건축설계과정에서 BIM 및 3차원 모델러 사용에 따른 아이디어 발상효과에 관한 비교연구

홍승완^{*}, 이윤길^{**}

A Comparative Study on the Effects of BIM and Conventional 3D Modeler on the Idea Generation in Architectural Design Process

Seung-Wan Hong^{*}, Yun-Gil Lee^{**}

ABSTRACT

While BIM software becomes popular for CAAD and architectural design educations, the affordance of BIM for students' architectural idea developments, called intra-process of communication, is still unknown. Therefore, this study conducted t-test quantitative analysis in order to the scores for feedback, idea productivity, idea development for architectural elements(form, interior space, material, and details), and creative motivation(novelty, appropriateness) using BIM and non-BIM 3D modeler. To achieve the goal, in authentic CAAD class, architecture major students proposed two office designs using those two tools, then they evaluated in which ways those tools influenced their idea developments.

Key words: BIM, 3D modeler, Idea developments in architectural design, Intra-process of communication, CAAD pedagogy

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

디자인 미디어(Design media)의 어포던스(Affordance)는 한 도구가 재현(Representation) 및 매개(Mediation and Communication)를 통해 건축가의 설계 발전에 줄 수 있는 영향력 및 한계를 의미한다[9]. Kalay의 이론에 따르면 모든 디자인 도구는 어포던스를 가지고 있으며, 이를 통해 건축가는 심상(Mental Images)을 시각화하고, 이를 분석 및 평가하여 구체적인 건축물로 발전시킨다[9]. 이러한 디자인 도구의 어포던스는 건축 설계 과정에서 아이디어 발

상에 영향을 주며, 이는 이론 및 실증적인 연구들을 통해 입증되었다[4,7,8,10,11].

최근 CAAD(Computer-Aided Architectural Design)교육에 도입된 BIM(Building Information Modeling) 및 관련도구의 어포던스는 건축적 정보를 내재한 데이터와 그 데이터 간의 지능적인 조합(Intelligent Integration)을 기반으로 한다. 예를 들면 창문의 정보를 가진 3차원 모델이 벽의 정보를 가진 또 다른 모델과 조합(Assembly) 될 경우, BIM모델은 창문과 벽의 규격과 형태를 연산하여 그 둘의 가능한 조합 및 종속 관계를 자동적으로 시각화한다. 이에 비해 전통적인 형상을 모델링하는 방식의 3차

※ Corresponding Author : Yun-Gil Lee, Address: (336-795) 304, JoHyungKhaHak-Khan, Hoseo University, BaeBangMyun, Asan, ChungNam, Korea, TEL : +82-41-540-5784, FAX : +82-41-548-5126, E-mail : yglee@hoseo.edu

Receipt date : Jan. 1, 2014 , Revision date : Apr. 16, 2014
Approval date : Apr. 18, 2014

^{*} Adjunct Professor, Department of Architecture, The Technion - Israel Institute of Technology
(E-mail: seungwan@technion.ac.il)

^{**} Assistant Professor, Department of Architecture, Hoseo University

※ This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2012S1A5A2A03034747)

원 모델러들은 건축 정보가 없는 독립적인 기하(Independent Geometries) 간의 조합 및 수정을 기반으로 한다.

