

이재근*, 명지수**, 이강***

* 학생회원, 연세대학교 건축공학과 학사과정, jake102518@yonsei.ac.kr
** 중신회원, 연세대학교 건축공학과 교수(교신저자), glee@yonsei.ac.kr

** 비회원, 연세대학교 건축공학과 학사과정, dding@yonsei.ac.kr

1. BIM 기반 설계 코디네이션이란?

BIM(Building Information Modeling)은 프로젝트의 생애주기에 걸쳐 정보를 생산하고 관리하는 과정을 통칭한다. BIM은 다양한 이해관계자들 간의 의사소통을 증진시키고, 프로젝트 정보의 통합적 관리를 통해 설계 및 시공 정확도를 향상시키는 것을 목표로 한다.

특히 BIM 기반 설계 코디네이션(Design Coordination; 설계 조정)은 여러 전문 설계자와 시공자가 서로 간섭없이 시공할 수 있는 하나의 통합 설계를 만드는 것을 의미한다. 이러한 과정은 매우 지식 집약(knowledge-intensive)적이며 의사결정을 위해 다양한 분야의 분산된 지식을 종합하고 조정해야 한다.¹⁾

3. 연구 범위

A. BIM 기반 설계 조정의 주요 과정

- 1) 3D 모델링: 모델 제작 소프트웨어를 활용하여 참여기업별 BIM 모델 작성
- 2) 내부 조정: 각 기업이 BIM 모델에서 자체적인 간섭 조정
- 3) 통합 모델 제작: 모든 모델을 BIM 매니저가 통합
- 4) 간섭 검토: 통합 모델 속 Hard/Soft/동적 간섭 검토
- 5) 디자인 협력 회의: 식별된 간섭을 해결하기 위한 방법 도출
- 6) 모델 변경: 간섭 해결을 위해 각 업체 별로 설계안 변경

B. BIM 기반 디자인 협력 전략

1) 동시 설계 전략

하나의 시설을 다수의 층과 구역으로 구분하며, 지정된 구역 내에서 여러 참여 기업이 동시에 설계하거나 간섭을 조정하는 방식

2) 순차 설계 전략

설계 조정 전에 공중권 우선순위를 선정하고, 우선순위에 맞춰 한 공종의 설계가 확정된 후 다른 공종이 설계를 진행하는 방식

본 연구에서 개발한 'BIM Maestro'의 학습 효과 검증을 위해 기관생명윤리위원회(IRB)의 승인을 받아 인간대상연구를 진행하였다 (IRB 번호: 7001988-202407-HR-2294-03)

