

3D펜의 디지털화에 대한 연구

김종용, 전병훈*
동국대학교 기술창업학과

A study on the digitalization of 3D Pen

Jong-Young Kim, Byung-Hoon Jeon*
Division of the technology Entrepreneurship, Dongguk University

요약 본 연구는 아날로그 3D펜의 디지털화에 대한 연구이다. 디지털은 항상성과 변형가능성, 결합성, 재생산성 그리고 보관의 편리성 등의 특징이 있다. 이런 디지털 특성과 생산을 융합한 장치가 3D프린터인데 낮은 생산성과 재료, 물리적 특성의 한계로 산업적 활용이 제한적이다. 특히 3D프린터를 사용하기 위하여 필요한 모델링 소프트웨어 및 프린터 장치에 대한 전문기술로 인하여 사용자 접근성이 떨어지는 등의 개선 점이 있다. 이것을 보완한 3D펜은 휴대성과 사용용이성이 뛰어난 반면 디지털화가 불가능하다는 한계점이 있다. 따라서 디지털화 능력과 사용편이성을 확보하고 프린팅과정 중 유해성 논란이 있는 프린팅 재료의 안전성을 확보하기 위하여 푸드를 결합하여 연구문제와 대안을 도출하였으며 개발한 3D펜을 통하여 디지털화를 실증하였다. 3D펜의 디지털화를 위하여 구조화된 장치를 통하여 아날로그적 3D펜의 움직임을 감지하는 센서를 특정하고 이 움직임을 공간해석 알고리즘을 통하여 3차원 데이터인 X,Y,Z 좌표값으로 변환하였다. 이를 증명하기 위하여 Meshlab v1.3.4을 이용하여 시각화하고 유사성을 확인하였다. 향후 이 장치(푸드펜)을 통하여 청소년 교육 및 시니어헬스케어 프로그램에 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

Abstract This paper is a study on the digitization of an analog 3D pen. The term digital implies features such as homeostasis, transformability, combinability, reproducibility, and convenience of storage. One device that produces a combination of these digital characteristics is a 3D printer, but its industrial use is limited due to low productivity and limitations with materials and physical characteristics. In particular, improvements are required to use 3D printers, such as better user accessibility owing to expertise and skills in modeling software and printers. Complementing this fact is the 3D pen, which is excellent in portability and ease of use, but has a limitation in that it cannot be digitized. Therefore, in order to secure a digitalization capability and ease of use, and to secure the safety of printing materials that pose controversial hazards during the printing process, research problems and alternatives have been derived by combining food, and digitization was demonstrated with a newly developed 3D pen. In order to digitize the 3D pen, a sensor in a structured device detects the motion of an analog 3D pen, and this motion is converted into 3D data (X-Y-Z coordinate values) through a spatial analysis algorithm. To prove this method, the similarity was confirmed by visualization using MeshLab version 1.3.4. It is expected that this food pen can be used in youth education and senior healthcare programs in the future.

Keywords : 3D Printer, Food Printer, Food Pen, Digitization of 3D Pen, 3D Pen

*Corresponding Author : Byung-Hoon Jeon(Dongguk Univ.)

email: bhjeon@dongguk.edu

Received February 17, 2021

Accepted June 4, 2021

Revised April 1, 2021

Published June 30, 2021

1. 서론

코로나19로 인하여 전 세계가 급격한 변화를 겪고 있다. 산업뿐만 아니라 사회적으로 대면사회에서 비대면사회로 전환이 일상화되면서 아날로그적 삶에서 디지털적 삶으로 생활 패턴 또한 바뀌고 있다. 특히 비대면이 장기화 되면서 음식배달 서비스가 급증하면서 푸드테크와 디지털 푸드, 푸드프린터에 대한 관심도 증가하고 있다 [1,2].

