

방사선 DICOM 영상을 이용한 3차원 프린팅 출력물의 형상 비교에 관한 연구

A Research regarding the Figuration Comparison of 3D Printing using the Radiation DICOM Images

김형균, 최준구, 김가중
극동대학교 방사선학과

Hyeong-Gyun Kim(jung7818@hanmail.net), Jun-Gu Choi(rslaser@hanmail.net),
Gha-Jung Kim(gjms1225@hanmail.net)

요약

최근 3D 프린팅 기술은 의료에 여러 방향으로 접목되고 있다. 이에 본 연구에서는 의료영상의 표준인 DICOM 영상을 이용하여 만든 3차원 영상을, 3D 프린팅으로 출력하여 그 형상표면의 정밀성을 검토하고자 하였다.

실험은 동물 뼈를 피사체로 의료영상을 획득하였으며, 3D 프린팅 출력을 위해 STL 파일로 변환하는 과정을 거친 후 피사체 형상을 출력하였다. 최종적으로 원본 동물 뼈 와 3D 프린팅에서 얻은 3차원 형상을 3D Scanner로 획득한 후 3차원 모델링을 서로 병합(Merge)하고 그 차이를 비교하였다.

결과분석은 시각적 형상비교, 모델링의 Scale 값에 대한 색상(Color)비교, 수치적 형상비교를 하였다. 형상표면은 시각적으로는 구분이 어려웠으며, 수치적 형상비교는 X, Y, Z 좌표가 있는 임의의 4곳에서 측정된 값으로 비교하였다. 병합된 모델링의 형상표면은 원본 피사체(동물 뼈)에 비해 평균 -0.49 mm 만큼 3D프린팅으로 출력된 형상에서 작게 나타났다. 하지만 모든 형상 표면이 균일하게 작아지진 않았으며, 실험에서는 그 차이가 -0.83 mm 내에 있었다.

■ 중심어 : DICOM | 3차원 프린터 | 형상표면 | 모델링 |

Abstract

Recent 3D printing technology has been grafting onto various medical practices. In light of this trend, this research is intended to examine the figuration surface's accuracy of 3D images made by using DICOM images after printing by 3D printing.

The medical images were obtained from animal bone objects, while the objects were printed after undergoing STL file conversion for 3D printing purposes. Ultimately, after the 3D figuration, which was obtained by the original animal bones and 3D printing, was scanned by 3D scanner, 3D modeling was merged each other and the differences were compared.

The result analysis was conducted by visual figuration comparison, color comparison of modeling's scale value, and numerical figuration comparison. The shape surface was not visually distinguished; the numerical figuration comparison was made from the values measured from the four different points on the X, Y and Z coordinates. The shape surface of the merged modeling was smaller than the original object (the animal bone) by average of -0.49 mm in the 3D printed figuration. However, not all of the shape surface was uniformly reduced in size and the differences was within range of -0.83 mm on the experiment.