5. 게임에 반영된 개념

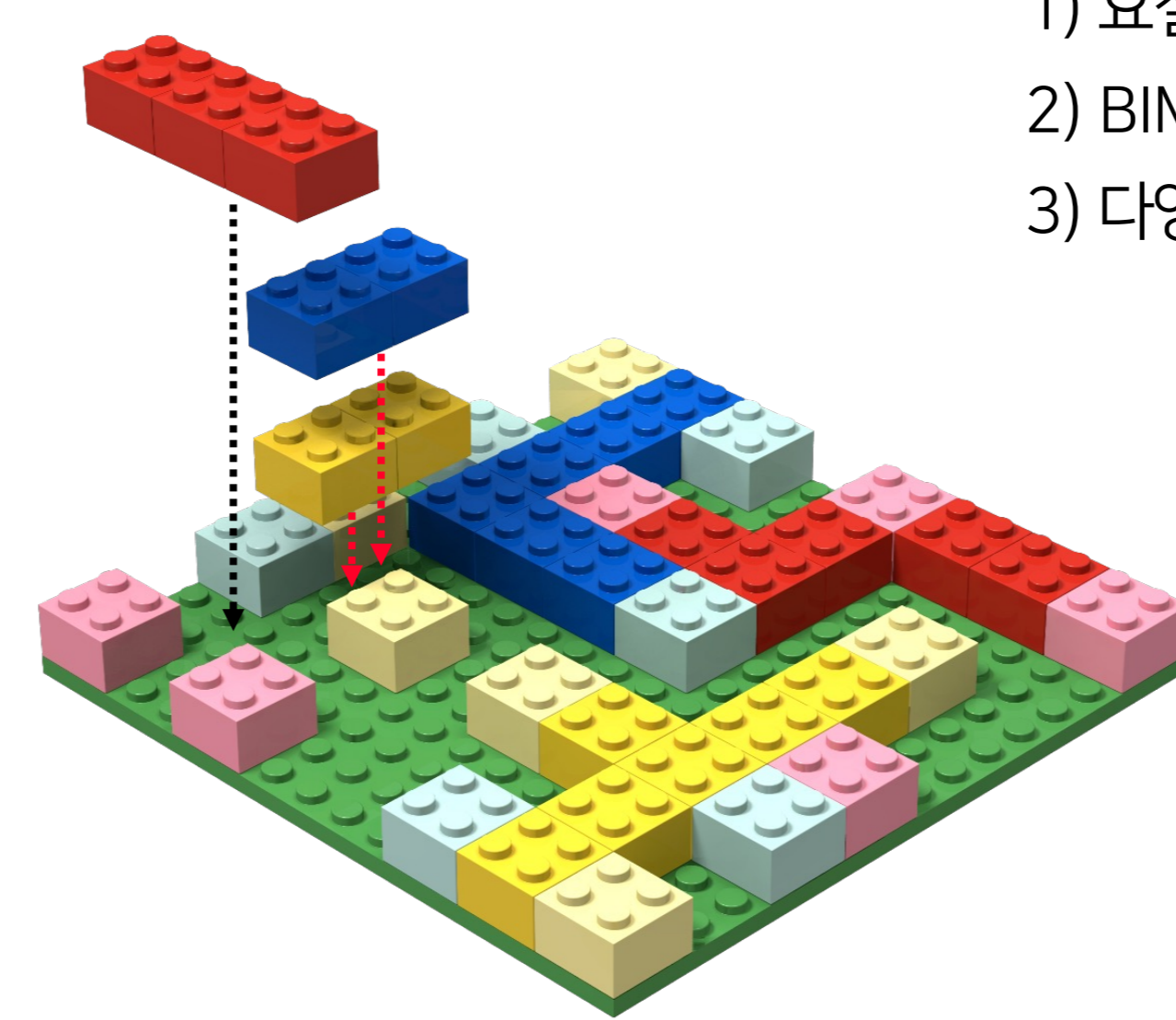
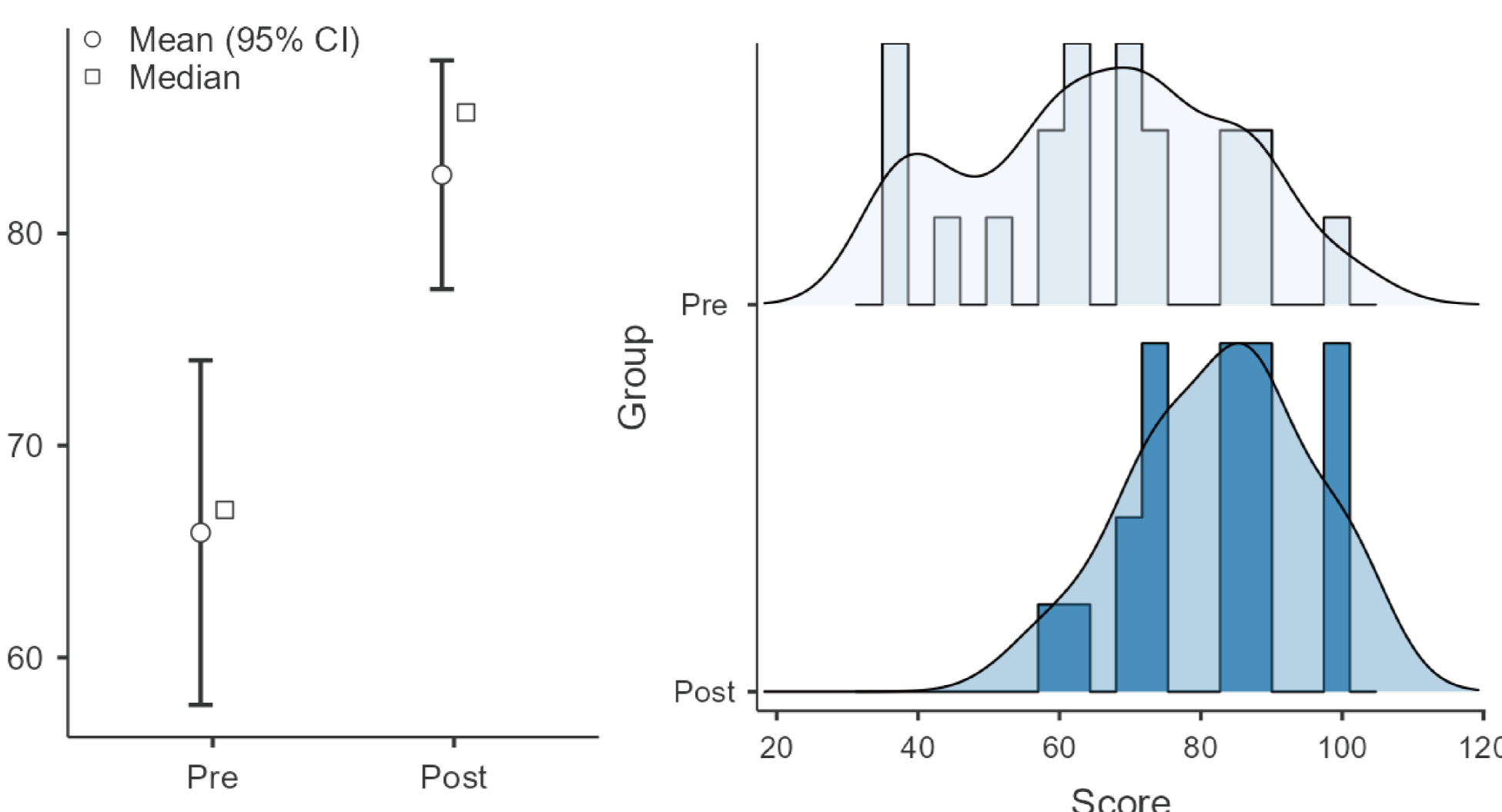
게임	실제 개념
3차원 모델을 조립할 때 각 공종은 서로 다른 색상과 다양한 형태의 브릭을 사용	BIM 모델에서 3차원 형상뿐만 아닌 부재 세부 정보 등 다차원 정보 확인 가능
보드판 1층(Design Zone)	각 공종의 세부 모델링은 디자인 협력 회의 이후에 서로 독립적으로 진행
보드판 2층(Cloud Zone)	독립적으로 제작된 모델은 BIM Cloud에 통합되며 디자인 협력 회의에 사용함
BIM 매니저가 자신의 레고판에 모델을 통합	BIM 매니저가 통합 BIM 모델을 게재함
한 턴에 모든 공종의 설계자가 동시에 모델을 제작	동시 설계 전략
한 턴에 한 공종의 설계자만 모델을 제작	순차 설계 전략
공종별로 다른 블록 당 비용	순차 설계 시 사용되는 공종별 우선순위
한 턴 당 비용	공기 지연에 따른 비용

