발 고유 변인 측정을 위한 발 형상 추출 시스템 설계

윤정록O, 김회민*, 김운용*, 전성국*
*한국광기술원 공간광정보연구센터,
O전남대학교 전자컴퓨터공학과
e-mail: {hmkim, kuy7023, k612051}@kopti.re.kr*, justin182@naver.comO

Design of a foot shape extraction system for foot parameter measurement

Jeongrok YunO, Hoemin Kim*, Unyong Kim*, Sungkuk Chun*
*Spatial Optical Information Research Center, Korea Photonics Technology Institute,
ODept. of Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University

● 요 약 ●

발 고유 변인 측정 및 데이터의 수집은 소비자의 발 건강을 위한 신발 제작을 위하여 필요하다. 신발의 설계 지표 또한 개정의 필요성이 제시되고 있어 발 고유 변인 측정의 및 데이터 획득에 관한 연구의 필요성이 증대되고 있다. 본 논문에서는 발 형태의 데이터 값을 산출하여 사용자에게 적합한 맞춤형 인솔 및 신발을 제작하고, 신발의 설계 지표를 산출하기 위하여 발 고유 변인의 데이터 값을 자동으로 측정이 가능한 발 고유 변인 산출이 가능한 발 형상 추출 시스템에 대해 서술한다. 이를 위해 사용자의 발 고유 변인 측정을 위한 스캐닝 스테이지를 설계 및 제작하고, 3대의 깊이 카메라를 설치하였다. 잡음 및 배경을 제거하기 위해 가우시안 배경 모델링으로 전경 영역을 분리하여 발 점군 데이터를 획득 한 후, Euclidean transformation을 통해 각 점군 데이터를 정합한다. 실험 결과에서는 획득된 발 형상 점군 데이터와 접지면 형상 및 발 변인 추출 결과를 보여준다.

키워드: 점군데이터(Point cloud), 깊이 카메라(Depth camera), 3D 스캐너(3D Scanner), 발 고유 변인(Foot parameter)

I. Introduction

현재 시장에서 유통되고 있는 기성화의 경우, 신발의 설계 지표가 과학화 및 표준화되지 않았기 때문에 소비자들의 발에 맞는 신발이 제작되지 않고 있다[1]. 신발의 설계 지표 개정의 필요성이 제시되고 있으나, 실질적인 발 고유 변인 측정 및 데이터 획득에 관한 연구는 미비하다[2, 3]. 이러한 문제점을 해결하기 위해 최근 소비자 맞춤형 신발 제작용 3차원 스캐너에 관한 연구 및 개발이 활발하게 진행되고 있으나, 발 고유 변인 측정을 지원하지 않는다. 따라서 발 고유 변인에 대한 데이터를 자동으로 산출이 가능한 발 스캐너 개발이 필요하다.

본 논문에서는 발 고유 변인의 데이터 값 산출이 가능한 3차원 발 형상 추출 시스템에 대해 서술한다. 이를 위해 사용자의 발 형상 취득을 위한 3대의 깊이 카메라를 포함하는 스캐닝 스테이지를 설계 및 제작한다. 가우시안 배경 모델링 기반 잡음 및 배경 제거를 통해 3방향의 발 점군 데이터를 획득하고, Euclidean transformation을 통해 정합한다. 실험 결과에서는 획득된 발 점군 데이터와 접지면 형상 및 발 변인 추출 결과를 보여 준다.

II. Proposed system

발 고유 변인 측정을 위하여 깊이 카메라를 활용한 3차원 발 형상을 촬영한다. 3차원 발 형상을 촬영하기 위하여 스캐닝 스테이지를 설계 및 제작하였고, 깊이 영상 해상도 640 x 480, F.O.V 69 ° ± 3 ° x 54 ° ± 2 °, 60fps, 촬영거리 0.2m - 1.5m, 컬러 영상 해상도 1920 x 1080, RGB F.O.V 68 ° x 41.5 ° (± 2 °)의 성능을 갖는 3대의 깊이 카메라를 설치하였다. 다음 Fig. 1.은 제작된 스캐닝 스테이지이다.

