

평판형 3차원 스캐닝 장치 개발

권준현¹ 김옥휘¹ 박동진¹ 이재운¹ 이민재¹ 박순용^{*1}

¹경북대학교 컴퓨터학부

henrykwon0408@gmail.com, dnrgnl412@naver.com, djpark@knu.ac.kr, entus2010@naver.com,
suddenly90@naver.com, sypark@knu.ac.kr

Flat Type Three Dimension Scanner Device Development

JunHyeon Kwon¹ UkHwi Kim¹ DongJin Park⁰¹ JaeWoon Lee¹ MinJae Lee¹ SoonYong Park^{*1}

¹School of Computer Science and Engineering, Kyungpook National University

요 약

현재 다양한 3차원 스캐너가 의학이나 공학 등 많은 분야에서 이용되고 있다. 이러한 3차원 스캐너는 handheld형태까지 개발되어 왔으며, 이는 기존의 3차원 스캐너와 달리 크기가 작고 휴대하기 용이하다. 또한 신체의 족부를 스캔하기 위한 3차원 스캐닝 장치가 개발되었으나, 이는 카메라와 물체 사이에 최소 거리를 요구된다. 이는 3차원 족부 스캐너의 부피가 커지고 무게가 증가되는 원인이다.

본 논문은 족부하단정보를 측정하기 위해 한 개의 레이저 라이다센서, 직선 모션 스테이지, 광학 미러를 이용하여, 스테이지를 따라 반사되는 발의 형상을 측정한다. 이를 바탕으로 족부하단의 형상을 3차원 좌표로 반환하고, 기존 3차원 스캐너의 최소거리를 극복하여 3차원 스캐너의 경량화와 소형화 뿐 아니라 주문형 신발밀창 제작 사업의 디지털화에 기여한다.

1. 서 론

오늘날 3차원 스캐너는 여러 산업 분야에서 다양하게 사용되고 있다. 사고로 인해 발을 사용할 수 없게 된 환자에게 의족을 제공해주는 의료분야, 치과 수술 및 임플란트 등에 활용하는 치의학 분야에서도 이용되고 있다.[1] 또한 정밀한 그래픽을 요구하는 미디어 산업 분야에서도 활발히 이용되고 있다.[2]

3차원 스캐너는 물체에 직접 닿아 측정하는 방식인 ‘접촉식 3차원 스캐너’와 레이저 파인더(Laser Range Finder) 기술을 사용하여 물체와 측정 원점 사이의 거리를 구하는 방식인 ‘비접촉식 3차원 스캐너’로 나뉜다. 기존 레이저파인더 기술은 카메라에 최소 초점이 맺히는 거리가 필요한 것처럼 스캐너와 물체 사이에 측정 가능한 최소거리가 존재한다. 이러한 최소거리로 인하여 기존의 3차원 스캐너 제품들은 부피와 무게의 증가하였다. 이로 인해 3차원 스캐너 제품의 운반이나 사용에 제약이 존재한다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하고자 기존의 라이다 센서와 직선 모션 스테이지, 광학 미러를 이용하여 족부 하단(발바닥)의 형상정보를 측정하는 평판형 3차원 스캐너 장치를 제안한다. 2장에서 스캐너 장치의 구상도 및 원리를 기술한다. 3장에서 획득된 데이터의 3차원 좌표 복원 방법을 기술한다. 4장에서는 실험 및 결과를 통하여 제안한 장치의 성능을 평가하고, 5장에서 결론을 내린다.

2. 스캐너 장치의 구상도 및 원리

제안한 평판형 3차원 스캐너의 동작 원리는 다음과 같다. 빛이 통과되는 투명 아크릴 위에 물체를 올려놓는다. 하나의 라이다 센서가 연속적으로 360° 회전하며 거리에 대한 데이터를 획득하고, 그와 동시에 광학 미러를 탑재한 직선 모션 스테이지가

연속적으로 이동한다.

제안하는 장치의 구성은 그림 1과 같다.

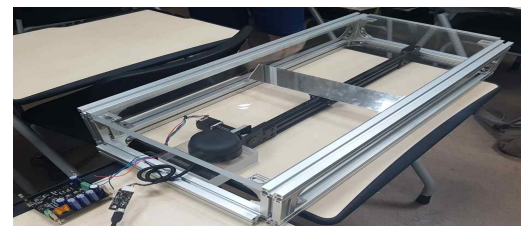


그림 1 제안한 평판형 3차원 장치 구성도

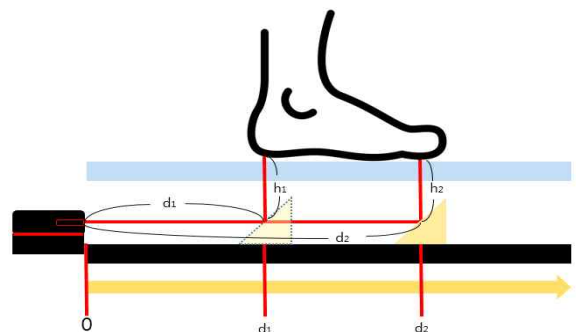


그림 2 라이다 센서의 스캐닝 원리

라이다 센서에서 방출된 적외선은 각도가 45° 로 고정된 거울에 수직으로 반사되어 그림 2와 같이 이동한다. 즉, 라이다 센서에서 측정된 거리(l)는 직선 모션 스테이지의 이동거리(d_1 , d_2) 와 거울부터 물체까지 거리(h_1, h_2)를 각각 더한 값이다.