BIM의 건축 정보를 가진 데이터 조합은 정량적 연산이 가능하므로 초기 설계의 에너지 효율성 평가 및 실무 설계와 건설 공정의 생산성 향상에 효과를 보이고 있다[2, 5]. 또한 BIM이 건축 CAAD 및 설계 교육에 빠르게 보급되면서 BIM의 어포던스가 건축 설계 시 학생들의 아이디어 발상 및 내적대화과정에 미치는 영향을 살펴보는 것도 CAAD교육의 중요한 과제 중 하나로 여겨진다. BIM을 응용한 CAAD 교수법 개발 사례는 있었지만[13], BIM이 건축 설계 아이디어 발상에 주는 영향은 아직 알려지지 않았다. 또한 건축실무에서 일반 3차원 모델러와 BIM 소프트웨어를 혼용하고 있지만 이는 각 도구의 어포던스에 근거한 방법론이나 설계자의 내적인 아이디어 발상보다는 설계안의 시각화와 협업관리, 건축주와 다른 기술자와의 커뮤니케이션에 더욱 주안점을 두고 있다. 따라서 본 연구는 BIM의 특성인 건축 정보 데이터를 기반으로 한 모델링이 데이터 모델링을 기반으로 하지 않는 기존의 3차원 모델러에 비하여 건축 설계 아이디어 발상에 어떠한 어포던스를 가지는지 살펴보고자 한다. 즉, 최종결과물의 형태는 유사하나 디자인의 과정 및 도구사용의 목적이 다른 두 가지 도구를 같은 목적으로 사용하고 이에 대한 사용자의 아이디어 발상 과정 및 결과에 대하여 분석하고 그 결과에 대하여 고찰하는 것이다.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구는 BIM 소프트웨어와 독립적인 객체를 기반으로 하는 3차원 모델링 소프트웨어 사용이 건축학 전공 학생들의 아이디어 발상에 관련한 항목(피드백, 아이디어 생산성, 건축 요소에 관한 아이디어 발상, 창의적인 아이디어 발상)에 주는 영향을 통계적 방법을 사용하여 비교, 분석하였다. 참가 학생들은 건축 CAAD 과목의 전반부 과제물을 3차원 모델링 소프트웨어를 사용하여 수행하였고, 그 후반부 과제물에서 BIM 소프트웨어를 이용하였다. 이후 설문을 통해 학생들은 BIM 및 3차원 모델러 사용에 따른 아이디어 발상 경험을 정량적으로 표기하고 그 내용을 기술하였으며, 수집된 데이터는 유의수준 95%를 기준으로 하여 평균을 비교하는 t-test를 이용하여

분석하였다. 본 연구의 참가자는 건축학 전공 3학년 학생들이며, 따라서 본 연구의 범위는 학부 CAAD 및 설계 교육에서 BIM의 아이디어 발상 효과 확인에 한정된다. 또한 CAAD과목 교과 진행으로 인하여 두 도구간의 완벽하게 동등한 비교 조건을 갖추진 못했지만, 학생들이 디자인 도구의 어포던스를 설계 과제를 통해 직접 경험해보고 그에 따른 아이디어 발상 경험을 평가하는 방법(Self-Evaluation)은 타당하다고 여겨진다.

2. 이론연구

2.1 디자인 도구와 아이디어 발상

디자인 프로세스는 설계 요건의 분석(Analysis), 설계안 구성(Synthesis), 평가(Evaluation), 및 내적 및 외적 대화(Communication)를 통하여 디자인 목표가 달성될 때까지 피드백을 통해 대안을 발전시키는 일련의 과정을 말한다[3, 12]. 건축가는 디자인 도구를 통해 이러한 설계 과정을 시각화하고 재현된 결과물을 통해 디자인 프로세스를 진행한다. 디자인 도구는 설계 과정의 시각화 및 그 프로세스에 영향을 주며, 건축가의 피드백과 아이디어 생산 과정, 즉 '내적대화과정(Intra-Process of Communication)'에 그 영향을 미친다[9].

Goldschmidt는 건축 디자인은 본질적으로 디자인 발상을 위해 시각적인 결과물(Visual Images)이 필수적이며, 건축가는 기억이나 심상에 존재하는 이미지(Mental Images)를 시각적인 결과물(External Display)로 재현하여 디자인 문제를 해결한다고 소개하였다[6]. 특히, 디자이너가 스케치 미디어를 통하여 문제 해결 과정을 시각화하고 인지 가능한 분석 결과물로 만든다고 주장하였다. 또한, 스케치 미디어가 설계안의 타당성을 추론(Reasoning), 분석, 및 재구성에 효과가 있으며, 시각적인 유추(Visual Analogy)에 강한 어포던스가 있음을 밝혀내었다.

