 함수화 기능도, 모델 검토 가능성의 3 단계 분석을 통해 총 127개의 단위룰이 룰셋 정의 항목으로 도출되었다(그림 2.).

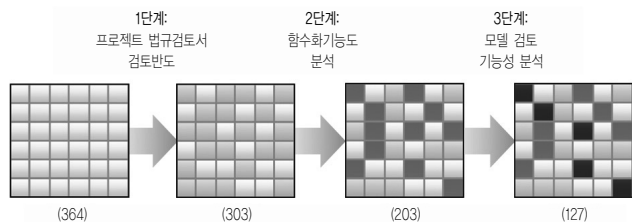


그림 2. 룰셋 정의 항목 도출

※ 주 : () 괄호 안, 단계별 단위를 선정 항목 개수

4. 룰셋정의서 작성 및 정합성 검증

4.1 룰셋 정의서 작성

4.1.1 룰셋 정의서 구성 요소

룰셋은 컴퓨터가 판별할 수 있는 언어의 형태로 나타낼 수 있어야 한다. 자연어에서 컴퓨터가 이해 가능한 언어로 변환하는 과정에서 오류가 발생하지 않게 하기 위하여 정의서는 다음과 같은 요소를 필요로 한다.

- 조문원문 : 법규 조항의 원문을 제공함으로써, 본래 법규의 의도를 정확히 파악할 수 있게 한다. 개발자가 룰의 본래 의도를 파악할 수 있게 하기 위함이다.
- 룰 해석 : 모델 검토 시나리오에 따라 조문 원문을 해석하며, 검토 단계에 따라 구분하여 서술한다.
- 룰 정의서 : 룰 해석 결과를 컴퓨터 언어를 이용하여 함수화시킨다. 함수화를 통해서 자연어에서 발생할 수 있는 오류나 함수로 표현하기 모호한 항목이 발생할 가능성을 사전에 제거하는 역할을 한다.
- 검토 유형 : BIM 모델 상에서 검토할 대상 객체를 선택하거나, 속성을 쿼리하는 방법에 사용자 정의가 필요할 경우, 이를 정의서 상에서 명확히 제시한다.

4.1.2 룰셋 검토 시나리오

편의증진법에 대한 법규를 검토하는 시나리오는 먼저 그림 4 과 같이 대상시설의 종류를 파악하고 대상시설의 여부를 판별한 후 대상시설에 대한 일반 항목을 검토한다. 다음 단계는 대상시설 내부의 세부 시설에 대한 의무사항 및 권장사항에 해당하는 룰셋을 검토한다. 그림 5에서 A와 같이 시설별로 차례로 검토되며, 각 시설에 대해서는 a) 단계와 같이 시설별 세부항목에 대한 검토가 이루어진다.

각 세부항목은 (1)과 같은 개별 프로세스를 가지게 된다. 그림 6은 개별 프로세스의 하나로서 업무시설의 장애인 전용 주차구역에 관한 기준을 검토하는 시나리오를 순서도로 나타낸 것이다.

