

2025년 추계학술발표대회 : 대학생부문

AI와 어린이 사용자 참여를 통한 도서관 설계 연구

- 이미지 및 텍스트 생성형 AI를 중심으로 -

Study on Preliminary Design of Public Library through AI and Children Participation

- Focusing on Image and Text Generative AI -

○엄 찬 식*

이 은 석*

윤 정 원**

Eom, Chan-Sik

Lee, Eun-Seok

Yoon, Jungwon

Abstract

This study explored the application of Generative AI (GAI) in participatory design, using a series of children's architectural workshops as a case study. Children's sketches were reinterpreted into architectural concepts through a two-stage workflow leveraging ChatGPT, PromeAI, and Stable Diffusion. PromeAI was used for rapid initial visualization, while Stable Diffusion enabled precise and realistic renderings of the children's ideas. In contrast, Firefly was found to be less effective due to its text dependency and limited image quality. The findings indicate that GAI can act as a powerful complementary tool, enabling a structured process to transform children's imaginative sketches into tangible design outcomes. Overall, this research underscores the potential of integrating GAI to enhance both the design process and the educational value of participatory design workshops.

키워드 : 참여설계, 도서관, 어린이, 인공지능, 생성형 AI

Keywords : Participatory Design, Library, Children, Artificial Intelligence (AI), Generative AI (GAI)

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

2000년대 이후 ‘학교공간혁신사업’ 등을 필두로, 학생, 교사 등 사용자가 직접 설계에 참여하는 사용자 참여형 설계 방식이 꾸준히 확산하였다. 사용자 참여설계는 전통적인 학습 공간을 창의적이고 지역사회와 소통하는 공간으로 변모시키는 핵심 요소로 강조되고 있다(Lee & Cho, 2025; Song, 2009), 하지만 이러한 시도에도 불구하고, 비전문가인 사용자의 아이디어를 설계안으로 구체화하는 과정의 어려움 등으로 인해 그 참여는 여전히 제한적이다.

그런데 생성형 인공지능(Generative AI, GAI)의 등장은 사용자 참여형 설계의 새로운 가능성을 제시한다. GAI는 사용자의 아이디어를 즉각적으로 시각화하여 전문가와 비전문가 간의 기술적 장벽을 낮추고, 원활한 시각적 소통을 가능케 한다(Doumptoti & Huang, 2024; Choi, 2024). 이는 GAI를 참여설계 과정에 접목했을 때, 상당한 시너지 효과를 기대할 수 있음을 시사한다. 나아가 GAI는 어린이 창작 활동 참여에 있어 자기 효능감 증진과 같은 긍정적인 교육적 효과를 지닌다는 연구(Newman et al., 2024)는 GAI를 활용한 참여형 설계가 단순한 공간설계를 넘어, 어린이 참여자의 교육적 성장까지 도모할 수 있음을 보여준다.

이러한 맥락에서 본 연구는 GAI를 활용하여 기존 사용자 참여형 설계의 한계를 극복하고 그 효과를 활용할 수 있는 워크플로우를 구축하는 것을 목적으로 하며, 이 과정에서 어린이 참여자의 상상력이 GAI를 통해 어떻게 구체적인 공간으로 구현되는지 그 방식과 가능성을 탐색한다.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구는 어린이가 제시한 아이디어를 텍스트와 이미지의 형식으로 수집한 뒤, ChatGPT, PromeAI, Stable Diffusion의 GAI 프로그램을 이용하여 원본 이미지를 수정하고 다시 가공하여 도서관 이미지로 변환하였다. 이후 생성된 결과물을 어린이 참여자와 검토, 분석하여 설계 과정에 반영하였다. 전체적인 연구 절차는 그림1과 같다.

ChatGPT는 원본 이미지의 해석을 통해 텍스트 데이터로 변환 후 프롬프트로 가공하는 데 사용되었고, 해당 프롬프트로 PromeAI를 통해 원본 이미지를 더 명확하게 재처리하였다. 최종적으로 Stable Diffusion으로 구체적인 이미지로 변환하여 최종 이미지 결과물을 도출하였다.