홍승완과 이광희는 메스(Mass) 구상 과정에서 3차원 모델러와 스케치 및 메스 모형을 비교하여 각각 두 도구의 어포던스가 디자인 발전과정에 미치는 영향을 조사하였다[7]. 3차원 모델러의 사용에서 설계자는 구체적인 디자인 어휘 계획 및 틀 형성, 해결안의 분석, 그리고 초기에 구상한 주요 형태를 부분적으로 수정하는 시도가 높은 빈도를 보이는 반면, 스

케치와 메스 모형의 사용에서는 부지 정보와 연관한 문제 해법과 디자인 전략, 전체적인 형태 볼륨을 분절과 비례를 통해 조절하려는 시도의 빈도가 보다 높았다. 따라서 설계자가 메스 구상 과제에서 부지의 맥락을 보다 신중하게 파악하여야하는 경우와 문제의 조직적인 해결능력이 필요한 경우 스케치와 메스 모형의 사용이 권장되며, 다양한 디자인 어휘를 습득 및 구사가 필요한 경우에는 3차원 모델러의 사용이 유용할 수 있다. 또한 디자인 도구의 어포던스는 창의적인 발상(Creative Motivation)에 영향을 주기도 한다. 창의적인 발상은 참신성(Novelty)와 기능성(Functionality)의 곱의 값으로 평가되며, 일례로, 온라인 다중 사용자 가상 환경 사용은 아바타의 경험 및 행위를 통하여 설계자의 형태 발상의 참신성과 기능성에 영향을 준다[8].

선례연구를 요약하면, 건축 설계 시 아이디어 발상 효과는 설계자의 피드백, 아이디어 생산성, 창의적인 발상 등을 통해 확인될 수 있다. 일부 선례 연구에서는 아이디어 발상 효과를 분석하기 위하여 설계자의 언어보고 및 디자인 과정상의 행위를 코드(Code)화한 프로토콜 분석법(Protocol Analysis)에 주로 의존하였다. 하지만 프로토콜 분석법은 외부로 표현 가능한 디자인 행위를 기반으로 하므로, 설계 과정 중 디자이너가 경험하는 수많은 내적 심상(Turbulent Mental Images)과 미묘한 내적대화경험을 측정하기에는 한계가 있다. 또한 이 프로토콜 분석법은 단기적인 실험 환경에 적합하여 실제 장기간 교과 과정 중 설계자가 경험하는 아이디어 발상을 평가하기에는 부적합하다 여겨진다.

2.2 BIM의 어포던스와 아이디어 발상

Eastman은 BIM 사용이 공간 계획의 타당성, 동선, 보안, 에너지 및 비용 분석을 통하여 콘셉트(Concept) 설계 단계에서 건축가의 대안 결정에 영향을 줄 수 있을 것이라 예측하였다[5]. BIM의 건축 정보 데이터와 지능적인 조합은 설계 과정에서 필요한 정량적인 평가(Quantitative Evaluation)를 용이하게 할 가능성은 높다. 하지만, 건축 설계에 관련한 아이디어 발상은 정량적인 평가뿐만 아니라 조형성과 창의성 같은 정성적인 발상(Qualitative Motivation)도 매우 중요한 요소이며, 아직 BIM과 정성적인 아이디어 발상의 관계는 문헌을 통해 소개되지 않았다.

또한, 이론상으로는 BIM은 이미 건축적인 의미를 가진 3차원 데이터와 그 데이터의 조합에 한정하여 시각화를 구현하므로 디자이너의 다양하고 자유로운 아이디어 발상을 방해 할 가능성이 있는 반면, BIM의 지능적이고 자동화된 건축 데이터의 조합은 건축가에게 보다 많은 디자인 시도와 피드백을 가능하게 하여 아이디어 발상에 도움을 줄 가능성 또한 있다. 이러한 BIM의 건축 데이터 모델링과 지능화된 조합이 실제 설계 과정에서 건축가의 아이디어 발상, 즉 내적대화과정에 주는 영향은 아직 알려지지 않았다.

3. 데이터 수집 및 분석 방법

3.1 참가자 및 설계과정

이 연구의 참가자는 H대학 건축학과 3학년 학생 29명이다. 참가자들은 건축 CAAD 교과목에서 설계 스튜디오 과제 중 하나인 20층 규모의 오피스 디자인을 한 학기에 걸쳐 진행하였다. 참가 학생들은 전반부 8주 동안은 BIM방식이 아닌 3차원 모델러인 라이노(Rhinoceros)를 이용하여 오피스 형태, 내부 공간, 재질, 디테일을 발전시켰고(Fig. 1), 후반부 8주간은 BIM모델러인 레빗(Revit)을 사용하여 또 다른 오피스 설계안을 제안하였다(Fig. 2). 이러한 연구방법은 유사실험(Quasi-Experiment)에 속하며 장기간의 수업이나 단일한 케이스로 인하여 비교군과 대조군 사이에 같은 조건으로 만들지 못할 경우에 사용된다. 디자인 연구에서는 주로 디자이너의 내적인 아이디어 창출경험 및 수업효과를 조사할 때 이용된다.