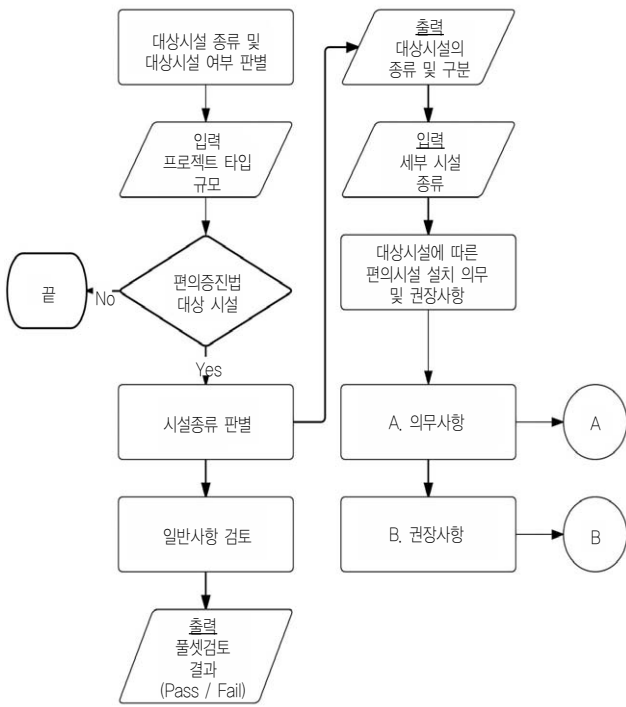


그림 4. 대상시설 종류 파악 및 대상시설 판별 절차

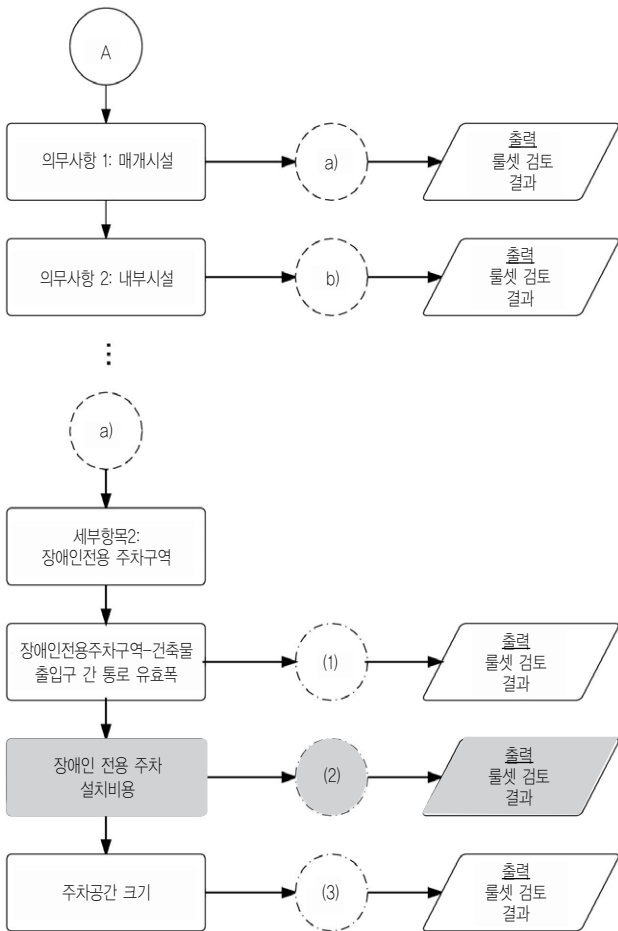


그림 5. 대상시설 내 세부시설에 대한 의무 및 권장 항목 검토 절차

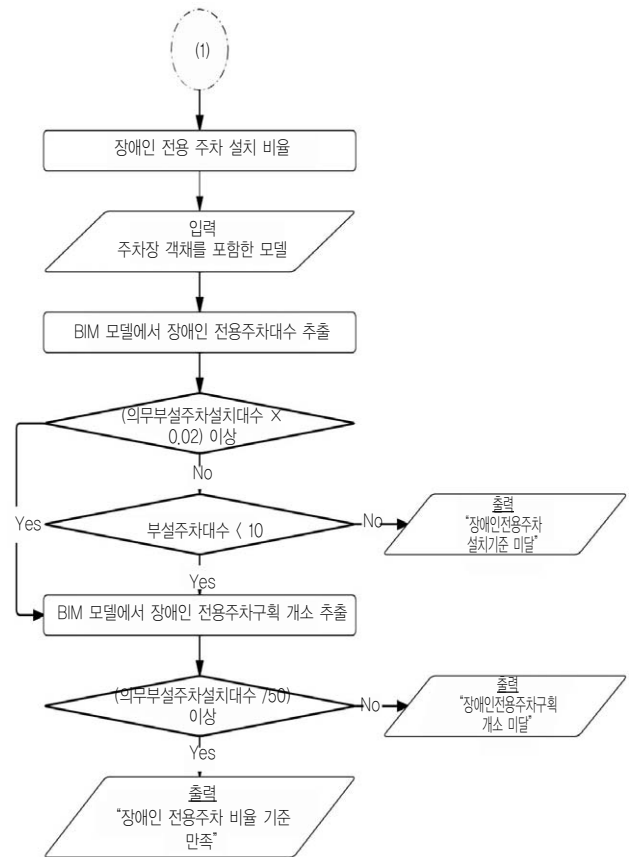


그림 6. 장애인주차대수 및 장애인전용주차구역 설치 대수

4.1.3 룰셋 정의서

그림 6과 같은 범규검토 시나리오를 바탕으로, 그림 7과 같은 룰셋 정의서를 작성하였다. 3단 범규 검토 및 관련법 검토를 통해 조문 원문을 구성한다. 검토 시나리오에 따라 룰 해석을 서술하고, 최종적으로는 룰 정의서에서 자연어를 컴퓨터 언어로 번역하는 과정을 거친다. 본 룰셋 정의서는 C# 언어 기반으로 생성되었다.

