

# 3차원 손 치수 측정 방법 개발 및 평가

## Development and Evaluation of a 3D Hand Measurement Protocol

윤성혜, 이원섭, 박장운, 김수진, 정기효, 유희천

포항공과대학교 산업경영공학부

### ABSTRACT

사용자 중심의 편리한 제품을 개발하기 위해 3차원 인체측정자료를 제품 설계에 반영하고자 하는 연구가 이루어지고 있다. 3차원 인체측정은 주로 전신이나 발을 대상으로 수행되고 있으나, 손은 형상이 복잡하고 측정 시 움직임으로 인해 전신이나 발의 측정 방법을 동일하게 적용하기에는 한계가 있다. 본 연구에서는 3차원 스캐닝 기법을 활용한 손의 인체측정 방법을 개발하고 측정 방법의 정확성을 평가하였다. 본 연구는 (1) 손 측정 항목 및 측정 참조점 정의, (2) 석고를 이용한 손 형상 제작 및 디지털화, (3) 참조점 표기 및 인체 측정을 수행하였다. 본 연구를 통해 3차원 스캐너를 활용한 손의 3차원 인체 측정 방법이 개발되었다. 본 연구에서 개발한 3차원 손 측정 방법은 손 길이 정보뿐만 아니라 3차원의 손 형상 데이터도 수집되어 손 형상 분석 및 제품 설계 등 다방면에 활용될 수 있을 것이다.

Keyword: 3차원 인체측정, 3차원 스캐닝, 석고 제작, 손 인체측정 참조점

## 1. 서론

손을 사용하는 제품들의 사용 편의성 향상을 위해서는 손의 특성을 설계에 반영할 필요가 있다. 대부분의 제품은 손을 사용하여 조작되거나 운용된다. 따라서 손의 치수와 형상과 같은 손의 특성이 설계에 반영된 제품은 사용성과 편의성이 향상될 수 있다. 제품의 사용성을 향상시키기 위해 손의 특성 분석에 대한 연구가 국내외에서 활발히 이루어지고 있다.

현재 손의 특성을 분석하기 위한 관련 연구가 많이 수행되었다. U.S. Army(Thomas, 1991)에서는 총 2,037명(남자 1,003명, 여자 1,034명)을 대상으로 사진 측정 방법을 이용하여 손 치수를 측정하였으며, Youm 외(1978)는 X-ray 기법을 이용하여

손가락 관절 사이 길이를 측정하였다. 또한 Buchholz 외(1992)는 해부용 시체를 사용하여 손의 COR(center of rotation)간의 거리를 측정하였다.

최근 3차원 방법을 통한 인체측정 연구가 활발히 수행되고 있으나 손의 특성 분석에 적용한 연구는 미비하다. Jose 외(2005)는 신발 설계를 하기 위하여 발을 스캔하여 6개 발 측정항목을 도출하였다. Mostayed 외(2008)는 얼굴 표정을 파악하기 위하여 3차원으로 얼굴을 스캔 및 분석하였다. Size Korea에서는 신수요 산업제품설계를 위한 자료제공을 위해 3차원 전신 스캔 방법으로 전체 인체 치수를 측정하고 있다. 하지만 손은 형상이 복잡하며 움직임이 많기 때문에 3차원 측정이 쉽지 않고 관련 연구가 미비한 실정이다.

본 연구는 3차원 스캐닝 및 분석 기술을 이용

하여 손 치수 측정 방법을 개발하고 방법의 타당성을 평가하기 위하여 기존 문헌을 기반으로 3차원 손 측정 항목 및 참조점을 선정하였다. 손의 3차원 정보는 석고를 사용하여 실제 손과 동일하게 제작된 형상을 3차원 스캐닝하여 수집되었다. 수집된 3차원 손은 정의된 측정 참조점에 따라 3명이 동일한 방법으로 길이를 측정하여 본 연구에서 개발된 방법의 반복성과 정확성을 평가하였다.