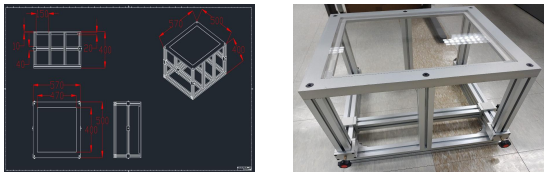

Fig. 1. Design and scanning stage

3차원 발 형상 촬영은 잡음 및 배경 제거를 위해 발 촬영 전 배경 영상을 촬영 후, 발 형상 촬영을 진행한다. 촬영된 발 형상은 가우시안 배경 모델링 기반으로 배경 모델과 비교 후 전경(발 점군 데이터) 외 영역을 제거한다(Fig. 2).

Fig. 2. Foreground 3D foot point cloud

획득한 는 촬영한 카메라 기준 좌표계로 표현된다. 3대의 각 깊이 카메라의 좌표계로 표현되는 점군 데이를 하나의 전역 좌표계로 정합하기 위해 좌표변환을 수행한다. 각 깊이 카메라에서 동시에 촬영 가능한 영역에 고정된 체스보드 판을 촬영하고, Euclidean transformation을 이용하여 카메라와 체스보드 판 사이의 회전행렬과 이동 벡터로 구성되는 변환 행렬을 계산한다. 이를 기반으로 각 점군 데이터를 체스보드 기준 좌표계로 변환하여 정렬한다. 다음 Fig. 3.은 각 깊이 카메라로 촬영된 점군 데이터와 점군 데이터 정렬 결과를 보여준다.

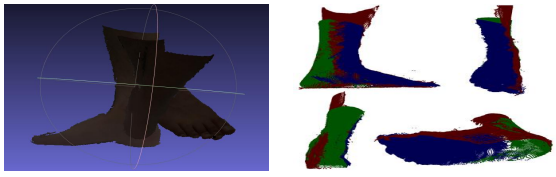

Fig. 3. Alignment example of foot point cloud

발 접지면 영역은 정렬된 발 점군 데이터로부터 추출한다. Fig. 4.의 좌측 이미지와 같이 지면과의 임계값 이하 거리의 점군 데이터 투영 이미지를 획득하고, 모폴로지 연산을 수행하여 접지면 영역을 정의한다.

Fig. 4. Projection image of foot point cloud(left) and contact region(right)

정의된 접지면 영역을 분석하여 발 변인 중 아치 높이를 측정한다[4]. 10명의 피 실험자를 대상으로 제안된 시스템을 통해 추출한 아치 높이 측정하였고, 1.2975mm의 평균 오차를 나타내었다.

III. Conclusions

본 논문에서는 발의 고유 변인 데이터 값 산출이 가능한 foot parameter measurement system에 대하여 제안하였다. 추후 제안된 시스템을 이용하여 Point cloud 및 Contact region에서 자동으로 발 고유 변인의 데이터 값을 산출하도록 할 예정이다.

ACKNOWLEDGEMENT

이 연구는 2019년도 산업통상자원부 및 한국산업기술평가관리원(KEIT)의 산업기술혁신사업(디자인혁신역량강화사업) 연구비 지원에 의한 연구임(과제번호 20007885)

REFERENCES

[1] C.S.Won, “A study on the applied Virtual Reality in the On-Line marketing of the shoes,” Archives of Design Research, p. 191, 2004.

[2] C.Younglim, “Research on Growing Progress of Foot Size to Improve Appellation of Shoe Sizes,” Journal of The Korean Society for Clothing Industry, Vol. 14. No. 3. pp.448-453. 2012.

[3] L.Jinhee, "The foot measurements for Shoes’ Sizing System Revision," Korean Association of Human Ecology, pp.325-329. Nov. 2013.

[4] C.Sungkuk, et al. "A foot-arch parameter measurement system using a RGB-D camera," Sensors, Vol. 17. No. 3. 2017.