

한국과 중국의 BIM 수용영향요인 비교분석

송경욱¹ · 이슬기² · 유정호^{3*}

¹광운대학교 건축공학과 석사 · ²광운대학교 건축공학과 조교수 · ³광운대학교 건축공학과 교수

Comparative Analysis of BIM Acceptance Factors between Korea and China

Song, Jingxu¹, Lee, Seulki², Yu, Joungho^{3*}

¹Master, Department of Architectural Engineering, KwangWoon University

²Assistant Professor, Department of Architectural Engineering, KwangWoon University

³Professor, Department of Architectural Engineering, KwangWoon University

Abstract : In the Chinese construction industry, the utilization of Building Information Modeling (BIM) aims to increase the total output of the construction industry by solving the problem of inefficient interoperability in the construction industry. In 2011, the Chinese Ministry of Housing and Urban-Rural Development despite the technical advantages of BIM and the government policy, the BIM adoption rate in China is lower than 45%. Meanwhile, as the South Korean construction industry is a step ahead of its Chinese counterpart in introducing and utilizing BIM, it is expected that BIM is more actively utilized and accepted in South Korea than in China. According to a comparative study based on the hype-cycle theory, South Korea is at a more advanced stage of introducing BIM, than in China. This study aimed to suggest how to increase BIM utilization rates in China. To this end, this study comparatively analyzed factors affecting BIM acceptance between China and South Korea. For the comparative analysis of the BIM acceptance factors between China and South Korea, literature reviews on the technology acceptance model (TAM) and BIM acceptance model were carried out, and based on that, the BIM acceptance factors were classified. Other BIM acceptance factors were also added and considered, as they reflected Chinese national characteristics and construction industry. As for the derived BIM acceptance factors, construction project participants, especially actual BIM users in China and South Korea, were targeted for the survey. A t-test using SPSS 22.00 was carried out to identify significant differences in data. Finally, based on the t-test results, this study suggested ways of improving the BIM utilization rate in China. Based on the findings, this study is expected to contribute to activating BIM adoption in the Chinese construction industry and also to set a theoretical foundation for future studies on BIM utilization in the industry.

Keywords : China, Technology Acceptance Model (TAM), BIM Acceptance Factors

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

‘2020년 국민경제와 사회발전통계공보’에 따르면 중국건설업의 총생산액은 최근 몇 년간 연평균 10.5%의 증가율로 꾸준히 증가하고 있으나(国家统计局, 2021), 정보의 비효율적인 상호운용성 문제로 인해 최근 몇 년간 건설업의 총생산액 증가율이 하락세를 보이고 있다(Zhang, 2021). 총

생산액 증가율을 향상시키기 위한 방안으로 BIM을 활용하기 위해 ‘주택과도시농촌건설부(住房和城乡建设部, 이하 주택부)’가 2011년에 ‘2011~2015년 건설업 정보화 발전 요강’을 통해 건설업 BIM 보급목표를 발표하고, 2016년에는 ‘2016~2020년 건설업 정보화 발전 요강’을 통해 2020년까지 중대형 규모의 국가 프로젝트에 BIM 적용 비율을 90%까지 높이겠다고 발표했다.

하지만 2020년 발표된 ‘중국 건설산업의 BIM 적용성 분석 보고서’에 따르면 중국의 BIM 활용율은 45% 미만인 것으로 조사되었다. 이와 같이 BIM의 기술적 장점과 적극적인 정부의 추진정책에도 불구하고, 중국 BIM 수용은 더디기만 하다.

한편, 한국은 아시아에서 최초로 BIM 표준 지침을 보급한 국가이며, 조달청에서 ‘시설사업 BIM적용 기본 지침서 v1.0 (2010)’을 발표했다. 지속적인 업데이트로 현재 ‘시설사업

* **Corresponding author:** Yu, Jungho, Department of Architectural Engineering, KwangWoon University, 520-3 Hwado B/D Kwanwoon-ro 20-gil, Nowon-gu, Seoul, Korea

E-mail: myazure@kw.ac.kr

Received July 27, 2021; **revised** September 6, 2021

accepted October 1, 2021

BIM 적용 기본 지침서 v2.0'까지 발표되었다. 또한, 국토교통부는 '2030 건축 BIM 활성화 로드맵(국토교통부, 2020)'을 통해 2024년까지 LH공사에서 발주하는 모든 공동주택 프로젝트에 대해서는 BIM 활용을 의무화하고, 2030년까지 모든 민간 프로젝트에 대해 BIM 활용을 의무화하겠다고 발표했다.

한국과 중국 BIM 도입단계를 비교하면, 미국 시장조사 및 컨설팅 회사 가트너(Gartner)가 제시한 하이퍼 사이클(향상 단계-최고단계-하강단계-재생단계-보합단계)을 기준으로 중국은 BIM 이론에 대한 교육을 제공하는 '향상단계'에 해당하며(Chen, 2019) 한국은 BIM을 실제 프로젝트에 적용하고, 실제 업무에 적용하기 위한 교육을 제공하는 '재생단계'에 해당 한다(Lee, 2018).

본 연구에서는 단순히 BIM 도구의 구매 또는 개인의 사용이 아닌 개인과 조직 모두 BIM 활용에 대해 긍정적으로 받아들이는 내적 변화와 BIM 활용을 위한 업무환경 및 업무 프로세스 등의 개선과 같은 외적 변화가 이루어지는(Lee et al., 2013), 중국건설업의 'BIM 수용'을 위한 개선방안을 제안하고자 한다. 중국의 BIM 수용영향요인은 사용자가 정보 기술을 수용하는 과정을 정의한 이론 모델인 기술수용모델(Technology Acceptance Model; TAM), (Venkatesh, 1999)을 기반으로 도출했다. 중국보다 먼저 BIM을 도입하고, 중국과 BIM 도입 과정이 유사한 특징을 보이는(Zhao, 2012) 한국을 비교 대상으로 선정하여 한국과 중국 간의 유의미한 차이를 보이는 BIM 수용영향요인들을 중심으로 시사점을 제시한다. 본 연구의 결과를 통해 중국건설업에 적합한 BIM 활용 활성화 방향을 제시하고, 중국건설업의 BIM 활용 활성화 연구의 이론적 기초를 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

연구목적을 달성하기 위한 연구의 흐름은 다음과 같다.

첫째, 한국과 중국의 BIM 수용영향요인 비교분석을 위해 TAM과 BIM 수용모델 관련 선행연구고찰을 통해 BIM 수용영향요인을 분류하고, 중국의 국가적 특성과 중국건설기업의 특성을 반영한 BIM 수용영향요인을 도출한다.

둘째, 실제 BIM 사용자인 한국과 중국 건설사업 참여주체(시공사, 설계사, CM)를 대상으로 설문조사를 실시하였으며, t-test를 통해 한국과 중국의 유의미한 차이를 검증하였다.

셋째, t-test 분석에서 한국과 중국 간의 유의미한 차이가 있는 요인들을 중심으로 그 원인을 알아보고 이를 기반으로 중국의 BIM 활용 활성화를 위한 개선방안을 제시한다.

