



Generative Design 기반 공공건축물 평면계획 자동화 알고리즘 - 2020~2023년도 행정복지센터 현상설계를 중심으로 -

*Automated Floor Plan Design Algorithm for Public Buildings Using Generative Design
- Focused on the Design Competitions of Administrative Welfare Centers from 2020 to 2023 -*

권주현* · 정선철** · 오준걸***

JooHyeon Kwon* · SunChul Jung** · JoonGul Oh***

* Ph.D. Candidate, School of Architecture, Seoul National Univ. of Science and Technology, South Korea (joo94@seoultech.ac.kr)

** Ph.D. Candidate, School of Architecture, Seoul National Univ. of Science and Technology, South Korea (sunchuljung@seoultech.ac.kr)

*** Corresponding author, Professor, School of Architecture, Seoul National Univ. of Science and Technology, South Korea (jgoh@seoultech.ac.kr)

ABSTRACT

Purpose: This study aims to develop an automated floor plan design algorithm for administrative welfare centers (AWCs) using Generative Design (GD) to improve efficiency and rationality in public architecture. AWCs are multi-functional facilities combining administrative and community services, requiring complex spatial configurations within limited competition timelines. **Method:** Design guidelines from 35 AWC competitions (2020–2023) were analyzed to extract common requirements and constraints, which were converted into algorithmic parameters. A 1,900m² ± 5%, four-story prototype was modeled in Revit 2025 with Dynamo 3.0.3, reflecting adjacency, area, height, and minimum width conditions. The GD algorithm generated 40 design alternatives, which were evaluated using a spatial syntax-based scoring system to assess spatial control and zoning efficiency. **Result:** The generated designs were categorized into three types (CS.1–CS.3) based on control and zoning characteristics. Most high-scoring alternatives (CS.1) corresponded closely with real competition-winning plans, verifying the GD algorithm's applicability for automated floor plan generation in early design stages of AWCs.

KEYWORD

행정복지센터
설계자동화
공간 배치 알고리즘

Administrative Welfare Center
Design Automation
Generative Design
Spatial Layout Algorithm

ACCEPTANCE INFO

Received Oct. 13, 2025
Final revision received Nov. 25, 2025
Accepted Nov. 28, 2025

© 2025. KIEAE all rights reserved.

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

최근 건축 설계 분야에서는 설계 효율성과 다양한 대안 탐색을 위해 디지털 기술이 활발히 도입되고 있다. 그중 Generative Design은 복잡한 조건을 고려해 최적의 설계안을 도출할 수 있는 컴퓨터이셔널 디자인 기법으로, 공간 배치나 형태 등 다양한 요소를 동시에 반영하여 설계자의 창의적 판단을 지원한다.

공공건축물 중에서도 지역 행정의 거점이자 주민을 위한 공공서비스 공간인 행정복지센터(주민센터)는 전국적으로 신규 건립 및 리모델링 수요가 꾸준하며 많은 지방자치단체에서 건축설계공모를 통해 설계를 수행하는 대표적 공공건축 유형이다. 나라장터¹⁾ 기준, 2020년부터 2023년까지 매해 평균 15건의 현상설계 공모가 꾸준히 실시되었다. 행정복지센터는 민원과 주민자치 등 복합 기능을 수행해 설계 조건이 많으며, 현상설계를 통해 공모가 진행되어 단기간에 효율적인 대안 마련이 요구된다.

이에 본 연구는 행정복지센터를 대상으로 Generative Design을 활용한 평면계획 자동화 알고리즘을 개발하여 다수의 설계 대안을 도출하고자 한다. 또한 도출한 설계 대안을 설계 특성에 기반하여 실

제 당선안과 비교하여 추후 실무 적용을 위한 활용성을 확보하고자 한다.

특히 Generative Design을 기반으로 초기 설계 단계에서 공간 배치 등 주요 설계 변수를 알고리즘화한 대안으로 도출하여, 향후 에너지 시뮬레이션 및 환경 성능 평가의 입력조건을 효율적으로 설정할 수 있다. 이에 본 연구는 환경 성능 향상을 위한 초기 설계 의사결정 단계에서 데이터 기반으로 행정복지센터의 평면계획의 자동화 알고리즘을 도출하는 기초연구를 목적으로 한다. 또한 본 연구는 평면계획에 초점을 맞춘 1차 연구로서, 이후 입면 및 매스설계, 에너지 분석 등 단계적으로 확대 연구할 계획이다.

1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구는 공공건축물 중 현상설계 방식으로 진행되는 행정복지센터 사례분석을 통해 요구조건 도출, Generative Design 기법을 활용한 알고리즘 개발 및 설계안 생성, 그리고 생성된 설계대안의 특성 분석을 연구의 범위로 설정한다. 연구의 공간적 범위는 행정복지센터 건축물 단일 동의 전형적인 평면으로 한정하며, 주요 연구 방법은 Fig. 1.과 같이 해당 건축물의 실 구성은 유사 프로그램별로 인접조건을 구분하고 세부 실을 배치한다.

