

사례 분석을 통한 건설 3D 프린팅 서비스 플랫폼 제안

김종성^{1*}, 김선겸², 서명배¹, 김태훈¹, 주기범¹
¹한국건설기술연구원, ²한국과학기술정보연구원

A Proposal of 3D Printing Service Platform for Construction Industry through case analysis

Jongsung Kim^{1*}, Sun-Kyum Kim², Myoung-Bae Seo¹, Tae-Hoon Kim¹, Ki-Beom Ju¹

¹Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

²Korea Institute of Science and Technology Information

요약 최근 웹 기반의 3D 프린팅 관련 서비스 플랫폼들이 증가하고 있으며, 소비자들은 이러한 서비스 플랫폼을 이용하여 3D 데이터를 수집하고 제작을 의뢰하며 유통 서비스를 통해 상품을 받아 볼 수 있게 되었다. 이러한 3D 프린팅 기술의 적용이 근래에는 건설 분야로까지 확장되어 기술이 발전하고 있으나 이와 관련된 서비스 플랫폼의 가이드라인 및 운영 사례는 국내의 모두 찾아볼 수 없다. 따라서 본 연구에서는 기존 타 산업분야에서 활발하게 사용되는 10개의 웹 기반 3D 프린팅 서비스 플랫폼의 기능을 조사·분석하여 건설 분야 3D 프린팅 서비스 플랫폼 구축을 위한 가이드라인으로 활용하였다. 또한 플랫폼의 구동시나리오 작성을 통해 건설 3D 프린팅 서비스 통합 플랫폼이 갖추어야 할 설계, 시공, 유통 서비스의 모습을 제시하였다. 3D 프린팅 기술의 발전에 따라 설계, 시공, 유통 등의 전반적인 건축 시장의 패러다임이 변화할 것이며, 이러한 변화에 대비하고 향후 디지털 건축 시장의 개척을 위해서는 본 연구에서 제시한 건설 3D 프린팅 서비스 플랫폼의 역할을 클 것으로 기대한다.

Abstract Recently, there has been an increase in the number of web-based three-dimensional (3D) printing-related service platforms, which allow consumers to collect 3D modeling data, make requests for production, and receive goods through a distribution service using the service platform. The application of 3D printing technology has been expanded to the construction field, yet no guidelines for the related service platform or operation examples can be found. Therefore, the functions of 10 web-based 3D printing service platforms actively used in other industries were investigated and analyzed in this study, and the analysis results were used as a guideline to develop a 3D printing service platform for the construction industry. In addition, the design, construction and distribution services to be equipped with the construction 3D printing service integration platform were presented by creating the driving scenario of the platform. As 3D printing technology develops, the overall construction and architectural paradigms for design, construction and distribution will change. To prepare for such changes and to pioneer the digital construction market in the future, the role of the 3D printing service platform is expected to increase continually.

Keywords : 3D printer, 3D printing in the construction industry, Construction 3D printing, Distribution service, Service Platform

1. 서론

3D 프린팅 기술은 1980년도에 소개된 이후로 가장 빠르게 발전하고 있는 기술 중 하나로 최근에 각광받고 있는 대표적인 3차원 물체를 만드는 제조 기술이다[1].

1.1 연구의 배경과 목적

본 논문은 국토교통부 도시건축연구사업 연구비지원(17AUDP-B121595-02)으로 수행되었음.

*Corresponding Author : Jongsung Kim (Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)

Tel: +82-31-910-0613 email: kimjongsung@kict.re.kr

Received August 30, 2017

Revised (1st September 29, 2017, 2nd October 26, 2017)

Accepted November 3, 2017

Published November 30, 2017

3D 프린팅 기술을 기존 산업에 적용할 경우, 시제품의 제작비용 및 상용화 시간을 대폭 절감시킬 수 있으며, 다 품종 소량 생산 및 개인별 맞춤형 제작이 쉽고 기존 절삭가공 대비 복잡한 형상의 정밀 제작이 가능해지면서 소재 절감 및 사회경제적 효과가 매우 크다[2]. 고가의 장비 때문에 제한된 분야에서 활용되어 온 3D 프린팅 기술은 2014년 저작권 만료 이후 양산화되어 가격이 저렴해지고 장비들이 다양해짐에 따라 여러 분야에서 활용이 가능하게 되었다. 한국 정부에서도 “3D 프린팅 산업 발전전략”을 수립하여 3D 프린팅 산업 저변 확대를 유도하고 있으며, 이에 따라 3D 프린팅 기술은 점진적으로 전문가의 영역에서 일반인의 영역으로 확장되고 있다 [3].

이러한 3D 프린팅 기술이 우리 사회 및 경제 전반에 미칠 효과에 대해선 의심의 여지가 없으나 소비자들의 3D 프린팅 기술의 이용은 여전히 낮은 수준으로, 이러한 차이는 3D 프린터를 이용해 물체를 출력하기 위해서 단순히 3D 프린터만 있으면 되는 것이 아니라 3D 모델링 소프트웨어 및 모델링 기술 등 관련 지식이 더 필요하기 때문에 나타난다[4]. 3D 프린팅 관련 서비스 플랫폼들은 이러한 기술과 소비자 인식의 차이를 해소하기 위해 시작된 것으로 소비자가 원하는 디자인을 원하는 수준의 제품으로 출력할 수 있도록 해준다. 최근 웹 기반의 3D 프린팅 관련 서비스 플랫폼들이 증가하고 있으며[5] 소비자들은 이러한 플랫폼을 이용하여 3D 데이터를 수집하고 제작을 의뢰하며, 유통 서비스를 통해 상품을 받아 볼 수 있게 되었다.

