

법규 해석을 통한 계획 설계 자동화 알고리즘 제안

- 대지 분석을 중심으로 -

Proposal the automated algorithm of schematic design through code interpretation

- Based on site analysis -

○성 정 민* 신 상 윤**
Seong, Jeong-Min Shin, Sang-Yun

Abstract

'Building code review' is a stage where relevant regulations are used as a basis to assess whether a proposed building complies with them. However, this process consumes a significant amount of time and resources, and manual review often leads to errors that can result in losses. As a solution, automated code review based on Building Information Modeling (BIM) has been devised. Nevertheless, there remains a limitation where programs struggle to autonomously understand and apply code to actual models. The aim of this research is to transition the interpretation of codes which has traditionally been a human-centric task, into a programmatic framework to automate design processes. This endeavor seeks to reduce the time and costs associated with the reviews, thereby enhancing the efficiency of architects' work.

키워드 : 건설정보모델링, 계획 설계, 건축법규, 자동법규검토

Keywords : Building Information Modeling, Architecture Schematic Design, Building Codes, Automated Check

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

계획 설계(Schematic Design) 중 법규 검토는 건축 행위를 할 때 건축법 등 관련 법규들을 근거로 두어 설계될 건축물이 건축법규에 적합한지 검토하는 단계이다 (Kim et al., 2020). 기존의 검토 과정에서는 설계자가 2D 도면을 바탕으로 건축법규를 일일이 검토하여 절차상의 까다로움이 있었다. 이러한 검토 방식의 한계는 많은 시간과 인력 소모를 초래했다 (Kim et al., 2020).

최근, Building Information Modeling(BIM) 플랫폼에서 Geometry Data 이외에 법규 정보들을 Generative Design(GD)과 연계하여, 해당 건축 프로젝트에서 필요한 법규들을 스스로 이해하고 해석할 가능성이 제기되었다 (Miles, 2022).

본 연구는 사람이 직접 해석해서 적용해야 했던 법규검토 과정을 BIM에 입력된 건축물의 정보를 종합하여 자동으로 법규 검토를 할 수 있는 방안을 제안하는 데 목적을 둔다. 그리하여 건축법규를 BIM 내의 Geometry Data와 결합하여 최적화된 건축 계획안을 도출하고, 이를 GD를 활

용하여 3D 매스 모델로 출력하는 알고리즘을 구축하는 과정을 담고 있다. 이를 통해 계획 단계에서 BIM의 활용 가능성을 넓히고 법규 검토와 최적화된 설계안을 도출하는 시간과 비용을 단축하여 건축사의 업무 효율을 향상하는 것에 의의를 둔다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 임의로 선정된 하나의 대지에서의 건축 계획 단계의 법규 검토 및 이를 통한 계획 설계 최적화를 목표로 둔다. 다만, 국내 건축물의 종류는 21개의 대분류, 228개의 소분류로 나뉘어 있고 (Hwang et al, 2014), 건축물의 용도에 따라 적용되는 건축 법규가 다르므로 대상을 제한했다. 근린생활시설(1종, 2종)은 국내에서 단독주택 다음으로 가장 많은 비율을 차지하는 건축물이며 유통 상업 지역, 전용 공업 지역에서는 설계하지 못하는 단독주택과는 달리 모든 도시지역에 설계할 수 있는 건축물이다(표1). 따라서 국내 모든 건축물 중 비중이 높고 모든 도시지역에 설계가 가능한 근린생활시설을 대상으로 선택하였다.

본 연구는 계획설계 단계에서 법규 검토가 먼저 시행되고 전반적으로 높은 법규 이해도가 필요한 대지분석을 주요 대상으로 선정했다 (Kim et al., 2017). 또한, 세부 법규 검토 대상으로 대지 분석에서 주로 이뤄지는 대지 인접도 표 1 2023년 전국 건축물 현황 (출처: 국토교통부)

건축물 종류	동수 (단위 천동)	비율
--------	------------	----

* 계명대 대학원 석사과정

** 계명대 건축학전공 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architecture,

Keimyung University, sangyun@kmu.ac.kr)

이 연구는 2024년도 과학기술정보통신부 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호:NRF-2022R1F1A1073308

주거용	단독주택	3,502	58.9%
	아파트	161	2.7%
	다가구주택	591	9.9%
	연립주택	36	0.6%
	다세대주택	256	4.3%
	기타	29	0.4%
사업용	제1종 근린생활시설	557	9.3%
	제2종 근린생활시설	634	10.6%
	판매시설	11	0.1%
	업무시설	31	0.5%
	숙박시설	44	0.7%
	기타	90	1.5%
	총	5,942	-

로의 현황, 건폐율 및 용적률, 대지 안의 공지 등으로 설정한다. 그리고 이와 관련된 법규를 기반으로 한 ‘법규 검토’ 알고리즘을 구축하였다. 본 연구는 지형의 고저차를 통해 발생할 수 있는 영향을 줄이기 위하여 대지 내의 고저차는 연구 범위에 포함하지 않았다. 또한, 지구단위계획과 가로구획, 조경 및 각종 지방조례의 적용은 후속 연구에서 고려하기로 한다.