첫째, 전국 지자체에서 2017년 이후 발주한 35개의 행정복지센터 설계사례에 대한 설계공모 지침서(이하, 설계 지침서)를 수집·분석

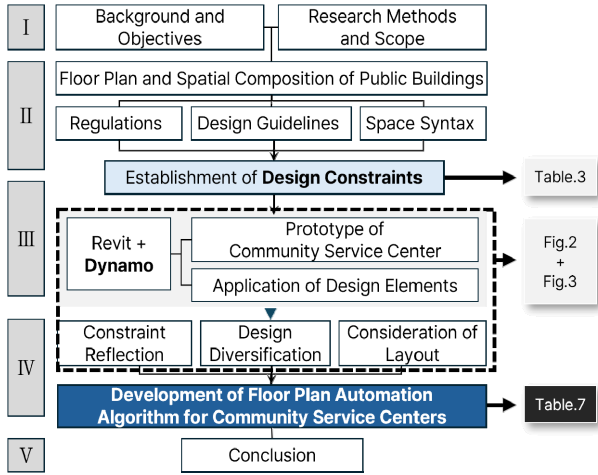


Fig. 1. Research flow chart

하여 평면계획에 영향을 미치는 공통 요구사항과 제한조건을 추출한다. 해당 사례들은 조달청 나라장터를 통해 공개된 공공청사의 건축 설계 지침서에 공간구성 기준 및 면적산정, 배치 원칙 등의 정보를 담고 있다. 사례분석을 통해 도출된 설계 제한조건들을 평면 자동 생성 알고리즘의 입력 변수 기준으로 활용한다. 둘째, Autodesk Revit 2025와 Dynamo v3.0.3 (Dynamo Revit 3.0.3.3952)을 사용하여 Generative Design 알고리즘을 구축한다. 해당 프로그램은 BIM을 기반으로 설계 정보의 생성과 평가를 통합적으로 수행할 수 있고, 설계자가 정의한 조건을 토대로 다양한 대안을 자동 생성하는데 용이하다는 장점이 있다. 알고리즘은 설계자가 정의한 조건을 준수하면서 다양한 평면 대안을 자동 생성하도록 작성되며, 공간 배치, 형태, 면적 등의 변수를 제어하도록 구현한다. 셋째, 개발된 알고리즘을 통해 다수의 설계 대안을 생성하고, 그 특성을 분석한다. 또한 실제 현상설계 당선안 평면들의 설계 특성을 분석하여, 설계지침서 제한요소 기반 알고리즘을 통해 도출되는 평면계획 대안과 비교 분석한다. 이를 통해 행정복지센터 평면설계의 자동화 가능성을 검증한다.

2. Generative Design을 활용한 행정복지센터 평면계획

2.1. Generative Design을 활용한 평면계획

Generative Design (생성형 설계)이란 컴퓨터이셔널 알고리즘을 활용하여 주어진 설계 조건과 목표에 부합하는 다양한 대안을 자동 생성·탐색하는 설계 기법으로, 설계자는 문제의 제약조건과 목표함수를 정의하고, 컴퓨터는 이에 따라 연산을 통해 수백개에서 수천 개의 디자인 옵션을 생성한 후, 각각의 성능을 평가하여 해결책 공간을 광범위하게 탐색할 수 있다[1]. 이 과정을 통해 여러 성능 기준을 균형 있게 만족하는 최적안을 발견할 수 있으며, 건축 설계 분야에서도 최근 단일·형태·배치·비용 등 다중목적을 동시에 고려한 설계 탐색이 가능한 진화 알고리즘, 형태그래프 기반 알고리즘 등의 연구가 활발히 이뤄지고 있다[2].

Table 1. Previous studies on generative design

No.	Scope of study	Design target	Tool / method	Authors
1	Architectural layout algorithm	Low-rise detached building	Multi-objective evolutionary algorithm (MOEA)	Jang et al. (2022)
2		Residential building	Revit, dynamo optimization algorithm	Kim et al. (2024)
3		Residential building	Revit, dynamo optimization algorithm	Lee et al. (2023)
4	ZEB design optimization	Office building	EnergyPlus, optimization algorithm	Kim et al. (2024)
5	High-rise form generation	High-rise twisting building	Rhino/grasshopper, solar analysis	Jung et al. (2021)
6	DfMA automation	Assembly of building parts	Generative design, python algorithm	Hong et al. (2024)

이에 Generative Design 및 건축 설계 자동화와 관련된 국내·외 선행연구를 살펴보면, 건축설계 자동화 연구 뿐만 아니라 다양한 알고리즘 기반의 대안 생성, DfMA 설계(제조 및 조립을 위한 설계, Design for Manufacturing and Assembly), 에너지 최적화, 고층 건물의 형태 최적화 등으로 연구가 확장되고 있다.

장동국 외 1인(2022)은 진화 알고리즘을 기반으로 건축배치형 대안을 도출하였고[2], 김소연 외 3인(2024)은 생성형 디자인을 통해 공동주택 배치설계 자동화를 구현하여 다양한 디자인 대안을 창출하였다[3]. 이재욱 외 3인(2023)은 주거시설의 스페이스 프로그램 배치 설계 대안 생성과 대표 설계안 선정이 가능한 Generative Design 기반의 알고리즘을 구축하였다[4]. 김효중 외 4인(2024)은 제로에너지건축물 인증 확보를 위해 업무시설 사례를 중심으로 설계전략을 분석하였다[5]. 정성엽 외 2인(2021)은 고층 건물의 형태 생성을 위한 알고리즘 구성을 제안하였으며[6], 홍순민 외 3인(2024)은 DfMA를 위한 구성재 조합을 위한 Generative Design 기반 알고리즘을 연구하여 국내 DfMA 활성화를 위한 방안을 제시하였다[7].

위와 같이 기존 연구들은 주로 주거시설과 일반 업무시설에 한정되어 있다. 특히 행정복지센터와 같은 공공건축물 또는 복합용도의 평면계획에 대한 Generative Design 알고리즘 적용 사례에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 대표적인 지역 행정청사인 행정복지센터는 민원업무, 행정업무, 주민편의시설 등 복합적인 기능을 담은 특수성이 있어, 공간 프로그램의 요구를 반영한 알고리즘 개발을 통해 시간과 인력의 비용을 줄일 수 있다. 그리고 건축 설계사무소 실무자를 대상으로 한 설문조사 결과에 따르면, 응답자의 25%만이 설계 자동화 도구 활용 경험이 있어 연구개발 대비 현장 적용은 미흡한 수준이다. 이에 실무에서 체감할 수 있는 설계 자동화 기술 개발의 우선순위 파악과 현장 수요 반영이 중요하다는 지적이 있다[8].