소형 제조업뿐 아니라 의료, 자동차, 항공업계도 3D 프린팅 기술이 활발하게 사용되고 있으며, 근래에는 건물물 3D 프린팅 기술을 이용하여 프린트하는 등 건설 분야로까지 3D 프린팅 기술의 적용범위가 확장되고 있다[6]. 하지만 제조업과 달리 건설 분야는 소요 비용이 높고 시간이 오래 걸리기 때문에 3D 프린팅 시공 전에 원가나 공기 등을 산정하기 위한 지원도구 등이 반드시 필요하고, 건축물의 안정성 때문에 시공현황을 모니터링 할 수 있는 기능 등이 필요하나 관련 기술이 전무한 상황이다. 따라서 본 연구의 목적으로 기존 타 산업분야에서 사용되는 웹 기반의 3D 프린팅 서비스 플랫폼을 조사 및 분석하여 건축 분야에서 활용하기 위한 3D 프린팅 서비스 플랫폼이 갖춰야하는 기능과 구동 시나리오를 제안하고자 한다.

1.2 연구의 범위와 방법

본 연구의 목적인 건설 3D 프린팅 서비스 플랫폼 기능 도출 및 구동 시나리오 제안을 위하여 소형제조업 등 건설 산업 외의 타 산업분야에서 사용되고 있는 웹 기반의 3D 프린팅 플랫폼의 사례를 분석하였다. 플랫폼 선정을 위하여 Moilanen[7]가 진행하였던 3D 프린팅 사용 및 서비스에 관한 설문조사를 바탕으로 현재까지 유효하게 운영되는 플랫폼과 그 외에 상용 3D 프린터를 제작하는 업체에서 운영하는 플랫폼 등 대표적인 플랫폼 10개를 선정하여 기능을 분석하였다. 기존 사례 분석을 통해 타 산업분야의 3D 프린팅 서비스 플랫폼이 제공하는 공통된 기능을 도출하였고 이렇게 도출된 기능을 건설 3D 프린팅 서비스 플랫폼의 기능으로 적용하고 이를 바탕으로 주문에서 유통까지의 건설 3D 프린팅 서비스 플랫폼의 구동 시나리오를 작성하였다.

2. 타 산업분야 3D 프린팅 플랫폼

사례 분석

2.1 플랫폼 사례

건축 분야의 3D 프린팅 서비스 플랫폼 가이드라인 구축에 활용할 수 있도록 Thingiverse와 Shapeways (Fig. 1)를 포함하여 타 산업분야의 대표적인 웹 기반 3D 프린팅 서비스 플랫폼을 조사하여 기능을 분석하였다.

2.1.1 Thingiverse

Thingiverse[8]는 사용자가 직접 설계한 디자인 파일을 공유하는 플랫폼으로 일반 사용자들도 간편하게 파일을 업/다운로드하고 공유할 수 있으며, 제작을 위해 별도의 서비스페이지를 활용할 수 있는 연결서비스를 제공한다. 교육페이지를 두어 일반인 사용자들을 위해 3D 프린팅 및 제작 방법 설명을 해주며, 실제 사용자가 작성한 상품을 업로드 시에 3D 프린팅 기법에 맞게 보정하여 준다.

2.1.2 My Mini Factory

My Mini Factory[9]는 디자이너 및 소비자가 업로드한 3D 프린팅 디자인을 공유하는 플랫폼이다. 업로드된 디자인의 “프린팅 가능성”을 평가하여 사용자로 하여금 실제로 프린팅이 가능한지를 알 수 있게 해주며 이러한

기능을 통해 3D 프린팅 가능한 디자인만을 공유한다. 다양한 디자인 경쟁을 통해 제품의 질을 높일 수 있도록 하고 있다.

2.1.3 Shapeways

Shapeways[10]는 소비자와 디자이너의 직접적인 연결을 통해 다양한 3D 프린팅 상품을 설계, 공유, 판매하기 위한 통합 플랫폼이다. 3D 모델 제작도구와 교육페이지를 제공하며 완성된 모델은 업로드를 통해 팔거나 공유가 가능하며 제품은 운영업체가 직접 프린팅하여 배송된다. 소비자가 직접 디자인하기가 어려운 경우 디자인 전문가 연결 서비스를 제공하기도 한다. 디자인 및 재료에 따른 3D 프린팅 비용의 즉각적인 견적이 가능하나 타 제조업체와의 비교견적은 불가능하다.

2.1.4 Sculpteo

Sculpteo[11]는 3D 디자인의 공유, 3D 프린팅 및 레이저 커팅을 위한 플랫폼 서비스를 제공하는 프랑스 회사이다. 3D 프린팅을 위한 제작 도구를 제공하며, 플라스틱, 메탈, 알루미늄 등 다양한 재질로 제작 가능한 서비스 및 일부 교육센터 서비스까지 제공한다. 또한 3D 프린팅에 소요되는 비용 계산과 디자인 및 재질에 따른 비용 절약을 위한 팁을 제공한다.