일례로 Dorta, Pérez, 그리고 Lesage는 몰입형 스케치도구의 아이디어 창출효과를 측정하기 위하여 단일과제를 제시한 후 전반부는 일반적인 스케치를 사용하였을 때, 디자이너의 아이디어 창출효과를 측정하고, 후반부는 몰입형 스케치도구를 사용하였을 경우에 그 효과를 측정하였다[4]. 본 연구에서도 두 과제가 같은 시점에서 시작되지는 않았지만, 과제 조건, 난이도, 기간 및 참가자가 동등하고 또한 두 과제가 독립적이다. 따라서, 디자인도구의 어포던스와 학생들의 내적인 아이디어 발상경험을 측정하고자 하는 본 연구의 목적에 타당하다 여겨진다. 또한 참가 학생들의 두 도구에 대한 숙지 및 흥미의 정도는 설문문을 통해 평가되었고 대응표본 t 검정(Paired Sample T-Test)에서 BIM모델러 사용 시 숙지 및 흥미도의

Fig. 1. Students' assignment samples using non-BIM modeler (Rhino)

Fig. 2. Students' assignment samples using BIM modeler (Autodesk's Revit)

평균값은 4.55(표준편차: 0.88)이며 일반 3차원 모델러 사용 시 그 값은 4.60(표준편차: 1.07)로 신뢰구간 95%에서 유의도 0.742로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1).

3.2 연구가설

본 연구의 가설은 문헌 고찰에 따라 다음과 같은 네 개의 영가설(Null-Hypothesis)을 설정한다.

첫째, BIM모델러와 BIM 방식이 아닌 3차원 모델러는 오피스 설계 시 디자이너의 피드백에 동등한

효과를 가진다.

둘째, BIM모델러와 BIM 방식이 아닌 3차원 모델러는 오피스 설계 시 디자이너의 아이디어 생산에 동등한 효과를 가진다.

셋째, BIM모델러와 BIM 방식이 아닌 3차원 모델러는 오피스 설계 시 디자이너의 건축요소에 관한 발상(형태, 내부 공간, 재료, 및 디테일)에 동등한 효과를 가진다.

넷째, BIM모델러와 BIM 방식이 아닌 3차원 모델러는 오피스 설계 시 디자이너의 창의적인 발상(참

Table 1. Participants' skill and interest on BIM, and non-BIM modeler

Evaluation Factor	Mean (Standard Deviation)		Mean Difference	Degree of Freedom (df)	P-value (p)
	BIM Modeler	Non-BIM Modeler			
Skill and Interest	4.55(0.88)	4.60(1.07)	-0.051	28	0.742

신성, 적합성)에 동등한 효과를 가진다.

3.2 데이터 수집 및 분석 방법

BIM모델러와 일반 3차원 모델러를 이용한 오피스 과정을 완료한 후, 참가 학생들은 두 가지 도구 사용이 각각 자신의 피드백, 아이디어 생산성, 건축 요소에 관한 아이디어 발상(형태, 내부 공간, 재료, 및 디테일), 창의적인 발상(참신성, 적합성)에 얼마만큼 효과적이었는지 7단계의 리커트 척도(Likert Scale)를 통해 그 경험을 평가하였으며('1 = 매우 적다'에서, '7= 매우 많다'까지), 그 경험을 간략하게 기술하였다. 참가 학생들이 표기한 도구사용에 따른 아이디어 발상 평가 데이터는 통계 분석 도구인 SPSS의 대응표본 t 검정(Paired Sample T-Test)을 통해 비교, 분석되었다. 또한 통계적인 분석 결과의 원인

을 추론하기 위하여 참가학생들에게 다음과 같은 질문에 대한 답변을 기술하게 하였다(Table 2).