이에 본 연구는 위와 같은 필요성에 따라 공공건축물인 행정복지센터의 평면계획 단계에서 Generative Design을 통한 설계 자동화

를 구현하여 최적화된 설계 대안을 검증하고자 한다.

2.2. 공간구문론 관점의 행정복지센터 평면계획

공공청사 건축은 국가 또는 지자체의 행정 기능을 담는 동시에 시민을 위한 공공 공간을 제공해야 하는 이중적 성격을 지닌다. 과거의 공공청사는 주로 권위를 상징하는 대칭적 공간구조를 채택하여 통제와 감시 중심의 폐쇄적 성향을 보였고 일제강점기부터 20세기 중엽까지 지어진 관청 건축들은 민원 공간보다는 공무 수행공간을 전면에 내세우는 경향이 강했으나, 현대에는 행정 패러다임의 변화에 따라 공공청사는 점차 시민에 개방된 공간으로 전환되었다[9].

현창용 외 1인(2021)은 국내 공공청사시설을 대상으로 시간 흐름에 따른 공간구조의 변화를 공간구문론 지표를 활용하여 연대기적으로 분석하였으며, 공공청사의 권력성과 공공성이 시대적 사회적 영향 아래 균형을 이루며 진화함을 공간구문론의 관점으로 분석하였다[9]. 김현경(2002)은 일본의 Next21 복합 주거단지를 대상으로 평면 유형에 따른 동선 및 연결성 특성을 공간구문론을 통해 도출하였다[10].

이와 같이 기존 연구들은 공공 또는 복합시설의 공간구성 분석에 공간구문론의 방법론이 유의미하게 활용될 수 있음을 보여주며, 이

를 통해 행정복지센터와 같은 공공건축물의 평면계획 과정에서도 적용 가능할 것으로 사료된다.

또한 행정안전부의 공공부문 공간혁신 가이드라인(2017)에 따르면 부처 및 지자체 청사의 업무환경을 개선하기 위해 파티션과 칸막이가 없는 개방형 사무공간, 유연한 공간 활용, 공용공간의 공유 활성화 등을 권고하고 있으며, 이는 수직적 조직문화가 강했던 과거 공공청사에 비해 수평적 소통과 협업을 증진하는 공간구조를 지향하는 것으로 분석된다[11]. 따라서 공공건축물은 설계자가 평면계획 단계에서 공공시설의 특수성을 반영하여 기본 방향을 제시해야 한다. 또한 공공건축물 평면계획에서 사용자 중심의 공간 흐름과 접근성, 연결성 등을 계량적으로 분석할 수 있는 공간구문론(Space Syntax)의 적용이 필요하다.

이에 본 연구에서는 알고리즘을 통해 도출한 평면의 객관화된 평가를 위해 공공건축물 설계지침서에 제시된 요구조건을 공간구문론 관점으로 재구성한다. 공간구문론은 사회관계를 내포하고 있는 공간구조를 분석할 수 있는 방법으로, 공간의 사회적 특성을 통제성(Control),²⁾ 통합성(Integration), 명료성(Intelligibility) 등의 지표로 해석할 수 있으며, 이러한 방법론의 적용을 통해 공공건축물과 같이 사회적으로 교류가 많은 공간을 효과적으로 계획할 수 있다 [9,10]. Table 3.은 공간구문론과 설계지침서를 통해 도출한 설계 제한사항을 바탕으로 공공건축물 평면계획에 영향을 미치는 구체적인 설계 요소들이다. 이러한 요소 항목들은 공공건축물 설계의 전제조건일 뿐만 아니라, 본 연구에서 작성한 Generative Design 알고리즘의 입력조건이다. 특히 공간별 최소면적, 존 인접조건 등은 알고리즘의 핵심 변수로, 추후 자동 생성 설계 대안에 반영된다.

3. 행정복지센터의 평면설계 요소 도출

3.1. 현상설계 지침서에 의한 설계 제한요소

공공건축물의 현상설계 시 배포되는 설계지침서의 내용은 계획

Table 2. Previous studies on the application of space syntax

No.	Research scope	Relevance to this study	Authors / publisher
1	Public Office Buildings (Korea)	Demonstrates long-term spatial structure trends using syntax indicators	Hyun et al. (2021)
2	Residential Complex (Next21,Osaka)	Shows applicability of syntax in circulation and connectivity analysis	Kim et al. (2002)
3	Public Sector Design Guidelines	Offers qualitative design direction (excluded from quantitative method basis)	Ministry of the Interior and Safety (2017)

Table 3. Element analysis under design constraints

Category	Division		Code	Contents from design constraints	Algorithm parameter / allotment points	Apply
Space syntax	Connectivity	Control	S-a.1	Functional spatial connectivity between rooms	Adjacency / 5.0	●
			S-a.2	User convenience and circulation efficiency	Level zoning / 0.5	△
			S-a.3	Separation of workspaces and security assurance	Level zoning / 0.5	
	Accessibility	Integration	S-b.1	Introduction of open-plan office space	-	×
			S-b.2	Enhancement of accessibility for the disabled	-	
			S-b.3	Planning of integrated central spaces	-	
	Legibility	Intelligibility	S-c.1	Direct and intuitive spatial organization	-	×
			S-c.2	Clear distinction of circulation lines and visual boundaries	-	
	Design competition guidelines	Scale	-	C-a.1	Building scale (floor area ratio)	Scale / 1.0
C-a.2				Number of floors above ground	Scale / 1.0	
Design		-	C-b.1	Floor area of principal rooms	Adjacency / 5.0	●
			C-b.2	Setting of room zoning conditions	Adjacency / 5.0	
			C-b.3	Increased floor levels for special-purpose spaces	Level zoning / 2.0	
			C-b.4	Spatial flexibility and external connectivity	-	