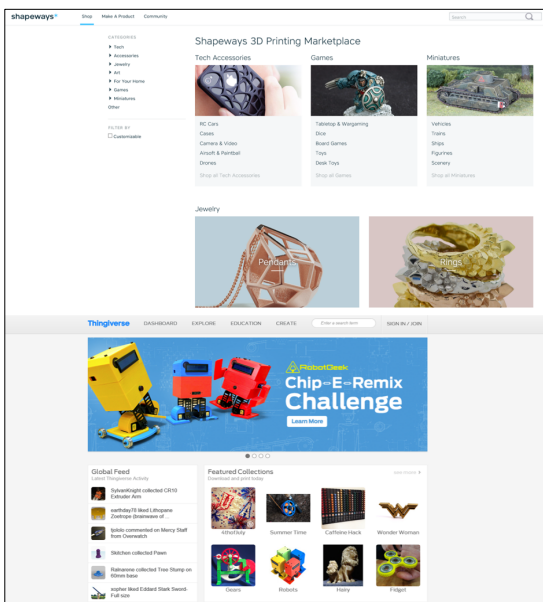


Fig. 1. Shapeways (top) and Thingiverse (bottom)

2.1.5 Materialise

Materialise[12]는 다양한 3D 프린팅 프로토타입 제품 뿐 아니라 Materialise 3-matic, Materialise magics 등 자체적으로 보유한 소프트웨어를 통해 맞춤형 3D 프린팅 작업을 지원한다. 제작된 제품들은 벨기에 브뤼셀에 있는 스토어에서 판매중이며, 특히 의료분야 제품의 개발 및 생산/판매에 집중하고 있다.

2.1.6 Quickparts

Quickparts[13]는 3D 프린터 전문업체인 3D Systems가 운영하는 맞춤형 3D 프린팅 제조 서비스를 제공하는 플랫폼이다. 3D 프린터로 생산 가능한 모든 제품을 공급 대상으로 하며 3D 프린팅 서비스를 최적화하기 위해서 QuickQuote라는 견적 기능을 제공하여 제조 기업들이 신속하고 편하게 제품 출력 견적 및 의뢰를 하도록 지원하고 있다. 3D 프린터 전문업체가 운영하는 만큼 프린터 판매를 위한 정보도 제공한다.

2.1.7 Stratasys

Stratasys[14]는 3D 프린터 제조업체로 기업 대상의 주문형 파트 제작 기능을 제공하는 플랫폼이다. 3D 프린팅에 관한 교육기능, CAD 파일의 3D 프린팅 출력용 데이터 변환 등 서비스를 제공하고 있으나, 제조업체를 주 대상으로 하여 일반 소비자를 위한 출력 접근성은 미흡하다. 한국어를 비롯한 다양한 언어를 지원하는 것이 장점이다.

2.1.8 3D Hubs

3D Hubs[15]는 소비자가 업로드 한 파일을 자체 제작이 아닌 전 세계에 위치한 3D 프린터 제작소를 연계하여 관련 정보를 제공하는 서비스 플랫폼이다. 소비자가 디자인파일을 업로드하면 소비자와 가까운 곳에 위치한 로컬 3D 프린팅 제작소를 검색하여 보여주고, 소비자가 선택한 제작소에서 제품을 제작, 평균 48시간 안에 제품을 받아볼 수 있도록 한다. 다만, 데이터의 공유 및 판매를 위한 별도의 서비스는 제공하지 않아 소비자가 직접 3D 모델 디자인을 가지고 있어야 한다.

2.1.9 Additively

Additively[16]는 사용자가 데이터를 업로드하면 네트워크를 통해 약 379개의 업체 중 해당 제품을 가장 잘

출력할 수 있는 상위 3개의 업체를 선정하고 각 업체로부터 견적을 받은 후 고객이 업체를 선정, 제품을 주문하고, 업체가 제품을 생산·배송하는 서비스를 제공하는 플랫폼이다. 또한, 242개의 3D 프린팅 재료에 대한 정보를 제공하여 제품 프린팅을 위한 최적의 재료를 선택할 수 있도록 기능을 제공한다.

2.1.10 Staples

Staples[17]는 약 26개국에 체인을 가지고 있는 문구류 및 오피스제품 공급회사로 Sculpteo의 3D 프린팅 서비스와 자체 유통망을 이용한 배송 서비스를 제공하고 있다. 고객이 업로드 한 3D 파일을 검토하여 제품 디자인에 있는 문제 등을 자체적으로 수정한 후 제품을 출력하여 배송한다.

2.1.11 기타

3D 프린팅의 활용은 주로 액세서리, 미니어처, 인테리어 소품과 같은 장식품, 게임용 소품 및 시제품과 같이 소형 제조업 분야에 국한되어 있다. 최근 세계적인 스포츠용품 업체인 나이키, 아디다스, 뉴벨런스, 언더아머는 3D 프린팅을 이용한 맞춤형 운동화의 시험생산을 진행하였으며, 고객맞춤형 주문제작의 상용화를 위해 유통플랫폼을 론칭할 예정이다. 그 외에도, 3D 프린터로 만든 가구(Dirk Vander Kooij[18]) 및 악기(3Dvarius[19])를 판매하는 플랫폼도 있다.