6. 연구 결과

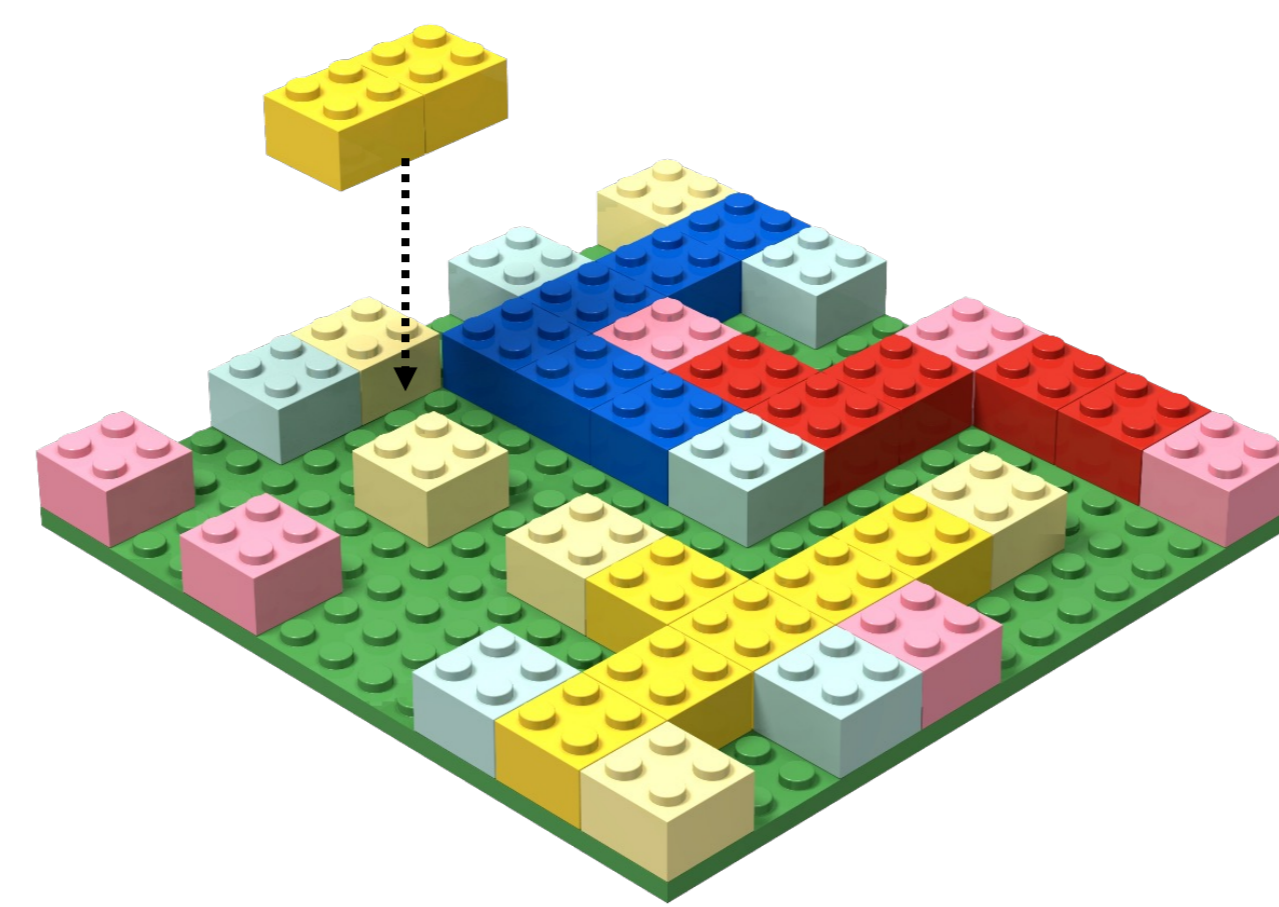
학습 효과 검증 대상은 건축학 및 건축공학을 전공하는 대학생 및 대학원생이다. 검증은 대응표본 T 검정으로 진행하며, 표본 크기는 20명으로 산출하였다. (제1종 오류에 대한 유의수준 = 0.05)

학습효과 검증 결과, 사전·사후 지식 평가 점수의 평균은 25.6% 상승하였으며, 점수의 표준편차는 33.5% 감소하였다.