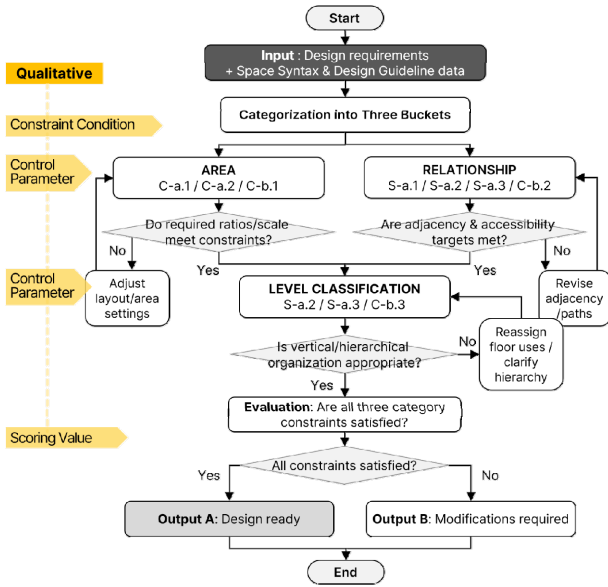


Fig. 2. Algorithm for applying design constraints

에서 필수적으로 반영되어야 한다. 이에 설계지침서는 지자체 등 각 사업 발주기관에서 공간 구성, 면적 기준, 층수 계획 등의 사항을 세부적으로 명시하며, 실제 설계의 주요 제약조건으로 작용한다. 또한 행정안전부, 국토부, 서울시 등에서 발간한 공공부문의 공간계획 방침에서는 공공성, 주민 편의, 유연성, 커뮤니티 기능 등 질적 요소를 강조하며, 개방형 사무공간, 동선 효율성, 1층 민원 배치 등의 원칙을 제시하고 있다[11]. 본 연구에서는 2020년도부터 2023년도까지 나라장터에 게시된 자료 기준, 35건의 설계지침서를 분석하여 평면연면적, 층수, 공간 구성 비율 등의 기준을 정리하였다.

공공건축물 설계지침서에서 제시하는 질적 요구사항은 공간구문론의 통제성, 통합성, 명료성과 같은 정량적 지표로 구분하였다. 각 항목은 Generative Design 알고리즘의 입력 파라미터로 전환된다. Fig. 2와 같이 시뮬레이션에서 입력 파라미터(Parameter) 및 노드(Node)가 설계요소로 적용되며, 각 파라미터의 변화에 따라 생성되는 다양한 대안은 평면 구성과 공간 관계에 차이가 발생한다. 설계 요소는 설계안의 구성이나 성능을 좌우하는 핵심적인 변수로, Generative Design 알고리즘에서는 이들을 변수로 하여 다양한 대안을 생성할 수 있다. 본 연구의 설계 요소 도출은 다음 두 가지 경로로 수행하였다. 첫째, 공간구문론과 설계지침서 내용을 기반한 공간 특성 변수들은 평면 구성에 활용될 수 있는 주요 항목으로 설정하였다. 둘째, 35개 행정복지센터 설계지침서에서 반복적으로 제시된 요구조건을 변수화하였다. 이와 같은 과정을 통해 Table 3과 같이 평면계획의 설계 제한요소를 도출하였다. 공간구문론의 지표 중 통합성(S-b)과 명료성(S-c)에 해당하는 제한요소와 지침서의 공간 유연성 및 외부 연결성(C-b.4)의 내용은 정성적 평가가 필요한 내용으로 알고리즘에는 적용되지 않았다.

3.2. 행정복지센터 분석모델 프로토타입 도출

2020년부터 2023년도까지 총 60건의 행정복지센터 현상설계가 진행되었다. 본 연구에서는 추후 행정복지센터의 ZEB 인증이 완료

Table 4. Area status of administrative welfare centers

Building scale	Total floor area range (m ²)	Number of cases	Number of floors (avg.)
Small-scale (~3,000m ²)	0~1,000	1	3
	1,000~2,000	18	3
	2,000~3,000	10	4
	Subtotal	29	-
Medium-scale (3,000~10,000m ²)	3,000~5,000	4	4
	5,000~10,000	2	4
	Subtotal	6	-
Total		35	-

된 41건을 분석 대상 사례로 선정하였다. 이는 연구자가 후속연구에서 진행할 건물 에너지 분석을 고려한 Generative Design 알고리즘을 통한 연관관계 분석 주제의 연구에서도 유의미한 사례로 활용될 수 있다. 행정복지센터의 경우, 2025년부터 공공건축물의 ZEB 인증 의무 강화에 따라 4등급 이상의 인증이 요구된다. 한국에너지공단 공공데이터포털에 공개한 ‘제로에너지건축물 인증현황’ 자료에 따르면, 이전 총 953건의 제로에너지건축물 인증 사례 중 933건(약 98%)이 비주거용 건축물이었고, 이 가운데 162건은 업무시설로 분류되었다. 특히 업무시설 중에서도 행정복지센터 또는 주민센터로 등록된 공공청사가 41건으로 가장 큰 비중을 차지하였다. 다만 해당 사례 중 설계공모 지침 확인이 불가능한 6건을 제외하여 최종적으로 Table 4와 같이 2020년~2023년 사이 본인증을 취득한 사례들을 분석하였다.

35개 행정복지센터 설계지침서 내 면적 개요를 분석하여 Generative Design 시뮬레이션을 위한 프로토타입(Proto Type)을 설정하였다. 프로토타입 모델의 규모는 ‘서울특별시 녹색건축물 설계기준(2025)’에서 구분하는 규모군 중 소규모에 해당하는 수준이다. 규모군에 따른 분포는 Table 4와 같다.

도출한 중간크기의 면적과 가장 유사한 설계 사례는 3개로, 경상남도 거제시 A동 행정복지센터, 인천광역시 B면 주민복합센터, 부산광역시 C동 행정복지센터이다. 본 연구에서는 중간크기 1,900m²의 ±5% 범위인 1,805~1,995m² 범위를 프로토타입으로 설정하여 연구를 진행하였으며, 대지 크기에 대한 제한은 본 연구에서 다루지 않는다.