2. 문헌검토

2.1. BIM의 정의 및 도입 후 현황

BIM은 다차원 가상공간 내에 설계 단계부터 유지관리 및 폐기까지 이르는 모든 정보들을 통합하고 디지털 파일로 시각화된 모델을 생성하여 시뮬레이션하는 기술을 일컫는다. 이를 통해 건축물의 전 생애 주기를 거쳐 관련된 정보들을 통합 관리할 수 있다 (Eastman et al. 2018). 이러한 BIM의 주요 목적은 설계자의 의도가 반영된 디자인 정보를 통해, 건축사업 참여자가 쉽게 이해하고 평가하여 신속한 의사결정을 하는 데 도움이 된다. (buildingSMART, 2011).

BIM은 설계 및 시공 전문가들이 조기 협업을 가능하게 하여, 설계(설계 오류 최소화 등) 내실화에 도움이 되었다. 또한, 건축물이 지닌 복잡한 요소를 3D 모델에 표현하여, 각각의 기능, 성능, 용도 등의 정보를 종합적으로 관리할 수 있게 되었다 (Park, 2018). 그리고 BIM 플랫폼이 GD와 결합할 수 있게 되면서 알고리즘 중심의, 새로운 건축 설계 방법이 제안되었다 (Shim et al., 2020). GD란 사용자가 정의한 목적을 만족하기 위해 다양한 대안들을 제시하여, 사용자가 대안을 선택하고 개선하여 최적화된 결과물을 만들어 내는 것을 돕는 Parametric Design의 한 형태를 의미한다. 이를 활용하여 사용자가 정의한 알고리즘에 맞춰 모델을 작성하는 방안이 제시되었다 (Miles, 2022).

2.2 국내 BIM 기반 건축법규 자동 검토 체계
미국의 AIA 시험 자동 평가 시스템을 바탕으로 한국 건

표 2 대지분석 관련 제반법규 리스트
(출처: 토지이음)

구분	검토 내용	관련 법령
대지 및 도로	건축선 지정	건축법 제46조 건축법 시행령 제80조
	건축선에 따른 건축제한	건축법 제47조
	대지 내 조경	건축법 제42조 건축법 시행령 제25조
규모	대지 내 안전	건축법 제40조
	건폐율 용적률	국토계획법 제84조 국토계획법 제85조
도시설계	지구단위계획 공개 공지 확보	건축법 제43조
	대지 내 공지	건축선으로부터 이격거리 인접대지경계선으로부터 이격거리
주차장	주차대수 및 규격	건축법 시행령 별표1 주차장법 시행령 제6조

축사 시험 중 계획설계의 답안 작성을 위한 건축법규 체크 자동화 시스템에 대해 논의했다(Lee, 2006). 현재 한국은 세움터를 통해 2차원 기반의 적법성 시스템을 도입하여 법규검토 체계를 구축했다. 그리고 세움터 검토 대상을 BIM으로 확대 적용하기 위해 기초 연구 및 파일럿 테스트를 수행하고 있다(국토해양부, 2010). BIM 기반으로 한 자동 건축법규 검토의 사례로는 2012년에 장애인, 노인, 임산부 등의 편의증진 보장을 목표로 하여 개발한 BIM 기반의 룰셋 정의서가 제안된 적이 있고 (Kim et al., 2012), 2021년에는 건축인허가 법규 검토를 위한 BIM 기반의 건축물 용도분류체계를 개발한 적이 있다 (Kim et al., 2021). 다만 이러한 연구들은 인간이 프로그램을 수동적으로 법규들을 입력하여 프로그램이 스스로 법규를 이해하고 적용하지 못하는 것과 법률적 검토까지만 진행하고 부적합한 결과에 대한 대안을 내놓지 않는다는 한계가 있다. 이러한 한계를 최소화하기 위해선 프로그램이 스스로 법규를 검토하고 사용자와 같이 해석하여 그에 대한 대안을 사용자에게 제안하는 프로세스의 개발이 필요하다.

