

3D프린터에 대한 기술수용모델(TAM) 검증에 관한 연구

손상균*

국민대학교 글로벌창업벤처대학원 석사과정

김도현**

국민대학교 글로벌창업벤처대학원 원장

국 문 요 약

본 연구의 목적은 제3의 산업혁명을 이끌고 있는 3D프린터에 대해 미래 중추적 역할을 담당할 3D프린팅 교육생의 3D프린터 사용의도를 기술수용모델(TAM)에 기반하여 검증하기 기초연구이다. 본 목적을 달성하기 위하여 서울의 3D프린팅 교육기관 교육전문가 조사를 실시하였으며, 차후 교육 대상자를 설문조사하여 3D프린터에 대한 기술수용의도를 파악하고 분석하고자 한다. 또한, 분석한 결과를 통해 미래 제조업 창업의 핵심 역할을 담당할 3D프린터 사용 활성화를 위한 연구기반을 마련하고자 한다.

‘3D프린팅 넥스트 레볼루션’의 저자 크리스토퍼 바넷은 언젠가는 3D프린팅이 우리의 삶을 혁명적으로 바꿀 것이라고 예상하고 있다. 3D프린터를 통해 개개인 맞춤형 제품을 만들어 낼 것이 틀림없다. 치과·의료, 운송 및 항공, 로봇, 군용, 우주, 건축, 요리 등에서 다양하게 3D프린터를 활용한 제품들이 미래에 쏟아져 나올 것으로 예상된다. 생산의 민주화를 이룰 3D프린터는 기존 산업에 큰 기회와 동시에 위협을 주고 있다. 클라우드 및 네트워크를 통한 3D데이터 거래와 지구촌 여러 곳에 3D프린터가 활용된다면, 기존 산업에 혁명적인 변화가 있으리라 짐작된다.

전문가 인터뷰 결과를 기반으로 3D프린터 사용의도에 영향을 주는 5가지 요인으로 3D모델링 경험, 비용, 품질, 유희성, 혁신성이 나타났다. 5가지 독립변인은 TAM모델의 인지된 사용 유용성과 3D프린터에 대한 기술수용의도를 파악해 보고자 한다. 3D프린팅 교육기간, 전공 및 학과, 개인의 경험과 혁신성의 차이가 3D프린터 기술수용 여부에 영향을 줄 것으로 예상된다. 서울지역 3D프린터 관련 교육기관에서 교육을 받았거나 받고 있는 학생을 대상으로 연구를 할 계획이며, 지역을 확대한 연구가 차후 필요할 것이다.

1. 서론

제3의 산업혁명을 이끌고 있는 3D프린터는 기존 산업에 큰 기회이자 위협을 주고 있다. 클라우드 및 네트워크를 통한 3D데이터 거래와 더불어 지구촌 여러 곳에 3D프린터가 활용된다면, 실로 엄청난 산업의 변화가 있으리라 짐작된다. 현재의 물류시스템은 보통 소비자가격의 1/7 정도를 물류비로 지불한다고 한다. 3D프린터 사용이 확산된다면 혁명적인 물류비 감소가 일어날 것이다. 또한, 기존의 소품종 대량생산의 산업구조에서 다품종 소량생산의 개인 맞춤형 시대가 도래 할 것이다.

21세기를 이끌어 나갈 한국의 3D프린팅 교육생을 대상으로 3D프린터 기술수용 및 사용의도를 분석하는 것은 미래 새로운 산업혁명에서 대한민국이 경쟁력과 혁신성을 지속해 나갈지를 가늠해볼 수 있는 토대가 되리라 생각된다.

최근 3D프린터는 특허기술의 만료와 오픈소스, 랩랩프로

젝트 등을 통해 보급이 가속화 되고 있으며, 가격이 매우 저렴해지고 있다. 재료 또한 플라스틱(PLA, ABS, 나일론, PC)에서 세라믹, 금속, 고무, 식자재 등 많은 소재들이 개발되고 있다. 수요의 증가와 재료 생산가의 하락으로 재료 또한 점점 저렴하게 공급되고 있다. 혹자는 몇 년 뒤에는 대량생산체제 생산 보다 3D프린터를 활용한 생산방식이 더욱 저렴한 시기가 도래하리라 예상하기도 한다.

3D프린팅 기술수용에 대한 실증분석을 위해 독립변수로서 개인의 혁신성, 품질, 비용, 유희성, 3D모델링 경험 등을 업체 전문가 인터뷰를 통해 도출했으며 TAM(기술수용모델)의 두 가지 매개변수 첫 번째, 사용기술의 유용성 두 번째, 용이성과의 연관분석을 위한 기초작업을 수행했다.

