

노인을 위한 제스처인식 시스템 설계

Gesture Recognition System Design For The Elderly

유천일
Yu Tianyi

yuty@outlook.kr

동국대학교 컴퓨터공학과
Dept. of Computer Science and Engineering, Dongguk Univ., Seoul

요 약

요즘 노인들은 손에 손목 건초염을 앓고 있어 엄지와 손목을 구부릴 때 통증 때문에 마우스를 사용하는 데 문제가 있다. 이 논문에서는 카메라의 제스처를 통해 컴퓨터 화면의 마우스 제어한다. 손가락 굽힘 각도를 얻기 위해 2차원 벡터를 풀어서 손가락과 손바닥 사이의 각도를 구해서 제스처를 구별한다. 카메라가 정의된 제스처를 인식하면 컴퓨터 화면의 마우스 포인터가 왼쪽 클릭, 오른쪽 클릭, 왼쪽 더블 클릭 및 포인터 이동과 같은 해당 마우스 작업을 수행한다. 손목 건초염이 있는 어르신들의 마우스 사용을 돕기 위해 제스처 인식을 통해 마우스를 제어한다.

키워드 : 2차원 벡터 풀기, 제스처 인식, 마우스 제어

Abstract

Elderly people these days suffer from wrist tenosynovitis in their hands and have problems using a mouse because of the pain when bending their thumb and wrist. In this paper, the mouse on the computer screen is controlled through the gestures of the camera. In order to obtain the finger bending angle, the two-dimensional vector is solved to obtain the angle between the finger and the palm to distinguish the gesture. When the camera recognizes a defined gesture, the mouse pointer on the computer screen performs the corresponding mouse action, such as left click, right click, left double click, and pointer movement. The mouse is controlled through gesture recognition to help the elderly with wrist tenosynovitis use the mouse.

Key Words : 2D vector solving, gesture recognition, mouse control

1. 서 론

드퀘르벤 병(손목 건초염)이 증상은 손목 요골측의 통증과 압통, 손목의 엄지손가락 쪽이 팽만감 또는 두꺼워짐, 영향을 받는 쪽 손을 잡기 어려움입니다. 발병은 일반적으로 점진적이다. 엄지손가락과 손목을 움직이면 통증이 심해지고 엄지손가락이나 팔뚝으로 퍼질 수 있다.

노인들도 이병이 걸리는 사람이 많이 있다. 빈번한 야채 자르기, 냄비 휘젓기 및 문지르기, 진공 청소기로 청소하기, 표면 청소, 설거지 건조, 세탁, 옷 수선, 정원 가꾸기, 수확 및 잡초 제거와 같은 많은 유형의 반복적인 집안일과 관련된 것은 질병의 주요 원인이다[5].

논문을 보면 노인들이 컴퓨터를 통해 뉴스/생활정보를 보는 경우가 제일 많이 있다[1]. 뉴스, 생활 정보를 보는 경우가 마우스 사용하는 게 피할 수 없다.



그림 1. 손목 건초염 걸리는 원인

Fig 1. Causes of Wrist Hortonitis

그러므로 본 논문에서는 손목 건초염 걸리는 노인을 위해 대지와 손목이 구부러지지 않은 상태를 유지하는 경우 컴퓨터 바탕 화면에서 다양한 제스처를 통해 마우스를 제어를 구현한다.

각각의 자세가 노인에게 적합한 이유

제스처 one : 손목 건초염 걸리는 노인들이 엄지손가락과 손목을 구부리면 통증이 오기 때문에 구부리기 불편하고, 마우스를 움직이면 가장 많이 사용되는 조작이기 때문에 제스처를 정의하려면 엄지손가락을 곧게 펴고 엄지손가락의 꼭짓점(점 4)을 사용하여 마우스를 제어한다. 그래서 엄지만 펴는 것으로 정의했다.

제스처 two: 마우스 왼쪽 버튼은 마우스 이동 외에 가장 많이 사용되는 조작으로, 마우스 이동 명령과 충돌하지 않으면서 엄지손가락을 곧게 펴 손의 통증을 피하기 때문이다. 그래서 엄지와 검지를 펴는 것으로 정의했다.

제스처 three: 엄지손가락을 곧게 펴는 자세를 유지하고 오른쪽 클릭의 지령과 이동 지령이 충돌하지 않도록 제스처 three는 엄지, 검지, 중지를 곧게 펴는 것으로 정의했다.

제스처 four: 많은 사람들이 약지와 소지를 원활하게 사용하지 못하기 때문에, 특히 노인들이다. 노인들이 편하게 명령할 수 있도록 제스처 four는 손바닥을 벌리는 것으로 정의했다.

2. 제안한 연구방법

본 연구 에서는 이용한 개발 언어가 Python3.7 이고 개발 환경은 Pycharm와 anaconda3 이라고 한다. 필요한 외부 라이브러리는 주로 Mediapipe, pyautogui, PyQt5 3개 있다. Opencv는 통하여 CCTV 녹화된 화면을 한 프레임씩 분석해서 결과를 Mediapipe는 통해 화면중손이 존재 여부 확인하고 손이 있다면 손의 특성을 21개 점으로 표시한다.