4. 실험 결과 및 고찰

4.1 피드백에 관한 효과

BIM모델러 사용이 피드백에 주는 효과의 평균값은 4.27(표준편차: 1.27)이며, BIM 방식이 아닌 3차원 모델러가 피드백에 준 효과의 평균값은 4.93(표준편차: 1.22)으로 나타났다. 신뢰구간 95%에서 유의도는 0.023으로, BIM 방식이 아닌 일반3차원 모델러의 사용이 학생들의 피드백에 주는 효과가 유의하게 높았다(Table 3). 따라서 가설(1)을 기각하고, BIM모델러에 비하여 일반 3차원 모델러가 오피스 설계 시 학생들의 피드백에 보다 많은 효과가 있다는 결과를 수용한다.

Table 2. Questions on the ideation generation experiences using two modelers

Evaluation Factor	Questions
Feedback	In what ways did Rhinoceros (Revit) influence your feedback (design modification and development) in whole design processes? Please explain the examples in your actual experiences.
Idea Productivity	In what ways did Rhinoceros (Revit) influence your production of new ideas and imagination? Please explain the examples in your actual experiences.
Architectural Elements	In what ways did Rhinoceros (Revit) influence your development on architectural form, interior space, material, and detail? Please explain the examples in your actual experiences.
Creativity	1. In what ways did Rhinoceros (Revit) influence the novelty of your final solution and ideation for the novel solution? Please explain the examples in your actual experiences. 2. In what ways did Rhinoceros (Revit) influence the functionality of your final solution and ideation for the functional solution? Please explain the examples in your actual experiences.

Table 3. Idea generation using BIM, and non-BIM modeler

Evaluation Factors		Mean(Standard Deviation)		Mean Difference	Degree of Freedom (df)	P-value (p)
		BIM Modeler	Non-BIM Modeler			
Feedback		4.27(1.27)	4.93(1.22)	-0.651	28	0.023**
Idea Productivity		3.86(0.87)	4.03(1.017)	-0.172	28	0.445
Architectural Elements	Form	4.78(1.19)	4.35(1.12)	0.428	27	0.056
	Interior Space	4.67(1.18)	3.92(1.11)	0.750	27	0.006*
	Material	4.60(1.16)	4.17(1.27)	0.428	27	0.136
	Detail	5.00(1.21)	3.89(1.03)	1.107	27	0.000**
Creativity	Novelty	4.53(1.26)	4.39(1.25)	0.142	27	0.600
	Functionality	5.21(1.25)	4.25(1.14)	0.964	27	0.000**

*p<0.05, **p<0.01

4.2 아이디어 생산에 관한 효과

BIM모델러 사용이 아이디어 생산에 주는 효과의 평균값은 3.86(표준편차: 0.87)인데 비하여, 일반 3차원 모델러 사용이 아이디어 생산에 주는 효과의 평균값은 4.03(표준편차: 1.017)로 신뢰구간 95%에서 유의도 0.445로, BIM모델러 사용과 일반 3차원 모델러 사용이 아이디어 생산에 주는 효과는 유의한 차이가 없었다(Table 3). 따라서 BIM모델러 사용과 일반 3차원 모델러 사용이 오피스 설계 시 디자이너의 아이디어 생산에 동등한 효과를 준다는 가설(2)을 수용한다.

4.3 건축요소에 관한 아이디어 발상 효과

우선 BIM모델러의 사용이 형태의 발상에 주는 효과의 평균값은 4.78(표준편차: 1.19)인데 비하여, 일반 3차원 모델러를 사용하였을 경우 그 평균값은 4.35(표준편차: 1.12)이며 유의도 0.056로 유의한 차이가 없다. 또한 BIM모델러와 일반 3차원 모델러를 사용하였을 경우 내부공간에 관한 아이디어 발상에 주는 평균값은 각각 4.67(표준편차: 1.18), 3.92(표준편차: 1.11)이며 유의도 0.006로, BIM모델러의 사용이 학생들의 피드백에 주는 효과가 유의하게 높았다. 건축 재료에 관한 아이디어 발상 비교에서 BIM모델러 사용과 일반 3차원 모델러의 사용에 따른 효과의 평균값은 각각 4.60(표준편차: 1.16), 4.17(표준편차: 1.27)이며 유의도 0.136로 유의한 차이는 없다.

