

포토 스캐닝 기술을 기반으로 한 3D 모델링 제품디자인 프로세스에 관한 연구

이준상*

3D Modeling Product Design Process Based on Photo Scanning Technology

Junsang Lee*

Department of Product Design Engineering Dong-Eui University, Pusan 47227 Korea

요 약

그래픽스 분야의 제품모델링 제작기술은 급속하게 발전하고 있고 3차원 데이터 응용과 활용성은 계속 증가하고 있다. 제품디자인 제작에 있어 3차원 모델링 제작에는 많은 시간이 소요된다. 최근 역설계 방식은 3D 데이터의 응용과 제작시간단축으로 활용성이 크다. 본 연구는 영상데이터 기반으로 포토메트리를 이용하여 3차원 포인트클라우드 및 메쉬 데이터를 추출하고 이를 응용하여 제품의 1차 시안을 제작한다. 디자인 수정에 중점을 두어 2차 시안이 제작되었으며 3차 시제품 제작을 위한 3D 프린팅 작업을 진행한다. 이러한 제품디자인 제작과정에서 영상데이터의 활용과 가능성 및 3D 모델링 제작시간의 단축, 효율적인 프로세스를 제시한다. 또한 제품디자인 환경변화에 대응하기 위한 신제품 개발 프로세스 시스템의 모델을 제안한다.

ABSTRACT

Product modeling technology for graphics is rapidly developing. And 3D data application and usability are increasing. modeling of product design is a very important factor in constructing. 3D modeling in product design takes a lot of production time. Recently, the reverse design method is very useful because of application of 3D data and shortening of production time. In this study, first, 3D point cloud and mesh data are generated using photographs based on image data. The second is to modify the design and the third is to make the prototype with the 3D printer. This product design and production process suggests the utilization and possibility of image data, the shortening of 3D modeling production time and efficient processes. Also, the product design process proposes a model of a new product development system to adapt to the production environment.

키워드 : 3D스캐닝, 모델링, 포토스캔, 메쉬 데이터, 포인트클라우드

Keywords : 3D scanning, modelling, photoscan, mesh data, Point Cloud

Received 25 July 2018, Revised 6 August 2018, Accepted 20 September 2018

* Corresponding Author Junsang Lee(E-mail:junsang@deu.ac.kr, Tel:+82-51-890-2850
Department of Product Design Engineering, Dong-eui University, Pusan, 47227 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2018.22.11.1505>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

컴퓨터 기술이 발달하면서 사물에 대한 3D 모델링 데이터를 얻기 위해 많은 기술들이 발전하고 있다. 이러한 기술은 급변하는 사회 수요에 따라 제품의 수명이 점점 짧아지고 있다는 것이다[1]. 제품을 개발하고자 하는 제조업이나 다양한 콘텐츠를 생산하는 영화, 영상, 게임, 및 건축의 리모델링 같은 분야는 3차원 모델링 데이터를 얻기 위해 많은 노력을 기울이고 있다[2]. 이를 위해 3차원 측정기가 개발되었는데 특히 데이터의 획득 측면에서 개발기간을 단축시키기 위해 역설계 방식을 채택하고 있는 것이 현 추세이다[3]. 최근 3D 프린팅 기술이 발달함에 따라 제품디자인 분야 및 제조업에 혁명을 일으키고 있는 것이 사실이다. 또한 3D 프린팅 기술은 제품디자인의 자유도가 높아서 가상의 모델링 데이터만으로 제품을 제조할 수 있는 장점이 있고 개발의 주기와 비용 절감에도 많은 효과를 볼 수 있다[4]. 제품디자인분야에서 신제품의 3차원 모델링 데이터를 디자인하는데 있어서 많은 시간이 소요되고 있는 부분이 있다.