## 2. 3차원 손치수 측정 방법

본 연구에서 개발된 방법을 통해 손 치수를 측정하기 위해서 3단계 연구절차를 수행하였다(그림 1 참조). 첫째, 측정할 항목과 측정 참조점을 정의하였다. 둘째, 손 형상을 디지털화하기 위해 석고로 손 형상을 제작하고 3차원 스캐닝하였다. 마지막으로 측정자가 3차원 분석 소프트웨어를 사용하여 3차원 손에 정의된 참조점을 표기한 후, 참조점 간의 길이를 도출하였다.

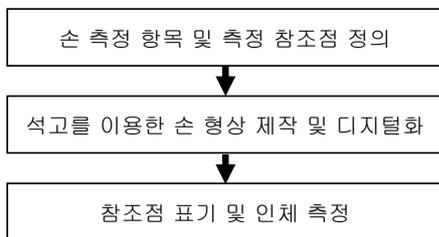


그림 1. 3차원 손 치수 및 형상 측정 protocol

### 2.1 손 측정 항목 및 측정 참조점 정의

본 연구는 손 측정 항목 중 한국인의 인체를 대상으로 Size Korea에서 제시하고 있는 6가지 항목만 측정하였다. 류미옥과 서미아(2004)와 권명숙(2005)은 장갑 설계를 위해 각각 86개, 63개의 손 부위를 측정하였다. Size Korea가 제시하고 있는 10개의 측정 항목 중 편 손으로 측정할 수 있으며, 손을 구부리지 않은 채 측정할 수 있는 손 측정 항목 6개를 선정하였다. 6가지 항목은 손 직선 길이, 손바닥 직선길이, 둘째 손가락 직선

길이, 둘째손가락 첫째관절너비, 둘째 손가락 둘째관절너비 그리고 손두께이다(표 1 참조).

표 1. 3차원 손 측정항목

항목	측정항목
길이 항목	손직선 길이, 손바닥 직선길이, 둘째 손가락 직선 길이
너비 항목	둘째손가락 첫째관절너비, 둘째 손가락 둘째관절너비
두께 항목	손두께

Size Korea에서는 손 측정을 위해 측정점뿐만 아니라 측정선(예: 손가락 첫째 마디 접힌 선, 손목선 등)도 사용하고 있다. 하지만 본 연구의 3차원 인체측정을 위해서 정확한 측정점이 정의될 필요가 있다. 따라서 6개 측정 항목을 측정하기 위하여 필요한 11개의 참조점을 기존 논문으로부터 참조하거나 새로 정의하였다. 11개의 점 중 5개의 점은 류경옥과 서미아(2007)가 정의한 참조점((1) 제 1지 손가락 끝점, (2)손목 구별점, (3)제 3지 손가락 구별점, (4)제 2지 손가락 끝점, (5)제 2지 손가락 구별점)을 기반으로 하였으며, 기존 연구에서 정의되지 않았으나 추가로 필요한 6개의 참조점((6)제 2지 첫째 관절 안쪽점, (7)제 2지 첫째 관절 가쪽점, (8)제 2지 둘째 관절 안쪽점, (9)제 2지 둘째 관절 가쪽점, (10)제 3지 손바닥 관절, (11)제 3지 손등 관절)은 본 연구에서 정의하였다(그림 2 참조).