이외에도 BIM모델러 사용과 일반 3차원 모델러의 사용이 디테일에 관한 아이디어 발상에 주는 효과의 평균값은 각각 5.0(표준편차: 1.21), 3.89(표준편차: 1.03)이며 유의도 0.000로 BIM모델러의 사용할 때 그 효과가 유의하게 높았다. 상기 분석의 신뢰구간은 95%이다(Table 3). 따라서 가설(3)을 부분적으로 수정하며, BIM모델러는 일반 3차원 모델러에 비해 오피스 설계 시 건축요소 중 내부 공간, 디테일에 관한 아이디어 발상에 보다 많은 효과를 가진다는 결과를 수용한다. 이외에 형태, 재료에 관한 아이디어 발상에서는 두 도구는 동등한 효과를 가진다.

4.4 창의적인 아이디어 발상에 관한 효과

BIM모델러의 사용이 아이디어의 참신성에 주는 효과의 평균값은 4.53(표준편차: 1.26)인데 비하여, 일반 3차원 모델러를 사용하였을 경우 그 평균값은

4.39(표준편차: 1.25)이며 신뢰구간 95%에서 유의도 0.60로 유의한 차이가 없었다. 하지만 BIM모델러의 사용이 아이디어의 기능적인 적합성에 주는 효과의 평균값은 5.21(표준편차: 1.25)인데 비하여, 일반 3차원 모델러를 사용하였을 경우 그 평균값은 4.25(표준편차: 1.14)이며 신뢰구간 95%에서 유의도 0.000로 유의한 차이를 보였다. 따라서 가설(4)를 부분적으로 수정하며 BIM모델러는 일반 3차원 모델러에 비해 오피스 설계 시 기능성과 관련한 아이디어 발상에 보다 많은 효과를 가진다는 결과를 수용한다. 두 도구의 사용은 참신성 향상에는 동등한 효과를 보였다(Table 3).

4.5 BIM 및 3차원 모델러 사용에 따른 아이디어 발상 경험

두 모델러 사용에 따른 아이디어 발상의 경험을 참가학생들의 기술을 통해 살펴보면, 우선 참가학생들은 BIM방식이 아닌 일반 3차원 모델러가 가지고 있는 자유로운 형태의 생성 및 수정 기능이 피드백과 아이디어 생산성에 도움을 주었다고 기술하였다. 참가학생들은 공통적인 의견은 “생각한 내용을 만들고 수정하는 과정을 반복하여 점차 체계적인 형태를 만들어 간다.”, “메스를 자유롭게 변형한다.”, “곡선형태를 자유롭게 생성한다.” 등이었으며, 특히 3차원 모델러의 사용이 초기 설계 단계 시 막연한 아이디어를 구체적인 대안으로 발전시키는 과정에서 많은 도움이 되었다고 기술하였다. 또한, 3차원 모델러와 건축 요소에 관한 아이디어 발상의 연관성을 묻는 질문에서, 참가학생들은 “3차원 모델을 손쉽게 이동하여 구조적인 가능성을 추론하였다.”, “형태의 규모를 확인하였다.” 등 주로 생성된 건축 요소의 타당성을 추론하였다고 답하였다. 하지만, 구체적인 건축 요소를 발전시켜야 하는 단계에서 3차원 모델러가 큰 도움이 되지 못했다는 의견도 많았다. 창의적인 발상 경험에 관하여, 참가학생들은 3차원 모델러의 사용에서 “다양한 형태를 도출하였다.”, “우연히 예상하지 못한 형태를 발견하였다”, “새로운 입면을 탐구하기 위해 과감한 시도를 하였다.” 등으로 답해, 3차원 모델러의 자유로운 형태 수정과 참신한 아이디어 발상의 연관성을 보여주었다. 하지만, 3차원 모델러가 기능성에 관한 아이디어 발상에 주는 효과를 묻는 질문에 관하여, 참가학생들은, “예상하지 못한 형태가 도출되었지만 그 가치에 의문이 든다.”, “새로운 디자

인에 관해서는 큰 영향을 미쳤다고 생각되지만 설계의 기능성에 대해서는 영향력이 적다.”, “기능성보다는 참신하고 새로운 건축 형태를 만드는 데 도움이 된다.”등으로 답하여, 3차원 모델러의 사용이 학생들의 기능성에 관한 발상에는 큰 효과를 가지지 못했을 것이라는 추측이 가능하다.