3. 자동 법률 검토 알고리즘 구축

3.1. 대지분석 시 필요한 제반법규 선정

우선 법규 검토에 필요한 리스트를 생성하기 위해 대지 분석과 관련된 제반 법규들을 선정한다. 건축물 용도 선정과 마찬가지로 검토에 필요한 법규들은 가로구획 및 지구단위계획까지 고려하면 검토 범위가 넓어져 건축 법규는 ‘건축법’, ‘건축법 시행령’, ‘국토의 계획 및 이용에 관한 법률’와 같은 상위 건축 법규들을 대상으로 한다. 이와 같은 제반 법규들은 토지이음에서 제공하는 자료로 기준으로 둔다.(표2) 이러한 법규 중 상위 법규에 해당하는 건축법, 건축법 시행령에서 지정한 요소들(건축선 후퇴, 각각

전제, 인접대지 경계선)을 먼저 검토한다. 그다음 주차장 법과 같은 건축법 외의 대지 안 공지를 규정하는 요소들을 선정하여 대지 안 공지를 확보한다. 마지막으로 ‘국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제84, 85조’를 참고하여 건축물의 건폐율과 용적률의 허용 범위를 정한다.

3.2. 알고리즘 상세 진행도 설정

표 3 알고리즘 내 Input/Output 값 및 매개변수 요소

Input		<ul style="list-style-type: none"> 대지 경계선 도로 경계선
변수	독립변수	<ul style="list-style-type: none"> 주차대수 주차구획 위치 매스 관련 <ul style="list-style-type: none"> 회전값 X축 길이 Y축 길이 층수
	종속변수	<ul style="list-style-type: none"> 생성된 매스의 건폐율 생성된 매스의 용적률
Output		<ul style="list-style-type: none"> 최적화된 건축 면적 및 연면적 복수의 대안매스들

알고리즘을 구축하기에 앞서, 이 연구는 변수를 설정하여 GD가 각 범규에 맞는 여러 Output을 출력하는 것을 목표로 둔다. 그러므로 대안 매스들을 생성하는 데 중요한 역할을 하는 매개변수를 설정한다. 이 연구에서 매개변수로 설정한 요소들은 다음과 같다(표3). Input 값으로 검토 대상인 대지와 도로 경계선을 설정하여 다른 경계선 내의 대지의 매스가 안 나오게 설정하고, 매개변수로서 주차대수, 매스와 관련된 사항들로 설정하여 복수의 Output을 생성하는 것을 목표로 둔다.

알고리즘 설정 시, 우선 Input 값으로 검토해야 할 요소들, 도로 경계선과 인접대지 경계선을 먼저 선정하고 도로 경계선을 각각 인접한 도로의 개수, 도로 폭(기준 너비: 4m), 도로의 개수가 2개 이상일 경우의 모퉁이 산정 후 각각전제의 과정을 거치게 된다. 이러한 과정을 통해 건축선의 후퇴가 결정되면 주차대수 및 입구, 조경 등 추후 고려할 사항들을 검토하도록 한다. 마지막으로 해당 건물에

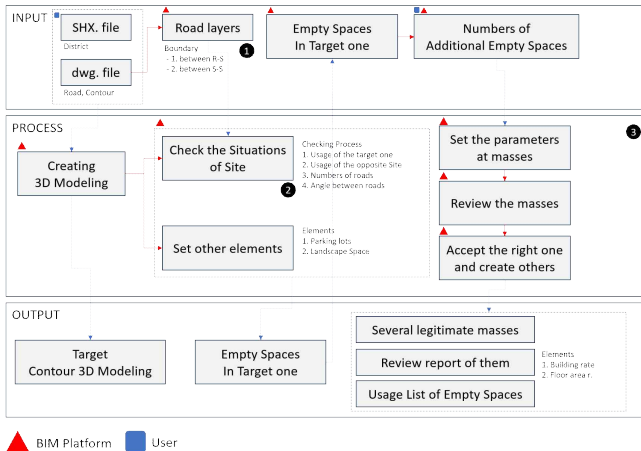


그림 1 '범규 검토' 알고리즘 상세 진행도

맞는 건폐율과 용적률을 통제하기 위해 각 독립변수로 생성된 매스의 건폐율과 용적률을 종속변수로 설정, 매개변수마다 임의로 생성된 매스들을 대상으로 하여 검토하여 적합한 매스들만을 출력하도록 한다.