2.2 사례분석 결과

3D 프린팅 서비스 플랫폼에서 제공하는 대표적인 기능으로는 Table 1과 같이 디자인의 설계, 디자인의 공유, 제품의 출력과 판매 및 배송, 그 외의 교육기능 및 커뮤니티 등으로 나눌 수 있다. 디자인 관련 기능의 경우 3D 모델링을 할 수 있는 간단한 소프트웨어와 같은 제작 도구의 제공, 디자인 및 디자인의 수정에 도움을 받을 수 있도록 전문디자이너와의 연계, 또는 사용자가 업로드 한 디자인의 출력이 가능한지 검토하거나 오류를 수정해주는 서비스가 포함된다. 데이터의 공유 관련 기능으로는 3D 모델링 데이터의 유료로 업/다운로드, 모델링 데이터를 변환해주는 서비스가 있으며, 판매 및 배송 관련 기능으로는 전문 디자이너가 디자인한 기 출력된 상품의 판매, 3D 프린터의 판매, 온/오프라인 마켓의 연계 서비스 및 배송서비스가 있다. 제품 출력 관련 기능으로는 재료

의 상세정보 제공 및 최적 재료 추천 서비스, 로컬 3D 프린팅 제작소를 연계하여 출력할 수 있도록 하는 서비스가 포함된다. 그 외에도 서비스 플랫폼에 따라 3D 프린팅의 소개부터 사용방법에 이르는 교육목적의 지식 전달 서비스와 사용자들의 의견교환을 위한 커뮤니티 기능도 포함되어 있다.

Table 2는 각각의 3D 프린팅 서비스 플랫폼이 제공하는 기능을 정리한 것으로 디자인의 공유를 주목적으로 하는 데이터 공유형 플랫폼부터 디자인 및 출력 제품의 판매를 목적으로 하는 마케팅 플랫폼까지 제공하는 기능에 따라 다양한 유형의 서비스 플랫폼이 나타난다. 대부분의 서비스 플랫폼은 3가지 이상의 기능을 제공하는 다목적 형태의 플랫폼으로 변화하고 있으며 이를 주목적에 따라 분류한 결과는 Table 2와 같다. Thingiverse나 My Mini Factory와 같이 무료로 모델 데이터의 다운이 가능한 데이터 공유형 플랫폼, Shapeways나 Sculpteo와 같이 전문 디자이너들의 모델 데이터를 유료로 판매하여 디자이너들의 수익을 창출하는 디자인 마켓형 플랫폼, Materialise나 Quickparts, Stratasys와 같이 3D프린터 전문제조업체의 경우 개인이 아닌 기타 제조업체 대상으로 3D 프린팅 제품을 판매하는 프린팅 서비스형 플랫폼, 3D Hubs나 Additively와 같이 3D 모델을 가지고 제품을 출력하려는 소비자와 3D 프린터 소유자를 연결하여 중개자의 역할을 하는 프린팅 마켓형 플랫폼 등이다. 특히, 악기나 가구처럼 전문성 및 정밀성을 필요로 하는 경우는 3D 모델링 데이터의 공유보다는 3D 프린팅 제품의 판매를 통한 수익 창출을 목적으로 하는 플랫폼이 주를 이루었다.

Table 1. Main services offered by 3D printing platforms.

Service	Description
Design	<ul style="list-style-type: none"> • Design supply, hosting, customization • Co-design service • Design verification
Data Sharing	<ul style="list-style-type: none"> • Up/Download data for free or for a fee • Data conversion
Sales & Shipping	<ul style="list-style-type: none"> • Sales for printed 3D objects designed by professional designers • Printer sales • Operate on/offline markets • Delivery through local/global network
Printing	<ul style="list-style-type: none"> • Material info • Support for material selection • Printing crowdsourcing
Etc	<ul style="list-style-type: none"> • Tutorials • User community

Table 2. Categorising online 3D printing platforms.

Platform	Design	Data Sharing	Sales & Shipping	Printing	Etc.	Taxonomy*
Thingiverse		O	O	O	Tutorial	Data sharing
My Mini Factory		O	O	O	Tutorial	
Shapeways	O	O	O	O	Community	Design marketplace
Sculpteo			O	O	Tutorial	
Staples			O	O		
Materialise	O		●	O		Printing service
Quickparts	O		●	O	Tutorial	
Stratasys	O		●	O		
3D Hubs			O	O	Community	Printing marketplace
Additively			O	O	Tutorial	

* Taxonomy of 3D printing platforms was adapted from Rayna et al.[4]

● Specifically dedicated to larger businesses and do not involve direct interactions with customers

Moilanen[7]의 설문조사 연구에 따르면 3D 프린팅 서비스 플랫폼을 이용하는 소비자의 약 80% 이상이 3D 프린팅 서비스를 이용하는 가장 중요한 이유로 전문가 수준의 프린팅 결과물을 얻기 위함이라고 답하였다. 즉, 디자인의 다양성과 사용자가 원하는 디자인의 구현 가능성이 소비자의 시각에서 보는 3D 프린팅 플랫폼 서비스의 가장 중요한 요소이며[20] 이 두 요소가 얼마나 반영되어 플랫폼이 구성되어 있느냐에 따라 플랫폼 서비스의 성공여부가 달라질 수 있을 것이다. 실제로 국내의 3D 프린팅 플랫폼 서비스의 경우 디자인의 다양성 측면에서 소비자를 만족시킬 만큼의 충분한 콘텐츠가 제공되고 있지 않았으며, 디자인의 구현 가능성 측면에서는 소비자가 업로드 한 디자인의 오류를 자동으로 검토 및 수정해주는 기능이 없는 등 서비스 플랫폼이 활성화되어 있지 않았다.