도출된 측정항목을 기반으로, 독립변수와 매개변수가 3D프린터 사용의도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 한다. 차후, 3D프린터 활용 교육을 가르치고 있는 정부, 지자체, 대학, 민간 교육장을 방문하여 교육을 받는 대상

* edu2eco@naver.com

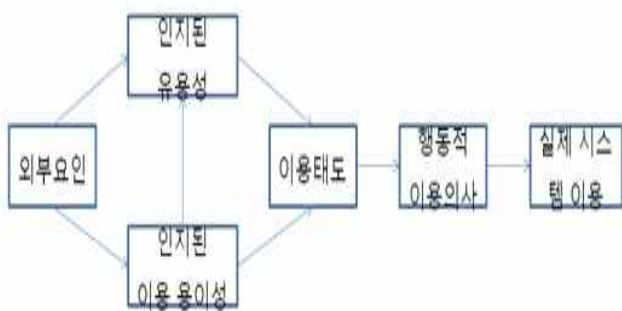
** drkim@kookmin.ac.kr

을 조사하고 대상자의 교육기관과 경험에 따른 3D프린터 기술수용 및 활용의지에 대한 결과를 도출하고 분석해 보고자 한다.

설문문항은 전문가 인터뷰와 이전 첨단 제품들의 TAM 분석 자료를 통해 3D프린터 기술수용에 합당한 설문문항을 도출했다. 차후, AMOS 구조방정식모형을 통해 인과관계가 변인들의 연관성을 분석하려 한다.

2. 선행연구 및 기술개요

1) 선행연구 및 배경



<그림1> Davis(1989) 기술수용모델

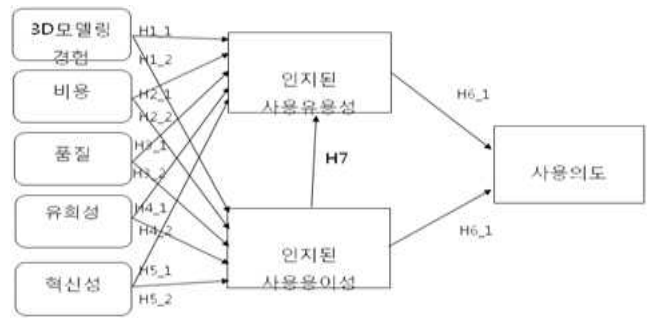
TAM(Technology Acceptance Model) (유재현, 박철[14]) -Davis(1989) 연구 이후 IT기술의 급격한 발달로 TAM 적용 연구가 많이 발표되었다. Davis, Bagozzi와 Warshaw(1989)는 TRA(합리적 행동이론: Theory of Reasoned Action)에 비해 TAM이 더 높은 신뢰도와 타당성을 갖는 모델이라 주장했다. 이후, 대부분 연구들이 TAM이 정보기술수용에 있어 타당성이 높은 모델이라 입증했다.

2) 기술개요

퍼스널 컴퓨터와 인터넷은 기술이 나온 이후로 보급단계에 이르기 까지 30년 가까운 시간이 흘렀다. 3D프린터 또한 위 두가지 IT 제품과 서비스와 동일한 단계를 걷고 있는 것으로 보인다. 3D프린터가 세상에 선보인지 이미 30년이 넘었다. 이전에는 3D프린터 대신 AM(적층가공) 또는 RP(쾌속조형)이라고 불려왔다. 현재는 3D프린터(적층방식의 입체조형장치) 또는 3D프린팅(적층방식의 입체출력)으로 용어가 통합되고 있다.

3. 연구모형 및 가설

1) 연구모형



<그림2> 기술수용모델(TAM)

2) 연구가설

- H1_1: 3D모델링 경험은 사용용이성에 정의 영향을 미칠 것이다.
- H1_2: 3D모델링 경험된 사용유용성에 정의 영향을 미칠 것이다.
- H2_1: 비용은 인지된 사용용이성에 부의 영향을 미칠 것이다.
- H2_2: 비용은 인지된 사용유용성에 부의 영향을 미칠 것이다.
- H3_1: 품질은 인지된 용이성에 정의 영향을 미칠 것이다.
- H3_2: 품질은 인지된 유용성에 정의 영향을 미칠 것이다.
- H4_1: 유희성은 인지된 용이성에 정의 영향을 미칠 것이다.
- H4_2: 유희성은 인지된 유용성에 정의 영향을 미칠 것이다.
- H5_1: 개인의 혁신성은 인지된 용이성에 정의 영향을 미칠 것이다.
- H5_2: 개인의 혁신성은 인지된 유용성에 정의 영향을 미칠 것이다.
- H6_1: 인지된 사용용이성은 사용의도에 정의 영향을 미칠 것이다.
- H6_2: 인지된 사용유용성은 사용의도에 정의 영향을 미칠 것이다.
- H7: 인지된 사용용이성은 인지된 유용성에 정의 영향을 미칠 것이다.