3.3. 알고리즘 구축 및 적용

본 연구에서는 Revit 2024의 3D 모델링을 기반으로 하여 Dynamo Script로 자동 범규 검토를 완성하는 것에 목표를 둔다. 그러기 위해선 우선 대상 대지 반경 500m에 있는 대지의 정보를 가져오기 위해 국토지리정보부에서 제공하는 dxf.파일을 가져와 필요한 레이어(대지 경계선, 도로, 도로 중앙선)만 남기고 이를 기반으로 Revit 내의 Toposolid 모델을 작성한다. 그리고 국가공간정보포털에서 해당 대지가 포함된 지적도 shx.파일을 찾고, 필요한 대지 레이어만 남기고 dxf.파일로 출력시켜 Toposolid와 접목한다.

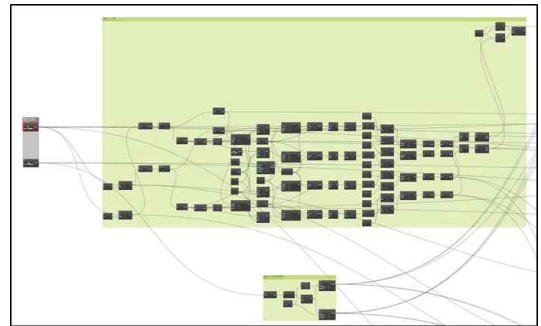


그림 2 알고리즘 내 도로 후퇴선 설정 Script

그림 2는 그림 1의 1을 Dynamo Script로 나타낸 것이다. dxf.파일 중 검토에 필요한 항목(도로 경계선, 대지 경계선)에 해당하는 레이어만 남긴다. 그 중 대지 경계선은 각 지방자치조례에 따라 이격거리를 설정한다. 도로 경계선은 해당 대지에 도로 요소가 몇 개가 접해있는지, 해당 도로의 길이 Vector가 얼마인지를 측정하는 과정을 거친다. 이러한 측정 과정을 거치고 나면 해당 대지와 도로의 대지 내 후퇴선이 출력되는 데 이들의 교점을 한 표면을 만드는 데 필요한 Point로 설정한다.

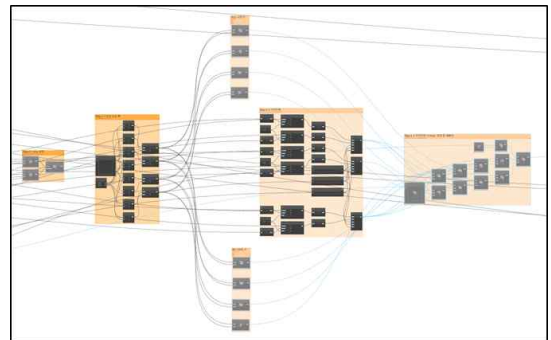


그림 3 알고리즘 내 각각전제 설정 Script

그림 3은 그림 1의 2를 Script로 나타낸 것으로 도로가 2개 이상일 때 모퉁이의 각도를 측정, 이를 모꿈기 과정을 나타낸 것이다. 우선 각각전제를 시킬 모퉁이가 포함된 Line과 Point를 선택하고 대상 각도 Vector를 측정해, 해당

각도가 90도 미만인지, 90 ~ 120도 사이인지를 판별한다. 범위에 해당하는 값이라면 각각전제를 시킬 값을 구하는 데, 각각전제를 할 때 나오는 값은 총 3개(모퉁이에서 2/3/4m 이격)이므로 조건충족을 판별하며 모퉁이한 선분의 시작점과 끝점을 Point로 설정한다.

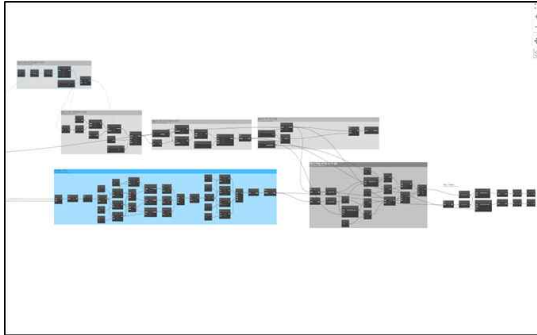


그림 4 알고리즘 내 매스 변수 설정 및 건폐율/용적률 검토 Script

그림 1의 2까지의 과정을 거쳐 나온 Point를 연결, 건축 한계선을 생성하고 이것을 가지고 Surface를 하나 생성하여 매스가 생성될 수 있는 최대 바닥면적을 출력한다. 이와는 별개로 주차장이나 조경면적을 조성할 시 필요에 따라 해당 면적을 산정한다. 예를 들어 주차대수는 주차장의 입구를 변수로 설정하고 지방자치조례에 따른 기본값(최소 주차대수와 주차장 내 차로 폭을 포함)에 더해 대지 내에 최대로 더할 수 있는 주차대수 넓이만큼 변수를 설정해준다.