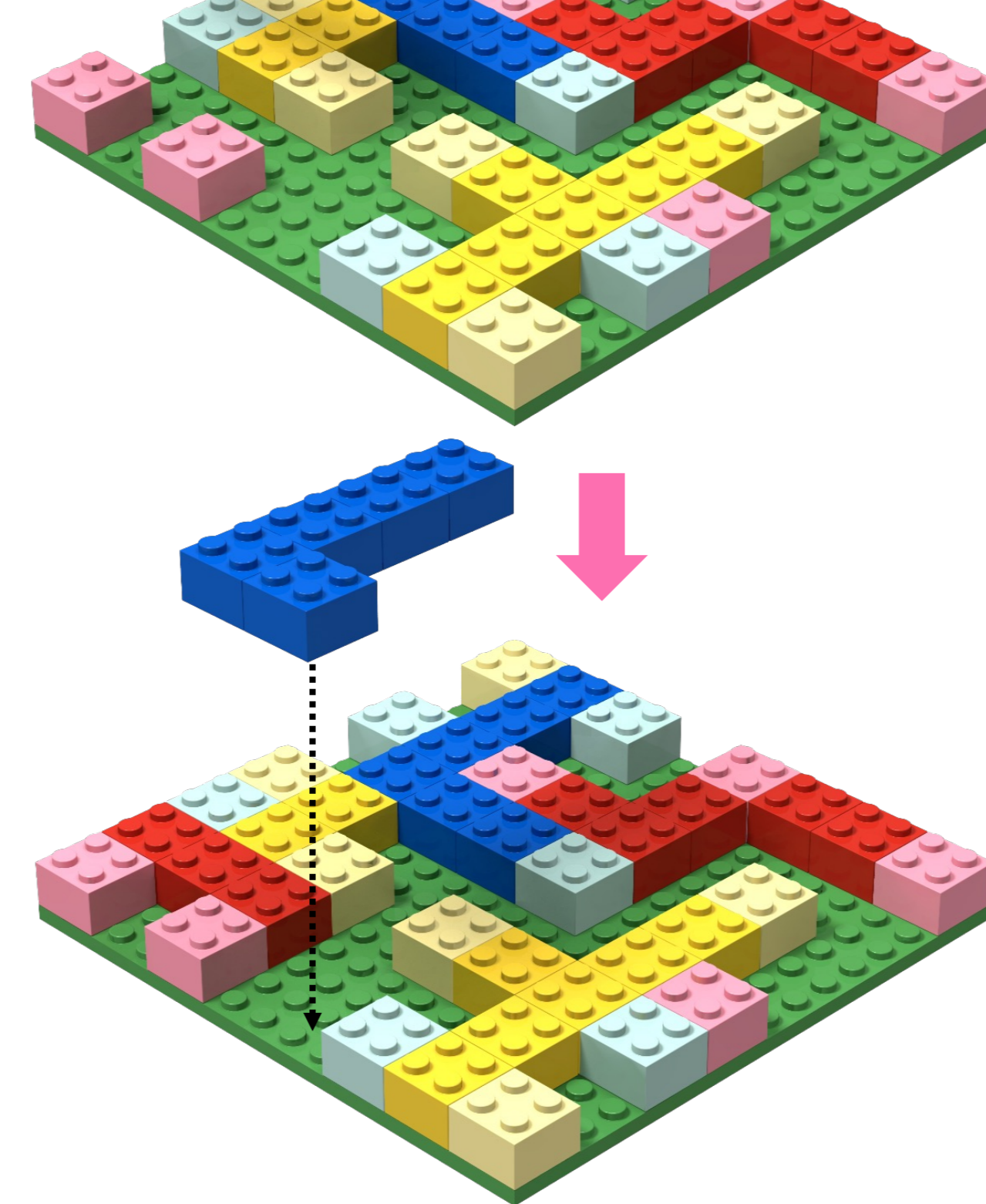
특히, 설계 조정 과정과 사용 가능 전략에 관한 4가지 문항에서의 평균 점수가 100점 만점에 63.9점에서 72.2점으로 상승한 것으로 나타났다.



동시 설계 전략



순차 설계 전략



순차 설계 전략



2. 연구 배경

BIM의 건설관리에서의 장점에도 불구하고 국내외에서 BIM 기술은 성숙기에 접어들지 못하고 있다. 특히 국내 기술 성숙도에 대한 기존 연구에서 응답자의 44.7%가 "거품제거단계"로, 단 11.98%만이 "안정단계"로 평가하였다.²⁾ 다수의 연구에서는 "훈련된 BIM 전문가의 부족"을 BIM 기술 도입의 주요 장애물로 지적하였다.³⁾ 하지만, 현재의 고등 교육 과정은 BIM 기반 프로젝트 관리 및 BIM 환경 내 협업과 같은 BIM 실무적 개념보다는 특정 BIM 소프트웨어의 사용법 교육에 중점을 두고 있다.⁴⁾

교육기관에서 BIM 교육과정을 혁신함에 있어 직면하게 되는 여러 어려움에는

- 1) 소프트웨어 사용법 교육과 개념적 교육 사이의 균형점을 찾는 어려움,
- 2) 교육과정 내 시간 제약으로 인한 BIM 전용 교과목 설립의 어려움,
- 3) 실무에서 BIM이 활용되는 방식을 효과적으로 맥락화하는 콘텐츠 상의 어려움이 포함된다.⁵⁾

레고는 건축 공학 및 건설(AEC) 및 BIM의 핵심적인 특징을 표현하는데 적합한 교구이다:

- 1) 요철부의 결합을 통해 독특하고 복잡한 구조의 건축물도 쉽게 재현할 수 있으며,
- 2) BIM이 실제 건설 프로젝트의 리하설로서 사용되는 것처럼 쉽게 조합하고 수정할 수 있으며,
- 3) 다양한 색상과 형태의 브릭을 사용하여 여러 공종 및 자재를 시각적으로 표현할 수 있다.