그림1. AI 도입 어린이참여설계 워크플로우

2. 선행연구 분석

2.1 GAI 활용 건축설계에 대한 연구

표1은 GAI의 건축 도입에 대한 국내외 선행연구들을 정

* 서울시립대학교 건축학과 학부과정

** 서울시립대학교 건축학과 교수

(Corresponding author : Department of Architecture,
University of Seoul, jwoon@uos.ac.kr)

리하였다. 국내 연구는 AI 활용의 효율성과 필요성을 평가하는 수준에 머물러, 구체적 방법론이나 절차적 체계에 대한 탐구는 부족한 편이다. 반면, 해외 연구는 중국 전통양식 정원 및 가자지구 재건축처럼 특정 맥락에서 연구과제를 진행하며 구체적인 워크플로우를 제시함으로써, GAI의 개념적 가능성을 넘어 실질적 설계 프로세스까지 탐구하고 있다.

표1. 선행연구 고찰 요약

저자	주요내용	AI 도구
Shin(2024)	AI가 건축가를 대체하기 어려우나 잠재력 있음을 기술	ChatGPT, DALL·E
Choi et al.(2024)	AI 도입을 통한 업무효율 개선 가능성	GAI 전반
Wang et al. (2025)	Stable Diffusion을 통한 중국식 정원 설계의 워크플로우 제시	Stable Diffusion
Bernardo & Palmero (2025)	가자지구 재건에서 HELE 시스템과 GAI를 활용한 대안 제시	ChatGPT (이미지 생성 기능)

2.2 선행 연구 분석 결과

현재 국내에서 특정 프로젝트에 대한 구체적인 방법론을 제시하는 선행연구가 부족하고, 각 GAI 프로그램에 대한 고유한 특성을 활용하는 연구가 충분히 이루어지지 않았음을 알 수 있다. 따라서 본 연구는 어린이 참여형 설계라는 특정 주제에 따라 연구과제를 수행하며, 선행연구에서 충분히 다루지 못한 세부적인 내용을 탐구하고자 한다.

3. GAI 생성 도구 비교 분석

3.1 GAI 도구별 실험 및 비교평가

본 실험은 AI 기반 시각화 워크플로에서 활용할 수 있는 주요 도구(PromeAI, Firefly, Stable Diffusion)를 대상으로 도구별 특성을 비교·평가하였다. 각 도구에는 ① 스케치 기반 초기 이미지화, ② 건축화 및 국부 편집 과정을 적용하였으며, 평가지표로 표현보존성·제어/재현성·반복편집성·워크숍 운용성을 설정하였다. 모든 실험은 동일한 스케치와 프롬프트를 기준으로 수행했다. 표2는 GAI 도구별 핵심 파라미터를 실험한 결과를 정리하였다.

(1) PromeAI 실험

스케치를 이미지화하는 초기 단계는 속도가 빠르고 접근성이 좋아 아이디어 전개에 유용하다. 그러나 세부 묘사나 렌더링 과정에서 어린이의 의도가 반영되지 않거나 스케일 오류가 발생하기도 했다. PromeAI의 무작위성과 다양성을 조절하는 Creativity 파라미터가 핵심 파라미터였으며, Creativity 정도에 따라 의도치 않은 변형이나 왜곡이 나타날 수 있었는데, 본 연구에서는 균형 잡힌 결과를 도출한 50% 값을 채택하였다. 이는 1차 가공 과정에 특히 유리한 것으로 나타났다.

(2) Firefly 실험

Firefly의 핵심 파라미터인 참조 강도는 0%, 50%, 100%로 설정할 수 있으며, 생성된 이미지가 원본이미지를 얼마

나 참조할 것인지를 조절하는 기능이다. 본 연구에서는 원본 이미지의 변형과 왜곡을 줄이기 위해 100%를 활용하였다. Firefly는 다른 도구에 비해 생성 이미지의 품질이 낮게 평가되었다. 또한 이미지를 생성하기 위해서는 텍스트 입력이 필수적이며, 이미지를 삽입해 새로운 결과물을 생성하면 높은 확률로 2D 일러스트 형식의 결과가 나타나는 한계를 보였다.

