

# 모바일폰 작동을 위한 엄지손가락 근골격계 모델 개발 Dynamic Modeling of Thumb Acting on Smartphone

\*김광훈<sup>1#</sup>, 박정홍<sup>2</sup>, 손 권<sup>1</sup>

\* K. H. Kim (flyworld7@pusan.ac.kr)<sup>1#</sup>, J. H. Park<sup>2</sup>, K. Son<sup>1</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 기계공학부, <sup>2</sup>부산대학교 기계공학부 BK사업단

Key words : dynamic model, thumb, touching pressure, smartphone

## 1. 서론

최근 모바일폰 사용자들이 일반 폴더형에서 터치형의 스마트폰으로 사용 기기를 전환하면서 그 사용 빈도와 시간이 급격히 증가하고 있다. 이는 수관절계의 근골격계 질환 중 하나인 반복사용 긴장성 손상증후군(RSI:Repetitive Strain Injury)의 발병 증가 요인이 된다<sup>1</sup>. 실제 외국에서는 문자메세지 상해(text message injury), 블랙베리 엄지(blackberry thumb), 아이폰 엄지(iphone thumb)와 같은 용어가 만들어질 정도로 모바일폰과 직접적 관련 있는 질환에 대한 문제가 중요시 되고 있다.

손가락의 운동에 대한 연구는 국내외에서 꾸준히 진행되고 있는 중요한 주제이다. 인체의 대부분의 관절처럼 손가락관절도 다축방향으로 회전운동과 미끄럼(병진)운동이 복합적으로 발생하는 복잡한 기관이어서 이를 역학적으로 모델링하고 운동을 구현하는 것이 쉽지 않다. 따라서 손가락 관절운동 구현을 위한 연구들이 대부분 손가락 관절운동을회전운동 한 가지로 규정하고, 모터 종류의 액추에이터로 구동하여 운동을 재현하고 있다. 그러나 이러한 모델링은 실제 운동과 달리 낮은 자유도의 운동을 구현하는 것이어서 움직임이 인체의 운동과 차이가 나며 부자연스러운 면이 있다.

손가락 복합관절 운동을 구현하기 위하여 스마트폰을 이용할 때 가장 많이 사용하는 손가락인 엄지손가락에 대한 운동을 규명할 필요가 있다. 먼저 본 연구에서는 손가락 운동을 구현하기 위한 관절의 운동을 살펴보고, 그 운동을 구현할 수 있는 관절 모델을 구성하고자 한다. 또한 실제 운동 모델을

구성하기 위한 근사된 관절 운동 모델을 얻고자 한다.

## 2. 연구 방법

엄지손가락은 중수골(metacarpal bone), 근위지절골(proximal phalangeal bone), 원위지절골(distal phalangeal bone) 3 개의 뼈와 수근중수(Carpometacarpal, CMC) 관절, 중수지절(Metacarpophalangeal, MCP) 관절, 지절간(Interphalangeal, IP) 관절 3 개의 관절과 9 개의 근육으로 구성되어있다. 엄지손가락 운동에 가장 중요한 관절인 CMC 관절 운동은 3 가지 기본운동 - 신전(extension)과 굴곡(flexion), 내전(adduction)과 외전(abduction), 그리고 대립(opposition) - 의 조합으로 표현된다. (Fig 1).

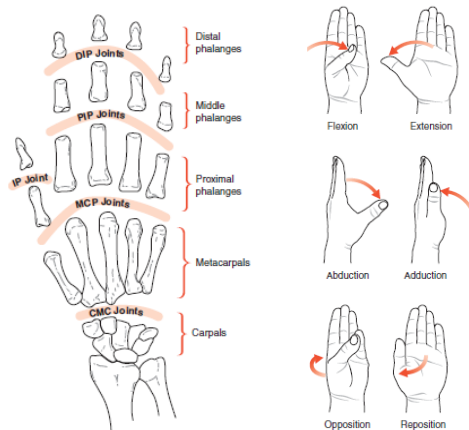


Fig. 1 Bones and joints of the fingers and thumb(left) and motions of the CMC joint of the thumb(right)<sup>2</sup>  
엄지손가락의 운동을 측정하기 위하여

엄지손가락의 각 지절들에 두 개씩 마커를 부착하였다. 운동 측정에 사용된 장비는 두 대의 카메라와 Kwon3d XP 이고, DSM(direct solution method)를 사용하여 데이터의 변환 오차가 1.5 mm 이하 수준이 되도록 하였다. Fig 2 는 운동 측정을 위해 부착된 마커의 위치와 원위지절골 끝부위에서 측정된 3 차원 운동 데이터를 나타낸 것이다.