3. 건설 분야 3D 프린팅 서비스 플랫폼

건설 분야의 3D 프린팅 적용은 3D 프린팅 기술의 발전과 함께 간단한 모형제작부터 직접 건축물을 프린팅하는 수준까지 발전해왔다. 간단한 모형제작과 같은 건축 분야에의 3D 프린팅 기술의 적용은 3D 프린팅 기술의 소개와 함께 2000년대 초반부터 많은 연구가 되어왔으며[21-22] 이와 함께 미국 University of Southern California에서 컨투어 크래프팅(Contour Crafting) 방식을 2001년 소개한 이후로 직접 건축물을 프린팅 시공하는 기술이 발전되어 왔다. 2014년 중국의 윈선(WINSUN)사가 출력물을 조립하여 만든 실제 사람이

주거할 수 있는 건축물 및 2016년 12월 미국의 아피스 코어(Apis Cor)에서 만든 현장에서 직접 프린팅 시공한 주거용 건축물까지 3D 프린팅 기술이 건축 분야에 가져온 변화는 매우 크다고 할 수 있다.

하지만 이러한 건축 분야의 3D 프린팅 기술 발전과 변화에도 불구하고 이와 관련된 서비스 플랫폼의 가이드라인 및 운영 사례는 국내외 모두 찾아볼 수 없다. 따라서 본 연구에서는 디지털 건축 시장의 개척 및 다양한 3D 프린팅 건축 상품의 유통환경 구축을 위해 기존 타 산업분야에서 사용되는 웹 기반의 3D 프린팅 서비스 플랫폼의 기능을 분석한 결과를 건설 분야 3D 프린팅 서비스 플랫폼 구축에 활용하여 플랫폼이 갖추어야 할 기능의 가이드라인을 구성하였다.

3.1 건설 3D 프린팅 서비스 플랫폼의 기능 가이드라인

건설 분야의 3D 프린팅 서비스 플랫폼은 Fig. 2와 같이 타 산업분야의 서비스 플랫폼과 유사하게 설계(디자인), 시공(출력), 유통(판매) 등의 기능을 가지며 동시에 건설 분야의 특성을 포괄할 수 있도록 차별화한다.

설계 기능의 경우 소형 제조업 분야 서비스 플랫폼의 디자인 기능과 같이 3D 건축설계도면의 검토 기능과 오류 수정이 가능하도록 하고, BIM(Building Information Modeling) 기술을 이용하여 사용자가 보기 쉽게 벽체, 창호 등의 범주를 선택, 설계 할 수 있도록 구성되어야 한다. 사용자가 3D 모델링에 대한 배경지식이 없어도 기본 설계관련 필요요소의 선택을 플랫폼 내의 기능에서 해결할 수 있도록 지원하고 이를 위해, 설계 요소별 데이

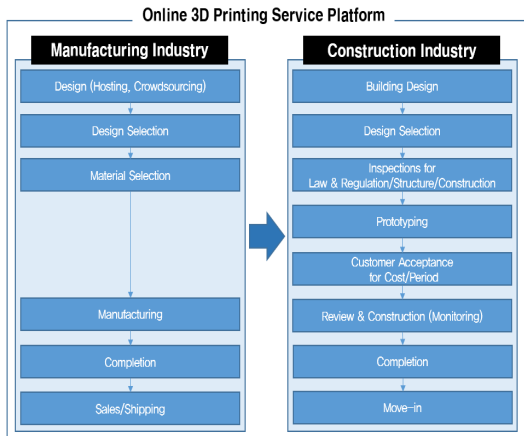


Fig. 2. Workflow of online 3D printing service platform for the manufacturing and construction industry

터를 선택한 후 소재 등을 조합하는 과정을 거쳐 쉽게 설계가 가능하도록 한다. 미리보기를 통해 설계 데이터의 확인이 가능하도록 해서 사용자가 원하는 3D 설계도를 가질 수 있도록 구성되어야 한다.

시공 기능의 경우 3D 프린팅 출력에 따른 비용 예상 기능 및 상품에 적합한 재료정보 제공을 통한 재료 선택 서포터 기능을 포함하여 사용자 편의를 우선으로 한 플랫폼이 되도록 구성되어야 한다. 특히, 소규모 제조업과 달리 건설 분야는 소요 비용이 높고 공사 기간이 오래 걸리기 때문에 시공 전 원가나 공기 등을 산정하기 위한 지원도구를 추가하고, 시공 진행 상황을 사용자가 직접 모니터링 할 수 있도록 플랫폼에서 지원해야 한다.

유통 기능의 경우 건축물 외에도 3D 프린팅을 이용한 인/아웃테리어용 소품 및 건축 부재의 설계, 시공, 유통이 가능하도록 하여 상품의 다양성을 갖고, 3D 프린팅으로 출력한 건축 상품의 판매 및 건축물 유지관리에 관한 기능을 포함하여 구성되어야 한다.