푸드프린터는 3D프린터의 재료를 음식으로 확장한 것이며, 핵심가치는 동일하게 디지털생산 장치이다. 즉 디지털이 가지고 있는 항상성과 변형가능성, 결합성, 재생산성 그리고 보관의 편리성 등을 활용하여 새로운 가치창출이 가능하다. 이것은 아날로그 생산에 비하여 혁신적 진보라 할 수 있지만, 3D프린터는 낮은 생산성과 물리적 특성, 재료의 한계로 산업적 활용이 제한적이다. 이 점을 개선하여 개발된 3D펜은 접근성과 사용 용이성이 뛰어나고 쉽게 입체화작업이 가능하여 세계적으로 히트한 상품이 되었다[3]. 그러나 3D펜은 결정적으로 디지털화가 불가능한 아날로그 장치로써 디지털생산이란 3D프린팅의 핵심가치를 반영하지 못하고 더 나아가 디지털 콘텐츠 창출이 어려운 한계를 가지고 있다.

따라서 본 연구에서 이런 3D펜의 디지털화 방법과 장치를 개발하고 증명하고자 하였다. 먼저 기술적 고찰을 통하여 현재 장치가 가지는 한계와 특징을 파악하였다. 그리고 이를 바탕으로 연구문제를 도출과 대안을 마련하고 이를 검증하였다. 이 장치(상품명이 푸드펜인, 이하 푸드펜)는 기존의 3D펜의 교육산업 분야 외에 디지털 콘텐츠 창출을 통하여 다양한 산업에 사용할 수 있을 것이다 [4,5].

2. 기술적 고찰

2.1 3D프린터

2.1.1 디지털 생산장치

4차산업혁명의 핵심가치 가운데 하나인 디지털생산 장치인 3D프린터는 Fig. 1처럼 소재를 다양한 방법으로 적층하여 3차원 형태의 형상물을 출력하는 장치이다. 적층 제조(Additive Manufacturing)라고도 불리며 적층 방식에 따라서 다양하게 분류(재료압출·광중합·재료분사·분말적층용융 방식 등)할 수 있다.

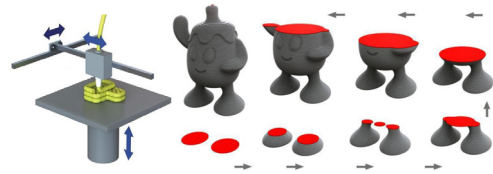


Fig. 1. Additive Printing Process of 3D Printer[7]

디지털생산 장치인 3D프린터의 장점은 다품종 소량생산, 시제품 제작비용 절감, 시간절약, 장소의 구애를 받지 않고 생산이 가능하다는 것이다. 반면, 조형 속도가 매우 느리고 기존의 방식과 비교해서 상대적으로 조형물 강도가 약하다는 것과 프린팅 공정 중에 나오는 공정 가스와 미세먼지에 대한 유해성 등 개선해야할 점들도 있다[6].

2.1.2 3D프린팅 공정

3D프린터를 활용하여 디지털생산을 하기 위해서는 기본적으로 Fig. 2와 같이 모델링, 프린팅, 후처리의 과정을 거쳐야하는데, Table 1과 같은 전문 소프트웨어에 대한 활용기술과 3D프린터 장치에 대한 핸들링 기술이 필수적이다.



Fig. 2. Printing Process[8,9]

모델링 과정은 3D 프린터가 원하는 객체(Object)을 출력할 수 있도록 객체를 디지털화 시켜주는 것으로 Table 1에서 언급한 다양한 소프트웨어를 사용한다.

프린팅 과정은 먼저 완성된 디자인을 3D프린터에서 프린팅을 할 수 있도록 해주는 슬라이싱 과정이 필요하다. 슬라이싱(Slicing) 소프트웨어는 대부분 3D 프린터 메이커 회사에서 제공하며 다소 차이가 있지만 모델링 소프트웨어에 비해서는 상대적으로 활용하기 쉬운 편이다. 마지막으로 출력된 객체를 완성도 있게 다듬어주는 후가공을 거치면 3D프린팅 공정이 끝난다.