3.3. 알고리즘 입력값 구성 및 평면 생성

앞서 도출한 설계 요소와 조건을 입력 변수로 설정하고, 이를 바탕으로 다양한 평면 조합을 생성하도록 구성되었다.

알고리즘 구성은 크게 입력 데이터 정의, 제약조건 설정, 대안 생성 로직 구현, 결과 시각화 및 평가의 단계로 구성된다. Table 5는 알고리즘 작성을 위한 프로토타입의 Generative Design 생성 시뮬레이션 기본 개요이다.

프로토타입 작성을 위해 설계지침서에 제시된 주요 실별 면적 구성 비율을 분석하여, 각 실의 적정 면적 및 층고 기준을 도출하였다. 또한, 실제 설계공모 당선작 사례 중에서 프로토타입과 유사한 면적 범위에 해당하는 행정복지센터를 대상으로 평면 구성을 분석하여 민원실과 다목적실(강당)의 최소 폭 기준을 파악하였으며, 이는 알고리즘 작성에 공간 제약조건으로 반영하였다.

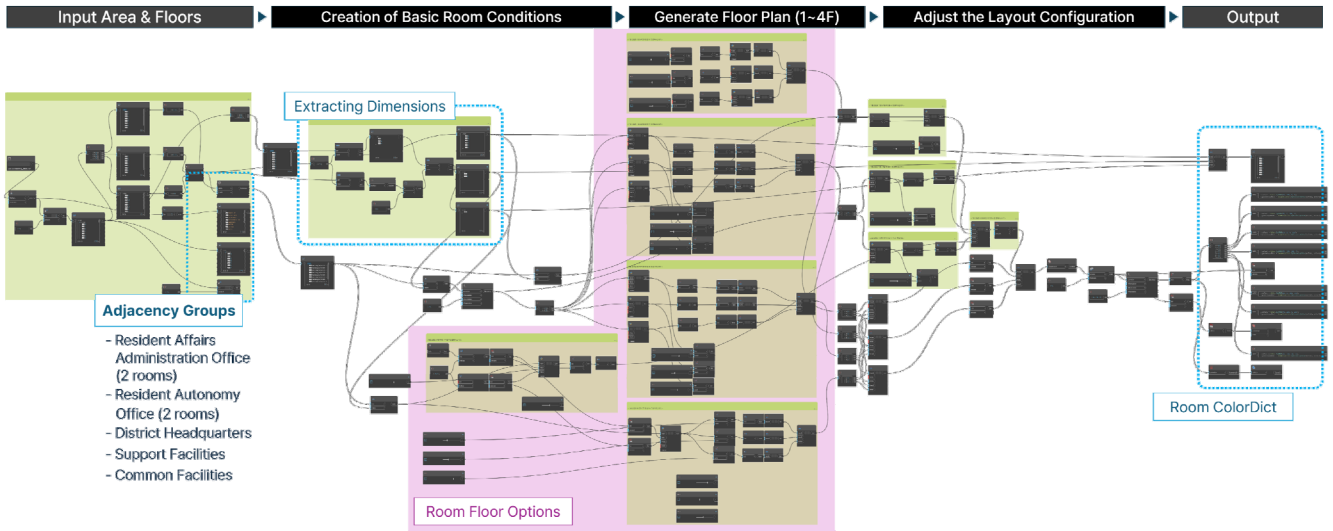


Fig. 3. Dynamo algorithm workflow overview

Table 5. Input data for zone conditions

Requirements				
Adjacency	Room name	Area (m ²)	Minimum width (m)	Floor height (m)
Resident affairs administration office	Resident service room	300	6*	4.0
	Office	150	-	4.0
Resident autonomy office	Multipurpose room	400	8**	6.0
	Program room	200	-	4.0
District headquarters		250	-	4.0
Support facilities		100	-	4.0
Common facilities		630	-	4.0

*1st floor layout plan / **4th floor layout plan

Table 6. Classification by winning plans characteristics

Code	Score	Design characteristics	Number of cases
CS.1	18.0~20.0	High control / vertical zoning	12 (60%)
CS.2	16.0~18.0	Moderate control / low-rise dispersion	6 (30%)
CS.3	0~16.0	Low control / mixed configuration	2 (10%)
Total			20

4. 평면설계 자동화 알고리즘을 통한 행정복지센터의 Generative Design 분석

4.1. 알고리즘 및 분석 프로세스

행정복지센터에 적용되는 설계 요소 및 제한사항의 내용은 설계 지침서 분석을 통해 정량화되어 알고리즘으로 표현된다. 알고리즘 실행 시, 정량화된 파라미터들이 우선적으로 입력되며, 사용자는 각 노드를 수정하여 프로젝트별 특화된 설계 조건을 유연하게 반영할 수 있다(Fig. 2. 내 'Input' 내용). 생성된 대안 중 설계 조건을 만족하

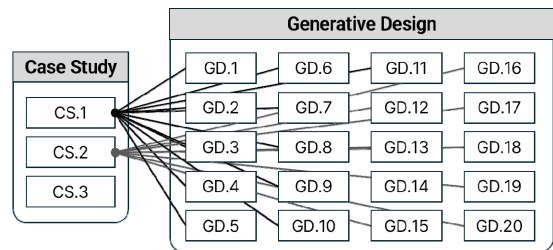


Fig. 4. Relationship between CS and GD

지 못하는 설계안은 자동으로 배제되며, 조건을 모두 충족하는 안들에 대해서는 설계 특성에 따라 유형을 분류하고, 앞서 작성한 설계 제한과 공간구분 항목의 배점 평가를 적용하여 정량화한다. 최종적으로 도출한 대안은 실제 당선안과 비교, 검증한다.