주차구획까지 설정했으면 그림 1의 3과 같이 대지 내에 세울 매스에 대한 변수의 값들(회전 값, X축 길이, Y축 길이, 층수)을 설정해 여러 Output이 생성되도록 설정한다. 최종 Output은 지금까지의 과정들을 거쳐 나온 매스들 중 그림 1의 3에서의 용도에 따른 건폐율, 용적률 적합성 검토 후 매스와 최종 건폐율, 용적률로 출력된다.

3.4. Generative Design 적용

이러한 형태의 알고리즘을 Dynamo 내의 Generative Design 내의 Script로 적용한 후 값을 고정할 변수와 4개의 출력 방법(Optimized, Randomized, Space Evenly, Like This) 중 하나를 선택하여 Output 개수를 설정하면 선택한 개수에 따라 생성을 할 수 있다. 복수의 Output 중 사용자가 희망하는 Output을 선택하여 설계 기본 매스로 삼거나 Generative Design 특성상 결과에 본인이 원하는 매스가 나오지 않더라도 Output의 수를 늘려 다시 하는 과정을 거쳐 원하는 Output이 나오도록 한다.

4. 결론

본 연구는 ‘법규 검토’ 알고리즘을 구축하여 건축 계획 설계의 최적화를 목표로 두었다. 자동 법률 검토 알고리즘을 반영한 Script가 해당 대지 모델을 분석하고, 스스로 제반 법규를 적용하도록 하였다. 또한, 주차대수에 따른 대지 내 공지를 여러 가지의 변수로 설정하여 Output들을 생성하고 그중에서 건폐율, 용적률에 맞는 최적안을 도출하

도록 하였다. 이러한 과정을 통해 과정을 늘려 시간과 비용을 줄이는 등 업무 효율 증진에 의의를 두었다. 다만 본 연구는 법률의 용도가 근린생활시설로 한정되어 있었고, 조정법이나 지방조례 등 계획설계에 영향을 끼칠 수 있는 법들을 제외하였기 때문에 추후 연구를 통해 이러한 법들도 해석하는 데 목표를 둔다. 또한, 본 연구에서는 연구자가 먼저 검토에 필요한 법규를 해석한 뒤 알고리즘에 반영한 것에 초점이 맞춰져 있다. 따라서 추후 연구에서는 사람이 법을 해석하는 Knowledge를 알고리즘으로 구축하여 프로그램이 사람처럼 법규를 스스로 해석하는 방안으로 개선할 것이다.

추후 본 연구에서 나온 알고리즘에 다른 법률적 정보들(대지 내 조경, 시설물, 완화 조건 등)과 지방자치조례 및 지구단위계획 관련 조항들을 추가하여 해석하는 방안을 진행하고자 한다. 이러한 후속 연구가 이루어진다면 계획 단계에 이루어지는 ‘건축법규에 적합한 계획안 생성’ 과정을 더 효율적으로 수행할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김인한, 최중식, & 이세진. (2020). 개방형BIM기반 건축 제법규 자동검토 시스템 소개. 빌딩스마트협회 The BIM, 22(7), 35-38.
2. Miles, Dan. (2022). What is Generative Design, and How Can It Be Used in Manufacturing?. Redshift by Autodesk.
3. 황은경, 김수암, 윤호주, & 박수로 (2014), 건축물의 용도분류체계 개선 방안 연구. 한국건설기술연구원
4. 김은희, 서수정, & 송선영. (2017), 건축계획 업무범위 및 대가기준 개선 방안.
5. Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers. John Wiley & Sons.
6. 빌딩스마트협회. (2011). 건설의 아바타, BIM
7. Park, J. J. (2018). BIM 도입으로 인한 건설산업 생태계 변화. Magazine of korean Tunnelling and Underground Space Association, 20(4), 55-63.
8. 심영중, 진규남, 권석민, 서형중 & 김예진 (2020) AI 기반 건설기술 현황 및 연구전략. 토지주택연구원
9. 이상현. (2006). 건축법규 체크 자동화 시스템 개발에 관한 연구. 한국산학기술학회논문지, 7(3).
10. 국토해양부. (2010). 건축분야 BIM적용 가이드
11. 김유리, 이상화, & 박상혁. (2012). BIM 기반의 건축법규검토를 위한 룰셋 정의서 개발-장애인, 노인, 임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 대상으로. 한국건설관리학회논문집, 13(6), 143-152.
12. 김인한, 이세진, & 최중식. (2021). BIM 기반 건축인허가 법규 자동 검토를 위한 건축물 용도분류체계 개발 및 적용 방안 제시. 한국 CDE 학회 논문집, 26(4), 408-417.