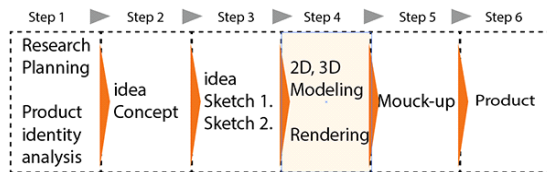


Fig. 1 Product Design Process

그림 1은 기존의 제품디자인 제작 프로세스이다. 시제품 제작은 아이디어에서부터 모델링, Mock up의 단계를 거쳐서 제작된다. 그림 1의 프로세스 4단계에서 2D, 3D 설계 및 모델링 데이터를 생성하기 위해서는 많은 시간이 소요된다. 이 과정에서 모델링 데이터를 생성하는데 프로그램의 숙련도에 따라 제품설계의 정확성 및 디자인이 결정된다. 본 연구는 제작시간의 단축과 리디자인의 설계 데이터를 획득하기 위해 포토스캐닝 기법을 활용하여 리모델링 기법을 제안한다. 첫 번째 기존의 생산된 제품을 바탕으로 영상데이터를 얻는다. 여러장의 포토로 이루어진 영상데이터는 포토메트리를 형성하고 3차원 포인트 클라우드를 통해 메쉬 모델링 데이터를 획득한다. 두 번째 기존의 모델링 데이터를 기반으로 새롭게 추가되고 수정된 2차 모델링 데이터를 생

성한다. 세 번째 수정된 모델링 데이터는 여러 조건과 환경으로 제품디자인을 렌더링하고 3D 프린터를 활용하여 시제품을 제작한다. 제안하는 제작과정은 제작시간 단축의 경제적인 측면과 신제품 개발에 대한 새로운 프로세스 모델을 제시하고자 한다.

II. 본론

2.1. 3D 스캐닝

3D 스캐닝은 3D 모델링 데이터를 생성하기 위해 기본적인 시점을 다각화하여 기존의 사물에 대한 표면적 깊이 및 정보를 3D 디지털 데이터로 생성하는 기술이다 [5]. 이러한 기술은 물체에 대한 외형적 데이터를 대상물과 접촉시키거나, 직접 접촉하지 않고 레이저나 거리 영상 카메라(range image camera)를 이용해 대상물의 형상정보를 획득한다.

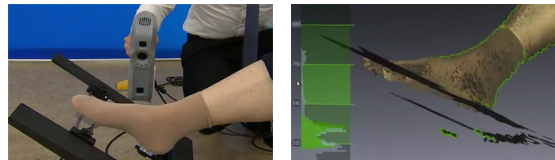


Fig. 2 3D scan work flow

그림 2는 신발산업에서 비접촉식 방식인 핸드헬드 스캐너를 이용하여 특정패턴을 투영한다. 패턴의 변형 형태를 파악해 서 발 모양을 스캔하고 있다. 이러한 단계는 맞춤형 신발을 제작하기 위해 발의 외각의 형태를 스캔하고 모델링데이터를 획득한다. 3D스캐너로 획득된 사물의 외형적 형상은 포인트 클라우드 데이터로 획득된다. 이러한 포인트는 면을 이루기 위한 초기 작업이다. 또한 각각의 점들은 3차원 좌표로 나타나고 이 좌표는 직교 좌표계(Cartesian coordinate system) 상에서 x축 기준 위치(x값), y축 기준 위치(y값), z축 기준 위치(z값)로 표현된다.

2.2. 3D 스캐너의 분류

3D 스캐너는 크게 접촉식 3D 스캐너와 비접촉식 3D 스캐너로 분류할 수 있다. 과거에 주로 사용되었던 접촉식 측정방식 CMM(Coordinate Measuring Machine)은 프로브(probe)같은 기계적 요소를 측정 물체에 직접 접

촉하여 센서의 이동 값으로 3D 데이터를 얻는 방식이다 [6]. 접촉식 방식에서는 비파괴, 파괴 측정 및 검사를 진행할 수 있다. 측정의 정확도는 우수하고 정밀도 또한 섬세하게 진행된다[7]. 비접촉식 스캐너의 경우는 광학적으로 이미지를 스캔하는 방식으로 직접 물체에 접촉하지 않고 3D 데이터를 획득하는 것으로 물체에 빛을 투사 후 반사되는 빛의 시간을 측정하여 물체와 측정원점 사이의 거리를 계산하여 3차원 형상을 얻는다. 그림3은 대표적인 접촉식 CMM 방식의 장비와 비접촉식 TOF 방식의 장비이다. 특히TOF(Time of Flight) 방식은 레이저를 활용하여 대상물의 측정하므로 대상 물체의 크기에 영향을 받지 않는다는 장점이 있다[8].