4. 게임 규칙

4인이 1개의 팀을 이루어 게임을 진행한다. 각각의 플레이어는 1) 구조 설계자, 2) 공중 설계자, 3) 배관 설계자, 4) BIM 매니저의 역할을 맡는다. 게임의 목표는 가장 적은 브릭과 턴 수를 사용하여 모델을 완성하는 것이다.



A. 설계 조정 회의

설계 조정 회의에서는 직전 BIM 모델링 단계에서 제작된 모델들 사이의 간섭을 검토하거나, 직후 BIM 모델링의 전략을 수립한다. 모든 플레이어는 자신의 레고판을 2층 Cloud Zone으로 올려 공개하며, BIM 매니저는 각 모델 간 간섭을 검토한 후 자신의 레고판에 모델을 통합한다.

간섭이 발생한 경우: 어떠한 모델도 통합 불가 + 간섭 비용 발생
간섭이 발생하지 않은 경우: 모든 모델 통합 가능

간섭 검토 후, BIM 매니저 주도 하에 다음 BIM 모델링의 전략을 수립해야 한다. 이때 손가락을 사용하여 특정 위치를 명확히 지정해서는 안 되며 다음 두 가지 전략 중 하나를 선택한다:

동시 설계 전략: 한 턴에 모든 공종의 설계자가 동시에 모델을 제작
순차 설계 전략: 한 턴에 한 공종의 설계자만 모델을 제작

BIM 매니저는 BIM 기록표에 간섭 발생 여부와 선택된 공종을 원으로 표시하여 회의 결과를 기록해야 한다.

턴	1st	중독
공중	공중	배관

동시 설계 전략 + 간섭

턴	1st	중독
공중	공중	구조

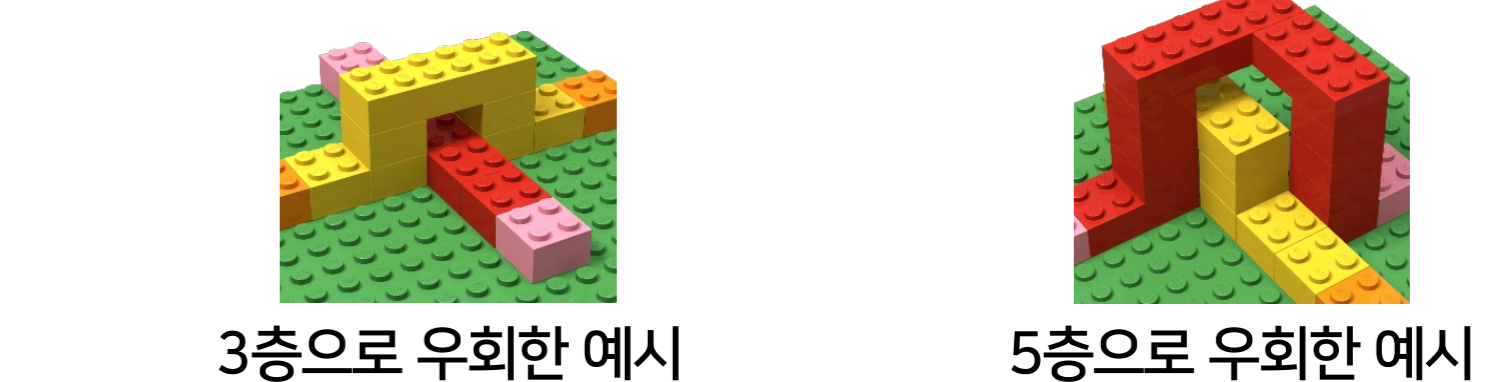
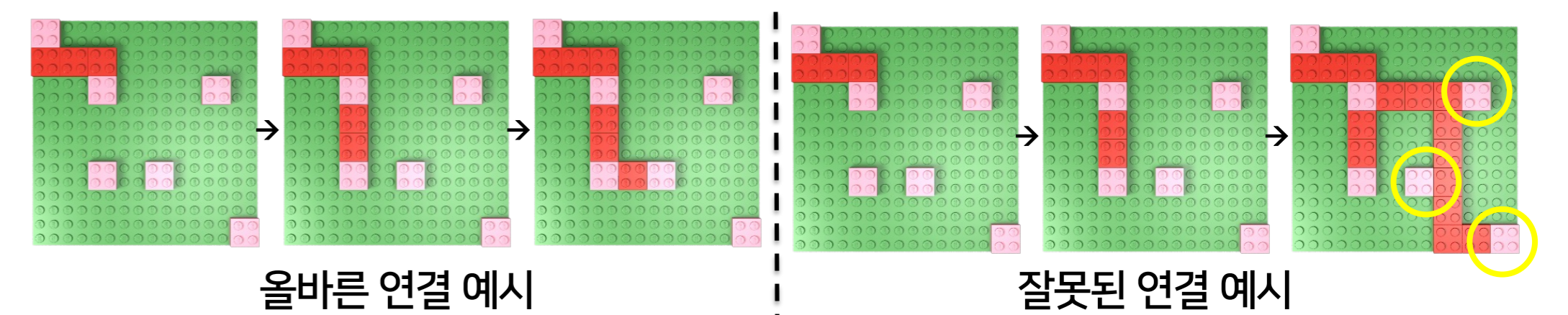
순차 설계 전략