■ keyword : DICOM | 3D Printer | Figuration Surface | Modeling |

I. 서론

최근 차세대 기술로 주목 받고 있는 3차원 (dimension, D) 프린터는 시제품의 제작비용 및 시간 절감, 다품종 소량생산 및 개인 맞춤형 제작용이, 인건비 및 조립 비용 절감의 장점을 가지고 있다[1]. 3D 프린터는 설계도면에 따라 액체 또는 가루 형태의 폴리머 (수지, 금속 등의 재료를 가공 및 적층 방식으로 쌓아 입체물을 만드는 장비이다[2]. 3D 프린팅 기술은 디지털 데이터로부터 직접적인 생산이 가능하기 때문에 맞춤형 소량생산 제품 활용에 매우 효과적이다[3]. 이러한 3D 프린팅은 산업의 여러 분야에 응용되면서 그 기술이 날로 발전되고 있으며, 인체의 진단에 이용되는 의료영상과 융합하여 그 시너지를 높여가고 있다. 생체, 의공학 분야에 있어 2000년을 전후로 하여 열 용착 기반의 Fused Deposition Modeling(FDM)에 열가소성 생체적합 고분자를 적용하여 조직공학용 인공지지체를 직접 제작함에 따라 3D 프린팅의 바이오 조형기술 활용이 시작되었다[4]. 최근 이러한 3D프린터 기술의 활용이 조직공학용 지지체 이외에도 맞춤형 의족, 치과 보철, 인공혈관, 바이오칩 제작에 확대되고 있다[5]. 특히, CT/MRI 의료영상 기술을 기반으로 수술 시뮬레이션, 수술가이드 도구 제작 등의 3D 프린팅 활용은 현대 단계에서 실질적 임상활용 사례가 많이 보고되고 있다 [3]. 대표적인 최초사례로 2002년 미국 UCLA 병원에서 시행되었던 삼쌍둥이 분리수술이 있다[6]. 복잡한 뇌혈관 및 신경계의 구조로 인해 기존의 의료영상에 의존한 분리수술이 100시간가량 소요되었던 반면, MRI 영상을 3D 프린터로 인쇄하여 수술계획과 예행연습을 함으로써 22시간 만에 성공적으로 수술을 완료하였다[3]. 또한 수술현장에서 가이드 구조물로 제작되어 상처나 절개, 관통부위 구조의 3차원 데이터를 확보하고 구조물을 데이터에 맞게 일시적으로 제작하여 활용하는 기술이 발전하고 있다[5]. 현재 인체 골 모형을 제작하여 수술에 활용하는 연구는 많이 진행되어 그 유용성이 증명되어 있다[7-9]. 오래전부터 정형외과 영역에서는 수술 효율에 관련된 수술시간, 방사선 조사 시간, 수술 정확성 등의 개선과 환자에 대한 위험성과 고통 감소 및 수술 오류에 의한 재수술 최소화를 목적으로 수술기법들

이 개발되고 있다[10][11]. 본 논문은 이러한 의료영상과 3차원 프린팅을 이용하여 인체에 활용하고자 할 때 출력된 형상의 정밀도는 매우 중요하다. 이에 3D프린팅을 통하여 실제 기대하는 형상과 원하는 형상이 얼마 정도의 차이를 보이는지 비교하고자 하였다. 실험은 동물 뼈를 Phantom으로 의료영상에서 획득한 DICOM 파일을 적용하여, 3D 프린터에 얻은 형상과 Phantom 형상을 3차원 모델링으로 병합(Merge)하여 X, Y, Z의 좌표가 있는 임의의 지점에 측정 포인트로 측정하여 그 차이를 비교하였다.

II. 실험장비 및 방법

1. 연구 방향

[그림 1]은 본 연구의 전체 진행 모식도를 나타내고 있다. 동물 뼈(피사체)를 이용하여 CT Volume Scan에서 얻은 DICOM 영상을, 3D 프린터가 인식하는 STL 파일로 변환하여 피사체 형상을 출력하였다. 최종적으로 3D프린터에서 출력된 형상과 피사체(Object) 동물 뼈를 동일한 환경에서 3D Scanner로 Data를 수집하여 3차원 모델링으로 형상표면의 동일함을 비교하였다.

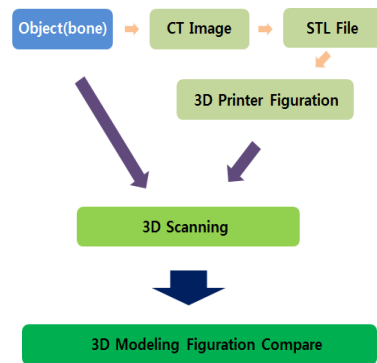


그림 1. 연구 진행 모식도

2. 실험장비 및 재료

[그림 2]는 실험에 사용된 피사체로 그 형상은 앞, 뒤의 넓고 둥근 모양, 장축으로 길게 오목과 둥근 볼록 형태를 가지고 있으며 아래쪽 장축 능선은 불규칙한 형태

의 모양으로 되어있다. 그 크기는 91.1 mm x 34.9 mm x 14.7 mm인 소의 동물 뼈를 이용하였다. [그림 3](a)은 DICOM(Digital Imaging and Communication in Medicine) 영상을 획득하기 위한 640-multi-slice computed tomography(640 MSCT, Aquilion ONE, TOSHIBA, JAPAN)로 0.5 mm Volume Scan으로 영상을 획득 후 Terarecon(USA) 3D 프로그램으로 STL(STereoLithography) 변환 파일을 생성 하였다.