BIM모델러 사용에 따른 피드백 및 아이디어 생산에 관한 경험을 묻는 질문에 관하여, 참가학생들은 BIM의 건축정보를 가진 모델과 자동적인 모델링은 구체적인 건축화 단계에서 구조적인 가이드라인 형성과 수치적인 문제점 인지에는 도움이 되었지만 초기 설계시 아이디어 발상에는 큰 영향을 주지 않았다고 답하였다. 또한 그러한 BIM의 특성이 자신들의 다양한 시도를 제한하기도 하였다는 의견도 있었다. 하지만, 참가학생들은 BIM모델러의 사용이 형태, 내부공간, 및 디테일 등의 건축 요소들을 연계적이고 구체적으로 발전시켜야 하는 단계에서는 아이디어 발상에 도움을 주었다고 기술하였다. 구체적인 답변으로는 “형태와 구조물의 관계를 생각하게 되었다.”, “형태와 내부공간의 비교하여 발전시켰다.”, “공간간의 연계성을 생각하였다.”, “구조 시스템과 커튼 월 등 전문적인 지식이 요구되는 디테일을 손쉽게 묘사하였다.”등이 있었다. 또한 창의적인 발상에 BIM모델러가 주는 효과에 대한 질문에서 참가학생들은 BIM모델러의 건축정보를 묘사한 렌더링이 사용자의 관점으로 설계안을 고려하게 함으로써 새로운 아이디어 발상을 돕기도 하지만, 전반적으로 참신성에 관한 발상보다는 기능성에 관한 발상에 도움이 되었다고 기술하였다. 특히 BIM모델러 사용 시 데이터 모델간의 자동적인 연계가 기능성에 관한 발상에 주는 효과에 관해, “코어와 외형의 관계를 파악하도록 도움을 준다.”, “구조와 공간과의 관계를 구체적으로 생각하였다”, “기둥, 보, 슬라브 등 구조체의 문제점을 파악하였다.” 등으로 답하였다.

5. 결론 및 향후 연구

본 연구에서 BIM모델러의 사용이 기존의 3차원 모델러에 비하여 건축 설계 아이디어 발상에 주는 효과와 그 어포던스를 살펴보았다. 통계적 분석 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 제시한다.

첫째, BIM모델러의 사용은 기존의 3차원 모델러 사용과 비교하여 건축 요소 중 내부 공간, 디테일에

관한 아이디어 발상, 및 창의적인 아이디어 발상 요소 중 기능성 향상에 높은 효과를 보였다.

둘째, BIM모델러와 기존의 3차원 모델러의 사용은 아이디어 생산성, 건축요소 중 형태 및 재료에 관한 아이디어 발상, 및 창의적인 아이디어 발상 요소 중 참신성 향상에 동등한 효과를 보였다.

셋째, BIM모델러의 사용은 기존의 3차원 모델러 사용과 비교하여 피드백에 낮은 효과를 보였다.

기존 디자인 이론과 학생들의 서술한 답변을 통해 상기 결과의 원인을 다음과 같이 분석하였다. 우선, BIM의 건축 데이터를 기반으로 한 자동화된 모델링(Automatic Synthesis)이 내부 공간 및 디테일에 관한 아이디어 발상 효과의 한 원인으로 추정된다. 또한, BIM의 데이터 모델들이 가진 기준 치수, 형상, 및 재료에 관한 정보와 자동적인 정량적 연산은 참가학생들에게 대안의 모델링과 동시에 그 결과물의 수치적인 타당성 및 효율성을 확인할 수 있는 기회를 제공하였다. 이는 디자인 프로세스 중 설계안의 구성(Synthesis)과 평가(Evaluation)가 동시에 이루어지는 것을 의미하며 이러한 설계안의 평가를 통해 참가학생들은 설계안의 기능성을 평가 및 발전시킬 수 있었다.