건설 분야의 3D 프린팅 서비스 플랫폼은 건설 및 건축 분야라는 서비스의 특성에 따라 소형 제조업과 달리 특정 사용자층이 존재할 것이므로 정보 제공의 대상이 확실하고 요구사항이 특정될 것이다. 즉, 건설 3D 프린팅 서비스 플랫폼의 사용자 대부분은 설계사, 시공사, 감리 및 관련 공무원 등 기존의 건축 공법에는 익숙하지만 3D 프린팅을 이용한 건축 기법에 익숙하지 않을 것으로 교육 및 정보제공에 관한 기능을 활용하여 사용자의 확보가 필요할 것이다. 교육 및 정보제공에 관한 기능으로 3D 프린팅 건축 기법 소개 및 튜토리얼을 포함해야 하

다. 또한, 특정 사용자층 외에도 3D 프린팅 기반의 건설 기술이 가지는 자원·시간·인력의 절약[23], 비정형 건축에 대한 이점 등 사회 전반에 걸쳐 3D 프린팅 기술에 대한 인식의 전환 및 홍보를 위해서도 사용할 수 있도록 구성되어야 한다.

3.2 통합 서비스 플랫폼 구동 시나리오 및 한계점

건설 3D 프린팅 서비스 플랫폼은 기존의 전통적인 건설·건축 공법에 익숙한 사용자들에게 3D 프린팅 기반의 건설방식을 충분히 이해시키기 위해 관련 정보를 전달하고 기술과 지식 습득을 지원하여 3D 프린팅 기술 기반의 설계가 가능하도록 구성되어야 한다. 또한, 내외장재, 건축 부재, 인테리어 제품부터 소형건축물에 이르기까지 3D 프린팅 출력이 가능한 건축 상품들이 기존 제조업 분야의 시장과 마찬가지로 유통이 될 수 있는 통합 서비스 플랫폼은 Fig. 3과 같다.

소형건축물의 경우, 건설 3D 프린팅 통합 서비스 플랫폼에서 사용자는 가장 먼저 원하는 형상의 3차원 설계도를 작성하게 된다. 3차원 설계도 작성을 위한 프로그램은 플랫폼 내에서 제공하는 디자인 기능의 설계 소프트웨어를 활용하여 원하는 형상으로 설계한 후 업로드하거나 사용자가 미리 작업해두었던 3차원 설계 파일을 플랫폼에 업로드 할 수 있다. 이렇게 업로드 된 3차원 설계도면은 플랫폼에서 관련 법제도 및 3D 프린팅용 설계지침을 기반으로 스크리닝을 통한 설계검토가 이루어지고, 3D 프린팅용 구조설계지침을 기반으로 구조검토가 이루어진다. 관련 법제도, 설계 및 구조 검토 결과 후 현장에서 3D 프린터를 이용한 시공이 가능한지 여부를 판단하게 된다. 현장 시공이 가능하다고 판단되면 원가와 공기를 산정하는 단계로 진행되며, 시공이 불가능한 경우에는 거푸집 및 기타 출력 방법을 이용한 시공이 가능한지 플랫폼 내에서 판단하게 된다. 3D 프린팅 출력을 이용한 시공이 불가능한 경우는 설계도면의 보완을 통한 시공가능 여부의 판단을 통해 먼저 시공이 가능한 경우는 사용자에게 설계도면의 수정요청을 하고, 그렇지 않은 경우에는 사용자에게 불가능한 이유와 함께 설계도면의 작성을 재요청하게 된다.

설계도면의 검토 결과 시공이 가능하다면 3D 프린팅 건설기술을 기반으로 만들어진 원가 및 공기산정 알고리즘을 통해 소요 금액과 일정을 도출하여 사용자에게 정