자동모델검토를 수행하는 사용자 입장에서 가장 중요한 것이 검토 유형이다. 검토 유형에서는 룰셋이 검토되는 방법을 명시함으로써, 모델을 검토하기 위한 필요 요소를 파악할 수 있게 한다. 예를 들어, 본 정의서의 경우 일반주차장과 장애인전용주차장을 구분하는 방법으로 모델의 유형 값(Type)을 사용하므로 모델 상에서는 유형명에서의 구분이 필요하다. 또한, '장애인전용주차구역'에 대한 공간 객체가 모델 상에 존재해야 검토가 가능하다.

21 부설주차장 장애인전용 주차구역 설치비용			
항목	세부항목	관련법규	
매개시설	장애인전용 주차구역	장애인·노인·임산부 등의 편의증진보장에 관한 법률 시행령	제 4 조
조문 원문	1. 부설주차장 주차대수의 2퍼센트부터 4퍼센트까지의 범위에서 장애인의 주차수요를 고려하여 지방자치단체의 조례로 정하는 비율 이상을 장애인전용 주차구역으로 구분, 설치한다. 2. 부설주차장에는 장애인전용 주차구역을 주차장법령이 정하는 설치비용에 따라 장애인의 이용이 편리한 위치에 구분·설치하여야 한다. 3. 다만, 부설주차장의 주차대수가 10대 미만인 경우를 제외하며, 선정된 장애인전용주차구역의 주차대수중 소수점이하의 끝수는 이를 1대로 본다. 4. 주차장법 시행규칙 제5조(노외주차장의 설치에 대한 계획기준): 주차대수 50대마다 한 면의 장애인 전용주차구역을 설치한다.		
룰 해석	1. BIM 모델 상에서 부설주차대수를 산정한다. 2. 주차장 대수가 (부설주차대수 X 0.02)을 소수점 이하 올림한 값과 (부설주차대수 X 0.04) 소수점 이하 올림한 값 사이를 만족하는지 판별한다. 3. (부설주차장 주차대수 X 0.02) 소수점 이하 올림한 값보다 주차장 대수가 적으면서 10대 미만일 경우 True값을 반환하고, 그렇지 않으면 False를 반환한다. 4. BIM 모델 상에서 장애인전용주차구역 개수를 추출한다. 5. BIM 모델에서 선정된 장애인전용주차구역이 (부설주차대수/50) 소수점 이하 올림한 값 이상이면 True 값을, 아니면 False를 반환한다.		
룰 정의서			
룰		비고	
<pre> MinDisabledParkingAllowed = Roundup(Parking.Count * 0.02); MaxDisabledParkingAllowed = Roundup(Parking.Count * 0.04); if(DisabledParking.Count < MinDisabledParkingAllowed) { if(DisabledParking.Count <= 10) { Result=True; }; }; else if(DisabledParking.Count <= MaxDisabledParkingAllowed) { Result=True; }; else { Result=False; }; DisabledParkingRegionAllowed = Roundup(Parking.Count / 50); if(DisabledParkingRegion.Count > DisabledParkingRegionAllowed) { Result=Result True; }; else { Result=Result False; }; </pre>		Roundup(): 소수점 올림	
Condition	-		
Parameter	Parking.Count	주차장 개수	
Class	Parking	일반주차장	
	DisabledParking	장애인전용주차장	
	DisagledParkingRegion	장애인전용주차구역	
Result	True / False		
검토 유형			
<ul style="list-style-type: none"> • 객체 유형 검토 : 주차장 객체 중, 일반 주차 및 장애인 주차 객체의 유형 차이에 의한 검토 • Area 객체 명칭에 의한 검토 : "장애인전용주차구역"의 Area 객체 이름 검색에 의한 검토 			

그림 7. 부설주차장 장애인전용 주차구역 설치 비율 (예시)

4.2 사례 적용을 통한 적용성 및 정합성 검증

본 연구에서 생성된 정의서를 검증하는 방법으로, BIM 모델로부터 건축법규를 자동검토하는 프로세스를 수행해보고 적용성을 확인해 본다. 또한, 정의된 정의서의 정합성을 검증함으로써 룰셋의 신뢰도를 확보하기 위한 사례 연구를 수행한다. 이를 위하여 현재 범용적으로 이용되는 모델 체커(Model Checker) 중 객체의 존재유무 및 수량의 파악이 가능한 룰셋을 제공하는 Solibri Model Checker V7.1을 활용하였다.