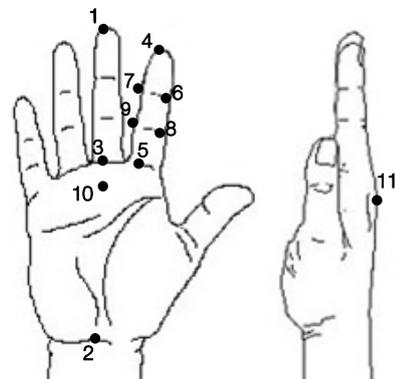


그림 2. 3차원 손 측정 참조점

## 2.2 석고를 이용한 손 형상 제작 및 디지털화

손 형상을 3차원으로 디지털화하기 위해 손의 형상을 석고로 제작하고 3차원 스캐닝하였다. 석고를 이용한 손 형상 제작을 위하여, (1) 알지네이트를 반죽하여 틀에 붓기, (2) 손을 알지네이트 반죽에 넣고 반죽이 응고된 후(약 2분), 손을 빼어 내기, (3) 손 형상과 같은 모양으로 응고된 알지네이트에 석고를 반죽하여 붓기, 그리고 (4) 석고가 완전히 응고된 후(약 30분), 알지네이트로부터 석고를 분리하였다. 석고로 제작된 손 형상은 3차원 스캐너인 SR-560G(Solutionix Inc.)를 사용하여 스캐닝하였다(그림 3 참조).

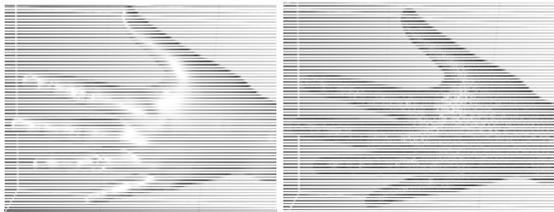


그림 3. 디지털화 된 손 형상

## 2.3 참조점 표기 및 인체 측정

디지털화 된 3차원 소프트웨어를 사용하여 정의된 참조점에 따라 표기되고 측정 항목이 계속되었다. 참조점 표기를 위하여 RapidForm 2006이 활용되었다. 표기된 참조점은 3차원 좌표값을 가지므로 이를 활용하여 참조점 간의 길이 정보가 도출되었다.

## 3.3차원 손 측정 방법의 타당성 평가

### 3.1 실험 방법

#### 3.1.1 실험 참여자

본 연구에서 개발된 손 측정 방법을 평가하기 위해 29세의 여성을 대상으로 석고 손이 제작되었다. 20대 여성 2명과 남성 1명(만22~26세)이 제작된 손을 대상으로 본 연구의 인체 측정방법을 사용하여 손을 측정하였다.

### 3.1.2 평가방법의 타당성 분석

본 연구에서 개발된 방법의 타당성 평가를 위하여 3명을 대상으로 석고로 제작된 손을 3회씩 측정하도록 하였다. 디지털화 된 손에 대하여 측정 참여자가 3차원 소프트웨어인 RapidForm 2006을 사용하여 디지털화 된 손 형상에서 정의된 11개의 참조점을 찾아 표기하도록 하였다. 반복 실험에 의한 위치 기억이 참조점 표기에 영향을 미치지 않도록 3회 반복 간에 24시간의 간격을 두고 실험을 수행하였다.

### 3.2 실험 결과

6가지 측정항목 중, 손바닥 직선길이(편차: 1.0, 범위: 2.6mm)가 측정자 간 그리고 측정자 내에서 모두 가장 큰 차이를 보였으며, 손 직선길이(편차: 0.9, 범위: 2.4mm)가 두번째로 큰 차이를 보였다. 또한 둘째 손두께(편차: 0.6, 범위: 1.1mm)가 다음으로 큰 차이를 보였다. 손둘째 손가락 첫째관절너비와 둘째 손가락둘째관절너비(편차: 0.4, 범위: 1.2mm)는 가장 작은 차이를 나타냈으며 다음으로 둘째 손가락 직선길이(편차: 0.4, 범위: 2.0mm)가 작은 차이를 나타냈다(표 2 참조).

## 4. 토의 및 결론

본 연구에서는 손의 치수와 형상 정보를 분석하기 위해 3차원 측정 방법을 사용하였다. 기존에는 손에 대한 3차원 측정 및 분석 방법이 미비하였으나, 본 연구에서는 손 측정 항목의 참조점 정의 후, 석고를 이용하여 손을 제작하고 3차원 스캐닝 및 3차원 소프트웨어로 손 치수가 측정되었다.