4.2. 기존 현상설계 당선안 분석

앞서 도출된 설계 요소들을 변수로 적용하였으며, 작성한 알고리즘은 Fig. 3.과 같다.³⁾ Generative Design 알고리즘을 통해 자동 생성된 평면설계 대안은 행정복지센터 현상설계 당선작⁴⁾ 20개 사례의 층별 평면계획 분석을 통해 Table 6.과 같이 3개 유형으로 분류하였다.

기준은 본 연구의 Table 2. 내 평가 배점을 동일하게 적용하여 당선안의 평면을 분석하였다. CS.1일수록 통제성이 높은 평면으로, 인접조건별에 따른 수직 분리가 명확하다. CS.2는 다목적실(강당)의 최상층 배치 조건을 불만족하며 주로 저층에 실이 밀집되어 분산되어 있는 특성을 가진다. CS.3의 경우, 가장 통제성이 낮은 평면계획을 의미하며 인접조건들이 혼합되어 동일한 성격의 실들이 비교적 분산되어 계획된 특징을 가진다.

본 연구에서 작성한 Generative Design 알고리즘을 통해 도출한 설계 대안은 20개로 GD.1~GD.20이다. 이를 당선안 구분에 대입해보면 Fig. 4.와 같다. 당선안 평면계획 기준 CS.1에 해당하는 GD안은 11개, CS.2에 해당하는 도출안은 9개이다. 생성한 GD안은 CS.1 형태에 가깝게 도출되는 양상을 보인다. 또한 알고리즘에서 건물의

기본 개요인 연면적과 층수를 제한 범위로 작성하여 기본 점수를 획득하였기에, 가장 낮은 점수 군에 해당하는 CS.3 계획 기준의 GD안은 생성되지 않았다.

함되며 당선안 사례 중 가장 평가점수가 높아 현상설계 공모 지침의 내용을 가장 잘 표현한 사례로 분석 대상으로 선정하였다. 또한 GD

4.3. Generative Design 기반 설계대안 분석

도출한 GD.1~GD.20의 평면설계 대안에 대해 평가점수(총점 20점)는 최고 18.8점, 최저 17점이며 평균 17.9점으로 나타났다. 다만 본 연구에서는 당선안과의 비교분석을 위해 생성대안 개수를 20개로 제한하여 Generative Design 연구를 실행하였다. 알고리즘에 작성한 각 입력 매개변수에 의해 설계 대안이 생성되며, 이에 생성된 도출안이 유사한 점수군에 밀집해있는 특성이 있다. 평가점수가 20.0점에 가까울수록 생성된 설계 대안은 설계 지침서 상의 제한조건을 만족함을 의미하는 것으로 실제 설계공모 당선작과도 유사한 평면을 가진다.

설계 제한항목과 공간구문론 분류에 따라 정리된 S-a.2의 경우, 다목적실을 지상 4층에 배치하였을 때 0.5점을 획득할 수 있다. 또한 S-a.3은 민원실이 지상 1층을 만족할 때 0.5점 획득할 수 있으며, S-a.1과 C-b.1, C-b.2는 5개의 인접조건이 각 1점으로 항목당 최대 5점까지 획득할 수 있다. C-a.1과 C-a.2는 각각 연면적과 지상층수를 만족하는 계획일 때 1점씩 획득 가능하다. 해당 배점은 공간구문론 관점에서의 중요도와 알고리즘에서의 실현 가능 요소를 고려하여 설정되었으며, 도출한 각 대안이 획득한 점수는 Table 7과 같다.

생성된 대안들은 공간 배치, 동선 체계, 기능적 효율성 측면에서 다양한 특성을 보인다. CS.1 그룹은 높은 통제성 및 공간 활용 효율성을 보이며, 이는 민원실과 다목적실의 접근성 및 시각적 연결성이 우수한 대안들로 구성된다. 반면, CS.2 그룹은 특정 공간 간의 독립성을 강조하거나 다른 형태적 특징을 가지는 대안들이 포함되었다.

4.4. 설계 당선안과의 비교 검증

마지막으로 Generative Design 기반 알고리즘을 통해 도출한 설계 대안의 실무 적용 가능성 및 효율성 검증에 위해 설계 공모 당선 대표안과 비교분석을 진행하였다. 설계 공모 당선 대표안은 CS.1에 포