4.2.1 모델 검토를 통한 적용성 검증

그림 8은 본 연구에서 검토될 대상인 지상 1층의 주차장 모델링 부분이다. 주차장 객체는 일반주차장 및 장애인전용주차장을 구분하여 다른 유형으로 생성하였다. 또한, 장애인전용주차구역

을 검토하기 위해 해당 구역은 공간객체로 생성하였다. 본 연구에서는 BIM 모델링 도구로 Revit Architecture 2012를 활용하였고, 이를 IFC 파일로 변환한 후 SMC(Solibri Model Checker)에서 검토용 모델을 생성하였다. 그림 9는 다음과 같은 SMC(Solibri Model Checker) 상에서 검토용 모델로 변환한 결과물이다. 그림에서 확인할 수 있듯이 IFC로 변환하는 과정에서 주차장 객체의 형태에 변형이 생긴 것을 확인할 수 있었다. 따라서, 객체의 형태적 검토가 필요한 요소들은 파일 변환에 따른 호환성도 검토되어야 할 요소임을 파악할 수 있었다.

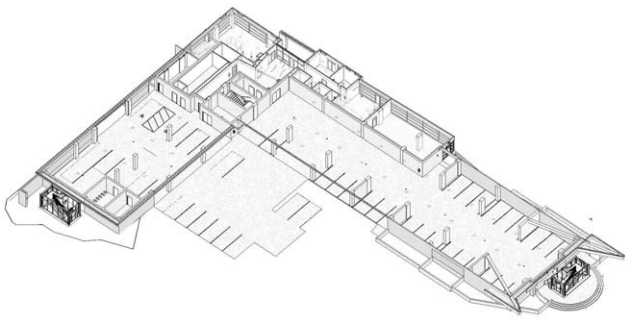


그림 8. 대상 BIM 모델의 주차구역

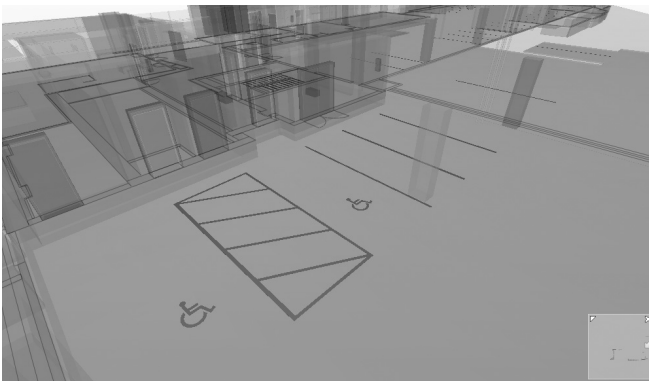


그림 9. SMC(Solibri Model Checker) 상에서 주차장 객체 검토

4.2.2 룰셋 구현을 통한 정합성 검증

본 연구에서는 객체(object)의 시공형태(construction type)를 쿼리하여 객체의 수를 추출해야 하고, 추출된 정보는 정의서에서 주어진 조건에 따라 Pass 혹은 Fail 여부를 판단해야 한다. SMC(Solibri Model Checker)에서는 기존 라이브러리에 내에 존재하는 항목을 이용하는 제한적인 방법으로만 룰셋의 작성이 가능하여 본 연구에서 요구되는 객체 추출 및 조건 부가가 불가능하였다. 따라서, 객체 수량을 추출하는데 SMC(Solibri Model Checker)를 라이브러리를 이용하였고(그림 10), Excel에서 룰셋을 구현하여 정합성을 검증하였다. 그림 11은 룰셋을 구현한 결과물을 나타낸다. 크게 모델 검토와 법규 검토 부분으로 나눌 수 있다. 모델 검토 부분에서는 SMC(Solibri Model Checker)에서 추출된 주차장 객체의 수량을 입력하는 부분이며, 이를 이용하여 산식을 통해 법규 검토 결과를 확인할 수 있다. 장애인전용주차대수 범위의 최소 값 및 최대 값이 계산되며, 예외 조항에 대해서도 고려되어 최종적으로 검토 결과가 Pass로 표현된다.