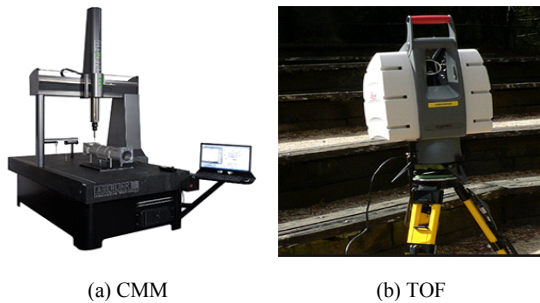


Fig. 3 Contact type and Noncontact type

최근 비접촉식 3D 스캔방식에서 포토스캐닝 기술을 기반으로 한 3D 모델링 데이터 생성 기술이 발전하고 있다[9]. 이 기술은 여러 장의 영상데이터를 활용하여 물체와 카메라의 위치정보를 찾아내고 영상정보의 특정 패턴 및 픽셀에 대한 정보를 찾아서 합성한다[10]. 포토스캐닝 방식은 대형의 조형물이나 건축에 많이 활용되고 있다. 그러나 소형의 제품설계에 있어서 포토스캐닝 기술을 활용한 사례는 없다.

III. 포토스캐닝 리디자인 프로세스

3.1. 사진촬영 및 대상

포토스캐닝을 수행하기 위해서는 대상물에 대한 여러 장의 영상데이터가 필요하다. 사진스캐닝 작업의 경우 대상물을 3차원으로 재구성하는 기술로 3D 스캐너에서 포인트 클라우드를 생성하고 이를 기반으로 3차원 좌표 및 메쉬 데이터를 구할 수 있다. 이를 위해 선정된

완구 자동차의 대상물을 놓고 일정한 거리에서 규칙적인 동선의 카메라 포지션을 정하고 촬영하였다. 그림 4는 선정된 완구 자동차이다.



Fig. 4 Toy car image

제품의 완구자동차를 촬영하기 위해서는 고품질의 사진정보가 필요하며 카메라에서 지원되는 화소는 700만 이상의 화소를 가진 카메라로 촬영하였다.

Table. 1 Shooting environment



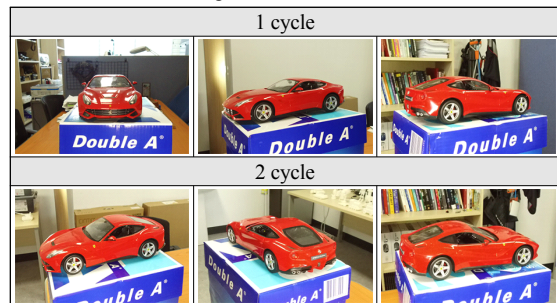
Camera	system
	lens :3.5 Optical Zoom F : 2.8 ISO : 400 resolution : UHD 4096×2160 format : JPEG, RAW shuter : 100
lighting	system
	color temperature : 6500K brightness : 1000 Lux

표1은 고해상도를 지원하기 위해 DJI에서 제공하는 OSMO PLUS 모델을 선택했다. 카메라는 F 2.8, shutter :100, 해상도 4096×2160 UHD 사이즈로 촬영하였다. 또한 사진의 일정한 간격으로 촬영하기 위해 짐벌 기능이 추가된 카메라를 이용하였다.

Table. 2 camera image data



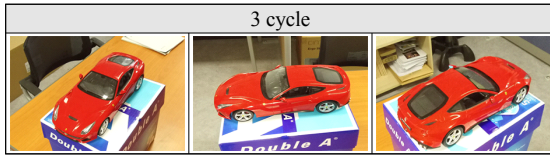


표 2는 촬영된 영상데이터이다. 카메라로 촬영된 총 48장의 영상데이터를 가지고 포토스캔(photoscan) 프로그램을 활용하여 데이터를 조합한다. 여러 장의 사진을 모두 선택한 후 이미지를 정렬(align photos)시킨다. 이러한 작업을 통해 카메라의 위치와 방향을 찾고 모델링 데이터를 형상화 하는 포인트 클라우드를 생성한다. 정렬하는 시간은 용량에 따라 지연되기도 한다. 총 48장의 사진으로 3개의 사이클로 1주 기당 16장의 이미지를 획득했다. 이미지의 해상도는 4096×2160 사이즈이다.

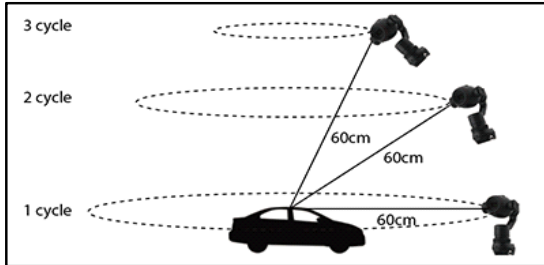


Fig. 5 Camera movement Distance

그림 5는 카메라가 대상을 기준으로 카메라의 포지션을 유지하기 위한 작업이다. 대상물과 카메라의 거리는 60cm이다. 최대한 이 거리를 유지할 수 있도록 했다. 사진촬영을 위해 카메라의 동선이 확보되지 못하면 정확한 데이터를 얻기 힘들다.