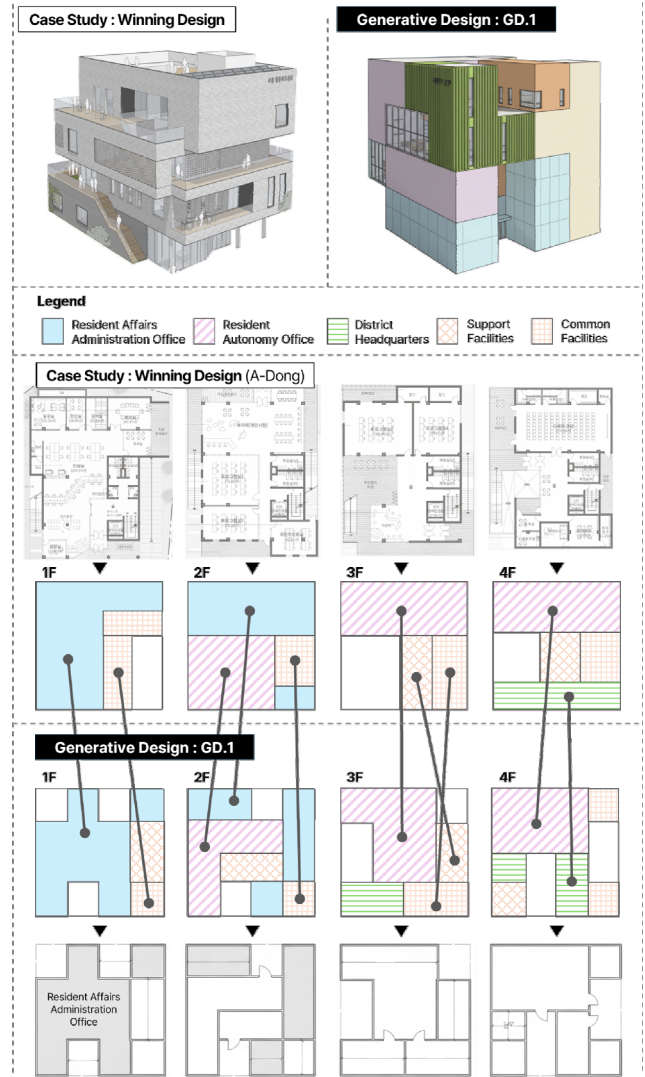


Fig. 5. Comparison of representative layouts between the GD and CS

Table 7. Design alternatives derived through generative design studies

Multiple alternative output				Code	ID	Score	Rank	Code	ID	Score	Rank						
	GD.2	GD.3	GD.4	CS.1	GD.1	18.8	1	CS.1	GD.11	18.0	6						
		GD.5	GD.6	GD.7	GD.8	GD.9	GD.10	GD.11	GD.12	CS.1	GD.2	18.6	2	CS.2	GD.12	17.7	7
		GD.13	GD.14	GD.15	GD.16	GD.17	GD.18	GD.19	GD.20	CS.1	GD.3	18.5	3	CS.2	GD.13	17.7	7
CS.1		GD.4	18.5	3	CS.2	GD.14	17.6	8									
CS.1		GD.5	18.5	3	CS.2	GD.15	17.6	8									
CS.1		GD.6	18.4	4	CS.2	GD.16	17.4	9									
CS.1	GD.7	18.1	5	CS.2	GD.17	17.2	10										
CS.1	GD.8	18.1	5	CS.2	GD.18	17.2	10										
CS.1	GD.9	18.0	6	CS.2	GD.19	17.0	11										
CS.1	GD.10	18.0	6	CS.2	GD.20	17.0	11										

도출안은 20개의 대안 중 당선 대표안과 가장 유사한 평면 레이아웃 구조를 가지는 안을 분석 대상으로 선정하였다.

분석 대안들의 평면 레이아웃 비교는 Fig 5.와 같다. 대표 당선안은 2021년 공모 당선된 창원시 D동 행정복지센터로, 해당 안의 평면도와 3D 조감도는 창원특례시 공공건축물 설계공모 당선작 현황⁵⁾에 게시된 자료를 재구성하였다. 두 대안 모두 평가점수 총점 18점 이상을 만족하는 CS.1에 해당하며, 특히 통제성 채점 척도인 S-a.1 항목에서도 가장 높은 점수를 획득하였다. 또한 두 분석 평면에서 가장 주요 실로 인지되는 민원행정실과 다목적실의 배치가 유사하게 나타난 것을 알 수 있다.

이와 같이 Generative Design 기반의 알고리즘을 통해 생성한 평면설계 대안은 실제 초기 설계과정에서 적용 및 실현 가능한 수준으로 분석, 검증된다. 특히 GD.1과 같은 상위 대안은 실제 당선작과 유사한 주요 공간 배치 특성을 보이며, 이를 통해 알고리즘이 현실성 있는 다양한 설계 대안의 초기 형태를 효과적으로 생성함을 확인하였다. 이에 본 연구에서 제안하는 Generative Design 알고리즘을 통해 행정복지센터 현상설계 공모 시 인접조건을 고려한 초기 평면 구성이 충분히 가능할 것으로 판단된다. 또한 추후 공공건축물의 현상설계에서 실무적 효율 측면에서 우위를 가진 설계 지원도구로서 활용 가능할 것으로 기대된다.

5. 결론

본 연구는 Generative Design 기법을 활용하여 공공건축물인 행정복지센터의 평면설계 자동화 알고리즘을 구축하여 다수의 설계대안을 생성 및 분석하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 설계 입력조건 작성을 위해 공간구문론 관점에서 인접공간 간의 통제도를 분석하였으며, 행정복지센터의 설계 지침서를 기반으로 공공건축물의 설계 제한요소를 체계화하였다. 이는 복합 용도를 요구하는 최근 행정복지센터의 설계 지침의 배경으로 활용 가능하다. 또한 본 연구는 Generative Design 기반의 자동화 알고리즘을 통해 공간 배치 및 인접조건을 조기에 검증할 수 있도록 하여, 향후 에너지 시뮬레이션 단계에서 환경 성능을 향상시키는 설계 의사결정 지원 도구로서 활용 가능성을 확인하였다.

둘째, 본 연구에서 도출한 평면대안을 실제 현상설계 당선안과 비교하여 주요 공간 배치의 유사도를 분석하였다. 두 평면계획 모두 설계지침서 제한요소 기반의 평가점수가 고득점인 대안으로, 알고리즘을 통해 도출한 Generative Design 평면 대안이 현상설계 초기 평면 구성의 대안으로 충분히 활용 가능성을 확인하였다.

셋째, 공공건축물의 일반설계공모는 90일 이상(최소 45일 이상)⁶⁾의 기간이 제안되며, 본 연구의 설계지침 사례에 따르면 평균 67일의 기간이 제시되었다. 본 연구의 알고리즘 기반 설계 대안 도출 및 평가를 현상설계 공모 준비에 활용 시, 설계자의 시간 단축과 인력 비용을 절감할 수 가능하며, 업무 효율성을 증대할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 공공건축물 설계에 특화된 Generative Design 적용 가능성을 검증한 것으로, 기존의 대다수의 설계 자동화 연구들이 주거 평면 또는 단순 배치계획에 머물렀던 반면 본 연구에서는 인접공간

간의 관계를 고려하여 복합 기능을 가진 공공청사의 평면을 분석하여 다양한 조건을 만족하는 평면을 도출하였다.