Table 1. Modeling Software

Maker	Program Name	Description
NDotCAD	E-Dot CAD	For elementary and middle education
Autodesk	123D	For elementary and middle education
	3DMAX	Game character, animation, entertainment production
Rhinoceros	Rhino 3D	3D modeling only, product/industrial design, jewelry design
PTC, Siemens etc	Solidworks, Inventor, Catia	Optimized for high-performance 3D modeling & design-only product design

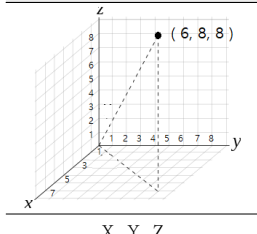
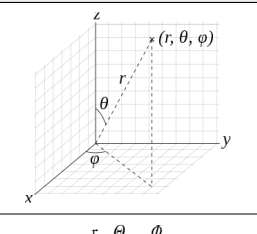
2.1.3 3D 프린터의 구현방식

디지털 생산장치인 3D프린터는 3D(3-Dimension) 3차원입체를 구현하기 위하여 Table 2와 같이 크게 3가지의 구현방식을 가지고 있다. 이는 입체를 구현하기 위한 기계장치의 구성요소를 효율적으로 동작하게 해준다. 카르테시안 타입의 3D프린터는 직교 좌표계를 기준으로 구동하는 방식으로 움직임이 3개의 직교축에 평행하게 움직이며 입체를 구현해준다. 델타타입 3D프린터는 구면좌표계를 기준으로 3D 입체를 구현하는데, 3D입체를 구현하기 위하여 수직축을 따라 이동함으로써 입체를 구현해준다.

직교좌표계는(Orthogonal/Cartesian coordinate system)는 임의의 차원의 유클리드 공간을 나타내는 좌표계 중 하나로서, 임의의 차원으로 쉽게 일반화할 수 있다. Table 3에서 보는 것과 같이 직교좌표계의 정보는 다른 좌표계의 정보로 확장될 수 있어 더욱 중요한 의미를 가지며 지금까지도 계속해서 쓰이고 있다. 구면좌표계(Spherical coordinate system)는 위치를 각도와 거리를 써서 나타내는 좌표계로 보통 (r, θ, ϕ)로 나타내며,

직교좌표계로 전환할 수 있다[11].

Table 3. 3D Coordinate System[11]

Cartesian coordinate system	Spherical coordinate system
 <p>X, Y, Z</p>	 <p>r, θ, ϕ</p>

2.2 푸드프린터

푸드프린터는 식품분야로 확장된 3D프린터로서 재료의 특성을 고려하여 압출타입이 일반적이지만, 용융압출 방식과 분말접착방식, 급속동결방식 등이 있다[12,13]. 압출방식(EM: Extrusion Method)은 적당한 점도를 가지는 반죽을 압출(壓出)하는 방식으로 재료(푸드프린팅에서 사용되는 재료는 보통 푸딩크라 함, 이하 푸딩크)가 다양한 원재료들을 적절하게 혼합하여 만들기 때문에 재료의 특징을 그대로 유지하게 된다. 생크림처럼 액상재료의 혼합이나 분말가루와 물, 우유와 같은 액상재료와의 혼합 등 다양한 재료와 방법을 통하여 적층할 수 있는 점도를 지닌 푸딩크를 직접 만들 수 있다.

용융압출방식(FDM: Fused Deposition)은 3D프린팅의 FDM 방식과 동일하게 초콜릿, 젤리 등 일정온도에 이르면 액체상태가 되도록 하여 토출하면서 적층하는 방식이다. 현재 푸드프린팅 산업은 Table 4처럼 제조사를 중심으로 다양한 푸딩크가 개발되고, 이를 활용하여 서비스를 하고 있다.