장애인전용주차장의 경우 그림 9와 같이 휠체어가 내릴 수 있도록 복도(aisle)를 만들게 되어 있고, 두 주차장이 하나의 복도를 나누어 쓰는 것이 일반적이다. BIM 모델에서는 하나의 객체는 장애인전용주차장으로 생성되지만 최외각 주차장의 경우 일반주차장의 객체로 생성된다. 따라서 SMC(Solibri Model

Checker) 혹은 일반적 모델 체커에서 장애인전용주차장 객체의 개수가 n 개로 추출된다 하더라도 법규검토에서는 $(n+1)$ 개로 인식되어야 한다. 실제 모델 검토를 수행하는 과정은 룰셋의 정합성 확보에 필수적인 과정임을 확인할 수 있었다.

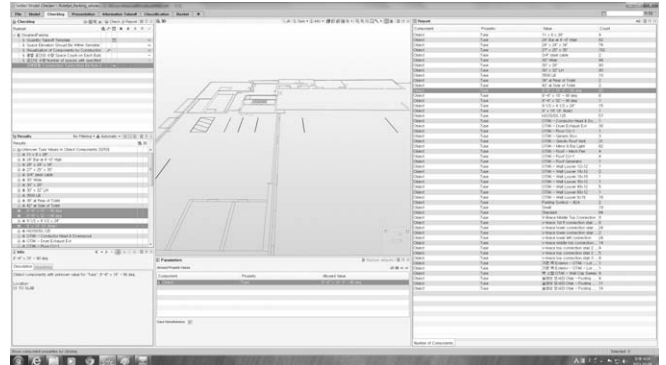


그림 10. SMC(Solibri Model Checker) 상에서 객체 정보 추출

모델검토			
구분	유형	수량	비고
일반주차	8'-6"X16'0"-90 deg	40	
	8'-6"X18'-90 deg	1	
	8'-6"X32'-90 deg	1	
장애인전용주차	9'X8'(8' Aisle)	1	
장애인전용주차구획	DisabledParking	1	
부설주차설치대수		43	
장애인전용주차대수(Model)		2	
장애인전용주차구획(Model)		1	
법규검토			
장애인전용주차대수 범위	최소 (부설주차설치대수X0.02)	1	검토결과 Pass
	최대 (부설주차설치대수X0.04)	2	
	제외 사항 (10대 미만일 경우 미의무사항)	해당없음	
장애인전용주차구획 개소	(부설주차설치대수/50)	1	Pass

그림 11. 룰셋 정의서 정합성 검증

5. 결론

본 연구에서는 장애인·노인·임산부 등의 편의증진보장에 관한 법률을 대상으로 룰셋 정의서를 개발하였다. 룰셋 정의서 개발은 프로젝트 법규검토서를 이용한 빈도 검토, 함수화 가능성도 분석, 모델 검토 가능성 분석의 3 단계가 적용되었다. 룰셋 정의서를 개발하는 과정에서는 법규검토 시나리오를 작성하여 알고리즘을 도출하고, 이를 바탕으로 자연어를 함수화하여 컴퓨터 언어로 표현하였다. 이렇게 개발된 정의서를 이용하여 실제 프로젝트에서 법규검토를 위한 모델링, 정의서의 룰셋화, 법규검토 과정을 수행해 봄으로써 적용성 및 정합성을 검증하였다. 이에 본 연구에서 제시한 장애인·노인·임산부 등의 편의증진보장에 관한 법률은 법규검토에 있어 필수적으로 검토되어야 하는 법규이기 때문에 BIM 기반 자동 법규검토 룰셋으로 제공함으로써 설계단계에서의 법규 사전검토를 통한 설계품질 향상 및

법규위반으로 인해 발생 가능한 설계변경을 최소화할 수 있다. 이러한 연구결과는 BIM이 일반화되는 과정에서 설계 품질을 확보하는 방안으로 자동 법규 검토는 그 효용 가치가 상당히 높을 것으로 기대된다.