본 연구에서는 평면계획을 위주로 연구를 진행하여 건물 매스와 단면, 입면 등과의 관계 분석에 한계가 있다. 또한 알고리즘 구현 및 평가 과정에서 에너지 성능 시뮬레이션은 포함되지 않아 생성 대안들의 에너지 성능 비교는 이루어지지 못했다. 향후 연구에서는 생성된 대안들의 에너지소요량 등을 분석하여 ZEB 인증이 필수인 행정복지센터 설계에 보다 유용한 도구로서 연구하고자 한다.

또한 본 연구에서는 공공건축물 중 행정복지센터라는 특정 건물 유형만 분석하였으나, 추후 연구에서는 다양한 건물 용도를 고려하여 알고리즘을 추가 개발하고자 한다.

Acknowledgement

이 연구는 서울과학기술대학교 교내 일반과제 연구비 지원으로 수행되었습니다.

References

- [1] S. Krish, A practical generative design method, *Computer-Aided Design*, 43(1), 2011.01, pp.88-100.
- [2] 장동국, 박주희, 건축배치형태 대안 생성을 위한 다중 목적의 진화 알고리즘 연구, *대한건축학회논문집*, 제38권 제11호, 2022.11, pp.37-48. // (D.K. Chang, J.H. Park, The multi-objective optimization using evolutionary algorithm to design architectural layouts, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 38(11), 2022.11, pp.37-48.)
- [3] 김소연 외 3인, BIM 기반 생성형 디자인 알고리즘 구축을 통한 배치설계 자동화, *한국산학기술학회 논문지*, 제25권 제12호, 2024.12, pp.842-852. // (S.Y. Kim et al., Automated layout design through the development of generative design algorithm based on BIM, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 25(12), 2024.12, pp.842-852.)
- [4] 이재욱 외 3인, Generative Design 기법을 활용한 주거시설 개념 설계 자동화, *대한건축학회 학술발표대회 논문집*, 제43권 제1호, 2023.04, p.221. // (J.W. Lee et al., Automated residential conceptual design using generative design techniques, *Spring Annual Conference of AIK*, 43(1), 2023.04, p.221.)
- [5] 김효중 외 4인, 제로에너지건축물 인증(ZEB) 확보를 위한 최적설계 구현방안 연구 - 업무시설 사례를 중심으로 -, *대한건축학회논문집*, 제40권 제7호, 2024.07, pp.173-183. // (H.J. Kim et al., Implementing optimal designs to achieve Zero Energy Building (ZEB) Standards in business facilities, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 40(7), 2024.07, pp.173-183.)
- [6] 정성엽, 김고원, 김동진, 고층건물의 디자인 생성 지원을 위한 알고리즘 구성 연구 - 태양에너지와 비틀림 형태를 중심으로 -, *한국생태환경건축학회지*, 제21권 제2호, 2021.04, pp.25-31. // (S.Y. Jung, G.W. Kim, D.J. Kim, A study of algorithm composition for generative design - Focused on solar energy and twisted form -, *Korea Institute of Ecological Architecture and Environment Journal*, 21(2), 2021.04, pp.25-31.)
- [7] 홍순민 외 3인, 제너레이티브 디자인 기반 DiMA 설계 지원을 위한 건축 구성요소 조합 알고리즘 개발 및 적용에 관한 연구, *대한건축학회논문집*, 제40권 제5호, 2024.05, pp.53-64. // (S.M. Hong et al., Development and application of an architectural component combination algorithm for generative design-based DiMA design support, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 40(5), 2024.05, pp.53-64.)
- [8] 문성원, 양승원, 김성아, 건축 기획설계 자동화 기술개발 우선순위 도출에 관한 연구 -건축설계 사무소 실무자 설문 조사에 기초하여-, *한국BIM학회논문집*, 제13권 제4호, 2023.01, pp.1-12. // (S.W. Moon, S.W. Yang, S.A. Kim, A study on the development priority of automation technology for architectural planning and design -based on the survey architectural design office-, *Journal of KIBIM*, 13(4),

- 2023.01, pp.1-12.)
- [9] 현창용, 최윤경, 공간구문론을 통한 국내 공공청사시설 공간구조의 연대기적 분석, 한국생태환경건축학회지, 제21권 제2호, 2021.04, pp.103-112. // (C.Y. Hyun, Y.K. Choi, A chronological analysis of spatial structure in Korean government buildings through space syntax, Korea Institute of Ecological Architecture and Environment Journal, 21(2), 2021.04, pp.103-112.)
- [10] 김현경, 공간구문론(Space Syntax Model)을 이용한 Next21 평면 특성 분석, 연세대학교 석사학위논문, 2002, pp.9-18. // (H.K. Kim, An analytical study on the Next21 apartment housing plans based on the Space Syntax Model (Master's thesis), Korea: The Graduate School Yonsei University, 2002, pp.9-18.)
- [11] 행정안전부, 일하는 방식과 조직문화를 바꾸는 공공부문 공간혁신 가이드라인, 2017.11. // (Ministry of the Interior and Safety, Guidelines for spatial innovation in the public sector, 2017.11.)

-
- 1) 나라장터(<https://www.g2b.go.kr>) 입찰공고 중 유찰 및 취소공모는 제외한 숫자임(2020년 16건, 2021년 15건, 2022년 13건, 2023년 16건).
- 2) 공간구문론에서 통제도란, 공간에서 인접공간과의 통제정도를 나타내는 지표로 사용됨.
- 3) 본 연구의 Dynamo 알고리즘 작성에 대해 유익한 조언을 주신 GDLab 조원호 연구원님께 감사드립니다.
- 4) 설계공모 당선작은 개별 지자체 홈페이지 게시된 내용 및 「설계경기(A&C) 134호~170호에서 발췌함.
- 5) 창원특례시 공공건축물 설계공모 당선작 현황(<https://www.changwon.go.kr/cwportal/depart/11070/13564.web>)
- 6) 「공공건축 설계발주 가이드 2022」의 p.15에서 명시하는 내용임.