Table 2. The coordinates Implementation Method of 3D Printer[10]

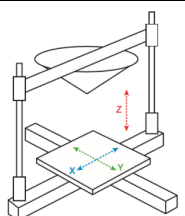
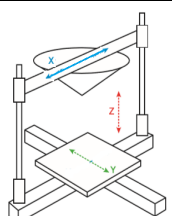
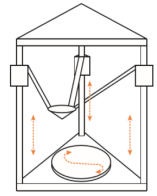
Type	Cartesian: Cartesian coordinate system		Delta: Polar coordinate system
Structure			
Moving Method	X-Y, Z	X-Z, Y or Y-Z, X	r, θ, ϕ

Table 4. 3D Food Printer and Food[14,15]




Machine		Printed Product	Foods ink materials
			.Sweets: chocolate, candy, gum, fondant, jelly .Snack: Potato chips, savory snacks .Meat: Fetishes and other spreads .Fruit: Fruit puree/sauce/jelly .Vegetables: Jellied vegetables .Dairy products: fresh cream, cheese, yogurt

Table 5. 3D Pen and Use Case[19]

Maker	Device	Use case	Description
Top3D, 3Doodler, SUNLU, LIX, Creo Pop			Touch method Step-by-step speed control Operating temperature(50~210 C) Filament diameter (1.76mm) Usage mode (extrusion/hardening/ extrusion&hardening)

2.3 3D펜

3D펜은 3D프린터처럼 적층방식을 적용한 펜 형태의 아날로그 장치이다. 이 장치는 손에 쥐고 직접 입체적인 물체를 만들 수 있는 기능을 가지고 있으며, 3D프린터에 비해 비교적 가격이 저렴하고 별도의 전문기술이 필요하지 않고, 컴퓨터를 사용하지 않아도 된다. 따라서 전문적인 프로그램인 3D모델링이나 숙련이 필요한 3D프린터에 대한 지식이 없는 초보자라도 손쉽게 사용할 수 있다 [16,17]. 반면, 낮은 정교함과 높은 노즐 온도로 인한 화상의 위험 등이 있고, 용융압출방식의 재료에서 공정 시에 나오는 초미세먼지와 미세먼지 수준의 부산물에 대한 유해성이 제기되고 있으며, 이산화탄소를 배출하므로 작업 시 꼭 환기를 해야 한다[18].

3D펜은 Table 5과 같이 단순하면서도 재밌게 사용할 수 있는 다양한 제품이 나오고 있으며 펜으로 그림을 그리듯 누구든지 3D펜으로 물건을 만들 수 있도록 설계했다. 이런 개발의도에 부응하듯 교육 등의 다양한 분야에 사용되고 있다[20]. 대부분의 3D펜은 용융압출식이며 다양한 제품디자인 만큼이나 폭넓은 사용분야와 콘텐츠를 가지고 있다.

3. 연구문제 및 실증

3.1 연구문제 도출

기술적 고찰에서 살펴본 바와 같이 3D프린터는 디지털 생산 장치로써 아날로그적 생산에 비하여 진보된 장치로 디지털 특성을 활용하여 다양한 고부가가치의 창출에 활용성이 높다. 반면 낮은 생산성과 재료의 한계로 산업적 활용이 제한적이다[21,22]. 교육 분야에서 이를 보완한 제품이 3D펜이지만 디지털화가 불가능한 한계점이 있다. Table 6은 연구문제와 관련된 3종류의 장치의 장단점을 분석한 것으로 3D프린터는 디지털화에서 상대적으로 뛰어나지만 사용성과 접근성이 떨어지며, 푸드프린터는 재료안전성에서 상대적으로 우위에 있다. 3D펜은 디지털화를 제외한 사용성과 접근성에서 상대적으로 뛰어나다. 따라서 Table 6의 우위적 특징을 토대로 “3D펜의 디지털화”라는 연구문제를 도출하였다.