(3) Stable Diffusion 실험

Stable Diffusion은 노드와 파라미터 조절을 통해 사용자의 의도를 세밀하게 반영할 수 있어 다른 프로그램에 비해 정밀한 결과물을 산출하였다. 정확도와 정밀도가 높아, 세부적으로 표현하거나 완성도 높은 결과물을 산출하는데에 적합하였으며, 이 덕분에 2차 가공 단계에서 강점을 보였다. 반면, 초기 진입 장벽이 높아 비전문가가 즉각적으로 활용하기에는 한계가 있다. Stable Diffusion의 원본 이미지 참조 정도를 조절하는 denoise 파라미터의 값에 따라 결과물이 큰 영향을 받는다. 여러 차례의 실험 결과, 값이 작을수록 원본과의 유사성이 높아지고, 클수록 변형 정도가 커짐을 확인하였다. 이에 본 연구에서는 중간값인 0.5를 활용하였다.

표2. GAI 도구별 파라미터 비교

		참고 이미지		
				
공통	설정값	프롬프트		
		Azab style, sketch, futuristic eco-friendly children's library concept illustration, imaginative landscape with nature and advanced technology, small stream crossing the middle of the scene, automated book delivery system using conveyor belts, books being scanned and transported, robot assistants checking and sorting books, immersive VR reading stations in cubicles, individual reading rooms with partitions, automated book rental and return machines, transparent domes with insects and small animals like cats and fish, outdoor learning environment with trees and grass, children reading and playing, colorful and cheerful atmosphere, clean layout with fantasy-inspired design, soft pastel colors, clear sunny sky, hand-drawn but digitally rendered style, highly detailed, imaginative and whimsical, masterpiece, best quality, ultra highres, original, extremely detailed, perfect lighting		
개별	Prome AI	Creativity 값		
		25%	50%	75%
				
	Firefly	참조 강도 값		
		0%	50%	100%
				
	Stable Diffusion	denoise 값		
		0.4	0.5	0.6
				

3.2 결과 분석 및 비교

표3은 세 가지 도구의 실험 결과를 비교한 것이다.

표3. GAI 도구 비교 실험 결과

AI 도구	핵심 파라미터	작업	입력	출력
PromeAI	Creativity : 50%	①		
		②		
Firefly	참조 강도 : 100%	①		
		②		
Stable Diffusion	denoise : 0.5	①		
		②		

이를 토대로 표4에서는 표현 보존성, 제어/재현성, 반복 편집성, 워크숍 운용성의 네 가지 지표로 어린이 아이디어 반영 가능성을 평가하여 상/중/하로 구분하였다. 초기 단계에서는 빠른 전환과 높은 운용성을 갖춘 PromeAI가 적합했으며, 세부 표현과 재현성 단계에서는 정밀도가 높은 Stable Diffusion이 효과적이었다. 이와 같이 GAI는 지표별 특성을 고려해 단계적으로 활용할 때 어린이 아이디어를 설계에 반영하는 유용한 도구로 기능할 수 있다. 그러나 Firefly는 낮은 이미지 품질과 텍스트 입력 의존성으로 인해 이후 이미지 가공 단계에서 제외하였다.

표4. 실험 결과 지표

AI 도구	표현보존성	제어/재현성	반복편집성	워크숍 운용성
PromeAI	중	상	중	상
Firefly	중	하	하	중
Stable Diffusion	상	상	상	중

4. 어린이 참여형 설계

4.1 어린이 참여형 기획 설계 워크숍 개요

워크숍은 11명의 초등학생을 대상으로 실시하였으며, 상상-시각화-공동설계 과정을 교육하였다. 1차시에서는 아이들이 ‘숲속 동화도서관’에 대한 스케치 활동을 통해 창의적 아이디어를 도출하였다. 이후 스케치를 AI 이미지로 변환·가공해

다음 교육자료를 준비한다. 2차시에서는 아이들이 AI로 변환된 이미지를 감상하고, 스티커·메모·그림 등을 활용해 선호 요소와 개선 아이디어를 공유한다. 이를 통해 최종 도서관 키워드를 도출하고, 공동 설계안을 마련한다. 그림2는 워크숍 1차시를 통해 수집한 어린이 스케치 9장이다.