본 연구에서 개발된 손 측정 방법을 통하여 정확성을 유지하면서 손의 측정이 이루어졌다. 각 측정자 간 그리고 측정자 내의 차이가 크지 않은 것으로 파악되었다.

표 2. 측정 결과

측정항목 (mm)	참여자 1			참여자 2			참여자 3			전체		
	Mean	Std	Range									
손직선길이	173.1	0.7	1.2	173.9	0.8	1.4	172.5	0.3	0.5	173.1	0.9	2.4
손바닥직선길이	98.5	1.3	2.5	99.0	0.9	1.6	97.5	0.5	1.0	98.3	1.0	2.6
손두께	29.3	0.4	0.8	28.9	0.4	0.6	29.0	0.4	0.8	29.0	0.6	1.1
둘째 손가락직선길이	67.2	0.6	1.1	67.7	0.5	1.0	67.3	0.7	1.4	67.3	0.4	2.0
둘째 손가락 첫째관절너비	15.7	0.6	1.2	15.7	0.0	0.1	15.9	0.1	0.2	15.9	0.4	1.2
둘째 손가락 둘째관절너비	17.6	0.3	0.5	17.4	0.4	0.8	17.5	0.6	1.2	17.5	0.4	1.2

본 연구는 한 명의 피측정자와 세 명의 측정 참여자만을 대상으로 소규모의 실험이 이루어졌으며 손 관련 측정항목 중 6개 항목만을 측정하였다. 또한 길이, 두께, 너비, 둘레 항목 중 둘레 항목을 포함하지 못하고 직선으로만 측정이 가능한 항목만을 측정하였으므로 추후 확장된 규모의 연구가 필요하다.

본 연구에서 개발된 3차원 손의 치수와 형상 측정 및 분석 방법은 다방면으로 활용될 수 있다. 디지털화 된 데이터들은 영구 보존할 수 있으므로 언제든지 재 측정이 가능하다. 그리고 손 형상의 데이터도 포함되어 있어서 손 치수 측정 외에도 형상 데이터 자체를 사용하여 인체공학적인 설계를 바탕으로 한 제품 개발에 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 또한 손 형상 모델링을 위해서도 사용될 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- Buchholz, B., Armstron, T.J., Goldstein, S.A. (1992). Anthropometric data for describing the kinematics of the human hand. *Ergonomics*, 35 (3), pp. 261-273.
- Jose, G.H., Stella, H., Alfons, J., Roberto, P., Beatriz, N., Sandra, A., Enrique, A., Juan, C.G. (2005). The MORFO3D Foot Database. *Lecture Notes in Computer Science*.
- Mostayed, A., Kim, S., Mazumder, M.M.G., Park, S.J. (2008). Face recognition using 3D head scan data based on procrustes distance. *12th International Conference on Intelligent Engineering Systems*, 2008, no. 4481295, pp. 203-208.
- Thomas, M. G. (1991). *Hand anthropometry of U. S. Army personnel*. Technology Report, pp. 011.
- Youm, Y., Gillespe, T.E., Flatt, A.E., Sppague. B.L. (1978). Kinematic investigation of normal MCP joint. *Journal of Biomechanics*, 11, pp. 109-118.
- 권명숙, 최인순, 정기수, 양민재 (2005). 손형태의 특징 및 장갑의 치수 설정에 관한 연구. *Journal of the Korean Society of Costume*, 55(6), pp.24-37.
- 류경옥, 서미아 (2004). 장갑 설계를 위한 한국인 성인 남녀의 손 계측 비교. *The Research Journal of the Costume Culture*, 12(2), pp.262~278.
- 산업자원부 기술표준원 (2004). *인체측정 표준용어집*.