2. 예비적 고찰

2.1 중국의 BIM 활용현황

2011년 5월 중국의 주건부에서는 BIM 도입과 실행을 위한 로드맵으로 '2011~2015 건설업 정보화 발전요강'을 발표했다. 중국건설업 BIM 개념 보급의 출발점으로 볼 수 있는 이 로드맵은 BIM 보급을 위한 BIM 연구개발과 활용의 구체적인 요구사항을 제시하고, BIM 보급 가속화를 목표로 했다. 또한, 2016년에 발표한 '2016~2020 건설업 정보화 발전요강'에서는 BIM 의무화 적용 대상 기준을 중대형 규모의 국가 프로젝트로 명시하고 있다. 이외에도 '건축공사 정보모델 활용 통일기준', '건축공사 정보모델 저장기준' 등 총 6개의 BIM 국가표준을 발표했다. 이러한 국가 기준을 기반으로 상하이시, 베이징시, 광둥성과 같은 대도시는 각 지역을 위한 BIM 적용지침을 개발·활용하고 있다. 이와 같이 한국보다 BIM 표준제정이 늦었지만 BIM 활용 활성화를 위해 국가 차원에서 적극적으로 나서고 있다.

한편, 주건부에서 발표한 '2016년~2021년 중국건설업 BIM 활용 분석 보고서(2020)'에 따르면, 중국건설업의 BIM 담당 부서 마련 정도는 지속적으로 증가추세이지만, 중국에서 진행되는 전체 건설프로젝트 중 BIM을 활용하는 건설프로젝트가 차지하는 비율은 45% 이하인 것으로 조사되고 있다.

중국의 BIM 활용을 저해하는 요인을 알아보기 위해 2012년 이후 중국에서 발표된 문헌 중 인용 횟수가 10회 이상인 논문 14편을 고찰한 결과, 13개의 저해요인을 도출하였다(Table 1). 이 중 'BIM 소프트웨어 호환성 저하', 'BIM 기반 조직 작업 프로세스 정의 미흡', 'BIM 표준 지시서 부족'이 언급된 횟수가 높았으며, 중국의 BIM 활용을 저해하는 주요 요인인 것으로 판단된다.

Table 1. China's Main Obstacles to BIM application

Main obstacles to BIM application	Freq.
BIM Software Compatibility Degraded	12
Insufficient BIM Standard Directive	10
BIM-based organizational workflows are not configured	10
Project participants lack the willingness to collaborate	8
BIM SW/HW input, manpower training costs	8
Lack of external force for stakeholder use of BIM	8
Lack of BIM experts in organizations or projects	6
Lack of BIM Standard Agreement Form	6
The vague burden of users using new information technology	5
Lack of intellectual property protection laws and protection measures for BIM models	5
Lack of BIM data maintenance responsibility and risk management.	4
Lack of training for BIM utilization	3
Lack of understanding of BIM	2

2.2 BIM 수용 관련 연구 동향

Davis (1989)는 합리적 행동이론(Theory of Reasoned Action; TRA)과 계획된 행동이론(Theory of Planned Behavior; TPB)을 이론적 기반으로 사용자의 정보시스템 수용에 영향을 미치는 요인들을 설명하는 TAM을 제시했다 <Fig. 1>.

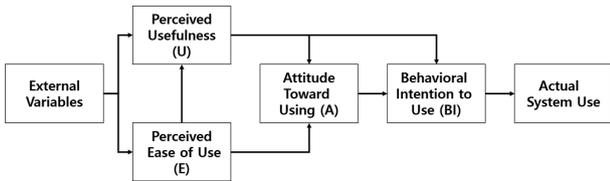


Fig. 1. Technology Acceptance Model (TAM)

TAM은 <Fig. 1>과 같이 여러 다양한 외부요인에 의해 새로운 기술의 유용성과 사용 용이성에 대한 인지(Perception)가 형성되며, 이러한 인지된 유용성과 사용 용이성이 해당 기술에 대한 태도와 사용 의도를 매개로 하여 수용(Acceptance)과 사용(Usage)에 영향을 미친다는 이론적 모형이다.

여기서 지각된 유용성이란 “특정한 시스템을 이용하는 것이 개인의 직무성과를 향상시킬 것이라고 개인이 믿는 정도”를 말하며, 지각된 사용 용이성이란 “특정한 시스템을 이용하는 것이 특별한 노력 없이도 이용할 수 있을 것이라고 혹은 신체적 및 정신적 수고가 적게 들 것이라고 개인이 믿는 정도”를 의미한다. 지각된 유용성은 정보기술 사용의 행위의도에 직접적으로 영향을 미치며 지각된 사용용이성과 외부변수의 결합 형태에 영향을 받게 된다. 또한, 유용성과 사용용이성은 외부변수들에 의해 영향을 받는다.

TAM 모델은 시간의 변화에 따라 업데이트 되고 있으며, Venkatesh and Davis (2000)은 TAM 모델에 경험(Experience)과 자발성(Voluntariness)와 같은 사회적 변수를 추가한 TAM 2 (Technology Acceptance Model 2)를 제안했다. 또한, Venkatesh and Davis (2000)가 TRA, TPB, TAM, TAM2, 등의 이론을 바탕으로 통합기술수용이

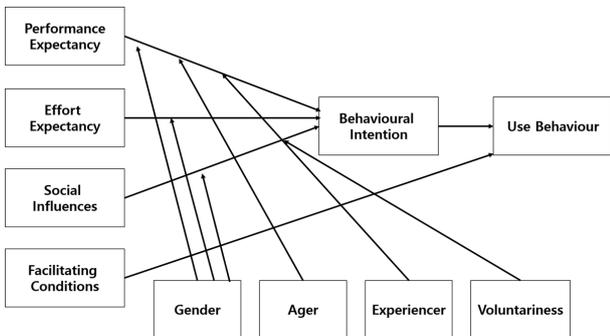


Fig. 2. Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)

론(Unified Theory of Acceptance and Use of Technology; UTAUT)을 제시했다<Fig. 2>. UTAUT는 관리자에게 완전한 평가 체계를 제공하여 사용자의 정보기술 수용행위를 예측하고 해석하는 것을 목적으로 한다.

TAM 기반으로 다양한 분야에서 사용자가 정보기술을 채택하거나 거부할 수 있는 영향 요소와 그 관계를 검증하여 사용자 시각에서 해당 정보기술을 평가하거나, 사용자의 정보기술 사용 후 태도를 예측하여 정보기술의 활용 활성화 방안을 제시하는 연구들이 수행되고 있으며, BIM을 대상으로 연구들도 많이 수행되고 있다.

TAM을 기반으로 BIM 수용영향요인을 도출한 연구 11편을 고찰한 결과, 다음 <Table 2>와 같이 BIM 수용에 영향

Table 2. Results of literature on BIM acceptance models

References	Factors affecting BIM Acceptance		
	Users and Organization	BIM Technology	Environment
Gledson (2016)	-	·Compatibility ·System Quality	·Organizational Support ·Government support
He & Wang (2013)	-	-	·Organizational Support ·Facilities Support ·External Support ·External Pressure
Yuan (2014)	-	-	·Organizational Support ·External Support
Wang (2009)	-	-	·Organizational Support ·SW/HW Support ·Organizational manageability
Yang (2015)	-	·BIM Quality	·Organizational Support ·External Pressure
Lee et al. (2016)	·Personal Innovation ·Self-Efficacy ·Collective Efficacy ·Organizational Innovation	·Output Quality ·Compatibility	·Top management Support ·Internal Pressure ·External Pressure
Lee (2007)	-	-	·Organizational Support
Zhao & Xie (2016)	·Self-Efficacy	·Benefit ·Cost	-
Zhao (2018)	-	·Usefulness ·Compatibility	·External Support ·External Pressure
Ngowtanasawan (2017)	-	·Compatibility ·System Quality ·Information Quality ·Benefit ·Testability	-
Kassem & Succar (2017)	-	-	·Organizational Pressure ·External Pressure

을 미치는 외부요인은 크게 사용자 및 사용조직 관련 요인, BIM 기술 관련 요인, 환경 관련 요인으로 분류되고 있음을 알 수 있었다. 다시 사용자와 사용조직 관련 요인은 개인 또는 조직의 효능감 및 혁신성, BIM 기술 관련 요인은 호환성, 결과물에 대한 품질, 기술사용에 대한 혜택 및 비용, 환경 관련 요인은 외부와 조직 내의 압력 및 지원 정도에 대한 요인들로 구성됨을 알 수 있었다.

중국에서도 BIM 수용영향요인을 정의하는 연구들이 많이 수행되고 있지만, 중국의 건설기업을 대상으로 한 연구가 대부분이다. 그러나 중국건설업의 수용영향요인 분석만으로 중국건설업에서의 BIM 활용 활성화를 위한 방안을 도출하는 것은 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 중국보다 먼저 BIM을 도입했고, 중국과 BIM 도입 과정과 유사한 특징을 보이는(Zhao, 2012) 한국을 비교 대상으로 선정하여 BIM 수용 영향요인의 비교분석을 통해 중국건설업의 BIM 활용 활성화 방안을 제안하고자 한다.

3. 한국과 중국의 BIM 수용영향요인 비교분석

3.1 BIM 수용영향요인 및 BIM 수용

본 연구에서는 기존 BIM 수용모델 관련 연구를 바탕으로 중국과 한국의 BIM 수용 저해요인을 반영하여 BIM 수용영

Table 3. Measurement items for factors related to user and organization

Factors	Measurement Item	Ref.
Self-Efficacy	I am open to using BIM.	Bandura & Walters (1977); Lee et al. (2015)
	I am confident that I will get used to using BIM tools easily.	
	I understand the benefits of using BIM well.	
Personal Innovation	I have no psychological resistance to the introduction of new information technology.	Agarwal & Prasad (1997); Scott & Bruce (1994); Lee et al. (2015)
	I have a technical capability in utilizing new information technology.	
	I am active in utilizing new information technology.	
Collective Efficacy	Our organization is open to BIM utilization.	Goddard et al. (2000); Lee (2013)
	Our organization is confident that it will become familiar with information exchange through BIM tools.	
	Our organization understands the benefits of using BIM.	
Organizational Innovation	Our organization has no psychological resistance to the introduction of new information technology.	Agarwal & Prasad (1997); Lee et al. (2015)
	Our organization has technical capabilities in utilizing new information technology.	
	Our organization is active in utilizing new information technology.	

향요인을 사용자(개인 및 조직) 관련 요인, BIM 기술 관련 요인, 환경 관련 요인, 지각된 사용 용이성 및 지각된 유용성으로 정의하였다. 요인별 정의와 평가항목은 다음과 같다.

3.1.1 사용자(개인 및 조직) 관련 요인

사용자 관련 요인은 자기 효능감, 개인 혁신성, 집단 효능감, 조직 혁신성으로 구성되었으며, 요인별 정의와 측정항목은 다음 <Table 3>과 같이 구성되었다.

- 자기 효능감(Self-Efficacy) : BIM 사용자의 BIM 활용에 대한 신념
- 개인 혁신성(Personal Innovation) : BIM 사용자가 BIM 활용을 시도하고 싶어 하는 정도
- 집단 효능감(Collective Efficacy) : BIM 사용조직의 BIM 활용에 대한 효능감
- 조직 혁신성(Organizational Innovation) : BIM 사용조직이 BIM 활용을 시도하고 싶어 하는 정도

3.1.2 BIM 기술 관련 요인

BIM 기술 관련 요인은 호환성, 시스템 품질, 정보 품질, 비용으로 구성되었으며, 요인별 정의와 측정항목은 다음 <Table 4>와 같이 구성되었다.

- 호환성(Compatibility) : BIM과 기존 업무 및 타 IT 기술과의 연계 정도
- 시스템 품질(System Quality) : BIM 도구에 대한 품질

Table 4. Measurement items for factors related to BIM Technology

Factors	Measurement Item	Ref.
Compatibility	BIM makes it easy to integrate into my workflow.	Rogers (1983); Moore & Bendasat (1991)
	The BIM tools you leverage are associated with other IT tools (eg. smartphones, tablet PCs, etc.).	
System Quality	It is easy to input and output data from BIM tools that you use.	Delone & Mclean (1992)
	The screen configuration of the BIM tool you use is built to make it easy for anyone to use.	
	The BIM tools you utilize remain stable during use.	
Information Quality	The utilization of BIM improves accessibility of information	Delone & Mclean (1992)
	The information obtained from BIM is accurate and detailed.	
	I can get enough information from BIM for my task.	
	Information obtained from BIM is available throughout the life cycle.	
Cost	The benefits of using BIM outweigh the costs of adopting BIM. (eg. SW/HW purchase and upgrade, education and training, etc.)	Ji & Qi (2015)
	The benefits of using BIM are expected to outweigh the costs of using BIM(eg. modeling, data entry and management, etc.).	

- 정보 품질(Information Quality) : BIM으로부터 얻은 정보에 대한 품질
- 비용(Cost) : 조직에서 BIM을 수용하는 데 필요한 비용

3.1.3 환경 관련 요인

환경 관련 요인은 조직의 지원, 외부의 압력으로 구성되었으며, 요인별 정의와 측정항목은 다음 <Table 5>와 같이 구성되었다.

- 조직의 지원(Organizational Support) : 조직에서 BIM 활용을 위한 자원을 지원받는 정도
- 외부의 압력(External Pressure) : 조직이 의존하는 타 조직으로부터 받는 압력과 타 조직의 성공적인 BIM 활용 사례로 인해 스스로 받는 압력 정도

특히, 중국의 국가적 특성과 중국건설업만이 가진 특성을 반영하기 위해 외부의 압력 요인은 강제적 압력과 비교적 압력으로 나누어 다방면으로 평가될 수 있도록 구성하였다.

- 강제적 압력: 주로 정부 정책 추진과 발주체계 및 계약 체계 등으로 발생하는 압력
- 비교적 압력: 다른 조직이 BIM 활용으로 성공적으로 프로젝트를 수행함에 따라 그 행위를 모방하려는 행동

Table 5. Measurement items for factors related to Environment

Factors	Measurement Item	Ref.
Organizational Support	Our organization provides sufficient resources (HW,/SW) for BIM utilization.	Gilligan & Kunz (2007);
	Our organization provides appropriate training for BIM utilization.	
	Our organization offers incentives when BIM is introduced and well utilized.	
External Pressure	It is required to introduce BIM through order system and contract system.	Bryde et al. (2013); Venkatesh & Davis (2000)
	It is required to introduce BIM in partnership with suppliers.	
	It is required to introduce BIM to meet the requirements of the Owner.	
	Market competitiveness has improved since the same company used BIM.	
	After using BIM, the same company gained greater influence in the industry.	
	Business partners are using BIM.	
	The government mandates the use of BIM in certain sizes or types of construction.	
	The government provides minimum achievement criteria for BIM utilization.	

3.1.4 지각된 사용 용이성

지각된 사용 용이성을 BIM을 사용할 때 응이한 정도로 정의한다(Davis, 1989). 본 연구에서 BIM은 개인 업무뿐만 아니라, 협업을 위한 기술이므로 개인 측면에서의 사용 용이성

뿐만 아니라 조직 측면에서의 사용 용이성도 포함한다. 지각된 사용 용이성의 측정항목은 다음 <Table 6>과 같다.

Table 6. Measurement items for Perceived Ease of Use

Factors	Measurement Item	Ref.
Personal Perceived Ease of Use	It is easy to learn how to use BIM tools.	Venkatesh (1999); Venkatesh et al. (2003) Davis (1989)
	BIM makes it easy to manage information over the entire life cycle of a building.	
	It is easy to follow the guidelines for the utilization of BIM.	
Organizational Perceived Ease of Use	It is easy to learn how to collaborate using BIM.	Lee et al. (2015)
	It is easy to exchange model information using BIM.	
	The guidelines for collaboration using BIM are easy to follow.	

3.1.5 지각된 유용성(Perceived Usefulness)

지각된 유용성은 BIM 기술을 사용해 업무 효율을 높일 수 있는 정도를 의미한다(Davis, 1989). BIM의 지각된 유용성도 마찬가지로 BIM은 개인 업무뿐만 아니라, 협업을 위한 기술이므로 개인 측면에서의 유용성뿐만 아니라 조직 측면에서의 유용성도 포함한다. 지각된 유용성의 측정항목은 다음 <Table 7>과 같다.

Table 7. Measurement items for Perceived Usefulness

Factors	Measurement Item	Ref.
Personal Perceived Usefulness	BIM can speed up your work.	Venkatesh (1999); Venkatesh et al. (2003) Davis (1989)
	BIM can improve business accuracy.	
	BIM can rapid response to changes.	
	BIM can improve work productivity.	
	BIM can improve work effectiveness.	
Organizational Perceived Usefulness	BIM can improve your work convenience.	Lee et al. (2015)
	BIM can improve information interoperability between organizations.	
	BIM can integrate information management during life cycle (design-construction-maintenance)	
	BIM can speed decision making with other organizations.	
	BIM can extend the scope of collaboration with other organizations.	
	BIM can increase the productivity of collaboration with other organizations.	
	BIM effectively collaborates with other organizations.	
	BIM facilitates collaboration with other organizations.	

3.1.6 BIM 수용 의지

본 연구에서는 선행연구(Lee et al., 2015)를 참고하여 BIM 수용의지를 개인이 자기 업무를 수행하기 위해 BIM 도구 및 BIM에 담긴 정보를 활용하고자 하는 의지와 개인이 속한 조직이 BIM을 활용해 협업체계를 구축하고자 하는 의지로 나누어 정의한다, BIM 수용 의지를 측정하는 항목은 <Table 8>과 같다.

Table 8. Use Intention of BIM

Factors	Measurement Item	Ref.
Personal Intention of BIM	I am willing to use BIM for business processing.	Venkatesh (1999);
	I am willing to recommend the use of BIM to others.	Venkatesh et al. (2003);
	I am willing to take the time to learn how to use BIM.	Davis (1989)
Organizational Intention of BIM	Our organization encourages all members to utilize BIM technology.	Venkatesh (1999); Venkatesh et al. (2003); Davis (1989)
	Our organization is active in using BIM to proceed with the project.	
	Our organization is willing to recommend the use of BIM to other collaborative organizations.	
	Our organization is willing to participate in introducing and developing BIM application technologies.	

3.2 데이터 수집

본 연구의 설문 조사는 2021년 3월부터 2021년 4월 26일 까지 BIM 활용 경험이 있는 한국과 중국의 건설업 실무자를 대상으로 BIM 수용영향요인이 BIM 수용에 영향을 미치는 정도를 7점 리커트 척도(Likert scale)로 측정하였다. 특히, 중국의 경우 BIM 지방 적용지침이 지원되는 상하이시, 베이징시, 광둥성의 건설기업을 대상으로 하였다.

응답자의 일반사항은 다음 <Table 9>와 같다.

Table 9. Overview of the survey

Division		Korea		China	
		Freq.	Ratio	Freq.	Ratio
Organizational type	Construction	61	56.0%	66	65.3%
	Architectural	35	32.1%	35	34.7%
	CM	13	11.9%	-	-
Total		109		101	
Average work experience related to construction		9.5 years		4.3 years	
Average BIM-related work experience		3.5 years		2 years	

3.3 t-test를 활용한 비교분석

3.3.1 BIM 수용영향요인 비교

한국과 중국의 BIM 수용영향요인이 BIM 수용에 영향을 미치는 정도를 비교한 결과<Table 10>, 사용자(개인 및 조직) 관련 요인에서는 '자기 효능감', '개인 혁신성', '집단 효능감', 환경 관련 요인에서는 '외부의 압력', BIM 기술 관련 요인에서는 '시스템 품질'이 한국과 중국이 유의미한 차이 (p<0.05)가 있는 것으로 분석되었다. 한편, '개인의 사용 용이성과 조직의 사용 용이성'은 한국과 중국이 유의미한 차이 (p<0.05)가 있었지만, 개인의 유용성과 조직의 유용성은 한국과 중국 간의 유의미한 차이가 없는 것으로 분석되었다.

Table 10. t-test of Factors affecting BIM Acceptance in Korea and China

Factors	Country	Average	Standard deviation	t
Self-Efficacy	China	5.016	0.9511	-4.868***
	Korea	5.655	0.9767	
Personal Innovation	China	5.054	1.0309	-2.693***
	Korea	5.446	1.1053	
Collective Efficacy	China	5.143	1.0005	-2.563**
	Korea	5.497	1.0364	
Collective Innovation	China	5.183	0.9651	-1.032
	Korea	5.327	1.0921	
Compatibility	China	5.080	1.1467	0.569
	Korea	4.991	1.1593	
System Quality	China	4.978	0.9675	2.188**
	Korea	4.679	1.0394	
Information Quality	China	5.144	0.8850	0.159
	Korea	5.123	1.0594	
Cost	China	5.104	1.1644	-1.259
	Korea	5.305	1.1791	
Organizational Support	China	5.144	0.9850	-1.614
	Korea	5.123	1.0594	
External Force	China	5.104	0.7950	6.918***
	Korea	4.332	0.9818	
Personal Perceived Ease of Use	China	4.909	1.0989	3.167***
	Korea	4.452	1.0233	
Organizational Perceived Ease of Use	China	5.123	1.0197	3.086***
	Korea	4.694	1.0218	
Personal Perceived Usefulness	China	5.115	0.8942	-0.758
	Korea	5.209	0.9340	
Organizational Perceived Usefulness	China	5.201	0.8676	0.116
	Korea	5.187	1.0055	

***p<0.05, **p<0.01

Table 11. t-test of Intention to accept BIM in Korea and China

Intention to BIM	Country	Average	Standard Deviation	t
Personal Intention to accept BIM	China	5.3471	1.00687	-4.787***
	Korea	5.7879	0.96812	
Organizational Intention to accept BIM	China	5.1981	0.92949	-1.38
	Korea	5.3932	1.14061	

***p<0.05, **p<0.01

3.3.2 BIM 수용 의지의 비교

한국과 중국의 BIM 수용 의지를 비교한 결과(Table 11), '개인 수용 의지'만 유의미한 차이($p < 0.05$)가 있는 것으로 분석되었다.

3.4 비교분석을 통한 시사점

3.4.1 한국과 중국의 수용 의지의 비교

개인의 수용 의지는 한국과 중국이 유의미한 차이를 보이며, 한국이 중국보다 높았다. 조직 수용 의지도 한국이 중국보다 높았지만 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이는 한국이 중국보다 먼저 BIM을 도입하였기 때문에 개인의 수용 의지는 한국과 중국 간의 유의미한 차이를 보였지만 조직의 수용 의지는 한국도 아직 개선이 필요하기 때문으로 판단된다. 선행연구(Chen, 2019)에서도 단기적으로는 개인 수용 의지를 높이면 장기적으로는 조직 수용 의지도 같이 높아질 것으로 분석하였다.

3.4.2 한국이 높은 BIM 수용영향요인

1) 자기 효능감 및 집단 효능감

사회인지이론에서는 '자기 효능감'은 자신에게 주어진 업무나 일을 달성하기 위해 기술을 사용할 수 있는 자기 능력에 대한 판단 또는 믿음으로 정의하며, '집단 효능감'은 특정한 상황에서 집단이 적절한 행동을 함으로써 문제를 해결할 수 있다고 믿는 신념 또는 기대감으로 정의한다(Bandura & Walters, 1977). 본 연구에서는 개인과 조직이 BIM 활용에 개방적인 정도, BIM 도구의 활용에 쉽게 익숙해질 자신이 있는 정도, BIM 활용으로 얻을 수 있는 혜택에 대한 이해 정도로 자기 효능감과 집단 효능감을 측정하였다.

기존 연구에 따르면 효능감은 성공의 간접경험(Zhou & Guo, 2006; Bandura & Richard, 1995)과 조직 내 인센티브(Lee, 2013) 제공을 통해 높일 수 있다고 제시하였다. 한국에서는 BIM 활용 성공의 간접경험을 공유하기 위해 2012년 완공한 동대문디자인플라자(Design Plaza) 프로젝트, 2015년에 완공한 용인시민체육공원과 2016년에 완공한 서울 오페라하우스 등 BIM을 활용한 실제 프로젝트를 공개적으로 전시하고 있다. 또한, 한국 빌딩스마트협회는 2009년부터 BIM AWARDS를 통해 기업에서 BIM을 활용하는 프로젝트에 대한 활용 경험과 성과를 공유하고 있다. 이와 같이 한국에서는 실제 프로젝트 BIM을 활용한 성공 경험을 공유하고 있다. 그러나 중국에서는 건설업의 건설 정보에 대한 보수적인 태도와 중국 국가기업의 건설 정보에 보안 조치로 인해 국가기업의 BIM을 활용한 프로젝트 사례의 공유가 불가능하다.

2) 개인 혁신성

본 연구에서는 개인 혁신성을 새로운 정보기술 도입에 심

리적 거부감을 가지는 정도, 새로운 정보기술 활용에 적극적인 정도와 새로운 정보기술 활용에 대한 기술적 역량으로 측정하였다. 기존 연구에 따르면 개인 혁신성은 신기술을 교육받을 기회(Scott & Bruce, 1994; Lu & Zhang, 2007)와 경험할 기회(Lee, 2013; Lu & Zhang, 2007)가 많을수록 높일 수 있다고 제시하였다.

한국 대학의 BIM 교육 현황을 살펴보면, 서울 소재 4년제 대학의 건축 관련학과 19개 중 9개, 즉 47.37%의 대학에서 BIM 관련 과목이 개설된 것으로 나타났고, 건축 관련학과의 입학생 중 40.14%가 BIM 관련 과목을 수강하고 있다(함미화, 2015). 반면, 중국은 한국보다 대학의 BIM 교육체계의 준비가 미흡한 실정이다.

한편, 한국에서는 대학 외에도 빌딩스마트협회에서 2009년부터 건설기술인들과 대학생을 대상으로 BIM 교육프로그램을 운영하고 있다. 교육과정은 BIM의 개념, BIM 소프트웨어의 응용기술(건축, 구조, 에너지 분야 등 다양한 소프트웨어), BIM 모델의 생성, 교환 및 관리 방법, BIM 데이터 모델의 품질 검사 방법, 프로젝트 전 생애주기에서 BIM 적용으로 구성되어 있다. 또한, 한국건설기술교육원에서는 BIM 실무능력 향상을 위한 BIM 전문인력 양성과정을 국비로 운영하고 있다. 반면, 중국의 BIM 협회나 BIM 교육기관에서는 BIM 관련 교육을 유료로 제공하고 있으며, 일반 민간기업은 경제적 부담으로 직원들에게 BIM 교육을 제공하지 못하는 실정이다.

한국의 BIM 발전 로드맵에서는 BIM 의무화 대상을 LH 공동주택, 민간건축, 공공건축으로 나누어 유형별 의무화 달성 목표를 제시하고 있다. 반면, 중국은 BIM 의무화 적용 대상을 중대형 규모의 국가 프로젝트로 제정하고 있다. 국가 프로젝트에는 국가기업만이 참여할 수 있기 때문에 BIM 활용을 요구받는 기업의 범위가 좁다.

3.4.3 중국이 높은 BIM 수용영향요인

1) 외부의 압력

본 연구에서는 외부압력을 강제적 압력과 비교적 압력으로 구분하였다. 강제적 압력은 주로 정부 정책 추진과 발주체계 및 계약체계 등으로 발생하는 압력을 의미하며, 비교적 압력은 다른 조직이 BIM 활용으로 성공적으로 프로젝트를 수행함에 따라 그 행위를 모방하려는 행동을 의미한다.

본 연구의 설문조사 대상은 주로 중국의 국가기업이며, 중국 국가기업의 주요 업무 대상은 국가자금 투자 위주인 대형 프로젝트로 국가정책의 영향을 많이 받는다. 또한, 중국 건설업은 기술성숙도 주기의 '향상단계'이며, 향상단계는 신기술 활용에 대해 외부의 압력을 많이 받는 특성이 있다(Chen, 2019).

한편, 중젠(中建)그룹에서 수행한 정주미술관 BIM 프로

젝트는 2019년 ‘과학기술보급 시범 공정 검수 평가회’에서 BIM 시범프로젝트로 선정되었다. 이 프로젝트는 BIM 활용을 통해 자재 낭비 감소, 프로젝트 관리 간편화, 시공 효율성 향상 등으로 공사비 400만 위안을 절감하였다고 발표하였다. 이로 인해 중젠그룹 7국(局) 이외의 국(局)에서는 7국(局)의 성공을 벤치마킹하기 위해 2020년부터 BIM 담당 부서 규모 확대 계획을 수립하고 BIM 실무자의 혜택 정책도 수립하고 있다.

1) 시스템 품질

시스템 품질은 성공모델(Delone&McLean, 1992)에서 정의하는 정보시스템의 품질 요소 중 하나로, 본 연구에서는 BIM 사용자가 BIM 도구의 자료 입출력, 화면구성을 쉽게 하도록 구축된 정도와 사용 도중 안정한 상태를 유지하는 정도로 BIM 시스템 품질을 측정하였다.

주건부의 조사결과(2020)에 따르면 BIM 담당 부서를 보유한 건설기업은 2017년 36%에서 2020년 58%로 22%가 늘었다. 또한, 최근 몇 년간 BIM 소프트웨어의 자체 개발을 국가정책을 통해 촉진하고 있다. 이와 같이 중국 기업과 국가에서 최적화된 BIM 작업환경을 구축하기 위해 적극적으로 지원해오고 있다.

3) 지각된 사용 용이성

본 연구에서 지각된 사용 용이성은 BIM 사용이 힘들지 않은 정도를 의미한다. 본 연구에서는 BIM 사용자가 BIM 도구의 활용 방법 습득의 난이도, BIM을 활용한 건물의 전생애주기 정보관리의 난이도, BIM을 활용하기 위한 업무지침의 활용이 용이한 정도로 측정하였다.

본 연구의 설문조사 대상인 상하이시, 베이징시, 광둥성에서는 국가 레벨에서 발표한 표준을 기반으로 성(省)과 직할시(直轄市)가 지방의 발전 수요를 결합하여 BIM 지방 표준을 반포하였다. 중국의 BIM 표준은 한국보다 뒤늦게 제정되었지만, BIM 기술의 보편적 확산으로 시공과정 등에 일부 선도적인 공사를 중심으로 실무에 급속하게 적용되고 있다.

4. 중국건설업의 BIM 활용 활성화를 위한 개선방안

1) BIM 성공 경험 공유 활성화 방안 마련

BIM 수용영향요인 중 BIM 사용에 대한 ‘자기 효능감’과 ‘집단 효능감’을 높이는 방안으로서 BIM 성공 경험 공유를 활성화하는 방안 마련이 필요하다.

이를 위해 중국 정부에서는 국가기업에서 BIM을 사용한 프로젝트의 정보를 공유할 수 있도록 정책을 마련하고 BIM 경진대회나 BIM 관련 워크숍과 세미나를 통해 BIM 수용으로 얻을 수 있는 혜택에 대한 실제 프로젝트 사례와 BIM 활용 경험, 활용성과 공유하도록 한다. 이를 통해 BIM을 도입

하지 못한 국가기업이나 민간기업과 BIM 활용으로 얻을 수 있는 혜택을 공유함으로써 BIM 활용 활성화에 기여할 것으로 기대된다. 또한, 조직 내에서는 BIM 활용 경험 공유에 대해 인센티브를 제공해 BIM 사용자의 효능감을 높일 수 있다.

2) BIM 교육체계 수립

중국 대학에서 BIM 교육체계를 수립하려면 중국의 교육부에서 BIM 교육 계획을 수립하고 해당 지침 마련이 선행되어야 한다. 현재 중국 교육부에서는 BIM 교육을 촉진하고 있지만 BIM 교육체계 수립이 미흡하므로 BIM 교육과정 개설 정책을 우선 수립하고 그에 따라 대학에서는 BIM 관련 교육 커리큘럼의 개발이 필요하다.

한편, 중국의 국가기업에서는 BIM 교육을 제공하지만, 교육 대상을 국가기업 내 BIM 담당 부서 참여자로 한정하고 있어 중국건설업에서는 BIM 교육을 설계부문에 BIM 담당 부서 이외에 사업부, 기술부·구매부, 현장관리 부문의 직원들을 대상으로 한 다양한 교육과정을 개발하여 BIM 교육을 받을 수 있도록 해야 한다. 또한, 민간기업의 BIM 교육에 대한 경제적 부담을 줄일 수 있도록 BIM 협회사나 BIM 교육기관에 국가적 자금지원에 대한 정책 마련이 필요하다.

3) BIM 의무화 대상 확대 및 BIM 보급계획의 구체화

중국은 의무화 대상을 중대형 규모의 국가 프로젝트에서 공동주택과 같은 민간기업이 참여가 가능한 프로젝트로까지 확대하는 것이 필요하다. 또한, BIM 의무화 대상이 아닌 프로젝트에 대해서는 인센티브 정책을 통해 BIM 활용율을 높일 수 있도록 한다.

중국 국가기업은 국가정책의 영향을 많이 받기는 하지만 BIM 보급에 대한 구체적 계획이 부족하기 때문에 외부압력에 의한 효과를 유지하기 위해서는 중국의 BIM 도입을 위한 구체적인 실시방안 수립이 필요하다. 현재 중국 BIM 보급정책은 주로 BIM 발전 방향 제시, BIM 이론 보급에 머물러 있지만 한국의 BIM 로드맵과 같이 건축행정시스템 개선, BIM 표준환경 구축, BIM 기반 설계·시공 자동화와 같은 실시방안의 수립이 필요하다.

4) 협업업무를 위한 BIM 플랫폼 구축

BIM 활용수준 향상에 따라 BIM을 활용한 협업의 수요가 증가할 것으로 예상된다. 따라서 중국 BIM 사용자들이 프로젝트 수행 시 타 조직과 협업하기 위해 활용할 수 있는 업무지침 등과 같은 업무 프로세스 마련이 필요하다. 또한, 여러 참여 주체가 한 모델에 정보입력 및 관리를 할 수 있도록 BIM 서버와 네트워크 기반 플랫폼 구축이 필요하다.

5) BIM 협업표준 마련

중국의 BIM 표준은 한국보다 뒤늦게 제정되었지만, BIM 기술의 보편적인 확산으로 실무에 급속하게 적용되고 있다. 하지만 중국 BIM 협업표준은 미국, 영국, 싱가포르 등 BIM

선진국에 비해 미흡한 편이다. 따라서 중국 정부에서는 BIM 기반 협업업무에 위한 표준과 가이드라인을 마련이 필요하다. 또한 BIM 협업표준제정 시 BIM 협업표준체계 프로세스 뿐만 아니라 관련 표준 간의 연관성과 활용성의 고려가 필요하다.

6) 행정구역별 BIM 표준 마련 및 확대

중국의 상하이시, 베이징시, 광저우와 같은 대도시의 경우 BIM 적용지침이 제정되어 있지만, 기타 20개의 성은 BIM 적용지침이 아직 제정되지 않았다. 따라서 아직 BIM 적용지침이 제정되지 않은 지방도 BIM 적용지침서와 표준제정이 필요하다.

5. 결론

중국건설업에서는 정보의 비효율적인 상호운용성을 해결하여 총생산액 증가율을 높이기 위해 건설업에 전면적인 BIM 보급을 목표로 하였다. 그러나 BIM의 기술적 장점과 정부의 추진정책에 비해 BIM 수용 속도는 더디기만 하다. 따라서 본 연구에서는 상대적으로 BIM을 먼저 도입한 한국과 중국의 BIM 수용영향요인이 BIM 수용에 영향을 미치는 정도를 비교 분석하여 유의미한 차이가 있는 요인들을 중심으로 시사점을 도출하였다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, BIM 활용사례, 기술수용모델 및 BIM 수용모델 관련 문헌 고찰을 통해 한국과 중국의 BIM 수용영향요인을 아래와 같이 도출하였다.

- 사용자 및 사용조직 관련 요인 : 자기 효능감, 개인 혁신성, 집단 효능감, 조직 혁신성
- 환경 관련 요인 : 호환성, 시스템 품질, 정보 품질, 비용
- BIM 기술 관련 요인 : 조직의 지원, 외부의 압력
- 개인과 조직의 사용 용이성
- 개인과 조직의 유용성

둘째, 한국과 중국의 BIM 수용영향요인이 BIM 수용에 영향을 미치는 정도에 대해 한국과 중국의 건설업 실무자를 대상으로 설문조사를 실시한 결과, 총 210건(한국 109건, 중국 101건)의 설문지를 회수하였다. 수집한 데이터를 활용하여 t-test를 통해 한국과 중국의 유의미한 차이를 보이는 BIM 수용영향요인을 도출하였다.

- 한국이 높은 BIM 수용영향요인 : 자기 효능감, 개인 혁신성, 집단 효능감
- 중국이 높은 BIM 수용영향요인 : 시스템 품질, 외부압력, 지각된 사용 용이성

셋째, 본 연구에서는 t-test 결과 한국과 중국 간의 유의미한 차이를 가지는 요인들에 대해 중국건설업의 BIM 활용 활

성화를 위한 개선방안을 다음과 같이 제안하였다.

- BIM 성공사례 연구 및 경험 공유 확대 정책 마련
- BIM 교육체계 수립
- BIM 의무화 대상 확대 및 BIM 보급계획의 구체화
- 협업업무를 위한 BIM 플랫폼 구축
- BIM 협업표준 마련
- 행정구역별 BIM 표준 마련 및 확대

본 연구 결과를 통해 중국건설업의 BIM 수용을 위한 이론적 기초를 기반으로 중국에 적합한 BIM 활용 활성화를 위한 개선방안을 제공하는 것에 의의가 있다. 하지만 본 연구에서는 상하이시, 베이징시, 광둥성과 같이 중국에서 BIM 적용지침이 지원되는 도시의 건설기업만을 대상으로 하였다는 것에 한계가 있다. 따라서 향후 연구에서는 중국의 기타 도시를 대상으로 조사·분석하여 보다 일반성을 확보하는 것이 필요하다. 또한, BIM 수용영향요인이 국가의 특성 또는 도입 시기에 따라 차이가 있음을 알 수 있었다. 따라서 향후 연구에서는 응답자를 국가별로 구분하여 한국의 BIM 수용모델과 중국의 BIM 수용모델을 실증적으로 검증해봄으로써 국가 특성에 의한 차이인지 BIM 도입 시기에 의한 차이인지에 대한 추가검증이 필요하다. 또한, 본 연구에서는 중국의 활성화 방안만을 다루었으나, 한국이 BIM 활용에 대한 경쟁력을 유지하기 위해 어떠한 노력이 필요한지에 대한 향후연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 도시건축 연구개발사업의 연구비 지원(21AUDP-B127891-05)에 의해 수행되었음. 이 논문은 2021년도 광운대학교 우수연구자 지원 사업에 의해 연구되었음.

References

- Agarwal, R., and Prasad, J. (1997). "The role of innovation characteristics and perceived voluntariness in the acceptance of information technologies." *Decision Sciences*. 28(3), pp. 557-558.
- Ajzen, I. (1991). "The Theory of Planned Behavior." *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2), pp. 137-144.
- Bandura, A., and Richard E.W. (1995). "Self-Efficacy in Changing Societies." *Cambridge University Press*. pp. 313-315.
- Bryde, D., Broquetas, M., and Volm, J.M. (2013). "The project benefits of Building Information Modelling (BIM)." *International Journal of Project Management*,

- 31(7), pp. 971-980.
- Bandura, A., and Walters, R.H. (1977). "Social learning theory." Prentice Hall: Englewood cliffs, 1977.
- China Construction Industry Press, (2020). "BIM application analysis report meeting of China construction industry." *Analysis of BIM application in China's construction industry*, 2020.
- Chen, Y. (2019). "Research on the impact mechanism of BIM Technology Adoption and innovation support on China's construction industry." *Tianjin University of Technology*, 2019.
- Chen, Y., Zhou, X., Wang, G., and Bao J. (2016). "The new development of collective efficacy theory in the field of organization." *Soft Science*, 30(2), pp. 101-116.
- Davis, F.D. (1989). "Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology." *MIS Quarterly*, pp. 319-340.
- DeLone, W.H., and McLean, E.R. (1992). "Information system success: The quest for the dependent variable." *Information systems research*, 3(1), pp. 60-95.
- Duan, Z., and Xie H. (2017). "Research on Obstacles and Countermeasures of BIM Technology Application in construction stage." *Value Engineering*, 36(29), pp. 12-14.
- Gilligan, B., and Kunz, J. (2007). "VDC Use in 2007: Significant value, dramatic growth, and apparent business opportunity." *TR171*, 36.
- Gledson, B.J., Greenwood D., and Gledson B.J. (2016). "The adoption of 4D BIM in the UK construction industry: An Innovation Diffusion approach." *J. Engineering Construction & Architectural Management*, 3.
- Goodhue D.L., and Thompson R.L. (1995). "Task-technology fit and individual performance." *J. Mis Quarterly*, 19(2), pp. 213-236.
- Goddard, R.D., Hoy, W.K., and Hoy, A.W. (2000). "Collective teacher efficacy: Its meaning, measure, and effect on student achievement." *American educational research journal*, 37(2), pp. 479-507.
- Ham, M.H., and Son, J.W. (2015). "A Study on the Analysis of IPD Education based on BIM in Korean Universities," *Journal of KIBIM*, 5(3), pp. 11-18.
- He, G.Y., and Wang, G.B. (2013). "An empirical study on the influence mechanism of organizational change momentum on BIM Technology Adoption." *Statistics and Decision*, 7, pp. 97-100.
- He, G. (2012), "Analysis of BIM Application Research Report in China Engineering Construction." *Information technology of Civil Engineering*, 4(1), pp. 15-22.
- He, Q.H. (2015). "Review on the application theory and practice of building information model abroad." *Research on science and technology management*, 35(3), pp. 136-141.
- He, Q.H., and Wang, Q. (2012). "Research on the current situation and obstacles of BIM application at home and abroad." *Engineering Management*, 26(1), pp. 12-16.
- He, Q.H., and Wang, G.B. (2012). "Research on BIM application in construction enterprises." *Construction Technique*, 41(22), pp. 80-83.
- Ji, B.Y., and Qi, Z. (2015). "Research status of BIM Technology in China." *Research on science and technology management*, 35(6), pp. 184-190.
- Kassem M., and Succar B. (2017). "Macro BIM adoption: Comparative market analysis." *Automation in construction*, 81, pp. 286-299.
- Kim, W.J., Song, T.S., and Lee, G. (2017). "An Analysis of BIM Diffusion Strategies of Major Countries through an Comparative Analysis of Their BIM Roadmaps." *Architectural Institute of Korea*, 37(2), pp. 873-876.
- Lee, G. (2007). "BIM Collaboration Methods for Improving the Efficiency of BIM." *Construction Association of Korea*, 2007.
- Lee, G., and Lee, K.H. (2018). "2018 Survey on the Status of BIM Adoption in Korea." *buildingSMART Korea*, 2018.
- Lee, S.K. (2013). "BIM Acceptance Readiness Evaluation Model considering Organizational Culture." *Master's thesis Kwangwoon University*.
- Lee, S.K., Yu, J.H., and David J. (2015). "BIM Acceptance Model in Construction Organizations." *Journal of Construction Engineering and Management*, 31(3), pp. 04014048 1-13.
- Lee, S.K., and Yu, J.H. (2016). "Comparative Study of BIM Acceptance between Korea and the United States." *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(3), pp. 050150161-9 .
- Li, H. (2014). "BIM industry diffusion characteristics and enterprise application strategy analysis." *Information technology of Civil Engineering*, 6(2), pp. 1-5.
- Li, H.J., and Zhang, Q.Q. (2016). "Research on Obstacles and Countermeasures of BIM Technology Development in construction industry." *Information technology of Civil Engineering*, 8(5), pp. 45-50.
- Li, M. (2018). "Analysis of obstacles and Countermeasures of BIM application promotion based on SEM." *Journal of Wuhan University of Technology*, 40(4), pp. 462-467.
- Li, Y., and Lei, E.Q. (2015). "Technology innovation situation assessment tool." *Hype Cycle[J]*. Scientific research management, pp. 47-53.
- Lu, X.J., and Zhang, G.L. (2007). "Research on the influence of work motivation on individual innovation behavior." *Soft Science*, 6, pp. 124-127.
- Ministry of housing and urban rural development (2016). "2011~2015 Outline of information development of

- construction industry.”
- Ministry of housing and urban rural development (2020). “2016~2020 Outline of information development of construction industry.”
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2020). “Building BIM Activation Roadmap.”
- Moore, G. C., and Benbasat, I. (1991). “Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation.” *Inform. Syst. Res.*, 2(3), pp.192-222.
- National Bureau of Statistics of China (2020). *China Statistics Press*.
- Newton, R.S. (2004). “Inadequate interoperability in construction wastes 415.8 billion annually.” *AECNews.com*.
- Ngowtanawan G.A. (2017). “Causal Model of BIM Adoption in the Thai Architectural and Engineering Design Industry.” *Procedia Engineering*, 180, pp. 793-803.
- NIST. (2004). “Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry.” *NIST GCR* pp. 04-867.
- Oh, S.M., Kim, Y.J., Park, C.S., and Kim I.H. (2011). “Building Energy Performance Assessment using Interoperability of BIM-based Simulation Model.” *Architectural Institute of Korea*, 27(6), pp. 237-245.
- Public Procurement Service (2010). “Extending 3D Building Techniques (BIM) Roadmap.”
- Rogers E.M. (1983). “Diffusion of Innovations.” New York: The Free Press.
- Scott, S.G., and Bruce, R.A. (1994). “Determinants of Innovative Behavior: A Path, model of Individualin the Work place.” *Academy of Management*, 37(3), pp. 580-607.
- Shin, K.C. (2018). “A Case Study of Status and Characteristics of the BIM Standard in China.” *Journal of KIBIM*, 8(3), pp.20-30.
- Venkatesh, V. (1999). “Creation of favourable user perceptions: Exploring the role of intrinsic motivation.” *MIS quarterly*, 23(2), pp. 239-260.
- Venkatesh V., and Davis F.D. (2000). “A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies.” *Management Science*, 46(2), pp. 186-204.
- Venkatesh V., Morris M.G., and Davis G.B. (2003). “User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View.” *MIS Quarterly*, 27(3), pp. 425-478.
- Wang, G.B., Zhang, Y., and Jiang, Z.J. (2009). “Research on the benefits of BIM application in each stage before construction.” *Journal of Shandong Jianzhu University*, 5, pp. 438-442.
- Xu, B., and Zhu, H.L. (2015). “Research on BIM application status and influence mechanism in China's construction industry.” *Construction Economy*, 36(3), pp. 10-14.
- Xu, Y.Q., and Kong, Y.Y. (2016). “Analysis on the influencing factors of BIM application and promotion in China.” *Journal of Engineering Management*, pp. 28-32.
- Xu, J. (2016). “Analysis on the obstacles of BIM promotion in China.” *Jiangsu Construction*, pp. 117-120.
- Yang, L. (2015). “Research on BIM Technology Adoption Behavior of construction enterprises.” *Construction Economy*, 36(7), pp. 21-26.
- Yoon, S.W., Kim, S.A., Choi, J.M., Keum, D.Y., and Jo C.W. (2015). “A Proposal for Using BIM Model Created in Design to Construction Phase ; Case Study on preconstruction adopting BIM.” *Journal of KIBIM*, 5(4), pp. 1-10.
- Yuan, X. (2014). “Information Asymmetry Model of Construction Project with Building Information Modeling Applied.” *Construction Management Modernization*, 6, pp.91-95
- Zhang, H.Y. (2021). “Exploration of digital transformation path of construction enterprises.” *Construction enterprise management*, 6, pp. 54-57.
- Zhao, Y.Y. (2012). “Research on the obstacles and Countermeasures of BIM development in China's construction industry.” *Tsinghua University*.
- Zhao, B., and Xie, Y.L. (2016). “Study on the Factors of BIM Technology Adoption in Real Estate Enterprises.” *Construction Management Modernization*, 2, pp.142-146
- Zhao, Y.P. (2018). “BIM applicability analysis and empirical research from the perspective of TOE-UTAUT.” *Soft Science*, 2, pp. 101-105.
- Zhou, W.X., and Guo, G.P. (2006). “Self efficacy: concept theory and Application.” *Journal of Renmin University of China*, 1, pp. 91-97.
- Zhou, S., and Huang, Z.H. (2014). “Analysis and Research on BIM application in China.” *Information technology of Civil Engineering*, 6(4), pp. 24-30.
- http://www.gov.cn/xinwen/2021-02/28/content_5589283.htm
- 住房和城乡建设部 (2011). 2011~ 2015年建筑业信息化发展纲要, 建质函.
- 住房和城乡建设部 (2016). 2016~ 2020年建筑业信息化发展纲要, 建质函, 2016

요약 : 중국건설업에서는 BIM (Building Information Modeling)의 활용을 통해 건설업의 비효율적인 상호운용성의 문제를 해결하여 건설업의 총생산액 증가시키고자 한다. 하지만 중국 주건부에서 2011년부터 건설업의 BIM활용을 촉진하였음에도 불구하고 중국에서는 BIM 활용률은 45% 미만인 것으로 나타났다. 한편 한국 건설업은 중국보다 먼저 BIM 도입을 하여 활용하고 있는 만큼, BIM 활용수준과 BIM 수용의지가 중국보다 높을 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 한국과 중국의 BIM수용영향요인 비교분석을 통해 중국의 BIM 활용률을 향상시킬 수 있는 방안을 제안하고자 한다. 한국과 중국의 BIM수용영향요인 비교분석을 위해 기술수용이론 (Technology Acceptance Model; TAM)과 BIM 수용모델 관련 선행연구고찰을 통해 BIM 수용영향요인을 분류하고, 중국의 국가적 특성과 중국건설업만이 가진 특성을 반영한 BIM 수용영향요인을 추가하여 실제 BIM 사용자인 한국과 중국 건설사업 참여주체(시공사, 설계사, CM)를 대상으로 설문조사를 실시하였으며, 통계값을 유의미한 차이를 알아보기 위해 SPSS 22.00을 활용하여 t-test 실시하였다. 마지막으로 t-test 결과를 기반으로 중국의 BIM 활용률을 향상시킬 수 있는 개선방안을 제안하였다. 본 연구의 결과를 통해 중국 건설업에 적합한 BIM 활용 활성화 방향을 제시하고, 중국 건설업의 BIM 활용 활성화 연구의 이론적 기초를 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

키워드 : 중국건설, BIM, 기술수용이론(Technology Acceptance Model; TAM), BIM수용영향요인