3.2. 3D 포인트 클라우드 및 메쉬구조 생성

그림6에서는 영상데이터의 align photo작업이 완료되면서 포인트 클라우드가 생성된다. 다음으로 Dense Cloud로 좀 더 정밀한 연결점들을 형성한다.

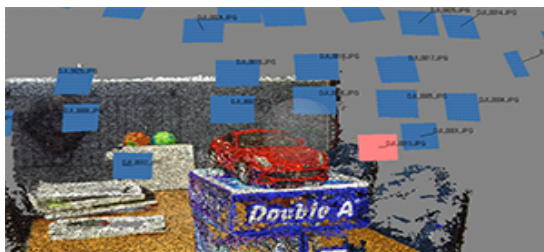


Fig. 6 Create point cloud

점으로 이루어진 클라우드 데이터는 실사 이미지 제작을 할 수 있도록 모델링 데이터를 형성하는 기초가 된다. 즉 메쉬(mesh) 데이터로 변환할 수 있는 것이다. 정확한 메쉬 계산을 위하여 고밀도 클라우드를 설정하고 메쉬로 변환한다. 그림 6에서 메쉬데이터를 획득한 후 대상물에 대한 재질 및 텍스처 맵핑 과정을 거쳐야 한다. 이 과정에서는 Generic 모드로 설정하는 것이 안정적이다.



Fig. 7 Mapping process

그림 7은 텍스처 맵핑 과정이다. 대상물과 카메라 포지션에 대한 정보를 알 수 있다. 이 때 정교한 질감과 색상은 촬영 할 때의 노출과 매우 밀접한 관계가 있다. 생성된 맵 재질과 모델링 데이터는 리디자인의 맵 형성과 데이터의 응용에 활용된다. 3D 모델링 데이터 생성이후 3D MAX에서 다양하게 작업하기 위하여 3ds 파일로 전환하여 export 하였다. 다른 응용소프트웨어를 사용할 경우에는 obj, wrl, stl, fbx, dxf등 다양한 포맷의 데이터로 변환하여 지원한다.

3.3. 제품 3D모델링 리디자인

포토스캐닝 기술을 이용해서 획득된 3D모델링 데이터는 3D MAX 전문 모델링 프로그램에서 다시 리모델링이 제작된다. 완성된 모델링 데이터를 분석하여 디자이너가 원하는 형태의 도면을 바탕으로 재가공할 수 있다.

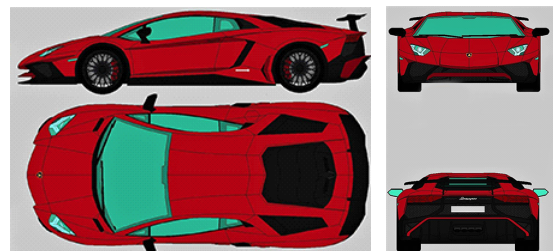


Fig. 8 Car design

그림 8은 새롭게 디자인할 완구자동차 도면이다. 포토스캐닝으로 획득된 3D 모델링데이터는 폴리곤(polygon)으로 생성되어 있다. import된 3D 데이터는 3D MAX에서 총 48개의 카메라가 설치되어 있다. 가상카메라를 활용하기 위하여 기존의 촬영된 카메라의 위치 값을 모두 삭제하고 새로운 가상카메라로 셋팅 했다. 또한 리디자인을 위한 기본 도면을 가지고 데이터 변형에 들어간다.

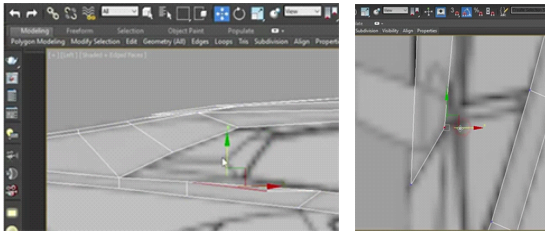


Fig. 9 Data transformation by drawing

그림 9에서는 스캐닝 된 원본의 데이터를 가지고 완구 자동차의 윗부분을 디자인된 도면에 따라 모델링 데이터를 편집하는 과정이다. 이때 폴리곤의 점과 면을 이루는 일정한 간격유지와 점의 추가 및 시그먼트(segment)의 추가는 매우 정교하게 이루어져야 한다. 또한 제품디자인의 품질을 높이기 위해 부분적 노이즈가 생성되어 있는 폴리곤 데이터를 정리 및 추가를 반복하여 완성도를 높였다.