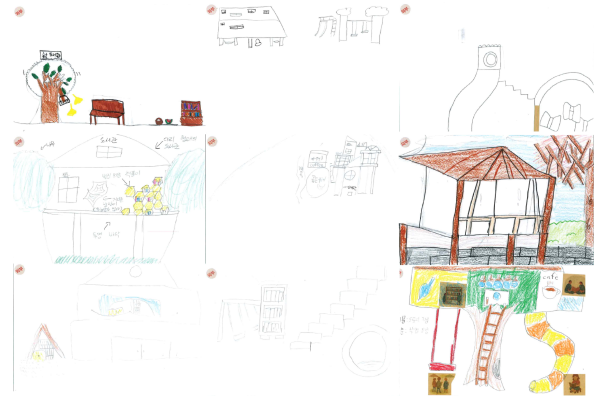


그림2. 워크숍 1차시 어린이 스케치

4.2 이미지 1·2차 가공

수집된 스케치 가운데 의도와 성격이 뚜렷하게 드러나는 스케치를 선정하여 PromeAI를 활용한 1차 가공을 수행하였다. 이후 해당 이미지를 그림3과 같이 Stable Diffusion에 적용해 2차 가공을 진행하여, 보다 정교하고 완성도 높은 시각 자료로 발전시켰다.

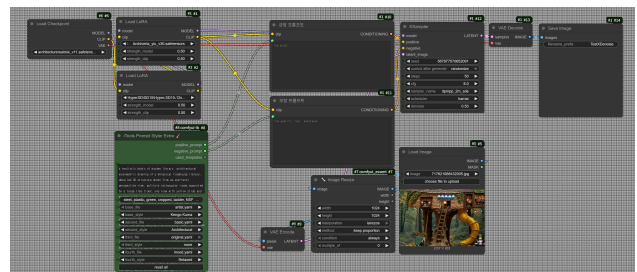


그림3. Stable Diffusion 2차 가공 과정

표5. 1·2차 가공 이미지

원본 이미지	1차 가공 / PromeAI Creativity : 50%	2차 가공 / Stable Diffusion denoise : 0.5
		
		

표5는 1, 2차 가공 결과를 정리한 것으로, 어린이 스케치의 도법의 한계로 건물의 형상이 왜곡되는 경향이 있으며, 어린이의 아이디어는 건축물 자체보다는 요소 중심이

라 가공 이미지들도 이러한 요소를 강조하도록 산출되었다.

4.3 결과물 평가 및 후속 과제

어린이 스케치는 건축적 요소가 강조된 이미지로 변환하기 위해서는 PromeAI를 통한 1차 가공을 통해 이미지를 정제할 필요가 있다. 2차 가공에서는 Stable Diffusion을 활용하여, 질감과 공간감을 보완할 수 있으며, 단순한 스케치가 실제 건축 렌더링에 가까운 고품질 이미지로 발전하였다. 두 단계의 과정은 어린이 아이디어를 건축적으로 해석하고 시각적 완성도를 높이는 데 효과적이었다.

그러나 어린이 아이디어가 충분히 반영되기 위해서는 결과물을 확인·보완하는 피드백 과정이 필요하다. 워크숍 사전 준비 과정으로 GAI 도구들의 비교 실험을 진행할 때 사용한 어린이 그림들은 비교적 그림 실력이 뛰어나 묘사가 구체적이고 형상을 제대로 갖추고 있는 경우가 많아, 이미지를 생성하였을 때 그 결과물의 수준이 세부적이고 건축의 구현이 잘 이루어졌다. 그러나 20분 미만의 시간 동안 도서관의 아이디어를 표현한 스케치는 완성도가 낮았으며, 특히 저학년 아동은 표현의 한계가 커서 GAI로도 적절한 참여설계 결과물로 발전시키기에 어려움이 있었다. 또한 워크숍의 참여자들이 도서관 건축과 아이디어 발상 및 표현에 관심이 있어 자발적으로 참여한 것이 아니라, 부모의 의사 결정에 따라 참여한 경우가 대다수라 적절한 결과물을 도출하는 데에도 한계가 있었다. 따라서 어린이 참여설계의 참여자 모집, 운영방법과 시간 등 본 연구에서 드러난 문제들을 해결하거나, 보완하는 방법의 마련이 필요하다. 어린이 참여설계는 GAI와 같은 혁신기술의 도입 이전에 아이디어를 심층적으로 수용할 구조적 장치가 마련될 때 그 가치가 더욱 효과적으로 실현될 수 있다.