그림 2. 실험동물 뼈(피사체)

[그림 3](b)는 실험의 형상을 출력하기 위한 3D 프린팅 (Objet30 Pro - Desktop 3D Printer, Stratasys, USA)이다. 본 실험에서는 액상의 광 경화성 수지에 광선을 조사해서 굳혀 가면서 만드는 광조사형 방법으로 출력하였다. 출력 베드의 크기는 300 mm x 200 mm x 150 mm이고 최대 출력 조형 크기는 294 mm x 192 mm x 148.6 mm이다. 노즐의 직경은 0.1 mm, 적층 두께는 28 μm (최소 16 μm)까지의 정밀도를 가지고 있다. 원료로는 액체 상태인 광 경화성수지(Photo Sensitive Liquid Polymer)에 광을 조사시켜 한 층씩 적층시켜 3차원 형상의 구조물(Structure)을 만드는 기술을 적용하였다[12].

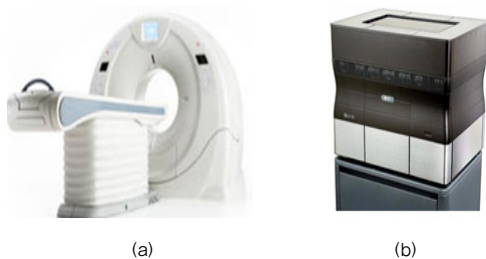


그림 3. (a) MSCT Scanner (b) 3D Printer Scanner

3D 프린팅으로 출력된 형상과 동물 뼈 피사체는, [그림 4]와 같이 3D Scanner(Rexcan CS+, 솔루션닉스)로 동일한 환경에서 Data를 수집하고, 3D 프로그램 (Geomagic Control™, USA)에서 각각의 모델링을 비교하고 병합(Merge)하여 측정하였다.

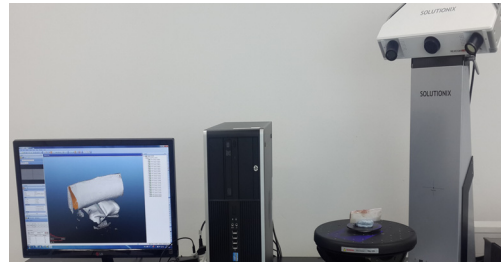


그림 4. 3D Scanner의 3차원 형상 모델링

3. 실험방법

CT Volume Scan에서 획득한 Raw data를 Terarecon 3D 프로그램에서 Bone 만 추출하고 STL 파일로 변환하였다. STL 파일 변환 시 Export as Mesh 는 Smoothness 100%, Decimate 20%, Format 은 STL ASCII File로 Export하였다. [그림 5](a) 는 STL파일, [그림 5](b) 는 DICOM 파일에 의한 3D 모델링으로 장축의 길이가 91.1 mm 로 프로그램에서 동일하게 측정된 값을 나타내고 있다.

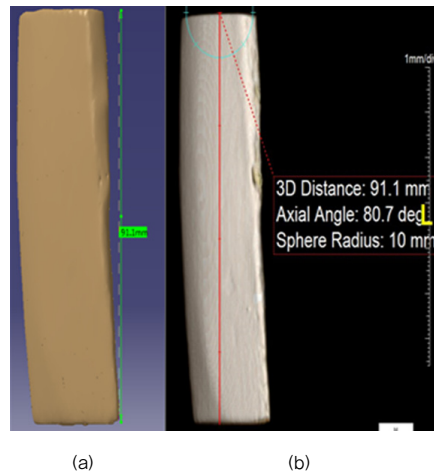


그림 5. STL 파일과 3D 영상에서의 장축의 길이

[그림 6](a)는 STL로 변환된 파일을 이용하여 광조사형 방식에 의한 3D 프린터 출력물과 원본 동물 뼈 피사체를 나타내고 있다. 두 개의 정밀한 형상 비교를 위해 [그림 4]와 같이 3D Scanner로 각각 Scanning 하여 모델링을 만들었다. [그림 6](b)는 3D Scanning 한 후의 모델링 그림을 나타내고 있으며, 각각 획득한 모델링을 병합(Merge)하여 표면형상의 차이를 비교를 하였다.