3. 3차원 좌표 복원

라이다 센서에 제공해주는 측정된 거리(l)와 각도(θ)를 이용하여 3차원 정보를 획득할 수 있다. 3차원 좌표계에서 수식 (1) 과 같이 계산할 수 있다.

$$X = d, Y = l \sin \theta, Z = l - \frac{d}{\cos \theta} \quad (1)$$

X 는 직선 모션 스테이지에서 제공하는 Step의 수를 μm 단위로 변환한 값(d)이다. Y 는 l 과 θ 의 값을 이용하여 삼각법으로 구한 값이다. Z 는 그림 2에서 h_1 과 h_2 에 해당한다.

4. 실험 결과 및 분석

본 논문의 실험에서 구성한 장치는 그림 3과 같다. 직선 모션 스테이지는 Phidget[4]사의 28STH32-0674B Bipolar Stepper와 1067_0 Bipolar Motor Controller로 제어한다. 라이다 센서는 Slamtec[5]사의 RPLIDAR A2로 측정한다. 장치의 연동 제어는 Raspberry pi3를 이용한다. 장치로 직선 모션 스테이지는 직선 이동을 하며 라이다 센서는 360° 회전을 하며 족부 하단의 형상정보를 측정하는데 총 120초의 시간이 소요된다.



그림 3 제안한 3차원 족부 스캐너 컨트롤러 및 라이다 센서

라이다 센서에서 측정된 거리 중 물체에 도달하여 반사되는 각도는 $345^\circ \sim 15^\circ$ 로 측정된다. 이 각도 중 물체와 스캐너 사이의 거리를 고려하여 실험에 오차를 제공하는 700mm이상의 거리는 모두 3차원 좌표에서 제외하였다.

그림 4는 라이더 센서에서 측정된 결과를 수식(1)을 이용하여 3차원 점군으로 변환하여 나타낸 결과이다. 3차원 점군을 분석한 결과는 실험에서 의도한 족부 하단의 점군의 형태가 실제와 유사하게 묘사된다. 라이다 센서에 방출된 적외선이 거울에 반사되며 수식 (1) 의 계산대로 점군으로 구성되고 신체 족부 하단의 정보가 데이터로 저장된다.

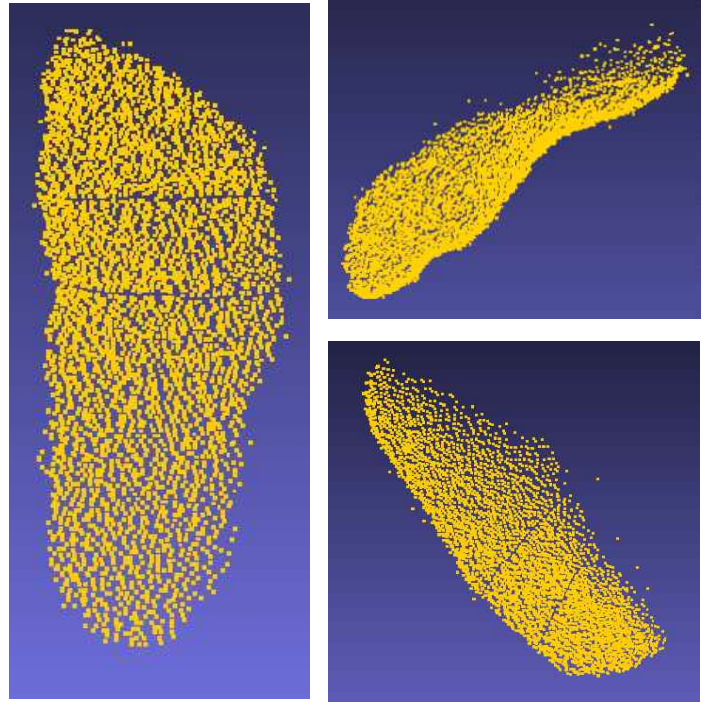


그림 4 족부 하단 3차원 형상 점군 형태

5. 결론

본 논문에서는 기존의 3차원 스캐너가 지닌 부피와 무게에 대한 문제를 라이다센서와 직선 모션 스테이지를 이용하여 측정하고, 광학 미러의 특성을 이용하여 초점의 최소거리를 극복함으로써 해결할 수 있었다. 본 논문에서 제안하는 기술을 이용하여 3차원 스캐너 장치를 제작한다면 장비의 소형화와 경량화 뿐만 아니라 기존 주문형 신발발창 제작 산업의 디지털화를 기여할 수 있음을 기대한다.

ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 SW 중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음” (2015-0-00912)

참 고 문 헌

- [1] type of 3D scanner, form <http://info.cadcam.org/blog/uses-for-3d-scanning-and-types-of-3d-scanners>
- [2] 3D scan face, form <https://www.artec3d.com/3d-models/face>
- [3] 이영학, “3D Face Recognition using Local Depth Information”, 정보과학회논문지, v.29, no.11, pp.818 - 825, 2002년
- [4] Phidget, form <http://www.phidgets.com>
- [5] RPLIDAR, form <https://www.slamtec.com/en/Lidar>