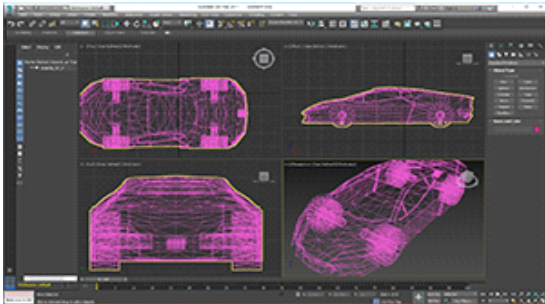


Fig. 10 3D Modeling process

그림 10은 실물 모델의 완구 자동차를 3D MAX 프로그램을 활용하여 리디자인된 모델링데이터이다. 기존 디자인의 변형 및 수정이 용이했고 리모델링 제작도 효율적으로 이루어졌다. 리모델링에 소요된 시간은 2시간이다. 또한 포토스캐닝에서 리모델링까지의 시간은 총 4시간이다. 초기의 모델링 설계시간에 비해 매우 빠르게 제작됨을 알 수 있다.

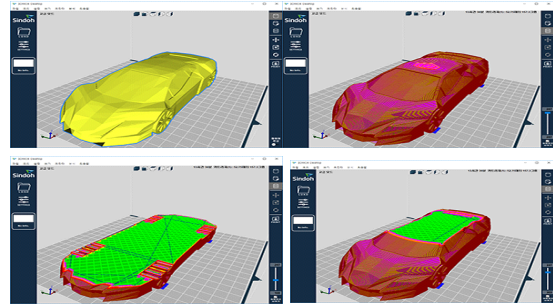


Fig. 11 Convert to G-code

그림 11은 3D 프린터가 이해하는 명령어 형태인 G-code로 변환하는 과정이며 적층방식으로 이루어지는 과정을 나타내고 있다. 완구자동차의 리모델링 된 stl파일은 3D 프린터로 제작할 수 있다. 출력방식은 FDM (fused deposition modeling)방식으로 출력하였으며 출력에 소요되는 시간은 12시간이다.

IV. 실험결과 및 고찰

촬영에서 48장의 영상데이터를 획득한 후 이를 조합하여 포인트 클라우드 생성 및 메쉬데이터로 변환하여 모델링데이터를 획득하고 3D MAX 전문 소프트웨어를 활용하여 리모델링데이터의 대한 활용을 시도하였다. 리모델링 된 데이터는 3D 프린터를 이용하여 시제품을 제작했다. 3D 출력은 FDM 방식을 사용하였다. 그림 12는 완구자동차의 리디자인된 시제품이다. 결과물은 FDM 방식으로 출력하여 낮은 정밀도를 나타냈다. SLA(Stereo lithography Apparatus) 방식이나 SLS(Selective Lase Siter)방식으로 출력하면 매우 정교하게 출력할 수 있다.

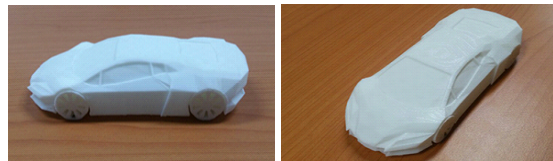


Fig. 12 Toy car printing

포토스캐닝 기술을 적용한 결과 포토스캔에서 리모델링까지 제작시간은 4시간이며 시제품 출력 시간은 12시간 소요되었다. 모델링데이터 획득방식은 영상데이터를 활용하여 기존의 모델링데이터에서 변형 및 추가의 방식

으로 리디자인 한다. 장점으로는 초기의 모델링데이터 생성에 소요되는 제작시간의 단축이다. 자동차의 그림자 부분에서는 데이터의 수정이 요구되는 부분이 있다. 면의 복잡성에는 영향을 미치지 않고 사물의 색상에 따라 데이터의 수정이 요구되는 부분이 단점이다.