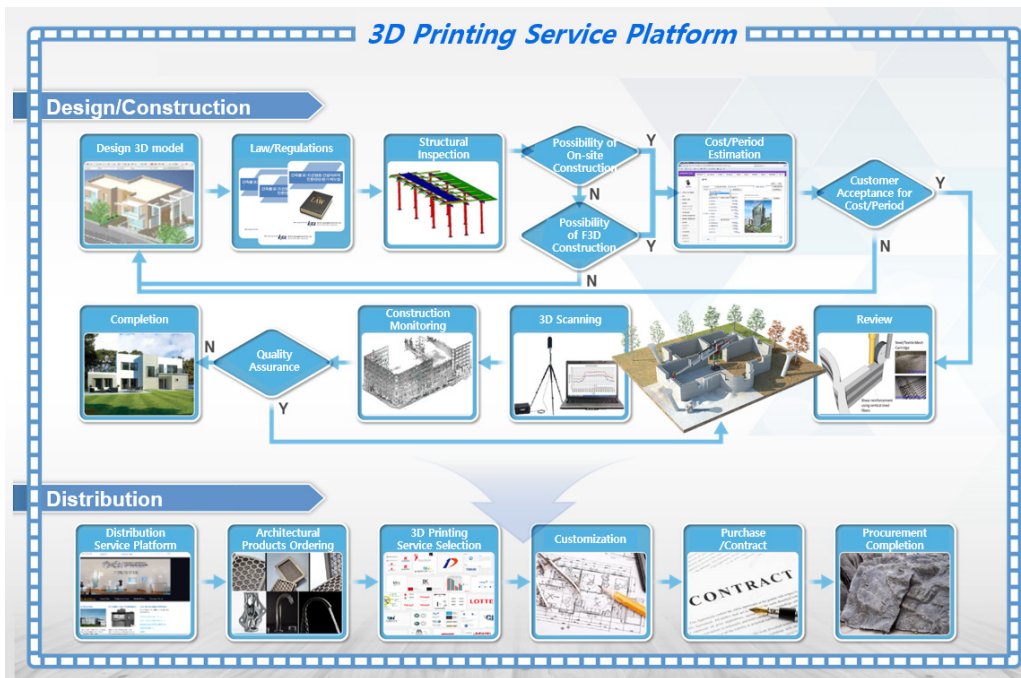


Fig. 3. Schematic Diagram for 3D Printing Service Platform for the Construction Industry

보를 제공하여 시공여부를 최종 결정하도록 한다. 사용자가 제공된 예산과 일정을 수용하면 시공법 검토 후 작업을 시작, 3D 스캐닝으로 시공 정보를 입력 받고 모니터링을 통해 시공오차 등을 점검, 필요한 경우 보완 작업을 하여 최종적으로 시공을 완료하게 된다.

건설 3D 프린팅 서비스 플랫폼에서는 이러한 소형건축물 뿐 아니라 내외장재, 건축부재 및 인/아웃테리어 제품의 판매를 위한 유통 기능을 가지고 있어, 사용자는 원하는 건축 상품을 선정하고 해당 건축 상품을 프린팅 할 수 있는 후보군 중 가격비교 등을 통해 업체를 선정하게 된다. 해당 프린팅 업체는 사용자가 원하는 제품을 출력, 원하는 형태로 가공하며, 계약 체결 후에 사용자에게 전달하게 된다.

이러한 통합 플랫폼의 구동을 위해서는 건설 3D 프린팅 기술과 기존의 건설 기술과의 차이에 관한 선행연구가 이루어져야 한다. 설계, 구조적 안정성 및 성능평가, 시공방법 등 현재는 3D 프린팅 건설기술 및 건축물을 대상으로 하는 매뉴얼과 관련 법제도가 부재한 상황이다. 통합 플랫폼의 구성 및 3D 프린팅 기술을 이용한 건설 시장의 확보를 위해서는 3D 프린팅 건설기술에 맞는 설계기법, 구조 안정성 기술 및 성능평가지침, 시공법 및 시공성 평가 매뉴얼, 유지관리 지침 등의 개발이 우선적

으로 이루어져야 하며 이러한 3D 프린팅 건설 관련 지침들을 만족하는 설계, 구조, 시공 및 모니터링 모듈들이 플랫폼을 구성하여 구동되어야 한다.

4. 결론

3D 프린팅 기술의 발전은 사회 전반에 걸쳐 현대인의 삶에 직접적 또는 간접적으로 영향을 미칠 것이며, 건설 분야 역시 자원, 시간, 인력적인 면에서 경제적 이점을 보이는 3D 프린팅 기술의 영향을 받을 것이다. 즉, 3D 프린팅 기술에 의한 디자인부터 설계, 시공, 유통 등의 전반적인 건축 시장의 패러다임이 변화할 것이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 변화에 대비하기 위하여 건설 분야의 3D 프린팅 서비스 플랫폼이 가져야 할 기능 등에 관하여 타 산업분야의 3D 플랫폼 분석을 통해 알아 보았으며 이러한 기능을 바탕으로 서비스 구동 시나리오를 구성해보았다.

본 연구에서 제시한 건설 분야의 3D 프린팅 서비스 플랫폼 기능 및 구동 시나리오는 디지털 건축 시장의 개척 및 다양한 3D 프린팅 건축 상품의 유통환경 구축을 위해 갖춰야 할 기능들을 기존의 사례분석을 통해 도출

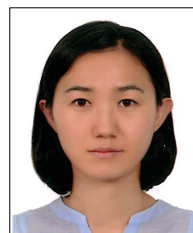
제한한 것으로 3D 프린팅에 최적화 된 설계, 구조, 시공법 등 각각의 모듈이 개발되어 플랫폼이 구성되어야 한다. 또한 이상적으로 다수의 소비자가 쉽게 3D 프린팅으로 만들어진 건축물을 구매할 수 있는 서비스 생태계가 구축되기 위해서는 본 연구에서 제시한 건설 3D 프린팅 서비스 플랫폼 뿐 아니라 기존의 건축 시장에 3D 프린팅으로 제작한 건축물이 자원·시간·인력의 절약 외에 얼마나 차별성을 줄 수 있을지에 대한 연구와 이러한 차별성이 건축물 사용자 혹은 구매자들의 소비패턴의 변화에 영향을 미칠 수 있는지에 대한 연구도 함께 진행되어야 할 것이다. 또한, 건설 분야의 3D 프린팅 서비스 플랫폼의 개발 후에는 건축물 유지보수와 같은 기술적인 측면 뿐 아니라 제조 분야의 서비스 플랫폼에서 보여준 것처럼 디자인의 다양성과 사용자가 원하는 디자인의 구현 가능성을 높이기 위해 변화하는 시장과 소비자 만족도를 고려하여 끊임없이 새로운 상품의 개발 및 발전이 이루어져야 할 것이다.

References

- [1] W. Gao, Y. Zhang, D. Ramanujan, K. Ramani, Y. Chen, C. Williams, C. Wang, Y. Shin, S. Zhang, P. D. Zavattieri. The status, challenges, and future of additive manufacturing in engineering. *Computer-Aided Design*. vol. 69. Elsevier, pp. 65-89, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cad.2015.04.001>
- [2] H. Shin, Y. J. Yoon, A case study on the 3D printing rental & shared service: focusing on diffusion from rental to shared service, *Journal of Korea Service Management Society*, vol. 16, no. 4, pp. 207-224, 2015.
- [3] J. Cho, A Study of 3D printing-based design, manufacturing and service platform, *Journal of Digital Design*, vol. 16, no. 4, pp. 1-10, 2016.
- [4] T. Rayna, L. Striukova, J. Darlington. Co-creation and user innovation: The role of online 3D printing platforms, *Journal of Engineering and Technology Management* vol. 37, pp. 90-102. 2015.
- [5] J. Shin, D-S. Chung. Study on DIY service platform for use of 3D printing technology - Mainly with 3D data sharing web-site of 3D printing service model, *Journal of Digital Design*, vol. 15, no. 3, pp. 749-758, 2015.
- [6] J. Oh, J-S. Oh, H-Y. Jung, Applicability to the construction of 3D printing technology, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, vol. 62, no. 9, pp. 38-44, 2014.
- [7] J. Moilanen. Results from 3D Printing survey 2013 [Internet]. Available From: https://www.este.it/images/file-pdf/3D-Printing_Survey2013.pdf (accessed Jun., 16, 2017)
- [8] Thingiverse, <http://www.thingiverse.com>
- [9] My Mini Factory, <http://www.myminifactory.com>
- [10] Shapeways, <http://www.shapeways.com>
- [11] Sculpteo, <http://www.sculpteo.com>
- [12] Materialise, <http://www.materialise.com>
- [13] Quickparts, <http://www.3dsystems.com/quickparts>
- [14] Stratasys, <http://www.stratasys.co.kr>
- [15] 3D Hubs, <http://www.3dhubs.com>
- [16] Additively, <http://www.additively.com>
- [17] Staples, <http://3dservices.staples.com>
- [18] Dirk Vander Kooij, <http://www.dirkvanderkooij.com>
- [19] 3Dvarius, <http://www.3d-varius.com>
- [20] G-H. Lee, J. Cho. User experience analysis on 3D printing services and service direction suggestions, *Journal of the HCI Society of Korea*, vol. 11, no. 1, pp. 47-55, 2016.
- [21] I. Gibson, T. Kvan, L. W. Ming. Rapid prototyping for architectural models, *Rapid Prototyping Journal* vol. 8, pp. 91-99, 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1108/13552540210420961>
- [22] G. Ryder, B. Ion, G. Grenn, D. Harrison, B. Wood. Rapid design and manufacture tools in architecture. *Automation in Construction*, vol. 11, pp. 279-290, 2002.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0926-5805\(00\)00111-4](https://doi.org/10.1016/S0926-5805(00)00111-4)
- [23] S-J. Jung, T-H. Lee, Study of trends in the architecture and the economic efficiency of 3D printing technology, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 15, no. 10, pp. 6336-6343, 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.10.6336>

김 종 성(Jongsung Kim)

[정회원]



- 2012년 12월 : University of Florida (박사)
- 2013년 10월 ~ 2015년 9월 : 충남대학교 환경생물연구소 연구교수
- 2016년 4월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구소 박사후연구원

<관심분야>

GIS, Remote sensing, 환경, 3D 프린팅, BIM, IoT

김 선 겸(Sun-Kyum Kim)

[정회원]



- 2016년 2월 : 연세대학교 컴퓨터과 학과 (공학박사)
- 2006년 2월 ~ 2017년 3월 : 한국 건설기술연구원 박사후 연구원
- 2017년 3월 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 박사후연구원

<관심분야>

융합연구, 네트워크 분석, 추천시스템

주 기 범(Ki-Beom Ju)

[정회원]



- 1998년 2월 : 단국대학교 대학원 건축계획과 (공학석사)
- 2006년 2월 : 서울시립대학교 대학원 건설관리과 (박사수료)
- 1992년 3월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 연구위원

<관심분야>

3D 프린팅 건설, 건축, 건설관리, BIM, 가상현실

서 명 배(Myung-Bae Seo)

[정회원]



- 2001년 2월 : 조선대학교 전자계산학과 (공학석사)
- 2003년 2월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구소 수석연구원
- 2016년 4월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 극한건설연구단

<관심분야>

건설정보, BIM, 가상현실, 3D 프린팅 건설, 극한건설

김 태 훈(Tae-Hun Kim)

[정회원]



- 2000년 2월 : 인하대학교 지리정보공학과 (공학사)
- 2002년 2월 : 인하대학교 지리정보공학과 (공학석사)
- 2009년 2월 : 인하대학교 지리정보공학과 (공학박사 수료)
- 2002년 2월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수석연구원

<관심분야>

지리정보, 정보통신, 3D 프린팅 건설, 방재/환경