4. 연구방법 및 실증계획

1) 전문가 인터뷰를 통한 독립변수 조사

업체	측정항목(설문내용)
FABLAB SEOUL	오픈에답터에 의한 긍정적 확산이 중요하다. 컴퓨터교육의 사례를 보면 공교육의 컴퓨터교육을 통해 기술수용의 확장이 있어왔다. 교육을 통해 필요성에 대해 이해가 필요하다. 응용성과 기술이 융합되어야 한다. 수용가능한 적합한 가격이 형성되어야만 한다. 하이엔드급 제품의 가격이 고정 및 개인이 수용가능한 가격대로 수년 내에 떨어질 것이다. 영국과 독일이 SW코딩교육과 더불어 3D프린터교육을 공교육 제도권하에서 시행하고 있다. 2년 내로 제도권 교육을 통한 확산이 예상된다. 디지털제품의 발전과 확산을 주도하고 있는 프로슈머 시대의 등장으로 기술의 발전과 가격의 하락이 예상된다. 부의 미래에서 엘리트층은 생산의 민주화를 예견한 바 있다. 교육+필요성+가격 요인이 융합하여 기술수용에 영향을 미칠 것이다. 영국 일본 등이 제도권 교육을 통해 기술을 확산시키고 있다.

	<p>기술습득을 저격증화 하는 움직임이 나타나고 있다. 시간에 대한 요인이 사용여부에 중요하다. 비용이나 노력에 대한 요인이 중요한 영향을 미칠 것이다. 품질에 대한 요인이 사용여부에 중요한 영향을 미칠 것이다. 위 요인들 보다 출력된 제품의 가치가 더 커야 한다. 일반인의 확산이 진행되고 있는 시점이 아직 아니다. 얼리어답터나 메이커를 통한 확산이 진행 중이다. 교육이 가장 핵심이다.</p> <p>시간, 및 비용(노력)을 들여 도출된 나만의 제품이 기성품을 사는 것 보다 가치가 더 커야만 지속적인 활용이 가능하다. 일반인 보다는 얼리어답터, 메이커를 타겟으로 교육이 진행되고 있다.</p> <p>전국에 무한상상실 80개가 존재하고 2017년 200여개로 늘리려고 한다.</p> <p>제품생산기술이 다품종 소량생산으로 이전 중이다. 디플 줄 이는 3D 소프트웨어 숙지와 활용이 중요하다. 가격이 중요한 요인이다</p> <p>소비자 니즈에 대한 이해가 필요하다. 해외 교육사례(교육의 정규화) 가격(기술의 발전, 경쟁의 심화, 특허 오픈 등)이 급속도로 하락 중이다.</p> <p>기술 변화와 발전 속도가 빠르며, 가격은 기하급수적으로 감소하여 2년 내로 대량생산의 생산방식 정도의 경쟁력을 확보 할 것으로 예상된다.</p>
3D프린팅디자인혁신센터	<p>개인적인 영향요인과 외부적인 요인 구분이 중요하다. 3D프린터 구동에 대한 소프트웨어 교육이 중요하다. 3D프린터 모델링을 위한 소프트웨어 교육이 중요하다. 개인의 기본지식과 경험이 중요한 요인이다. 대량생산을 대체하기까지는 상당 기간이 더 소요될 것이다. 출신학과와 직업경험에 따라 기술수용력과 인식이 다르다. 출력물의 사용목적에 따라 품질의 요구가 상이하다.</p>
랩C	<p>개인의 필요성이 중요한 요인이다. 접근방법도 중요한 요인으로 보인다. 제반 SW(모델링) 습득여부가 중요하다. 3D프린터 연계 SW(슬라이싱 SW 등)의 습득여부가 중요하다. 교육을 통한 사용의도를 변화시킬 수 있다. 특히, 어릴적 교육은 큰 효과가 있다. 미국은 초중고 3D프린팅교육을 강화하고 있다. 미국은 차고문화와 DIY 문화가 뿌리 깊다. 비즈니스를 위한 3D프린터 사용자는 기대치와 품질에 대한 인식수준이 다르다. 가격이 3D프린터 확산에 중요한 요소를 차지한다.(특히의 만료로 가격이 저렴해 졌다.)</p>
3D 상상(주)	<p>하드웨어에 대한 사항보다는 소프트웨어에 대한 이해와 습득이 중요한 역할을 할 것이다. 교육을 통해 혁신기술 사용에 대한 두려움을 줄이고 확산을 가속화 할 수 있다. 3D모델링 교육이 중요하다. 3D프린터 보다는 3D프린팅을 위한 기초 교육 습득이 중요하다.</p>
헵시버주식회사	<p>학생교육이 중요하다. 자율학기제 등 공교육 활용 교육의 필요성 강조 저가 및 취미용 3D프린터는 보급형이어야 한다. 3D모델링 교육이 중요한 요소이다. 비즈니스 프로토타입 제품은 품질, 납기, 강도, 투광, 재료의 성질 등이 중요한 요소이다.</p>