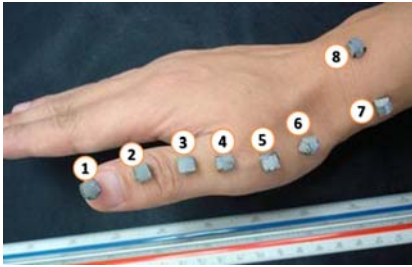


Fig. 2 Positions of the markers

측정된 엄지손가락의 3 차원 운동 데이터를 동역학 운동 모델에 적용하기 위하여 각 관절의 운동범위와 매끄러운 운동을 위한 근사화를 실시하였다. 운동범위를 규명하기 위하여 손가락의 길이방향을 x 축, 요측 방향을 y 축, 배측방향을 z 축으로 하였다. IP 관절은 y 축 방향에 대한 회전 조인트와 x 축 방향의 병진 조인트의 조합으로 모델링하였고, MCP 관절은 y 축 방향 회전 조인트와 x 축 및 y 축 방향에 대한 병진 조인트의 조합으로 모델링하였다. CMC 관절은 두 축방향의 회전(y, z)과 두 축방향의 병진(x, y)의 조합으로 모델링하였으며, 특별히 엄지손가락이 다른 손가락이나 사물과 접촉했을시 그 힘에 따라 x 축 방향으로 회전이 발생하도록 모델링하였다(Fig 3 (left)).

IP 관절과 MCP 관절의 병진 운동과 미끄럼 운동은 관절의 상대운동각에 대하여 커플되어 있기 때문에 두 관절은 각각 1 자유도 운동관절로 볼 수 있다. CMC 의 경우는 굴신운동을 y 축 회전과 x 축 병진 운동으로 표현하였고, 내전-외전운동은 x 축과 z 축의 회전과 y 축 병진 운동의 커플운동으로 표현하였다.

### 3. 결과

Fig. 3 (right)는 3 차원 운동 측정 데이터 중 원위지절의 끝(마커 1), 근위지절의 IP 관절부위(마커 3), 중수골의 MCP 관절부위(마커 5)의 운동 데이터를 앞에서 언급한 손가락의 좌

표에 맞게 변환한 것을 3 차원 그래프로 표현한 것이다.

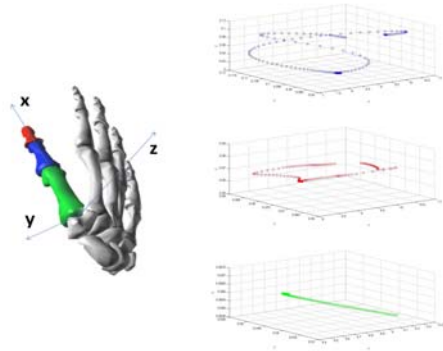


Fig. 3 Coordinates of the thumb (left) and motion of the bones of the thumb (right)

### 4. 결론

본 연구에서는 실험을 통하여 얻은 운동데이터를 이용하여 관절의 운동을 살펴보았으며 적절한 관절의 운동 모델을 구성하였다. 향후 각 관절의 운동데이터를 이용하여 주동근의 운동제어를 통한 엄지손가락의 전향제어 운동모델을 개발이 필요할 것으로 사료된다. 이로 인하여 보다 생체에 가까운 의수와 같은 재활장비들의 개발에 크게 도움을 줄 것으로 기대된다.

### 후기

본 연구는 한국연구재단(기초연구 일반연구자 지원사업, 2010-0023826)의 지원을 받아 수행되었음.

### 참고문헌

- Jobs et al., "Touch screen device, method, and graphical user interface for determining commands by applying heuristics," US Patent 2008/0122796 A1, May 29, 2008.
- 김철민, 박정홍, 김광훈, 손권, "모바일 폰의 반복 사용 시 입력방식에 따라 엄지손가락에 발생하는 힘과 피로에 대한 비교평가," 대한의용생체공학회지, 32(4), 312-317, 2011.