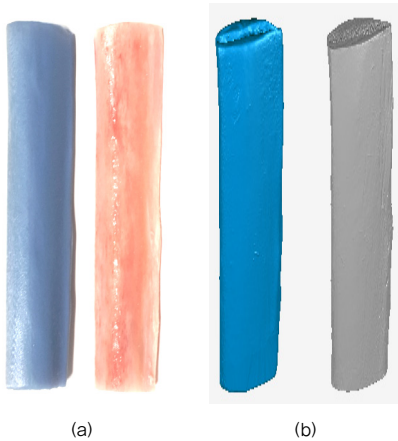


그림 6. (a) 3D 프린터 출력물과 원본 피사체
(b) 3D Scanning 된 모델링 그림



그림 7. 형상물의 장축 길이 측정

1.2 모델링 형상비교

피사체 모델링을 기준으로 3D 프린터 출력물을 컴퓨터 3D프로그램(Geomagic Control™, USA)에서 [그림 8]과 같이 병합(Merge)하였다. Scale은 ±2mm로 설정하였으며 노랑, 주황, 빨강색으로 갈수록 3D 프린터 형상물이 원본 피사체보다 크고, 초록을 기준으로 짙은 파랑색에 가까울수록 원본 피사체의 형상이 크다는 것으로 나타나도록 하였다. 형상표면의 양쪽 끝 가운데 부분은 피사체의 크기가 큰 주황과 노란색이 많이 표시되었으며, 형상표면의 장축 중간은 피사체 형상의 파랑색이 많이 나타냈다. 장축을 따라 아래 능선(Crest) 부분은 불규칙한 모양의 형상들이 있는데 초록과 파랑색의 형태를 나타내고 있다.

III. 결 과

1. 일반적 형상비교

1.1 시각적 형상비교

3D프린팅 된 형상과 원본 피사체를 Digital Vernier Calipers(Mitutoyo, Japan) 으로 장축 최대 지점의 길이를 비교한 결과 [그림 7]과 같이 91.1 mm 로 동일하게 나타났다. [그림 6](a)은 두 형상을 시각적으로 확인하였으며 그 결과 형상의 중간부분인 능선(Crest)과 장축의 가장자리로 이어지는 불규칙한 부분은 시각적 구분이 어려웠다. 그러나 형상의 양쪽 끝 부분의 중심(Center)에서는 원본 피사체에 비해 3D 프린팅 형상이 조금 더 패여 보였으며 [그림 7]과 같이 노랑, 주황색이 많이 나타났다.

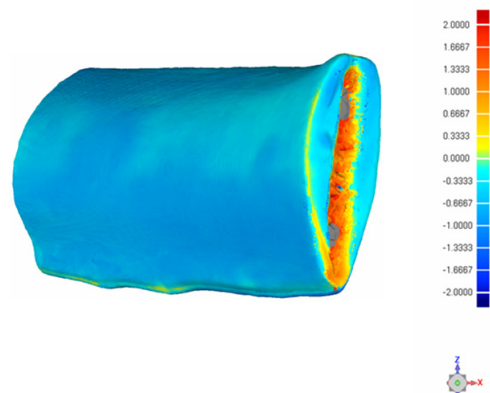


그림 8. 두개의 모델링이 병합된 상태

2. 수치적 형상비교

두 개의 모델링이 병합된 상태에서 형상표면의 차이를 확인하기 위해 볼록 부분, 오목 부분, 가장자리 능선

과 능선의 불규칙부분에 X, Y, Z 값이 표시된 좌표측정값을 구하였다. 모델링 형상에서 A001(가장자리 능선), A002(볼록 부분)는 한쪽 면을 A003(가장자리 불규칙 부분), A004(오목 부분)는 그 반대편 면에 [표 1]과 같이 구분하여 측정값을 구하였다. 측정결과 최저 -0.27 mm, 최고 -0.83 mm 의 차이를 나타냈으며, 4개 지점 평균은 -0.49 mm 로 피사체 원본과 3D 프린팅에서 얻은 형상의 평균적 차이는 0.49 mm 이내에 있음을 알 수 있었다.

표 1. 측정된 포인트의 형상표면 차이 (단위: mm)

A001	A002	A003	A004	평균
-0.40	-0.27	-0.46	-0.83	-0.49

[그림 9]는 4개의 지점이 피사체 형상 표면에서 얼마 정도 떨어져 있는가를 그래프로 표현하였다. 그림에서 보듯이 전체가 동일하게 차이를 나타내지는 않았으며 A001, A002 의 측정 표면보다 그 반대쪽 형상표면에서 더 많은 차이가 나타났다. 또한 표면형상에서 볼록, 가장자리 능선, 가장자리 불규칙 부분, 오목형상의 순으로 차이가 크게 나타났다. 그러나 측정된 4곳의 위치는 최대 0.83 mm 이하의 형상 차이를 나타냈다.