하지만, 기존 3차원 모델러 사용에서 모델링 과정에 있는 결과물에 자신이 생각하는 건축적인 기능 및 의미(Semantics)를 부여하며 내적대화과정 및 피드백을 진행하였다. 이에 반해, BIM모델러의 사용에서는 참가학생들은 건축 데이터 모델 라이브러리 및 자동화된 모델링의 한계 범위에 맞춰 발상한 아이디어를 수정하였다. 따라서 형태에 관한 자유로운 의미구상이 제한되는 경우가 발생하기도 하였다.

상기 분석결과를 고려하여 아이디어 발상을 위한 BIM모델러의 사용을 제언하면 설계안의 내, 외부의 통합적인 계획, 건축적 지식이 요구되는 디테일 설계, 및 수치적인 타당성과 기능성 평가가 요구되는 설계 시 그 효과를 기대할 수 있는 반면, 일반 3차원 모델러에 비교하여 아이디어 생산성, 형태 및 재료에 관한 설계, 참신성 향상에 큰 효과를 기대하기는 어렵다고 여겨진다.

본 연구는 건축 디자인을 위한 디지털 도구가 가지고 있는 어포던스의 정확한 이해와 사용을 돕고, 또한 건축 디자인 교육 방법론 개발에 기반이 될 수 있다고 여겨진다. 후속연구에서는 다수의 참가자를

대상으로 하는 비교 실험을 통하여 본 연구의 통계적 신뢰성을 확인할 필요가 있다. 또한 아이디어 발상 효과의 질적 평가를 위하여 결과물에 대한 전문가 집단의 외부 평가(Consensual Assessment Technique)도 고려할 수 있다.

REFERENCE

- [1] T.M. Amabile, *Creativity in Context*, Westview Press, Boulder, 1996.
- [2] E. Ahn, "Intelligent Architectural Design Module for Process Automation of HanOk Constructions", *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol.15, No.9, pp.1156-1164, 2012.
- [3] G. Broadbent, *Design in Architecture*, John Wiley & Sons, London & New York, 1973.
- [4] T. Dorta, E. Pérez, and A. Lesage, "The Ideation Gap: Hybrid Tools, Design Flows and Practices," *Design Studies*, Vol. 29, Issue. 2, pp. 121-141, 2008.
- [5] C. Eastman, "Automated Assessment of Early Concept Designs," *Architectural Design*, Vol. 79, Issue 2, pp. 52-57, 2009.
- [6] G. Goldschmidt, "Visual Analogy - a strategy for design reasoning and learning", In C. Eastman, W. Newsletter, and M. McCracken (Ed.), *Design Knowing and Learning: Cognition in Design Education*, Elsevier, New York, pp. 199-219, 2010.
- [7] S. Hong and K. Lee, "A Protocol Analysis on the Characteristics of CAD Modeler to Aid Architectural Massing Education," *Society of CAD/CAM Engineers*, Vol. 10, No. 4, pp. 293-302, 2005.
- [8] S. Hong and Y. Lee "Online Collaborative Architectural Design Studio for Creative Design using Online Multiuser Virtual Environment-A Case Study," *Architectural Institute of Korea*, Vol. 26, No. 11, pp. 81-88, 2010.
- [9] Y. Kalay, *Architecture's New Media*, MIT Press, Cambridge, 2004.
- [10] H. Lee and S. Lee, "A Study on the Sketching and Design Thinking in Architectural Design Process," *Architectural Institute of Korea*, Vol. 12, No. 3, pp. 25-38, 1996.
- [11] H. Lee, "An Analysis on Analogical Thinking in Architectural Designing," *Architectural Institute of Korea*, Vol. 13, No. 3, pp. 37-48, 1997.
- [12] P.G. Rowe, *Design Thinking*, MIT Press, Cambridge, 1987.
- [13] W. Yan, "Teaching Building Information Modeling at Undergraduate and Graduate Levels," *Proceedings of the 28th Conference of Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe*, pp. 91-99, 2010.

홍 승 완

The Technion - Israel Institute of Technology 건축학과 겸임 교수 및 Lady Davis 박사 후 연구원

관심분야: Computer supported creativity, Human behavior simulation in built environment, Building Knowledge Modeling

이 윤 길

호서대학교 공과대학 건축학과 조교수

관심분야: Social representation in built environment, Building Information Modeling