향후 연구에서는 대상 법규 조항을 선정함에 있어 법규검토서의 빈도 분석과 함께 사용자 설문조사나 전문가 항목 선정과정을 추가로 실시하는 것이 보다 유용한 항목 도출에 도움을 줄 것이다. 또한 일반적인 룰셋과는 달리 법규관련 룰셋은 법규 개정 에 따라 끊임없이 업데이트 되어야 하는 특성을 가지고 있으므로, 룰셋의 자동 업데이트가 가능해져야 실질적 자동법규검토의 효용을 확인할 수 있다. 왜냐하면 자동화는 효율을 위해 사용되지만 자동화에 초점이 맞추어지다보면, 자동화를 위한 사전 작업이 기존의 방식에 비해 더 비효율적인 방식이 되기 쉽다. 따라서 효율성을 확보할 수 있는 대상을 선정하는 것은 무엇보다 중요하다.

감사의 글

본 논문은 지식경제부 기술혁신사업의 일환으로 추진되고 있는 WBS 프로젝트(10040794)의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

서종철 · 김한준 · 김인한 (2012). 건축설계 단계에서 설계품질 향상을 위한 개방형 BIM기반 품질관리 방안, 건설관리학회 논문집, v.13 n.4, 한국건설관리학회, pp 3~13

이승욱 (2009). 설계업무 효율화를 위한 BIM 필요요소 분석 및 도입단계별 적용방안, 중앙대학교 석사학위논문, pp. 89

이창윤 · 심운준 · 안용선 (2012). 건축법규 자동검토를 위한 BIM정보의 분류체계 검토 및 프로세스에 관한 기초연구, 건설관리학회 논문집, v.13 n.5, 건설관리학회, pp 45~52

최찬환 · 최기원 · 김문일 (2012). 건축법규해설, 세진사, 서울,, pp.. 3259~3298

C. Eastman, Jae-min Lee, Yeon-suk Jeong, Jin-kook Lee (2009). Automatic Rule-based Checking of Building Designs, Automation in Construction 18, pp. 1011~1033

C. Han, J. Kunz, K. Law (2002). Compliance Analysis for Disabled Access, Advances in Digital Government Technology, Human Factors, and Policy, in: WillianJ. McIver, Boston, MA, pp. 149-163

CORENET (2012). Singapore CORENET Project. <<http://www.corenet.gov.sg>> (2012.8.10)

Eilif Hjelseth, Nick Nisbet (2010). Overview of Concepts for Model Checking, CIB-W078 Conference in Cairo, pp. 16~18

GSA (2012). GSA BIM Program, <<http://www.gsa.gov/bim.>> (2012.8.6)

U.S. Department of Justice (2010). 2010 ADA Standards for Accessible Design, <<http://www.ADA.gov.>> (2012.8.21)

논문제출일: 2012.09.10
 논문심사일: 2012.09.14
 심사완료일: 2012.10.15

요 약

조달청은 2016년부터 공공공사 전 사업으로 BIM 발주를 확대할 계획이어서 BIM 설계의 중요성이 증가하고 있다. 이에 따라, BIM 설계의 품질을 확보하는 방안 법규검토의 중요성 또한 증가하고 있다. 본 연구에서는 장애인·노인·임산부 등의 편의증진보장에 관한 법률을 대상으로 실무의 건축계획 과정에서 빈번하게 검토되는 항목을 중심으로 최적화된 룰셋 정의를 개발하였다. 법규조항을 선정하는 과정으로는 프로젝트 법규검토서를 활용한 빈도 분석, 함수화 가능성 분석, 모델 검토 가능성 분석을 제시하였다. 모델 검토 시나리오 작성에 따라 룰셋 정의를 개발하였으며, 실제 프로젝트에서 구현을 통해 적용성 및 정합성 분석을 수행하였다. 본 연구를 수행한 결과, 자동법규검토에서는 경제성 및 활용성을 확보할 수 있는 항목의 선정이 중요함을 확인할 수 있었다. 향후 연구에서는 대상 법규 조항 선정의 항목 세분화가 필요하며, 실무자 검증을 통해 좀 더 실질적인 항목 도출이 요구된다. 또한 자동법규검토에서 발생할 수 있는 모델링 요구사항, 소프트웨어 간 호환성 문제 등의 변수를 확인하고 룰셋의 논리를 검증하는 사례 연구가 수행되어야 한다.

키워드 : 건축법규검토, 룰셋정의서, 편의증진법, BIM