Table 6. The Feature of the Printing device

	3D Printer	Food Printer	3D Pen
Digitalization	Enable	Enable	Disable
Specialty	High	High	Low
Ease of use	Bad	Bad	Good
Material Safety	Bad	Good	Bad

3.2 대안제시

위의 3D펜의 디지털화를 위하여 다음과 같은 기술적 접근 및 장치를 고안하였다.

첫째, 3D펜의 3D입체 구현방식과 장치의 구조를 특정한다.

둘째, 아날로그 장치 3D펜의 위치를 감지하고 데이터를 생성하는 센서 및 부착위치를 특정한다.

셋째, 생성된 디지털 데이터를 3차원 입체에 대응되는 데이터로 해석하는 벡터해석 알고리즘을 특정한다.

또한 제시된 대안에 대한 기술적 접근과 결과 도출 과정은 다음과 같다.

3.2.1 3D 입체 구현방식의 특징

앞서 기술한 바와 같이 입체를 구현하는 방식은 직교 좌표계와 구좌표계가 있는데 3D펜처럼 자유롭게 움직이는 부분을 가지는 장치는 기존 타입의 3D장치에는 없다. 따라서 이를 구현하기 위하여 두 좌표계를 혼합한 새로운 형태의 장치를 고안하였다. 즉 Fig. 3에 제시된 바와 같이 3D펜의 구동 자유도를 최대화하고 구동부위의 부하를 최소화하기 위해서 축을 고정하는 기존의 방식에서 탈피하고 3D펜이 Z축으로 자유롭게 이동이 가능하도록 하였다.

3.2.2 센서구성의 특징

3.2.1항에서 정해진 좌표계를 기준으로 측정에 용이한 최적의 센서위치를 선정함에 있어서 프린팅 경로를 고려하여 특정하였다. Fig. 3의 하단에 3곳, 볼조인트로 자유롭게 움직일 수 있는 부위로 구형좌표계를 활용하여 입체화(r, θ, ϕ)를 할 수 있도록 설계하였다. 3축간의 배열각도가 120°유지하도록 배열되며, 센서는 서로 90°가 되도록 구성하였다.

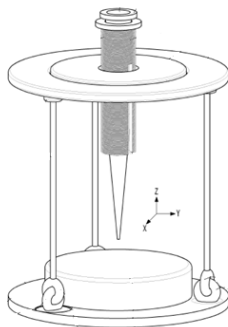


Fig. 3. The Concept Drawing[23]

3.2.3 공간해석을 통한 3D(X-Y-Z)데이터 변환

앞에서 기술한 장치를 도식화하면 Fig. 4와 같으며,

공간해석을 통하여 도출한 벡터해석 방정식은 아래의 식 (1)~(5) 과 같다.

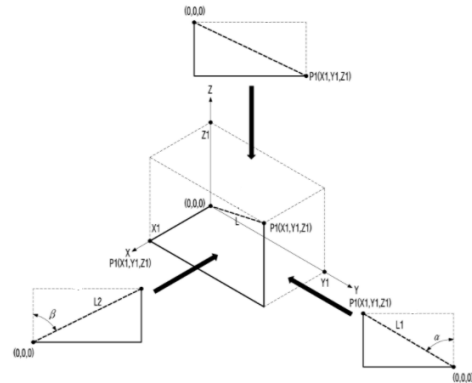


Fig. 4. Vector analysis diagram[23]

$$L = X1^2 + Y1^2 + Z1^2 \quad (1)$$

$$X1 = (L * \sin \alpha) * \cos \beta \quad (2)$$

$$Y1 = L * \sin \beta \quad (3)$$

$$\Delta z = (L * \cos \alpha) * \cos \beta \quad (4)$$

$$Z1 = L - \Delta z \quad (5)$$

Where, L denotes Length of Z-axis

X1 denotes a value of X-Coordinate

Y1 denotes a value of Y-Coordinate

Z1 denotes a value of Z-Coordinate

α : The angle formed by the X axis

β : angle formed by the Y axis

Δz is a z-value changing according to the movement of the X and Y axes.