5. 결론

본 연구는 어린이 참여설계 과정에서 GAI 도구의 가능성과 한계를 비교·분석하고, 실제 워크숍에 적용하여 아이디어의 시각적 구현 방식을 실험하였다. PromeAI는 빠른 초기 이미지화에, Stable Diffusion은 정밀한 표현과 고품질 렌더링에 효과적이었으며, Firefly는 낮은 이미지 품질과 텍스트 의존성으로 활용이 제한적이었다.

워크숍에서는 어린이 스케치를 PromeAI로 1차 가공하고 Stable Diffusion으로 2차 가공하여 건축적 요소와 질감을 보완한 고품질 이미지를 도출하였다. 이를 통해 어린이 발상을 설계적 언어로 재해석하고 시각적 완성도를 높일 수 있음을 확인하였다. 다만 저학년 아동의 표현 한계는 보완이 필요하며, 후속 연구에서는 피드백 절차와 보조적 방법론이 추가적으로 탐구되어야 한다. 이에 따라 2차시 워크숍에서는 생성된 이미지를 어린이들에게 공유하고 피드백을 수집한 뒤, 그 결과를 이미지 생성 과정에 반영하여 재생산하는 활동을 진행하고자 한다.

참고문헌

1. Cho, C.-H., & Lee, H. R. (2015). *A study on the efficient operation methodology of user participatory design for school facilities*. Korean Institute of Educational Facilities, 22(1), 3-12. doi:10.7859/kief.2015.22.1.003
2. Song, E. A. (2009). A study on the method of application for participatory design: Focused on local public complex in Japanese. *Journal of the Korean Institute of Culture Architecture*, (25), 77-84.
3. Choi, M. (2024). *Research on visualization methods of architectural mass facades using artificial intelligence* [Master's thesis, Seoul National University of Science and Technology].
4. Doumptioti, C., & Huang, J. (2024). Collaborative design with generative AI and collage: Enhancing creativity and participation in education. In *Data-Driven Intelligence: Proceedings of the 42nd eCAADe Conference* (Vol. 2, pp. 445-454). eCAADe.
5. Newman, M., Sun, K., Dalla Gasperina, I. B., Shin, G. Y., Pedraja, M. K., Kanchi, R., Song, M. B., Li, R., Lee, J. H., & Yip, J. (2024). "I want it to talk like Darth Vader": Helping children construct creative self-efficacy with generative AI. In *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '24)*. Association for Computing Machinery. doi:10.1145/3613904.3642492
6. Bernardo, G., & Palmero, L. (2025). AI-driven generative prototyping for the reconstruction of Gaza. *VITRUVIO - International Journal of Architectural Technology and Sustainability*, 10(1), Article e23801. doi:10.4995/vitruvio-ijats.2025.23801
7. Choi, H.-K., Cho, T.-Y., Cho, W.-J., & Kim, H.-H. (2024). Preliminary study on the application of AI technology in the design phase considering the current work status of architectural design firm: Focusing on image and text generative AI. *Proceedings of the Autumn Annual Conference of the Architectural Institute of Korea*, 44(2), 140-143.
8. Shin, D.-Y. (2024). The role and utilization of AI: An integrated approach with ChatGPT and DALL.E in architectural design. *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 40(2), 67-76. doi:10.5659/JAIK.2024.40.2.67
9. Wang, C., Shi, Y., Ma, C., Xu, H., & Kastner, P. (2025). Reimagining Chinese garden design: An interactive approach using Stable Diffusion. In *Architectural Informatics, Proceedings of the 30th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA) 2025* (Vol. 1, pp. 9-18). The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia.