

# BIM 수용에 영향을 미치는 요인 분석

## Key Factors Affecting BIM Acceptance in Construction

이 슬 기\*    유 정 호\*\*  
Lee, Seul-Ki    Yu, Jung-Ho

### Abstract

Although many researchers and practitioners are in agreement about the potential applicability and benefit of BIM in construction, it is still unclear why BIM is adopted, and what factors enhance adoption and implementation of BIM. Thus, the mechanism of BIM acceptance and use remains in question. Therefore, this paper aims to identify the key factors affecting the acceptance of BIM in construction organizations, and analyze the effect of intrinsic and extrinsic motivation factor on BIM acceptance. The key factors for BIM acceptance are identified through a literature review in TAM (Davis 1989) and related theories, and consolidated by interviews and pilot studies with professionals in construction industry. Based on the factors, a questionnaire was designed and sent out to construction organizations such as contractors, architects, and engineers in Korea. Using factor analysis, key factors were grouped into five dimensions. And using multi regression analysis, we analyzed relationship between key factors and BIM acceptance. These findings will clarify what the highly prioritized factors are, and can also be used in an assessment tool for the performance of BIM utilization.

키워드 : 건설정보모델, 기술수용모델, 핵심요인, BIM 수용의도

Keywords : Building Information Modeling, Technology Acceptance Model, Key Factor, Intention to BIM Acceptance

### 1. 서    론

#### 1.1 연구의 목적

BIM (Building Information Modeling ; 이하 BIM)은 “a new approach to design, construction, and facilities management, in which a digital representation of the building process [is used] to facilitate the exchange and interoperability of information in digital format”으로 정의된다(Eastman 2008). 이와 같이 BIM은 그래픽 요소와 데이터 관리 환경의 지원으로 신속한 의사결정을 돕기 위해 물량, 비용, 일정 및 자재 목록에 관한 정보를 제공할 뿐만 아니라, 구조 및 환경을 고려한 데이터 분석이 가능해지면서 건설 사업을 위한 BIM 활용의 관심이 증가하고 있다. 뿐만 아니라 조달청에서는 BIM 발주지침을 공고하면서 2012년부터 500억 원 이상인 턴키·설계공모 공사에 BIM적용을 의무화(조달청 2010)하여 BIM기반 설계 및 공사관리가 확대되고 있는 추세이다. BIM의 이점과 BIM활용의 확대 정책에도 불구하고 BIM활용에 의한 성과향상의 확산부족, 새로운 정보기술 활용에 대한 실제 사용자들의 막연한 부담감, BIM활용을 위한 교육

부족, BIM 활용을 위한 소프트웨어 또는 하드웨어 구입 비용에 대한 부담감 등이 BIM 활용의 활성화를 저해하고 있다. 이러한 요인들은 기술적인 요인이라기보다는 실제 사용자들의 심리적인 요인 또는 BIM 활용을 위한 환경적인 요인임에도 불구하고 최근 BIM기반 기술의 활용 활성화 방안 제시 및 활성화를 저해하는 요인에 관한 연구들에서는 대부분 BIM의 기술적인 측면의 개선에 대해 초점을 맞추고 있다. 하지만 사용자들이 자신의 업무에 BIM을 수용하고, 지속적으로 활용되기 위해서는 사용자들이 BIM을 수용하게 하는 영향요인을 자극하여 동기가 생기도록 함으로써 BIM 활용하려는 행동이 지속되게 하는 것이 필요하다. 또한 건설산업 BIM활성화 저해 영향요인 도출하고 중요도를 분석한 연구결과에 따르면 22개의 BIM 활성화 저해요인 중 ‘BIM 활용의 동기부여 결여’가 3위로 비교적 높은 영향요인 것을 알 수 있었다(최희선 2010).

따라서 본 연구에서는 새로운 정보시스템 및 정보기술 기반 서비스의 채택과 활용에 영향을 미치는 요인에 관한 분석틀로 가장 많이 사용되고 있는 기술 수용 모형(Technology Acceptance Model: 이하 TAM)에 대한 문헌고찰을 통해 BIM을 수용하여 자신의 업무에 활용하려는 행동에 영향을 미치는 요인들이 무엇인지 알아보고 이러한 BIM 수용영향요인이 BIM 수용에 미치는 영향관계를 분석하여 이에 대한 시사점을 도출한다.

\* 광운대학교 건축공학과 박사과정

\*\* 광운대학교 건축공학과 교수, 공학박사

(Corresponding Author, E-mail : myazure@kw.ac.kr)

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구는 BIM 활용 활성화 노력의 일환으로 건설사업 참여주체의 BIM 수용에 영향을 미치는 요인에 대해 알아보고, 설계자와 시공사의 BIM 수용영향요인의 차이 분석을 실시하였다.

연구 목적을 달성하기 위한 연구의 흐름은 다음과 같다.

(1) 건설사업을 위한 BIM 활용의 이점과 BIM 활용 활성화를 저해하는 요인에 대한 고찰을 통해 건설사업 참여주체의 BIM 수용에 영향을 미치는 요인 도출의 중요성을 제시하고 건설사업의 BIM 수용을 정의한다.

(2) 기술수용모델 및 수용영향요인 도출에 관한 기존문헌고찰을 통해 BIM 수용정도와 BIM 수용에 영향을 미치는 요인들을 측정하기 위한 평가항목을 구성한다.

(3) 이를 토대로 실제 BIM을 활용할 건설사업 참여주체(CM, 설계사, 시공사, 엔지니어링)들과 BIM용역업체 10명을 대상으로 면담을 실시하여 건설 사업에서의 BIM의 특성에 맞게 수정·보완한다.

(4) 완성된 측정문항을 활용하여 실제 BIM을 활용하는 건설사업 참여주체(CM, 설계사, 시공사, 엔지니어링, BIM 용역업체)들을 대상으로 설문조사를 실시한다.

(5) 마지막으로 수집된 자료들의 분석은 통계프로그램인 SPSS 12.0를 활용하였으며, 요인분석과 Cronbach  $\alpha$  계수를 통해 BIM 수용영향요인의 구성타당성과 신뢰도를 검증하고, 회귀분석을 통해 도출된 영향요인들과 BIM 수용간 영향관계를 분석한다.

2. 선행연구 고찰

2.1 기술수용이론

Davis(1989)가 제안한 TAM은 최근까지도 정보통신기술 분야에서 새로운 정보시스템 및 정보기술 기반 서비스의 채택과 이용에 영향을 미치는 요인에 관한 분석틀로 가장 많이 사용되고 있다. TAM은 합리적 행동이론(Theory of Reasoned Action; TRA)과 계획된 행동이론(Theory of Planned Behavior; TPB)을 이론적 기반으로 하여 컴퓨터 사용 행동의 설명에 적합하도록 정교화된 모델이다. 현재까지도 TAM은 여러 연구자들에 의해 다양한 상황에 맞게 외부 요인들을 포함시키거나 이들 외부요인과 사용 의도의 관계들을 매개 혹은 조절하는 다양한 변수들을 추가하여 다양한 정보시스템 또는 정보기술 기반의 서비스들의 초기 채택 및 지속적 사용 현상을 설명하는데 활용되고 있다.

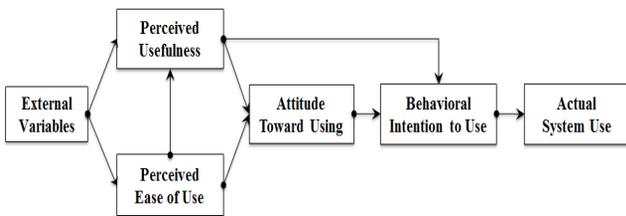


그림 1. 기술수용모형(Technology Acceptance Model; TAM)

TAM은 위의 그림 1과 같이 여러 다양한 외부 요인에 의해 새로운 기술의 유용성과 사용용이성에 대한인지(Perception)가 형성되며, 이러한 인지된 유용성과 사용용이성이 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 사용용이성이란 “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 행위 의도에 직접적으로 영향을 미치며 지각된 사용용이성과 외부변수의 결합 형태에 영향을 받게 된다. 또한 유용성과 사용용이성은 외부변수들에 의해 영향을 받는다. TAM 연구의 진행사항은 Venkatesh, Davis(2000), Venkatesh, Bela(2008)에 의해서 TAM 2를 거쳐 TAM 3까지 제안되었다. 또한 다수의 연구에서 다양한 정보기술 수용의 매커니즘을 설명하기 위해 TAM을 적용하고 있다. 기존 정보기술 수용 관련 문헌고찰을 살펴보면, 다음 표 1과 같이 대상이 되는 정보기술에 따라 외부변수(External Variable)들이 달라지며, 특정 정보기술들에 영향을 미치는 외부변수의 선택에는 특별한 규칙은 없는 것을 알 수 있다. 즉, 외부변수란, 해당 정보기술의 지각된 유용성 및 지각된 사용용이성 더 나아가 사용하려는 의지 및 행동에 영향을 미치는 요인들이라고 볼 수 있다.

표1. 외부변수 유형

대상정보기술	외부변수	출처
University computing	Compatibility, Peer Influence, Superior's Influence, Self-Efficacy, Resource Facilitating Conditions, Technology Facilitating Conditions	Taylor, Todd (1995)
Spreadsheet, Database, Word processor	Situational involvement, Intrinsic involvement, Prior use, Argument of change	Jackson 외 2인 (1997)
Personal computing	Internal computing support, Internal computing training, management support, external computing support, external computing training	Igbaria 외 3인 (1997)
Multi-functional workstation	Perceived System Quality	Gefen, Keil (1998)
MIS Application	Tool Experience, Tool Functionality, Task Technology Fit, Task Characteristics	Lucas, Spitler (1999)
Digital Libraries	Computer self-efficacy, Knowledge of search domain, Relevance, Terminology, Screen Design	Venkatesh, Davis(2000)
E-services	Overall Risk, Performance Risk, Financial Risk, Privacy Risk, Time Risk, Psychological Risk, Social Risk	Hong 외 3인(2001)
Web-site	Anticipated Satisfaction, Social Approval, Expected Difficulty	Featherman, Pavlou (2002)

E-shopping	Perceived Information Quality, Perceived System Quality, Perceived Service Quality, Web Security&Access Costs, User Satisfaction	Riemenschneider 외 2인(2003)
Web-based information	Relevance of information needs	Shih(2004)
ERP	ERP project communication, ERP training, Belief in the benefits of ERP project	Kwasi, Salam(2004)
Medical Record	Perceived Service Level	Liu, Ma (2005)
Internet Banking	Gender, Age, IT Competency	Lai 외 2인 (2005)
E-Learning	Temporal Dissociation, Focused Immersion, Heightened Enjoyment	Raafat, Bouchaib (2005)
Electronic Tax Filing	Compatibility, Perceived Risk	Fu 외 2인 (2006)

2.2 건설사업에서의 BIM

BIM은 빌딩 객체들(벽, 슬라브, 창, 문, 지붕, 계단 등)이 각각의 속성(기능, 구조, 용도)을 표현하고, 서로의 관계를 인지하여 건물의 변경사항들을 각 요소에 즉시 반영이 가능하며, 이를 통해 건물 생산의 전 과정(설계, 시공, 사후관리)에 좀 더 빠르고(Faster), 저렴하며(Cheaper), 더 좋은(Better) 건물을 생산할 수 있도록 도와준다(김언용 2004). 따라서 BIM을 활용할 경우 건설사업에서 생산되는 다양한 정보들을 좀 더 효율적으로 활용할 수 있으며 이로 인해 국외 뿐만 아니라 국내에서도 다양한 접근을 통해 BIM 적용에 힘쓰고 있다.

그러나 이러한 이점에도 불구하고 건설사업의 BIM활용 활성화가 더디게 진행되고 있으며, 그에 대한 이유로 기존 관련 문헌에서는 사용자 또는 BIM 활용을 위한 환경적인 측면에서의 장애요인 (최희선 2010, SmartMarket Report 2012, 이상호 외 5인 2007)들은 다음과 같다.

- 현재 BIM이 적용된 프로젝트에서 BIM 활용효과가 증명되지 않고 불명확하여 BIM 활용에 대한 확신의 부족
- 새로운 정보기술 활용에 대한 사용자들의 막연한 부담감
- BIM활용을 위한 교육 및 훈련과정 지원의 부족
- BIM을 활용하기 위한 소프트웨어 또는 하드웨어 구입 비용에 대한 부담감
- 건설사업 참여주체들의 모델링 또는 모델의 활용을 위한 협업의 필요성 인식의 부족
- 모델링 또는 데이터 입력을 위한 건설사업 참여주체간의 역할 및 책임 정의 불명확
- 설계, 시공단계에서 생성되는 모델 통합을 위한 법적체계 부족

하지만 최근 BIM 관련 연구들은 BIM기반 응용기술 개발 및 BIM 활용사례조사를 통한 BIM활용의 필요성 제시(박영진 외 3인 2011, 안승준 외 3인 2009, Froese와 Yu 1999)에 초점을 맞추고 있다. 따라서 본 연구에서는 BIM 활성화를 위한 노력의 일환으로 BIM 활성화에 영향을 미치는 요인들에 대해 알아보고 이러한 BIM 수용 영향요인이 BIM 수용에 미치는 영향관계를 분석한다.

3. 건설사업에서의 BIM 수용과 영향요인

3.1 건설사업에서의 BIM 수용

앞서 살펴본바와 같이 BIM은 전 생애주기 동안 정보의 호환 및 공유를 통한 정보통합관리를 가능하게 해주므로써 각 분야별 협업체계 구축 및 업체 간 의사소통을 원활하게 해주는 기술이다. 따라서 정보기술의 수용이 개인 관점에서 고려되는 다른 정보기술과는 다르게, BIM은 자신의 업무를 위해 BIM 도구를 활용하는 개인 관점에서의 수용뿐만 아니라 전 생애주기 동안 정보의 호환 및 공유를 위한 조직 관점에서의 수용도 이루어져야 온전한 BIM 수용이 이루어 졌다고 할 수 있다. 즉, BIM의 수용은 개인이 자신의 업무를 위해 BIM 도구 및 BIM에 담겨 있는 정보를 활용하고자 하는 의지(개인의 BIM 수용의도)와 개인이 속한 조직이 BIM을 활용한 협업체계를 구축하고자 하는 의지(조직의 BIM 수용의도)가 모두 충분할 때 가능한 것이라고 할 수 있다.

개인의 BIM 수용의도를 측정하기 위한 평가항목은 개인이 자신의 업무수행을 위해 BIM도구의 활용 및 BIM 정보의 활용 의지, 활용하기 위해 시간을 할애할 의지, 자신뿐만 아니라 동료 또는 협업관계에 있는 타인에게 추천할 의지로 구성하였다. 반면에 조직의 BIM 수용의도를 측정하기 위한 평가항목은 조직구성원이 BIM을 활용할 수 있도록 장려할 의지, 협업관계 있는 타 조직에게 BIM의 활용을 추천할 의지, 더 나아가 BIM 응용기술을 개발할 의지로 구성하였다.

표 2. BIM 수용의도의 측정항목

구분	측정항목
개인의 BIM 수용의도	업무처리를 위해 BIM을 활용할 의향이 있다.
	다른 사람들에게 BIM 활용을 추천할 의향이 있다.
	BIM의 활용방법을 배우는데 기꺼이 시간을 낼 의향이 있다.
조직의 BIM 수용의도	조직원 모두가 BIM기술을 활용하도록 장려하고 있다.
	BIM을 활용하여 프로젝트를 진행하는데 적극적이다.
	협업관계에 있는 다른 조직에게 BIM 활용을 추천할 의향이 있다.
	BIM 응용기술을 도입, 개발하는데 참여할 의향이 있다.

3.2 BIM 수용영향요인

2장에서 정보기술수용 관련 이론 및 건설산업에서의 BIM에 대한 선행연구고찰 통해 본 연구에 활용할 요인에 대한 세부문항들을 도출하였다. 이를 토대로 유사한 의미를 가진 중복된 항목 또는 특정한 정보기술을 측정하는 항목들을 삭제한 후 건설산업에서의 BIM 활용에 대한 특성을 반영한 항목들로 구성하였다. 이렇게 도출된 평가항목들에 대한 내용타당성을 확보하기 위해 10명(평균경력: 5년)의 BIM 전문가(BIM 용역업체, 설계사, 건설관리, 시공사, 엔지니어링, 연구자)들을 대상으로 면담을 실시하여 설문문항의 중복성 및 적절성을 검토하였다. 면담에서는 도출한 BIM 수용영향요인이 BIM 수용에 미치는 정도에 대해 7점 척도로 평가하도록 하였다. 분석 결

과, 모든 요인이 5점 이상의 점수를 받아 삭제 없이 모두 활용하였다. 최종 도출된 27개의 BIM수용영향요인의 측정항목은 크게 1) BIM 관련요인, 2) 사용자(개인 또는 조직) 관련 요인, 3) 외부환경 관련 요인으로 구분된다(표 3 참조).

표3. BIM 수용영향요인의 측정항목

구분	측정항목
T1	활용하는 BIM 도구의 자료 입출력이 용이하다.
T2	활용하는 BIM 도구의 화면구성이 누구나 쉽게 사용할 수 있도록 구축되었다.
T3	활용하는 BIM 도구는 사용 도중에 안정한 상태를 유지한다.
T4	BIM의 활용으로 정보의 접근성이 향상된다.
T5	BIM으로부터 얻은 정보는 정확하고 상세하다.
T6	BIM으로부터 자신의 업무에 필요한 정보를 충분하게 얻을 수 있다.
T7	BIM으로부터 얻는 정보는 전체 수명주기 동안 사용가능하다.
T8	BIM 활용에 의한 혜택이 BIM 도입을 위한 비용(소프트웨어/하드웨어 구입 및 업그레이드, 교육훈련 등) 보다 클 것으로 예상된다.
T9	BIM 활용에 의한 혜택이 BIM 활용을 위한 비용(모델링, 데이터 입력 및 관리 등) 보다 클 것으로 예상된다.
U1	나는 BIM 활용에 개방적 이다.
U2	나는 BIM도구의 활용에 쉽게 익숙해질 자신이 있다.
U3	나는 BIM 활용으로 인해 얻을 수 있는 혜택을 잘 이해하고 있다.
U4	나는 새로운 정보기술 도입에 대한 심리적 거부감이 없다.
U5	나는 새로운 정보기술 활용에 대한 기술적인 역량을 가지고 있다.
U6	나는 새로운 정보기술 활용에 적극적이다.
U7	우리 조직은 BIM 활용에 개방적 이다.
U8	우리 조직은 BIM도구를 통한 정보 교환에 익숙해질 자신이 있다.
U9	우리 조직은 BIM 활용으로 인해 얻을 수 있는 혜택을 잘 이해하고 있다.
U10	우리 조직은 새로운 정보기술 도입에 대한 심리적 거부감이 없다.
U11	우리 조직은 새로운 정보기술 활용에 대한 기술적인 역량을 가지고 있다.
U12	우리 조직은 새로운 정보기술 활용에 적극적이다.
E1	우리 조직은 BIM 활용을 위한 자원(하드웨어, 소프트웨어)을 충분히 제공한다.
E2	우리 조직은 BIM 활용을 위한 적절한 교육을 제공한다.
E3	우리 조직은 BIM 활용을 위한 조직차원의 정책을 통해 BIM 활용을 강제 한다.
E4	상사 또는 동료로부터 BIM을 활용하도록 요구 받는다.
E5	발주체계 및 계약체계 등을 통해 BIM을 도입하도록 요구 받는다.
E6	협력업체와의 협력관계 속에서 BIM을 도입하도록 요구 받습니다.

Technology : T, User : U, Environment : E

#### 4. BIM 수용영향요인의 타당성 및 신뢰도 검증

##### 4.1 표본자료의 특성

3장에서 도출한 BIM 수용영향요인과 BIM 수용정도에 대한 각 평가 항목을 7점 리커트 척도로 측정하였으며 실제 BIM의 사용자인 설계사, 시공사, CM, 엔지니어들을 대상으로 실시하였다. 설문지를 이용한 자료 수집은 2012년 4월 11일부터 2012년 6월 12일 까지 약 2개월에 걸쳐 e-mail과 우편으로 이루어졌다. 수집된 148표본의 응답자에 대한 인구 통계적 특성은 표 4와 같다.

표4. 응답자 표본자료 특성 (n=148)

구분		빈도	%
조직유형	설계사	30	20.27%
	시공사	33	22.30%
	BIM 용역업체	34	22.97%
	엔지니어링 업체	21	14.19%
	CM	30	20.27%
활용수준	Level 1	16	10.81%
	Level 2	12	8.11%
	Level 3	21	14.19%
	Level 4	45	30.41%
	Level 5	54	36.49%
합 계		148	100%
경력	건설	Approx. 6 years	
	BIM	Approx. 1 years	
교육경험		Approx. 20.41 hours	

Level 1 BIM에 대해 알고 있지만 그것에 대한 정보는 부족단계  
 Level 2 BIM에 대한 정보를 찾도록 자극을 받는 단계  
 Level 3 BIM을 사용하는 것이 의미가 있는지 숙고하는 단계  
 Level 4 BIM에 대해 소규모로 수용하는 단계  
 Level 5 BIM을 지속적으로 정상적으로 사용하는 단계

##### 4.2 분석 결과

본 연구에서는 BIM 수용영향요인의 구성타당성을 검증하기 위해 요인분석을 실시하였으며, BIM 수용영향요인의 내적일관성을 검증하기 위해 Cronbach  $\alpha$  계수를 활용하였다.

요인분석은 여러 개의 변수를 보다 적은 수의 가설적 변수, 즉 요인(Factor)으로 바꾸기 위한 통계적 기법으로 주된 목적은 변수들 간에 존재하는 상호관계의 유형을 밝혀 이들을 보다 적은 수의 요인들로 축소시키는 것이다. 또한 요인분석의 기본원리는 항목들 간의 상관관계가 높은 것끼리 하나의 요인으로 묶어내며, 요인들 간에는 상호독립성을 유지하도록 하는 것이다(홍두승 2000). 따라서 본 연구에서는 27개의 평가항목을 핵심요인들로 그룹핑하기 위해 요인분석을 활용하였다. 요인분석을 위한 적합한 데이터 셋인지 확인하기 위해서는 표본의 크기와 요인들 간의 관계 강도에 대한 확인이 필요하다(Pallant 2001). 표본의 크기의 경우 Hair 외 3인(1998)은 측정변수의 수에 4-5배를 한 것이 적당한 표본의 크기라고 주장하였으며, Nunnallyy (1978)은 표본의 크기가 적어도 변수의 10배 이어야 하나 실제 이러한 요건을 만족시키기 어렵기 때문에 일반적으로 최소 5배가 적당하다고 주장하였다. 본 연구에서는 27개의 측정변수를 가지므로 148개 표본의 수는 요인분석에 적합하다. 요인들 간의 관계 강도의 경우, 바틀렛 구형성 검정(Bartlett's test of sphericity) (Bartlett 1954), KMO(Kaiser-Myer-Olkin)(Kaiser 1970)검정이 필요하다. 바틀렛 구형성 검정은 변수들 간의 상관관계행렬이 단위행렬인가를 검정하는 것으로 유의미해야하며, KMO 검정은 분석에 사용된 변수의 수와 표본의 수가 적절한지를 검정하는 것으로 KMO값이 0.6 이상이어야 한다. 본 연구에서는 바틀렛 구형성 검정결과는 유의미( $p < 0.05$ )하고 KMO값은 0.878이므로 본 연구에서 활용하는 표본은 요인분석에 적합하다.

요인의 추출모델로는 주성분분석을 사용하였다. 주성분

분석은 요인 추출모델 중 일반적으로 가장 많이 쓰이고 있으며, 요인 정보의 손실을 최대한 줄이면서 변수들을 적은 수의 요인으로 줄이는데 목적이 있다. 회전방식은 베리맥스(Varimax)를 사용하였는데 이는 하나의 요인에 다수의 변수들이 적재되는 것을 방지함에 따라 요인의 해석에 중점을 둔 방식이다.

요인분석을 통해 고유치(Eigen Value)값 1이상인 5개의 요인이 도출되었다. 도출된 요인이 설명하는 분산의 비율(Percentage of Variance Explained)은 71.231%이다. 요인 적재량(Factor Loading)이 0.5이상(Aksorn, Hadikusumo 2008)인 변수를 토대로 그룹핑 하였다. 또한 여러 변수로 동일한 개념을 측정하기 위해서는 Cronbach  $\alpha$  계수를 이용하여 각 항목들의 내적일관성을 검증해야 하며, Cronbach  $\alpha$  분석결과, 5개요인 모두 0.8이상으로 내적일관성이 있다고 볼 수 있다. 다음 표 5는 요인분석 및 Cronbach  $\alpha$  분석의 결과이다.

표 5. 요인분석 결과

요인	측정항목	요인적재값	고유치	누적(%)	Cronbach'a
1	U10	0.850	10.244	37.940	0.934
	U11	0.831			
	U12	0.812			
	U9	0.787			
	U8	0.783			
	E1	0.763			
	E2	0.636			
	U7	0.604			
	2	T3			
T6		0.827			
T5		0.800			
T2		0.799			
T4		0.785			
T1		0.689			
T7		0.643			
3	U6	0.832	2.418	60.354	0.917
	U4	0.825			
	U2	0.790			
	U5	0.770			
	U3	0.762			
	U1	0.692			
4	E3	0.841	1.650	66.466	0.815
	E5	0.776			
	E4	0.760			
	E6	0.658			
	E8	0.658			
5	T8	0.810	1.287	71.231	0.800
	T9	0.788			
Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy					0.878
Bartlett's test of Sphericity		Approx. Chi-Square		3040.565	
		df.		351	
		Sig.		0.000	

1) 요인 1: 조직역량 (Organizational Competency)

조직역량 요인의 총 분산 설명력은 37.940%이며, 5개 요인들 중 가장 중요한 요인으로 도출되었다. 조직역량 요인은 새로운 기술에 대한 조직의 태도인 '조직혁신성'(U10, U11, U12), BIM 활용을 성공적으로 수행할 수 있다는 조직의 믿음인 '집단효능감'(U7, U8, U9), BIM 활용의 활성화를 위한 자원, 교육, 인센티브 등의 지원 또는 BIM 활용을 강압적으로 요구하여 BIM을 활용하려는 '조직의지'(E1, E2)들로 구성된다.

2) 요인 2: 기술품질 (Technology Quality)

기술품질 요인의 총 분산 설명력은 13.459%이며, 조직역량에 이어 두 번째로 중요한 요인으로 도출되었다. 기

술품질 요인은 잠재적인 기술수용자가 가지고 있는 과거의 경험, 자신의 업무, 사용하고 있는 시스템, 필요성과 기술과의 부합하는 정도인 '호환성'(T1, T2, T3), BIM을 통해 얻을 수 있는 결과물이 업무에 유용한 정도인 '결과의 품질'(T4, T5, T6, T7)들로 구성된다.

3) 요인 3: 개인역량 (Personal Competency)

개인역량 요인의 총 분산 설명력은 8.954%이며, 기술품질에 이어 세 번째로 중요한 요인으로 도출되었다. 개인역량 요인은 BIM 활용을 성공적으로 수행할 수 있다는 개인의 믿음인 '자기효능감'(U1, U2, U3), 새로운 기술에 대한 개인의 태도인 '개인혁신성'(U4, U5, U6)들로 구성된다.

4) 요인 4: 행위통제 (Behavior Control)

행위통제 요인의 총 분산 설명력은 6.113%이다. 조직내에서 직원들의 BIM 활용을 강압적으로 요구하는 정도인 '조직압력'(E3, E4), 국가 또는 산업차원에서 건설조직의 BIM 활용을 강압적으로 요구하는 정도인 '외부압력'(E5, E6)으로 구성된다.

5) 요인 5: 비용 (Cost)

비용 요인의 총 분산 설명력은 4.765%이며, 5개 변수 중 가장 낮지만 BIM 수용에 영향을 미치는 중요한 요인의 하나로 도출되었다. BIM 활용에 의한 혜택이 BIM 도입을 위한 비용(소프트웨어/하드웨어 구입 및 업그레이드, 교육훈련 등) 또는 BIM 활용을 위한 비용(모델링, 데이터 입력 및 관리 등) 보다 큰 정도인 '비용' 요인은 2개의 측정항목으로 구성된다.

5. 수용영향요인이 BIM 수용에 미치는 영향

5.1 연구모형

본 연구에서는 BIM 수용영향요인이 건설사업 참여주체의 BIM 수용에 미치는 영향을 분석하기 위해 다음 <그림 2>와 같은 연구모형을 수립하였다.

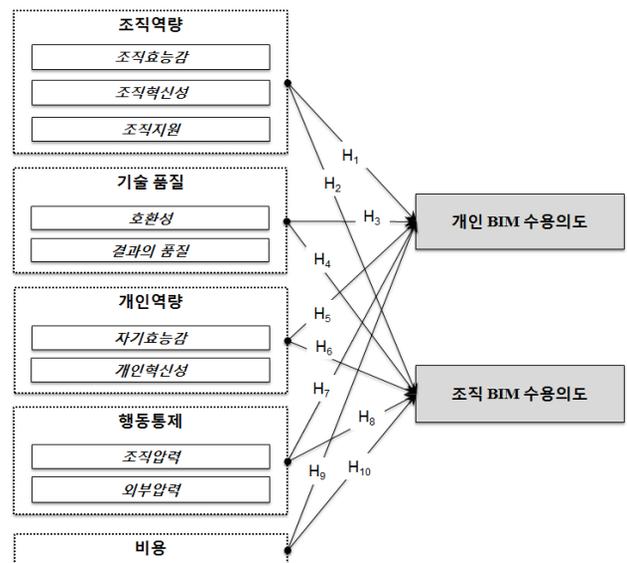


그림 2. 연구모형

- H<sub>1</sub>: '조직역량'이 '개인의 BIM 수용의도'에 긍정적인 영향을 미친다.
- H<sub>2</sub>: '조직역량'이 '조직의 BIM 수용의도'에 긍정적인 영향을 미친다.
- H<sub>3</sub>: '기술품질'이 '개인의 BIM 수용의도'에 긍정적인 영향을 미친다.
- H<sub>4</sub>: '기술품질'이 '조직의 BIM 수용의도'에 긍정적인 영향을 미친다.
- H<sub>5</sub>: '개인역량'이 '개인의 BIM 수용의도'에 긍정적인 영향을 미친다.
- H<sub>6</sub>: '개인역량'이 '조직의 BIM 수용의도'에 긍정적인 영향을 미친다.
- H<sub>7</sub>: '행동통제'가 '개인의 BIM 수용의도'에 긍정적인 영향을 미친다.
- H<sub>8</sub>: '행동통제'가 '조직의 BIM 수용의도'에 긍정적인 영향을 미친다.
- H<sub>9</sub>: '비용'이 '개인의 BIM 수용의도'에 긍정적인 영향을 미친다.
- H<sub>10</sub>: '비용'이 '조직의 BIM 수용의도'에 긍정적인 영향을 미친다.

5.2 분석 결과 및 시사점

BIM 수용영향요인과 개인·조직의 BIM 수용의도의 관계에 대한 잔차항(residual)에 대한 독립성은 더빈-왓슨(Durbin-Watson)값이 1에서 4사이에 있다면 충족된다고 보며(Belsley 외 2인 1980). 본 연구에서는 모두 2에 수렴하므로 회귀모형의 기본적인 가정인 잔차항에 대한 독립성 가정이 충족된다고 볼 수 있다.

BIM 수용영향요인과 개인·조직의 BIM 수용의도 간 가설검증을 위한 다중회귀분석 결과는 다음 표 6과 같다.

1) 수용영향요인과 개인의 BIM 수용의도(H<sub>1</sub>,H<sub>3</sub>,H<sub>5</sub>,H<sub>7</sub>,H<sub>9</sub>)  
 다음 표 6과 같이 수용영향요인과 개인의 BIM 수용의도간의 영향관계를 나타내는 모형은 F값이 23.933으로 유

의수준 0.01에서 추정된 회귀모형식이 통계적으로 유의하며 R<sup>2</sup>값은 0.504로 수용영향요인이 개인의 BIM 수용의도를 약 50% 설명하는 것으로 나타났다. 개인의 BIM 수용의도에는 개인역량요인만이 유의한 것으로 나타났으며 조직역량, 기술품질, 행동통제, 비용은 개인의 BIM 수용의도에 유의한 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

이는 개인차원에서 BIM을 수용하려는 의지나 행동에 긍정적인 영향을 미치기 위해서는 BIM 활용을 강요하는 외적인 압력 보다는 BIM를 실제 사용하는 사용자들이 자신의 업무를 위해 BIM 활용을 성공적으로 수행할 수 있다는 믿음을 갖도록 하고 새로운 기술을 활용하는데 두려움이 없도록 하는 것이 필요하다.

개인역량을 구성하는 하위요인에는 자기효능감과 개인혁신성으로 구성되어 있다. 자기효능감(Bandura 1977)은 사회 인지 이론을 바탕으로 자신에게 주어진 업무나 일을 달성하기 위해 기술을 사용할 수 있는 자신의 능력에 대한 판단 또는 믿음을 의미하며, 어려움과 성공을 수행할 수 있는 인간의 동기, 인내, 그리고 노력 등에 영향을 줌으로써 인간 행동을 조절하고 영향을 미친다. 또한 개인혁신성(Agarwal, Prasad 1998)은 새로운 아이디어를 기꺼이 받아들이고 다른 사람들과의 경험과는 상관없이 독립적으로 혁신의사결정을 내리는 정도 즉, 새로운 기술에 대한 개인의 태도를 말하며, 혁신확산이론에 따르면 혁신성이 높은 사람이 낮은 사람보다 혁신적인 것에 대한 정보를 더 얻으려고 노력하여 더 많은 지식을 쌓고 혁신수용과정에서 있어 복잡한 문제를 보다 쉽게 해결할 수 있는 능력을 발휘한다. 따라서, 자신의 업무에 BIM을 잘 활용할 수 있을 것이라는 자신감이 높고, 새로운 기술을 거리낌 없이 받아들일 수 있는 성향을 가진 사람들 일수록 BIM기술을 효과적으로 수용할 것이다.

2) 수용영향요인과 조직의 BIM 수용의도(H<sub>2</sub>,H<sub>4</sub>,H<sub>6</sub>,H<sub>8</sub>,H<sub>10</sub>)  
 다음 표 6과 같이 수용영향요인과 조직의 BIM 수용의

표 6. 다중회귀분석 결과

연구가설		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients (β)	t	p-value
		B	standard error			
개인 BIM 수용의도	조직역량	0.150	0.092	0.140	1.619	0.108
	기술품질	0.101	0.089	0.087	1.131	0.261
	개인역량	0.693	0.094	0.597	7.397	0.000***
	행동통제	0.002	0.088	0.002	0.028	0.978
	비용	0.032	0.080	0.031	0.401	0.689
D-W=1.963, R <sup>2</sup> =0.504, F=23.933, p=0.000						
조직 BIM 수용의도	조직역량	0.440	0.101	0.391	4.355	0.000***
	기술품질	-.022	0.097	-.018	-0.224	0.823
	개인역량	0.363	0.102	0.297	3.542	.001***
	행동통제	0.264	0.096	0.228	2.745	.007***
	비용	-.138	0.087	-.128	-1.586	.116
D-W=1.803, R <sup>2</sup> = 0.465, F=20.610, p=0.000						

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

도간의 영향관계를 나타내는 모형은 F값이 20.160으로 유의수준 0.01에서 추정된 회귀모형식이 통계적으로 유의하며  $R^2$ 값은 0.465로 수용영향요인이 조직의 BIM 수용의도를 약 47% 설명하는 것으로 나타났다. 조직의 BIM 수용의도에는 조직역량, 개인역량, 행동통제요인이 유의한 것으로 나타났으며 표준화 계수를 통해서 중요도를 살펴보면 조직역량이 다른 요인들에 비해 조직의 BIM 수용의도에 중요한 영향요인으로 나타났다.

이는 조직차원에서 BIM을 수용하려는 의지나 행동에 긍정적인 영향을 미치기 위해서는 외적으로는 산업 또는 발주자의 BIM 활용을 강요하는 외적인 압력이 있어야 하며, 내적으로는 BIM 활용에 대한 개인의 믿음뿐만 아니라 조직차원에서의 새로운 정보기술 활용에 대한 확신과 조직구성원의 BIM 활용을 장려할 수 있는 혜택 및 BIM 활용을 위한 자원들을 지원할 수 있는 능력이 필요하다.

최근 공공부문에서는 조달청에서 BIM 발주지침을 공고하면서 2012년부터 500억 원 이상인 터키·설계공모 공사에 BIM적용을 의무화하여 터키나 현상설계, 기술제안 입찰 등 공공발주공사에서 BIM을 적용하고 있으며, 민간 부문에서도 발주자들의 BIM에 대한 관심이 높아져 BIM 적용을 제안하는 발주자들이 증가하는 추세이다. 이러한 움직임은 BIM을 수용할 수밖에 없는 환경을 만들고 있으며, 이러한 환경에 적용할 수 있는 조직의 역량이 높을수록 조직차원에서 BIM기술이 효과적으로 수용될 수 있을 것이다.

## 6. 결 론

건설사업의 BIM은 단순히 새로운 기술로서의 호기심 대상이 아니라 세계적으로 활용성을 확대하고 있으며 국가적으로 가이드를 제공하여 BIM 활용을 장려하고 있는 실정이다. 하지만 이러한 BIM의 활용이 일시적으로 끝나는 것이 아니라 지속되기 위해서는 BIM을 실제 사용하는 건설사업 참여주체들의 의지 또는 행동에 영향을 주는 요인들을 알고 이 요인들에 대한 집중관리가 필요할 것이다. 본 연구에서는 건설사업 참여주체의 BIM수용에 영향을 미치는 요인들에 대해 알아보았다.

분석 결과를 통해 얻을 수 있는 시사점은 다음과 같다. BIM은 각 분야별 협업체계 구축을 통해 전 생애주기 동안 정보의 호환 및 공유를 통한 정보통합관리가 가능하게 하여 업체 간 의사소통을 원활하게 해주는 기술로서 다른 정보기술과는 다르게 BIM의 수용은 개인이 자신의 업무를 위해 BIM을 활용하고자 하는 의지(개인의 BIM 수용의도) 뿐만 아니라 개인이 속한 조직이 BIM을 활용하고자 하는 의지(조직의 BIM 수용의도)가 모두 충분할 때 가능한 것이라고 할 수 있다고 정의하였다. 이 가설에 대한 검증을 위한 회귀분석 결과, 결정계수가 0.4 이상으로 40%이상의 높은 설명력을 가지고(Cohen 1988) 있으므로 본 연구의 가설은 타당하다고 볼 수 있다. 개인차원에서 BIM 수용을 위해서는 BIM 활용을 성공적으로 수행할 수 있다는 개인의 믿음과 같이 건설사업 참여주체

의 BIM을 활용하고자 하는 자발적인 의지에 영향을 미치는 요인에 대한 동기부여가 중요함을 알 수 있었다. 하지만 조직차원에서 BIM 수용의지는 개인이 BIM을 성공적으로 활용할 수 있다는 믿음뿐만 아니라 BIM 활용의 활성화를 위한 자원, 교육, 인센티브 등의 지원과 BIM 활용을 강제하는 조직차원에서의 정책 또는 발주체계 및 계약체계를 통한 국가 및 산업차원에서의 요구와 같은 BIM을 활용해야만 하는 환경적인 요인의 영향을 받는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서 제시하는 BIM을 활성화하기 위한 영향요인 및 이들 간의 우선순위는 향후 BIM 발전전략 수립 시 기초자료로서 활용될 수 있을 것이다. 하지만 본 연구에서는 BIM수용영향요인과 BIM의 수용 간의 직접적인 영향관계에 중점을 두어 진행하였으나 향후 연구에서는 이들 관계에 대한 설명력을 높이기 위해 기존 정보기술 수용모델에서 제시된 유용성, 사용용이성, 사용자 만족도 등과 같은 매개변수들을 추가 적용하여 확장된 BIM수용 모델을 제안하고 이 모델에 대한 검증이 이루어져야 하며, 본 연구에서 제시한 가설들에 대한 심도 있는 분석을 위해 각 요인들을 구성하는 하위요인들을 정의하고 이들과 BIM 수용의도간의 분석이 이루어져야 할 것이다.

## 참고문헌

1. 김연용, 지능형 디지털 아키텍처 도구와 BIM 패러다임, 대한건축학회지, 48(11), p.p. 56-59, 2004
2. 박영진, 원서결, 한충희, 이준복, 공동주택 골조공사의 3D BIM 기반 개산전적 모델 연구, 대한건축학회, 27(6), p.p. 123-130, 2011
3. 안승준, 이현수, 박문서, 김우영, 공정 원가 통합 관리를 위한 BIM 기반 객체지향형 공정 모델링, 대한건축학회, 25(12), p.p. 165-174, 2009
4. 이상효, 안병주, 김주형, 김경환, 이윤선, 김재준. 계층분석법을 이용한 3D CAD 활용 저조에 대한 영향 요인 분석 연구, 한국건설관리학회, 8(6), p.p. 188-196, 2007
5. 조달청, BIM 가이드라인 개발, 2010
6. 최희선, 건설산업 BIM 활성화 저해 영향요인 도출에 관한 연구, 한양대학교 석사학위논문, 2010
7. 홍두승, 사회조사분석사, 3판, 다산출판사, 2000
8. Agarwal, R. and Prasad, J.. The role of innovation characteristics and perceived voluntariness in the acceptance of information technologies. Decision Science, the Decision Science Institute, 28(3), p.p. 557-582. 1998
9. Aksorn, T. and Hadikusumo, B. H. W., Critical Success factors influencing safety program performance in construction projects, Safety Science, 46(4), p.p. 709-727, 2008
10. Bandura, A., Social Learning Theory. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.1977
11. Bartlett, M. S., A note on the multiplying factors for various chi square approximations, Journal of the Royal Statistical Society, 16, p.p. 296-298, 1954
12. Belsley, D. A., Kuh, E. and Welsch, R. E., Regression Diagnostics: Identifying Influential Data And Source of collinearity, John Wiley and Sons, 1980

13. Cohen, J., Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences(2nd Ed.), Lawrence Erlbaum Associates, Inc.1988
14. Davis, F. D., Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technologies, MIS Quarterly, 13(3), p.p. 319-40, 1989
15. Eastman, C., Teicholz, P., Rafael, S. and Kathleen, L.. BIM handbook : a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractor John Wiley & Sons Inc: New Jersey, 2008
16. Froese, T. and Yu, K., Industry Foundation Class Modelling For Estimating And Scheduling, Durability Of Building Materials And Components 8. Vancouver, p.p. 2825-2835, May 1999
17. Fu, J. R., Farn, C. K. and Chao, W. P., Acceptance of electronic tax filing-A study of taxpayer intentions, Information & Management, 43(1), p.p. 109-126, 2006
18. Featherman, S. M. and Pavlou, A. P., Predicting E-Service Adoption a Perceived Risk Facets Perspective, Eighth Americas Conference on Information Systems, p.p. 1034-1046, 2002
19. Gefen, D. and Keil, M., The impact of developer responsiveness on perceptions of usefulness and ease of use: an extension of the technology acceptance model, The DATA BASE for Advances in Information Systems, 29(2), p.p. 35 - 49, 1998
20. Hair, J. F., Ronald, L., Tatham, R. E., and Anderson, W. B., Multivariate Data Analysis, Multivariate Data Analysis, Prentice-Hall Int, 1998
21. Hong, W. U., Thong, J. Y. L., Wong, W. M. and Tam, K. Y., Determinants of user acceptance of digital libraries-An empirical examination of individual differences and systems characteristics, Journal of Management Information System, 18(3), p.p. 97-124, 2001
22. Igarria, M., Zinatelli, N., Cragg, P. and Cavaye, A., Personal computing acceptance factors in small firms: a structural equation model, MIS Quarterly, September, p.p. 279 - 302, 1997
23. Jackson, C. M., Chow, S. and Leitch, R. A., Toward an understanding of the behavioral intention to use an information system, Decision Sciences, 28(2), p.p. 357 - 389, 1997.
24. Kaiser, H. F., A second generation little jiffy, Psychometrika, 35(4), p.p. 401-415, 1970
25. Kwasi, A. G. and Salam, A. F., An extension of the technology acceptance model in an ERP implementation environment, Information & Management, 41(6), p.p. 731 - 745, 2004
26. Liu, L. and Ma, Q., The impact of service level on the acceptance of application service oriented medical records, Information & Management, 42(8), pp.1-15, 2005
27. Lucas, H. C. and Spitler, V. K., Technology use and performance: a field study of broker workstations, Decisions Sciences, 30(2), p.p. 291 - 311, 1999
28. Nunnally, J. O., Psychometric Theory. New York, McGraw-Hill, 1978
29. Pallant, J., SPSS Survival Manual Open University Press, Buckingham and Philadelphia, 2001
30. Raafat, S. and Bouchaib, B., The impact of cognitive absorption on perceived usefulness and perceived ease of use in on-line learning: an extension of the technology acceptance model, Information & Management, 42(2), p.p. 317 - 327, 2005
31. Riemenschneider, K. C., Harrison, A. D. and Mykytyn, P. P., Understanding it adoption decisions in small business-integrating current theories, Information & Management, 40(4), p.p. 269-285, 2003
32. SmartMarket Report, The Business Value of BIM for Infrastructure, McGrawHill Constructon, 2012
33. Tabachnik, B. G. and Fidell, L. S., Using Multivariate Statistics 3rd edition, New York, Harper Collins, 1996
34. Shih, H. P., An empirical study on predicting user acceptance of e-shopping on the Web, Information & Management, 41(3), p.p. 351 - 368, 2004
35. Taylor, S. and Todd, P. A., Understanding information technology usage: a test of competing models, Information Systems Research, 6(2), p.p. 144 - 176, 1995
36. Venkatesh, V. and Davis F. D., A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model : Four Longitudinal Field Studies, Management Science, 45(2), pp.186-204, 2000
37. Venkatesh, V. and Bala, H., TAM 3: Advancing the Technology Acceptance Model with a Focus on Interventions, Decision Sciences, 39(2), p.p. 273 - 315, 2008

(接受: 2013. 6. 5)