3.3 실증

상기에서 기술한 연구문제와 연구문제에 대한 대안에 대한 실증은 다음과 같다.

대안으로 제시된 사항들에 대한 기술적인 검증은 특허청의 심사관 및 국제특허 조사기관의 보고서(PCT/KR2020/009069)에서 신규성과 진보성, 그리고 산업상 이용가능성이 있다고 판명하였다.

개발장치를 통한 디지털화 검증은 푸드펜과 MeshLab v1.3.4 소프트웨어를 사용하였다. 검증과정은 프린팅하고자 하는 도면(7-A)을 정하고 이 도면대로 프린팅을 진행하여 센서에서 생성된 값을 3차원 좌표로 변

Table 7. The result of its Digitalization with Food pen

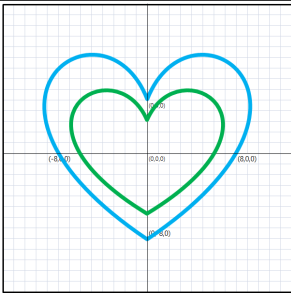
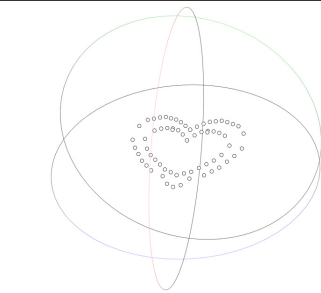
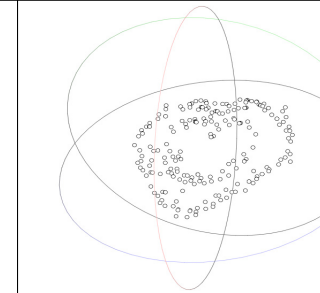
Original drawing and visualization for food printing		[7-C] Visualization after printing
[7-A] Drawing	[7-B] Visualization before printing	
		
Food printing design	Program : MeshLab v1.3.4	Program : MeshLab v1.3.4

Table 8. The Raw Data of the Digitalization

Design Data(X-Y-Z)						Sensing Data of Printing					
0.0	-8.0	1				-1.400	-50.935	1			
1.0	-7.5	1	0.0	-5.5	1	-5.875	-54.935	1	-21.550	64.026	1
2.0	-6.0	1	1.0	-5.0	1	-11.017	-57.896	1	59.846	-47.001	1
3.0	5.6	1	2.0	-4.5	1	-14.526	-61.127	1	14.268	-41.277	1
4.0	-5.0	1	3.0	-3.5	1	-21.695	-62.378	1	11.374	-36.702	1
5.0	-4.0	1	4.0	-2.5	1	-20.439	-61.835	1	19.780	-34.768	1
6.0	-3.0	1	5.0	-1.5	1	-32.747	-68.674	1	26.684	-25.389	1
7.0	-1.5	1	6.0	0.0	1	-36.747	-65.674	1	36.843	-17.927	1
8.0	0.0	1	7.0	2.5	1	-42.412	-62.380	1	37.364	1.741	1
9.0	2.0	1	6.0	5.0	1	-46.790	-50.421	1	33.252	21.253	1
9.0	6.0	1	5.0	5.7	1	-52.122	-43.865	1	22.746	24.486	1
8.0	8.0	1	4.0	6.0	1	-58.122	-38.865	1	24.282	40.140	1
7.0	8.5	1	3.0	6.0	1	-64.935	-24.839	1	18.695	45.139	1
6.0	9.0	1	2.0	5.6	1	-66.935	-8.839	1	12.547	48.396	1
5.0	9.3	1	1.0	4.5	1	-67.935	8.839	1	7.574	51.060	1
4.0	9.0	1	0.0	3.0	1	-68.935	18.839	1	3.474	48.932	1
			0.0	3.0	1				0.117	40.459	1
((Data skip))						((Data skip))					

※ Remark: Raw data needs more than 400 lines, so skipping the middle.