2) 설문 측정항목 도출

- 전문가 인터뷰 및 연구문헌을 통한 측정항목 도출

변수	조작 정의	참고 문헌	측정항목(설문내용)
3D 모델링 경험	3D 모델링에 대한 경험 및 지식	이종오 외[13]	<ol style="list-style-type: none"> 1: 3D프린터를 실제 보거나 접근성에 대한 정도 2: 3D 모델링 프로그램에 대한 이해 정도 3: 3D 모델링 사용 프로그램 4: 3D프린터 사용 애플리케이션 경험 정도 5: 3D프린터 및 3D프린팅에 대한 경험 및 이해 정도

및 지식			
비용	3D프린터를 사용하기 위해 소비되는 금전·시간적 비용	Oliver[3]	<ol style="list-style-type: none"> 1: 3D프린터 가격의 고려 정도 2: 3D프린터 운영비의 고려 정도 3: 운영가격으로 인한 3D프린터 출력 회피 정도 4: 3D프린터 활용으로 가해지는 생활 속 비용절감 효과 5: 방문, 물류, 배송에서의 비용절감 효과 6: 모델링 및 제작 시간에 대한 허용 정도 7: 시간과 에너지 및 심리적 비용 정도
품질	3D프린터 및 출력물의 품질	Davis & Venkatesh[1]	<ol style="list-style-type: none"> 1: 대량생산 제품 대비하여 강도 하락 시 사용 정도 2: 대량생산 제품 대비 표면이 매끄럽지 않아도 출력 할 것인지에 대한 정도 3: 대량생산 제품 대비 정밀도가 조금 떨어져도 사용할 것인지에 대한 정도 4: 적층구조로 인한 후작업의 필요성에 대한 허용 정도
유희적 특성	3D프린터 이용이 즐거움 또는 재미로 지각되는 정도	Davis & Venkatesh[1]	<ol style="list-style-type: none"> 1: 3D프린터의 사용에 따른 호심 자아의 정도 2: 3D프린터 사용으로 제공되는 즐거움의 정도 3: 3D프린터를 사용할 때 집중의 정도 4: 3D프린터 사용에 따른 흥미로운 경험의 정도 5: 3D프린터의 사용으로 여가시간의 무료화 해소 정도 6: 3D프린터가 휴식을 위해 활용되는 정도
개인 혁신성	새로운 혁신기술을 적극적으로 수용하려는 개인의 의지 정도	Ritu Agarwal • Jayesh Prasad(1998)[12]	<ol style="list-style-type: none"> 1: 새로운 기술이나 시스템에 대해 듣게 되면 그것을 이용할 방법을 찾는 정도 2: 주위 사람들보다 새로운 기술이나 시스템을 먼저 이용하는 정도 3: 일반적으로 망설이지 않고 새로운 기술-시스템을 사용하는 정도 4: 새로운 기술이나 시스템을 이용하는 것을 즐기는 정도
지각된 용이성	3D프린터 이용이 어렵지 않다고 믿는 정도	Davis[4] Venkatesh Davis[1]	<ol style="list-style-type: none"> 1: 3D프린터의 사용방법의 용이성 2: 3D프린터의 학습의 용이성 3: 3D프린터를 통한 입체 출력의 용이성 4: 3D프린터 활용을 위한 노력의 정도 5: 3D프린터 서비스 이용과정 용이성 6: 3D프린터 전반적인 용이성
지각된 유용성	3D프린터를 이용하는 것이 개인 직무성과 향상시키리라 믿는 정도	Davis[4] Venkatesh & Davis[1]	<ol style="list-style-type: none"> 1: 3D프린터가 제공하는 생활편의 정도 2: 최신 제품의 즉각적 제공 정도 3: 3D프린터의 능률적 일처리 도움의 정도 4: 3D프린터 사용을 통한 성과 향상 정도 5: 3D프린터 사용이 생활에서 유용한 정도 6: 3D프린터를 통해 제공받는 다양하고 새로운 기능의 유용성
사용 의도	향후 3D프린터를 사용할 계획이나 의도가 있고 지속적으로 사용하는 정도	Davis[4] Venkatesh & Davis[1]	<ol style="list-style-type: none"> 1: 앞으로 3D프린터를 이용할 의도 2: 3D프린터가 생활에 필요한 제품으로 인지한 정도 3: 다른 사람에게 긍정적 추천의 정도 4: 3D프린터의 지속적 사용의도 5: 3D프린터 사용에 대한 추천의지의 정도

3) 실증분석 계획

본 연구는 구조방정식모델을 이용하여 독립변수와 두 개의 매개변수가 종속변수(사용의도)에 어떠한 영향을 미치는가를 확인적요인분석과 경로분석을 통해 검증하려고 한다. 서울시내 3D프린팅 관련 교육장을 방문하여 설문조사 방식을 통해 데이터를 수집 할 계획이다.(2016년 5월 초순 까지) 3D프린팅 교육을 받거나 받았던 대상자 중 200명의 설문결과를 취합하여 AMOS 구조방정식모델을 통해 상호 종속관계를 추정하고 연관성을 분석해 보고자 한다.(2016년 5월 중순 까지)

참고문헌

- Venkatesh, V. A. and F. D. Davis, 2000, "A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model : Four Longitudinal Field Studies", *Management Science*, 45(2) 186-204.
- Ketola, P. and M. Roykkee, 2001, "The Three Facets of Usability In Mobile Handsets", Paper presented at the CHI 2001 workshop : Mobile communications Understanding users, adoption and design, Seattle, Washington,
- Oliver, R. L. 1997, *Satisfactiona Behavioral Perspective on the Consumer*, IrwinMcgraw-Hill,
- Davis, F. D., 1989, "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology", *MIS Quarterly*, 13(3), .319-339.
- Davis, F. D., R. P. Bagozzi, and P. R. Warshaw, 1989, "User acceptance of computer technology : A comparison of two theoretical models", *Management Science*, 35(8), 982-1003.
- Moon, J. W. and Y. G. Kim, "Extending the TAM for a world-wide-web Context", *Information and Management*, 38(4)
- Heo, J. H., D. H. Ham, S. H. Park, C. S. Song, and W. C. Yoon, 2009, "A framework for evaluating the usability of mobile phones based on multi-level, hierarchical model of usability factors", *Interacting with Computer*, 21(4), 263-275.
- 정준구, 장기진, 2010, "실사용자를 중심으로 한 스마트폰 수용 요인에 관한 연구", *e-비즈니스 연구*, 11(4), 361-379.
- 최민수, 2010, 개인의 혁신성, 사회적 영향력, 사용인터페이스 요인이 스마트폰 수용에 미치는 영향에 관한 연구: 확장된 기술수용 모델을 중심으로, 이화여자대학교 대학원 박사학위논문.
- 김미선, 2010, 다매체 환경하에서 IPTV 이용자 특성에 따른 지각된 인식과 이용형태에 관한연구, 이화여자대학교 대학원 박사학위논문.
- 김지훈, 2010, 『스마트폰의 수용의도에 관한 연구: 확장된 TAM모형을 중심으로』. 건국대학교 경영학과 석사학위

논문.

- Agarwal, R. and Prasad, J. 1998, "A Conceptual and Operational Definition of Personal Innovativeness in the Domain of Information Technology," *Information Systems Research*, 9(2), 204-215.
- 이종오, 황재훈, 강소라, 이선로, 2006, "기능적 속성을 고려한 기술수용모형(TAM)의 확장연구 : 휴대폰의 채택 사례를 중심으로", *Journal of Information Technology Applications and Management*, 13(1), 39-66.
- 유재현, 박철, 2010, "기술수용모델(Technology Acceptance Model) 연구에 대한 종합적 고찰", *Entrue Journal of Information Technology*, 9(2), 31-50.
- 이효정, 김성희, 2015, "기술수용모델에 기반 한 모바일 E-book 사용의도에 미치는 영향요인에 관한 연구", *한국도서관 정보학회*, 46(2), 131-151.