B. BIM 모델링

BIM 모델링은 설계 조정 회의에서 수립한 전략에 기반하여 BIM 모델을 제작하는 단계이다. 모델링이 필요한 설계자는 자신의 레고판을 1층 Design Zone에 내려놓는다. 이때, 지지대를 가림막으로 활용하여 자신의 레고판이 타인에게 보이지 않도록 숨긴다.

모델링 규칙

1. 각 설계자는 자신의 표시말과 동일한 색상의 블록만 연결해야 한다.
2. 다른 설계자가 제작 중인 모델은 확인할 수 없다.
3. 블록은 상하좌우로만 연결하며 대각선으로 연결할 수 없다.
4. 한 턴에는 서로 떨어져 있는 블록을 최대 2개까지만 연결할 수 있다.
5. 다른 공종이 경로를 가로막고 있는 경우 3층 또는 5층으로 우회할 수 있다.



7. 결론

학습 효과 검증 결과, 본 연구를 통해 개발한 게임 'BIM Maestro'가 BIM 기반 설계 조정 전략 교육에 효과적임을 확인하였다.

특히, 단 30분간의 게임 플레이를 통해 사후 평가 점수의 표준편차가 사전 평가에 비해 약 33.5% 감소하였다는 점은 해당 게임이 학습자의 과거 학습 경험에 관계 없이 교육에 효과적이라는 사실을 보여준다.

또한, 라운드마다 서로 다른 프로젝트 카드를 사용할 경우 공종별 우선 순위, 턴당 비용, 간섭 발생시 패널티가 변경되기 때문에 BIM이 적용되는 다양한 프로젝트 시나리오를 재현 및 학습하는 것이 가능하다.

1) Leite, Fernanda L. BIM for design coordination: A virtual design and construction guide for designers, general contractors, and MEP subcontractors. John Wiley & Sons, 2019.

2) 정해영, 이강, 이경하. "2020년과 2023년 한국의 BIM 도입현황 비교 연구." 대한건축학회 학술발표대회 논문집 43, no. 1 (2023): 984-985.

3) Vidalakis, Christos, Fonbeyin Henry Abanda, and Akponanabofa Henry Oti. "BIM adoption and implementation: focusing on SMEs." Construction Innovation 20, no. 1 (2020): 128-147.

4) Han, Fengyi, and Shufan Lin. "Innovative Research on BIM-Based on Interdisciplinary and Interdisciplinary Talent Training Model." In 2019 International Conference on Pedagogy, Communication and Sociology (ICPCS 2019), pp. 364-366. Atlantis Press, 2019.

5) Casasayas, Oskar, M. Reza Hosseini, D. J. Edwards, Sarah Shuchi, and Mahmuda Chowdhury. "Integrating BIM in higher education programs: Barriers and remedial solutions in Australia." Journal of Architectural Engineering 27, no. 1 (2021): 05020010.