환, 시각화를 통하여 비교하였다. 즉, Table 7와 같이 푸드프린팅을 진행하기 전에 먼저 프린팅할 도안([7-A])을 정하고, 이 도안을 좌표화하여 MeshLab v1.3.4으로 시각화([7-B])하여 비교를 위한 사전데이터를 확보하였다. 이후 3D펜으로 푸드프린팅을 진행하면서 센서로부터 전송된 값(Table 8)을 MeshLab v1.3.4으로 시각화([7-C])하였다. 실험데이터는 Table 8와 같이 나타났으며, 프린팅 전후의 시각화 결과물인 Table 7의 [7-B]와 [7-C]의 유사성을 확인할 수 있었다. 한편, 푸드프린팅 데이터를 분석하는 과정에서 데이터 노이즈를 필터링하였으며, 유사성을 판단할 때 시각적 기준에 따랐다.

4. 결론

본 논문은 아날로그장치인 3D펜의 디지털화에 대한 연구이다. 3D펜은 휴대성 및 접근성, 사용 용이성이 뛰어나지만 디지털화가 불가능하여, 4차산업혁명 이후 미래지향적 가치를 가지는 디지털을 통한 고도화가 어렵다. 따라서 디지털화가 가능하다면 3D펜이 가지고 있는 다양한 장점을 충분히 살릴 수 있기 때문에 산업에서 활용도가 높아질 것이다.

이를 위하여 좌표계의 혼합된 특정 구조의 장치와 센서의 배열의 특징, 그리고 공간해석을 알고리즘이 들어간 장치를 개발 및 검증하였다. 개발된 장치는 신규성 및 진보성에 높게 나타났으며 산업적 이용이 가능하다고 판명

되었다. 푸드펜의 디지털화 검증은 3차원 시각화 프로그램인 MeshLab를 이용하여 유사성을 검증하였으며, 향후에는 자동으로 비교분석할 수 있는 알고리즘 개발 등의 추가 연구가 필요하다.

향후 푸드펜은 무선통신을 통하여 스마트폰 앱과의 연동으로 다양한 활용이 가능할 것이다. 특히 언택트시대 식품산업, 푸드테크 분야와 시니어 헬스케어, 푸드테라피 분야에 활용될 수 있을 것이다.

