

## 건축 분야 Generative Design 기법을 활용한 설계자동화 기술

이재욱 KICT 미래스마트건설연구본부 수석연구원

### 들어가며

세상은 끊임없이 변화하고, 이러한 변화의 흐름 속에서도 건축 분야는 그 중심에서 지속적인 진화를 이어가고 있다. 최첨단 기술의 도입, 혁신적인 건축 재료의 개발, 그리고 지속 가능한 건축에 대한 고민은 현대 건축의 주요한 핵심 키워드로 자리 잡고 있다. 이 모든 변화의 중심에서 핵심 연구를 주도하며 새로운 패러다임을 제시한 학자가 있다. 그는 이미래 박사다. 이미래 박사는 건축설계뿐만 아니라 그것이 인간과 환경과의 상호작용에서 어떤 역할을 하는지에 대한 깊은 연구에 몰두해 왔다. 건물은 단순한 물리적 공간 이상의 의미를 지니며, 사회, 경제, 환경적 측면에서도 중요한 영향을 미친다는 것이 그의 주장이다. 그러한 연구 활동 중 이미래 박사는 수년간 건축설계의 효율성과 창의성에 대한 연구를 진행하며, 새로운 방법론을 찾기 위한 끊임없는 탐구의 여정을 거치고 있었다. 그는 전통적인 건축설계 방법이 한계에 도달했다고 느꼈고, 무언가 혁신적인 접근 방식이 필요하다고 생각했다. 그러던 어느 날, 그는 'Generative Design' 혹은 '생성적 설계'라는 기법을 발견하게 된다. 이 기법은 '그동안의 건축설계 방식을 완전히 뒤바꾸어 놓을 것'이라는 희망을

이미래 박사에게 안겨주었다. 생성적 설계는 이미래 박사가 직접 모든 디자인의 디테일을 고민하는 것보다, 컴퓨터가 그의 연구 가설과 원칙을 기반으로 다양한 설계 옵션을 빠르게 생성해 주는 방식이었다. 이미래 박사는 컴퓨터에 특정 조건과 목표를 입력하면 되었다. 예컨대, "이 건물은 에너지 효율성이 높아야 한다" 혹은 "이 구조물은 지진에도 견딜 수 있어야 한다"와 같은 연구 가설을 기반으로 한 조건들이었다. 최초의 시도에서, 그는 이 기법의 효과에 매우 놀랐다. 컴퓨터는 그의 가설을 기반으로 수많은 가능성을 제시해주었고, 이미래 박사는 이 중에서 가장 연구 목표에 부합하는 설계를 선택할 수 있었다. 생성적 설계를 도입한 뒤, 이미래 박사의 연구는 새로운 차원의 문제 해결 능력을 보여주게 되었다. 이 기법은 그에게 연구의 새로운 경로를 제시해 주었고, 이미래 박사는 이를 통해 건축 분야의 미래를 위한 새로운 기준을 설정할 수 있게 되었다.

### 설계자동화(Generative Design) 개념과 현황

Generative Design, 한국어로는 '생성적 설계'라고 번역될 수 있으며, 컴퓨터 알고리즘을 사용하여 다양한 디자인 옵션을 자동으로 생성하는 방법론이다. 이 기술은 디자이너나 엔지니어가 특정 기준이나 제약 조건을 설정하면, 컴퓨터가 이러한 조건들을 충족하는 수많은 디자인 옵션을 빠르게 제안하는 방식으로 작동한다. 이렇게 생성된 수많은 옵션 중에서 최적의 설계를 선택할 수 있게 되어, 전통적인 수작업에 의존하는 방식보다 훨씬 효율적이고 창의적인 디자인 솔루션을 탐색할 수 있게 되었다.

전반적인 설계자동화(Generative Design) 현황은 아래의 다섯 가지로 분류될 수 있다.

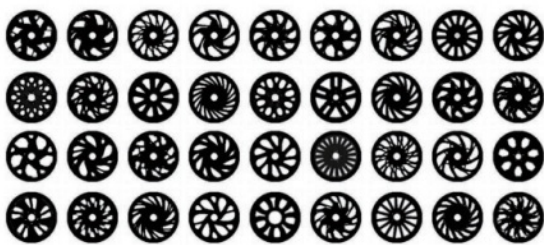


그림 1 자동차 공학 분야의 휠 디자인 설계 자동화  
(Oh, S. et al., 2019)

- 1. 산업 분야의 적용:** Generative Design은 건축, 제품 설계, 자동차 공학, 항공우주 공학 등 다양한 분야에서 활용되고 있다(그림 1).
- 2. 소프트웨어 발전:** Autodesk의 Fusion 360, Rhino와 Grasshopper와 같은 도구들은 Generative Design 기능을 제공하며, 이런 도구들의 발전으로 인해 디자이너들은 복잡한 알고리즘을 직접 작성하지 않아도, 생성적 설계를 쉽게 적용할 수 있게 되었다(그림 2).
- 3. 환경 및 지속 가능성:** 현대 건축 및 제품 설계에서 환경친화적이고 지속 가능한 설계의 중요성이 부각되면서, Generative Design은 이러한 목표를 달성하기 위한 주요 도구로 인식되기 시작했다.
- 4. 교육 및 연구:** 전 세계의 주요 대학 및 연구기관에서는 Generative Design에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 다음 세대 디자이너와 엔지니어들에게 이 기술을 교육하는 프로그램들도 강화되고 있다.
- 5. 제한사항 및 도전 과제:** 물론, Generative Design도 완벽하지 않다. 현실 세계의 복잡한 제약 조건과 인간의 세밀한 취향을 완벽하게 반영하는 것은 여전히 도전적인 부분이며, 이를 위한 연구와 개발이 지속해서 이루어지고 있다.

### 설계자동화(Generative Design) 기술 개발 방향

건설 분야에서 설계자동화의 전체적인 프로세스는 세 가지 단계로 정리할 수 있다. 이에 따라 설계 알고리즘의 기술 개발 방향에 대하여 정리하였다.

**Stage 1:** 문제 정의를 다양화할 수 있는 세부적인 속성들의 종류를 정의하고 종류에 따른 레벨을 설정한다.

**Stage 2:** 문제 정의의 조합에 따라 각각의 위상 최적화된 설계안들을 생성한다.

**Stage 3:** 생성된 설계안들을 평가 기준들에 따라 검토하고, 대표 설계안들을 선택한다.

**첫 번째 단계:** 대지 선정, 초기 설정 및 문제 정의

대지의 크기와 형태를 결정하기 시작하였다. 일반적인 10 m × 10 m의 대지를 기준으로 선정하였다. 이 대지 내에 그리드 형태로 점을 배치하였으며, 대지 내, 총 441개(21×21)의 점을 설정하였다. 이후, 문제를 정의하는 데 필요한 다양한 속성들을 선정하였고, 각 속성에 대한 레벨을 설정하여 문제를 세부적으로 정의하였다.

**두 번째 단계:** 점 선택, 사각형 생성 및 설계안 생성

임의로 설정된 144개의 점 중 4개를 무작위로 선택하였다.

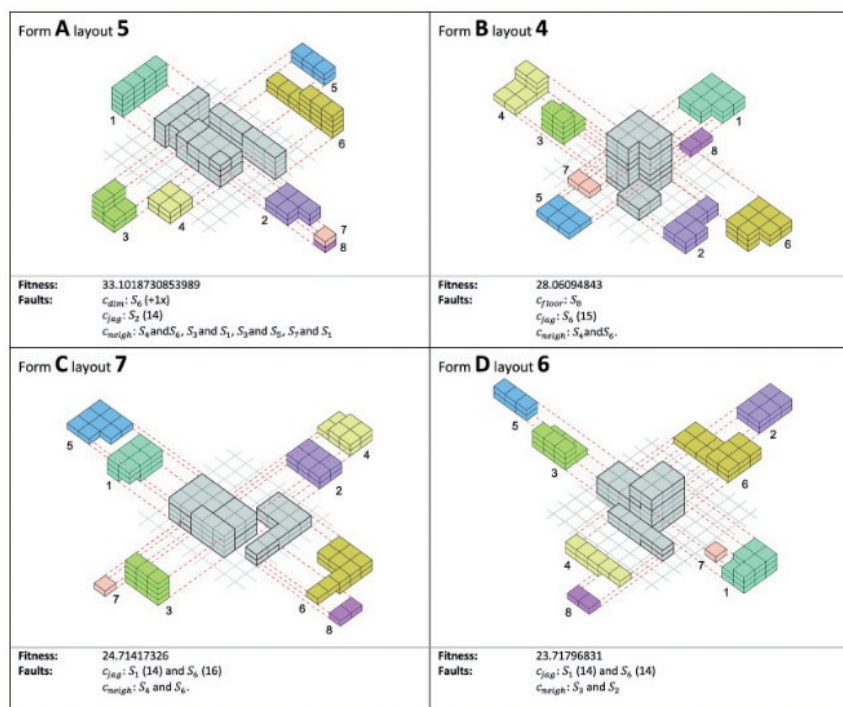


그림 2 건축 분야의 도서관 배치 디자인 설계 자동화(Dino, I. G., 2016)



건폐율 차이에 따른 배치 설계 대안 분류

남향 비율 차이에 따른 배치 설계 대안 분류

그림 3 건축 분야의 주거건물 배치 디자인 설계 자동화(Lee, J. et al., 2023)

선택된 점을 기준으로 500~1200 mm 크기의 사각형을 생성하였다. 이 사각형들을 다양한 조합으로 배치하는 대안을 만들었다. 정의된 문제와 속성의 조합을 바탕으로 위상을 최적화한 설계안들을 또한 생성하였다.

**세 번째 단계:** 결과물 출력, 검토 및 설계안 선택

설계자동화 알고리즘을 활용하여 결괏값을 무작위로 출력하였다. 출력된 결과는 그림 3과 같이 나타났다. 추가로, 출력된 결과 중에서 더 다양한 대안들을 추출하였다. 생성된 설계안들은 다양한 평가 기준에 따라 검토되었고, 이 검토를 통해 대표적인 설계안들을 선정하였다.

### 설계자동화(Generative Design) 기술의 미래 방향

설계 분야는 미래에 인공지능(AI)과의 융합을 통해 더욱 발전하게 될 것이다. Generative Design에서 활용될 AI는 디자이너의 이전 작업 패턴과 선호도를 학습하게 될 것이며, 이러한 데이터를 기반으로 더욱 정교하고 효율적인 설계 제안을 창출해낼 것이다. 이로 인해 디자이너는 기술적 한계를 뛰어넘어 더 큰 비전을 실현하는 데 필요한 지원을 받게 될 것이다. 또한, 미래의 설계자동화 도구는 디자이너에게 실시간 피드백을 제공하게 될 것이다. 이 기능은 설계 과정에서의 신속한 조정과 피드백을 가능하게 하여, 다양한 요구 사항과

변수에 즉시 대응하는 설계의 효율성과 타당성을 높이게 될 것이다. 분야 간의 통합은 Generative Design의 미래 방향으로 확고하게 자리잡게 될 것이다. 건축, 제품 설계, 기계 공학 등의 전문 지식이 하나로 통합되어, 더욱 통합적이고 종합적인 설계 해결책을 제공하게 될 것이다. 마지막으로 기술적 진보에도 불구하고, 인간 중심의 접근 방식은 미래의 설계자동화에서도 핵심적인 역할을 하게 될 것이다. 사용자의 요구와 편안함을 중심으로 한 설계의 궁극적인 목적은 변하지 않을 것이며, 설계자동화 기술은 이를 지원하여 미래의 설계 패러다임을 정립해 나갈 것이다. **K**

#### 참고자료

- Oh, S., Jung, Y., Kim, S., Lee, I., & Kang, N. (2019). Deep generative design: Integration of topology optimization and generative models. *Journal of Mechanical Design*, 141(11), 111405.
- Dino, I. G. (2016). An evolutionary approach for 3D architectural space layout design exploration. *Automation in construction*, 69, 131–150.
- Lee, J., Cho, W., Kim, S., Sohn, D., & Lee, J. (2023). Conceptual design algorithm configuration using generative design techniques. *KIEAE Journal*, 23(1), 5–12.