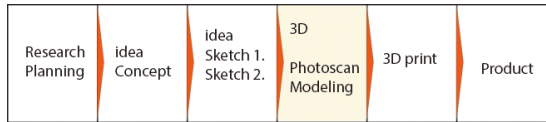


Fig. 13 Proposed design process

그림13은 완구 자동차의 실물을 포토스캐닝 기술을 이용한 제품의 리디자인 프로세스 과정이다.

V. 결 론

제품디자인 작업은 프로젝트의 성격에 따라 다양한 환경에서 운용된다. 제품디자인 프로세스도 각각의 환경에 따른 경쟁력 있는 차별화 방법이 필요하다. 본 연구에는 포토스캐닝 기술을 활용하여 완구자동차의 실물 모델링 데이터 생성하고 이 데이터를 변형, 추가함으로써 새로운 제품을 디자인 할 수 있는 제작 프로세스를 제안했다. 일반적인 제품디자인의 제작에서는 초기 모델링에 대한 제작시간이 많이 소요된다. 이러한 단점을 보완하기 위해서 포토스캐닝 기술을 적용했다. 제작프로세스는 영상데이터를 기반으로 포토메트리를 이용하여 3차원 포인트 클라우드 및 메쉬 데이터를 보다 쉽게 생성하여 1차 시안을 제작했다. 데이터의 변형과 리디자인 수정에 중점을 두어 2차 시안을 제작하고 제품의 검증을 위해서 3D프린팅 작업을 하여 3차 시제품을 제작했다. 이러한 제작 프로세스는 초기의 제품설계에 소요되는 시간을 경제적으로 단축하는데 의미가 있다. 따라서 본 연구는 신제품 개발에 있어 효율적인 제품디자인 프로세스의 방향을 제시하고 디지털 제작환경에 대응하기 위한 제작 시스템 모델을 제안한다.

References

[1] M. J. Kim, S. S. Kwak, M. S. Kim, "Development of a Gesture-Based Supportive Tool Using 3D CAD Data for

Product Design Evaluation Meeting," *Journal of the Korean Society of Design Science*, vol. 23, no. 3, pp. 367-377, June 2018.

- [2] S. H. Han, S. I. Hong, N. S. Kim, S. S. Kim, "Generation of 3D Models for 3D Printers based on the Characteristics of Objects," *The Journal of Korean Institute Information Technology*, vol. 12, no. 5, pp. 149-156, Dec. 2014.
- [3] H. K. Oh, "A Study on the Utilization of Reverse Engineering for the Modeling Process of Product Design," *Journal of Korea Design Knowledge*, vol. 27, pp. 13-20, Sept. 2013.
- [4] S. J. Kim, Y. D. Chun, "A Research of 3D Printers in Industrial Toy Production - Mainly in Manufacturing Design -," *Journal of Korean Society of Communication Design*, vol. 23, pp. 21-29, Dec. 2014.
- [5] M. Jang, "Design of 3D Printer Based on SLA Using LSU and Test of Scanning Mechanism," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 21, no.6, pp. 1225-1230, Jun. 2017.
- [6] Y. J. Ko, S. Y. Yi, "Multi-facet 3D Scanner Based on Stripe Laser Light Image," *Journal of institute of control robotics and systems*, vol. 22, no. 10, pp. 811-816, Aug. 2016.
- [7] D. W. AN, "The Concept and Limitation for practical Use of 3D Scan Data for the Survey Report of Wooden Architectural Heritage," *The Animation Society of Korea*, vol. 29, no. 9, pp. 141-149, Sept. 2013.
- [8] K. Lee, U. Y. "Fast 3D mesh generation using for line laser-based 3D Scanners," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 20, no. 3, pp. 513-518, March 2016.
- [9] J. B. Koo, "The Study on Recording Method for Buried Cultural Property Using Photo Scanning Technique," *Journal of Digital Contents Society*, vol. 16, no. 5, pp. 835-847, Oct. 2015.
- [10] K. S. Park, "A Study on the Reproduction of 3D Shapes using Multi-view Shooting and 3D Scanners," *The Society of Modern Photography & Video*, vol. 20, no. 3, pp. 53-65, Nov. 2017.

이준상(Junsang Lee)



2002년 동서대학교 시각정보디자인과 미술학사
2009년 동의대학교 디지털미디어공학과 공학석사
2012년 동의대학교 디지털미디어공학과 공학박사
2012년 ~ 2014년 호남대학교 신문방송학 조교수
2015년 ~ 현재 동의대학교 제품디자인공학
조교수

관심분야 : 3D, Non-Linear Editing,
Motion Graphics, VR