References

- [1] S. G. Ji. "The future of food after Corona", 2020.08.03. M&A Colume. <http://www.citydaily.kr/news/articleView.html?idxno=1689>
- [2] H. G. Lee, "3D printing technology and future food industry", Food Preservation and Processing Industry Volume 16 Issue 2. 24-28. 2017.
- [3] S. A. Bae, "Effect of 3D Pen Aided Activity-Centered Education Program on Creativity and Emotional Intelligence of Elementary School Students" *Journal of Korean practical arts education*, 27(4), 303-324.
- [4] S. H. Kim, "Technology Opportunities in 3D printing", *Korean Ind. Chem. News*, 18(1), 11-26 (2015).
- [5] H. J. Park, and Kim, H. W., "Global Food 3D Printing Technology and Industry Trends and Future Prospect," *World Agr.*, 202, 147-168 (2017).
- [6] G. H. Yun, "Science High School Teachers Continue Rare Cancer Breeding. '3D Printer Fear' Spreads", 2020. Oh my News, http://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002663757
- [7] E. S. Yoo, J. Y. Choi, S. G. Yang, J. Y. Kim et al., "4th Industrial Revolution WHY", *Korea Economic Daily*, 95-98, 2018/
- [8] S. C. Kang, "The 3D printing industry status", *Journal of the Korean Multimedia Society*, Vol21. No1/2, 2017.
- [9] Y. G. Kim, "3D printing market and technology trends", Commercializations Promotion Agency for R&D Outcomes, S&T Market report Vol 70. 1-2,11p, 2019
- [10] S. J. Ahn, J. H. Jung, "3D Printer 101: Everything about 3D printers from basic to application" *Hanbit Media*, 2017, 38-47.
- [11] Wikipedia. "Coordinate System". <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%A2%8C%ED%91%9C%EA%B3%84>, "Polar Coordinate System", https://ko.wikipedia.org/wiki/%EA%B7%B9%EC%A2%8C%ED%91%9C%EA%B3%84#cite_note-%EA%B9%80%ED%99%8D%EC%A2%85-1, 2021.01.26
- [12] K. J. Hwang, "The Future Trend of the Fourth Industrial Revolution 3D Food Printer, 3D Food Printing", *Knowledge and Sensibility*, 2018. 189-197.
- [13] Sun J, Zhou WB, Huang DJ, Fuh JYH, Hong GS. "An Overview of 3D Printing Technologies for Food Fabrication", *Food Bio process Tech.* nol. 8: 1605-1615, 2015
DOI: <http://lps3.doi.org.sproxy.dongguk.edu/10.1007/s11947-015-1528-6>
- [14] Foodini, Fig. <https://static.naturalmachines.com/images/Natural-Machines-Foodini-Brochure.pdf>
Bocusini, Fig. <https://3dfoodprintingconference.com/food/bocusini-the-worlds-first-universal-plug-play-3d-food-printing-platform/>
- [15] Y. G. Bang. "A study for effective implementation of chocolate 3D food printing through 3D modeling" Master's thesis, Namseoul Univ, 2019.
- [16] J. A. Ilbo. "What are you doing? Three-dimensional object 'Tic-Tok'" 2015.02.13. <https://news.joins.com/article/17159811>
- [17] Samgongbang. "Advantages and disadvantages of 3D pen" 2019.5.29. <http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=mykmg7037&logNo=221549676151&categoryNo=25&parentCategoryNo=0>
- [18] NamuWiki "3D Pen". 2021.01.26. <https://namu.wiki/w/3D%ED%8E%9C>
- [19] Steam Pen "Art Galley, Thumb", 2018.04.04. http://steampen.co.kr/bbs/board.php?bo_table=gallery&wr_id=130
- [20] S. S. Semi. "Imagination becomes reality! 3D pen, technology/IT trend", 2020. 6. 23. <https://www.samsungsemiconstory.com/2355>
- [21] S. H. Lee. "A study on the technology of street furniture manufacture in large 3D printing : based on the QFD (required quality and technical characteristics) analysis method", Master's thesis Graduate School of Soonchunhyang Univ, 2019.
UCI: I804:44009-200000181272
- [22] H. W. Kim, "Classification and standardization of food-ink system for 3D printing technology". Doctoral dissertation Graduate School, Korea University, 12-15p, 2019.
- [23] J. Y. Kim, "Apparatus for collecting stacking data and System for manufacturing 3-dimensional object having the same", *Korean Patent No.10-164277*, 2020.

김 종 용(Jong-Young Kim)

[정회원]



- 1996년 2월 : 중앙대학교 기계공학
학과 (기계공학사)
- 2007년 8월 : 연세대학교 경영학
과 (경영학석사)
- 2019년 2월 ~ 현재 : 동국대학교
기술창업학과 (박사과정)
- 2017년 12월 ~ 현재 : 싸이언스플
러스 기술조합 이사

<관심분야>

정보통신, 푸드프린팅/푸드테라피

전 병 훈(Byung-Hoon Jeon)

[정회원]



- 1994년 2월 : 동국대학교 전기공
학과 (공학석사)
- 1999년 3월 : 일본 게이오대학교
전기공학 플라즈마 프로세싱(공학
박사)
- 2000년 3월 ~ 2005년 2월 : 중부
대학교 전기전자공학과 교수
- 2005년 3월 ~ 현재 : 동국대학교 전자전기공학과 교수
- 2015년 3월 ~ 현재 : 동국대학교 일반대학원 기술창업학
과 학과장

<관심분야>

창업교육 프로그램 기획/운영, 기술사업화, 대체에너지개발