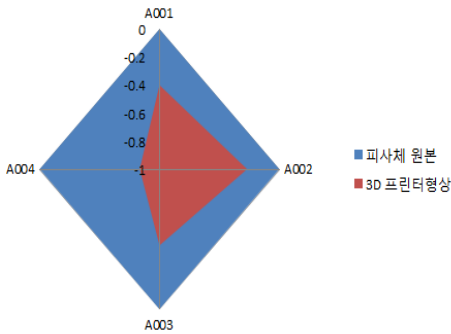


그림 9. 측정 포인트로 본 형상 차이 비교그래프

[그림 10]은 측정된 4곳 위치에 대한 측정 좌표 값을 나타내고 있으며 왼쪽(짙은 검정색 점) 위의 좌표 값은 A001, 아래는 A002를 나타내고 있다. 또한 오른쪽(얇은 검정색 점)은 반대편 면을 나타내고 있으며 위의 좌표 값은 A004, 아래는 A003을 나타내고 있다.

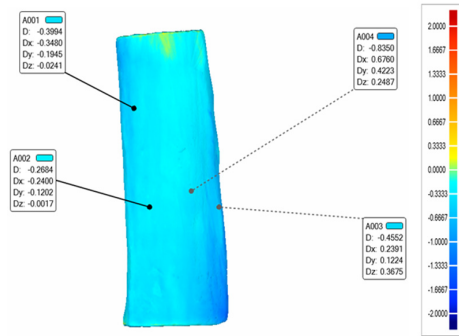


그림 10. 측정된 4곳의 위치좌표 와 측정 값

IV. 고 찰

현재 IT 융합기술의 발달로 의료에 대한 3D 프린팅 적용이 급격히 늘어나고 있다. 본 연구는 이러한 시점에 의료영상에서 획득한 DICOM(Digital Imaging and Communication in Medicine) 파일과 3D 프린팅에서 출력된 피사체의 형상정밀도가 어느 정도인지 가능해 보고자 하였다. 또 여러 단계를 거치면서 디지털 Data의 변환과정들과 그 과정에서 생길 수 있는 오차들이 얼마 정도인지 알아보하고자 하였다. 실험에서 사용된 의료영상은 Digital 영상 표준인 DICOM 영상 파일을 사용하였다. 의료영상 출력물은 3D 모델링된 데이터를 표준 형식의 파일로 저장하는데 제공되는 STL (STereo-Lithography) 파일을 3D 프린터 장치에 적용하여 형상을 출력하였다[13]. 형상의 정밀도는 외형 크기에 의한 시각적 형상비교와 두 형상의 모델링을 병합 후 형상표면의 차이를 정밀하게 비교 측정하고자 하였다. 앞으로 이러한 형상비교는 인체를 대상으로 하는 것이기에 사용재료의 선택과 더불어 외형의 정밀성은 매우 중요하리라 판단된다. 또한 기존의 의료용 3D 프로그램들은 진단에 초점이 맞춰져 있기에 공학용 프로그램들과의 연계성이 아직은 약하나, IT 융합기술 발전에 발맞춰 S/W(Soft Ware)의 호환성을 높이는 Upgrade 가 된다면 그 시너지 효과는 매우 높으리라 판단된다. 현재 의료의 임상적용에 있어서 3D 프린터를 활용한 시뮬레이션을 통한 수술 가이드의 제시나 인체장기의 교체 내지 대체에 대한 수요는 필연적으로 높아지리라 생

각되며 이 경우에 진단과 동시에 치료를 하는데 역할을 할 수 있는 의료용 3D 프로그램의 발전이 기대된다. 이와 같이 CT, MRI 와 같은 의료영상 이미지를 기반으로 인체조직 목표형상에 맞는 외형구조 제작대응은 가능함과 동시에 그 수요는 많아지리라 본다[3]. 특히 개별성이 강하고 고도의 정밀성을 요구하는 의료분야에서의 활용은 새로운 의료산업의 블루오션으로 기대되고 있다[1]. 본 연구에서는 동물 뼈를 사용하는 형상비교 연구에 초점을 맞추다 보니 시간경과에 따른 피사체의 변형을 우려하여 실험과정을 최대한 짧게 하였으며 측정의 신뢰를 위하여 3D Scanning 과정부터 측정까지 국가 공인기관에 의뢰하여 측정 결과 값을 얻었다[14]. 피사체로 사용된 동물 뼈는 소의 갈비뼈를 사용 하였으며 전체적으로 앞, 뒤의 양쪽 면은 넓고 둥근 모양이다. 한 면의 일부는 장축으로 길게 오목형태가 있고 그 반대편 면은 둥근 볼록 형태를 가지고 있었다. 그리고 장축의 가장자리 능선은 [그림 8]과 같이 한쪽은 둥글고 그 반대 측은 장축으로 길고 불규칙한 모양으로 이어져 있었다. 실험결과에서 시각적 비교 와 모델링형상 비교에 의하면 양쪽 끝 부분이 다른 형상 표면보다 미세한 차이가 있어 보였는데 이곳은 해부학적으로 뼈의 골막과 골수에 대한 밀도 차이가 큰 부위였다. 이는 3D 프린터가 광 조사형 방식으로 끝 부분을 적층 융합하는데 오는 미세한 차이인지, 영상파일 변환과정에서 오는 Data의 오류인지 구분은 어렵지만 본 실험에서는 복합적인 결과로 추정한다. 또한 측정 포인트에 대한 결과값[표 1] 으로 한쪽 면에서 상대적으로 더 높은 형상차이를 나타내는 것 역시, 3D Scanner에서 3차원 Data를 읽어 들이면서 발생한 차이인지, 3D 프린팅 출력과정 또는 영상획득과정에서 오는 차이인지 본 실험에서는 구분이 어렵지만, 연구자는 3D Scanner의 광학식 스캐너에 의한 비접촉식 측정방법(non-contact method)으로[15], Data를 획득하는 과정에서 빛의 분산에서 오는 미세차이로 추정된다. 여하튼 본 실험에서 여러 단계를 거쳐 실험결과를 얻었지만 결과적으로 평균 0.49 mm 이하의 형상표면 차이를 알 수 있었다. 이는 의료 DICOM 영상을 이용한 3D프린터의 출력물에 대한 신뢰성의 판단기준이 될 수 있으며 앞으로 의료영상을 이

용한 3D 프린터의 활용 및 적용에 참고자료가 될 수 있으리라 본다. 그러나 본 실험은 사용된 장비의 성능에 따라 다른 결과를 줄 수 있는 여지가 충분하기에 형상 표면 차이에 대한 전체연구를 대변할 수는 없다. 앞으로 좀 더 정교한 Phantom을 이용하여 실험한다면 보다 나은 형상비교 연구가 될 수 있으리라 판단한다.

IV. 결론

의료 영상인 DICOM 파일을 이용하여 3D 프린팅 된 3차원 형상과 동물 뼈 형상표면 차이를 비교하기 위한 실험연구에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. DICOM 파일을 이용한 3D 프린팅 출력물에서 형상표면 차이에 대해 시각적 구분은 어려웠다. 하지만 모델링을 이용한 비교에서는 양쪽 끝단의 중심에서 상대적으로 미세한 차이가 있었다. 이는 3D 프린팅의 출력물이 형상을 적층해 나가는 방식 때문에 중간 부분보다 끝단 쪽의 정밀성이 낮을 수도 있고, 동물 뼈 구조의 골막과 골수의 밀도 차에 대한 표현의 한계일 수도 있지만 본 연구에서는 두 가지 모두가 복합된 결과로 추정된다.
2. 3D 프린팅 출력물과 동물 뼈를 동일한 환경에서 얻은 모델링으로 서로 병합하여 임의의 표면에 X, Y, Z 좌표 값으로 측정했을 때 두 형상의 표면 차이는 평균 -0.49 mm 이며, 최대 -0.83 mm 이내에 있었다. 이는 ± 1 mm 이하의 허용오차가 주어질 때 3D 프린팅 출력물로서의 임상적용이 가능하리라 본다.
3. 3D 프린팅 출력물의 3차원 형상에서 앞면과 뒷면의 형상표면은 피사체 원본에 비해 균일한 차이가 나타나지 않았는데 이것 역시 3D Scanner에서 3차원 Data를 읽어 들이면서 발생한 차이인지, 3D 프린팅 출력과정 또는 영상획득과정에서 오는 차이인지 본 실험에서는 구분이 어렵지만, 연구자는 3D Scanner에서 360° Data를 획득하는 과정에서 오는 미세한 차이로 추정한다.

참고 문헌

- [1] 성열훈, “전산화단층영상을 이용한 그물형 손목 부목의 3D 프린팅,” 한국콘텐츠학회논문지, 제15권, 제1호, pp.308-315, 2015.
- [2] 최은지, 김상아, 배재윤, “3D 프린터의 활용 및 현황 고찰,” 한국컴퓨터정보학회, 제21권, 제2호, pp.385-388, 2013.
- [3] 박석희, 박진호, 이혜진, 이낙규, “3D 프린팅 활용 생체의료분야 기술동향,” 한국정밀가공학회지, 제31권, 제12호, pp.1067-1076, 2014.
- [4] I. Zein, D. W. Hutmacher, and K. C. Tan, “Fused Deposition Modeling of Novel Scaffold Architectures for Tissue Engineering Applications,” *Biomaterials*, Vol.23, No.4, pp.1169-1185, 2002.
- [5] T. Wohler, “Wohlers Report 2013,” Wohlers Associates Inc., pp.23-52, 2013.
- [6] Turkcadcam, “Rapid Prototyping Helps Separate Conjoined Twins,” 12 NON, 2014.
[http://www.turkcadcam.net/rapor/otoinsa/uyg-medikal-conjoined-twins\(Accessed\)](http://www.turkcadcam.net/rapor/otoinsa/uyg-medikal-conjoined-twins(Accessed)),
- [7] J. R. Honiball, The Application of 3D Printing in reconstructive surgery, Dissertation presented in fulfilment of the requirements for the degree Mscing in Industrial Engineering at the University of Stellenbosch, South Africa, 2010.
- [8] B. Sanghera, S. Naique, and Y. Papaharilaou, “Preliminary study of rapid prototypes models,” *Rapid prototyping Journal*, Vol.7, No.5, pp.275-284, 2001.
- [9] 손홍문, 이준영, 하상호, 유재원, 이상홍, 안동규, “폐속조형공정 지원 정형외과 골절 수술 : 증례 보고,” 대한정형외과학회지, 제39권, 제7호, pp.845-848, 2004.
- [10] G. A. Brown, M. Brenton, and K. Firozbaksh, “Application of computer-generated stereolithography and interpositioning template in acetabular fracture,” a report of eight case, *JOrthop Trauma*, Vol.16, pp.347-352, 2002.
- [11] 안동규, 이준영, 양동열, 하상호, 이상홍, 한길영, “RE 와 RP를 이용한 정형외과 골절 수술 기법 개발에 관한 연구,” 한국CAD/CAM 학술대회 논문집, pp.439-445, 2004.
- [12] 강병훈, 신성열, 진승은 등, “UV LED 이용한 광경화성수지 응고 실험,” 한국정밀가공학회 춘계 학술대회논문집, pp.811-812, 2008.
- [13] <http://msnayana.blog.me/80195824394>, 10 AUG, 2013.
- [14] <http://www.geri.re.kr/>
- [15] 오혁근, 김홍규, “맞춤형 수제화 제작을 위한 라스트 생산의 전산화에 대한 연구-3차원 스캐너에 의한 데이터 성을 중심으로,” 디지털디자인학연구, 제13권, 제2호, pp.30-36, 2013.

저자 소개

김형균(Hyeong-Gyun Kim)

정회원



- 2007년 2월 : 가야대학교 방사선학과(이학사)
- 2010년 2월 : 금오공과대학교 지능기계공학과(공학석사)
- 2013년 2월 : 금오공과대학교 지능기계공학과(공학박사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 방사선학과 교수
<관심 분야> : 방사선 영상학, 방사선 투시학, 3D 프린터, IT융합, 의료영상 콘텐츠

최준구(Jun-Gu Choi)

정회원



- 2001년 : 단국대학교 생물과학(이학사)
- 2004년 : 단국대학교 대학원 의학레이저(이학석사)
- 2008년 : 단국대학교 대학원 의학레이저(이학박사)

- 2008년 ~ 현재 : 극동대학교 방사선학과 교수
- <관심분야> : 디지털 방사선영상, 초음파영상학, 방사선생물학, 방사선관리학, 의학레이저

김 가 중(Gha-Jung Kim)

정회원



- 2006년 8월 : 고려대학교 의학물리학과(이학석사)
 - 2010년 8월 : 전북대학교 방사선과학기술학과(이학박사)
 - 2000년 2월 ~ 2010년 2월 : 건양대학교병원 방사선 종양학과
- 2010년 3월 ~ 현재 : 극동대학교 방사선학과 학과장
- <관심분야> : 방사선 물리, 방사선종양학, 방사선계측