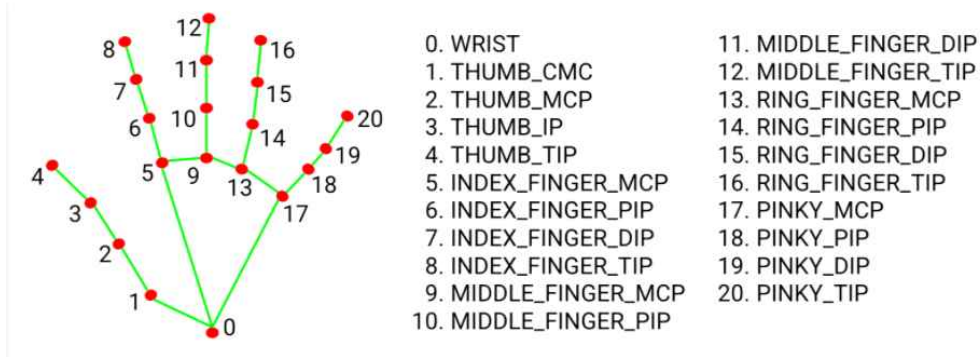


그림 2. Mediapipe 통해 사람이 손의 특성 21으로 표시

Fig 2. Possession of Human Hand Characteristics via Mediapipe 21

카메라가 정의된 제스처를 인식하면 라이브러리 pyautogui를 통해 컴퓨터 화면의 마우스 포인터가 왼쪽 클릭, 오른쪽 클릭, 왼쪽 더블 클릭 및 포인터 이동과 같은 해당 마우스 작업을 수행한다.

3. 2차원 벡터를 통해 각도를 구하기

Mediapipe 이용해서 CCTV 화면 중 포착된 손 21 개점의 평면 좌표를 얻을 수 있다. 2차원 벡터를 풀어서 손가락과 손바닥 사이의 각도를 구한다. 한 손가락의 각각 포인트가 점 0(손바닥 아래의 중심점)과 연결하여 여러 개의 각도를 얻다.

$$\theta = v1 \cdot v2 / |v1||v2| \quad (1)$$

이므로 :

v1_x #손 관절의 특정점1의 가로 좌표의 값
v1_y #손 관절의 특정점1의 세로 좌표의 값
v2_x #손 관절의 특정점2의 가로 좌표의 값
v2_y #손 관절의 특정점2의 세로 좌표의 값

$$\theta = \text{acos}((v1_x \cdot v2_x + v1_y \cdot v2_y) / (\sqrt{v1_x^2 + v1_y^2} \cdot \sqrt{v2_x^2 + v2_y^2})) \quad (2)$$

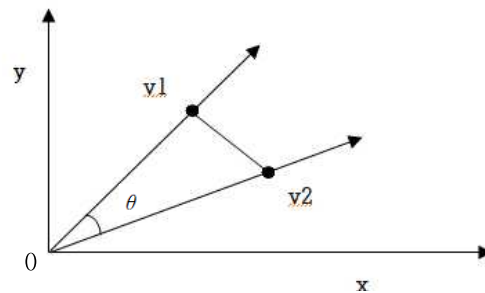


그림 3. 2차원 벡터를 풀어서 각도를 구하기

Fig 3. Solving 2D vectors to find angles

이 과정을 통해서 각각의 손가락 관절의 구부러진 각도를 구할 수 있다. 그리고 이 과정을 통해서 아래의 제스처 판정할 때 더 정확하게 할 수 있다.

4. 제스처 인식

손가락 굽힘 여부 판정 정의:

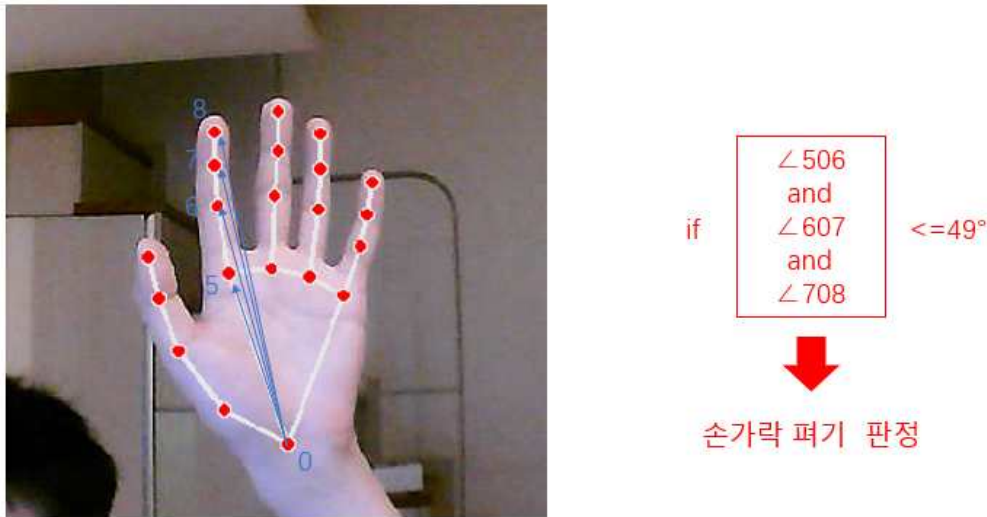


그림 4. 손가락 굽힘 여부 판정정의
Fig 4. Definition of determination

손가락 펴기란 손가락이 자연스럽게 뻗은 상태라는 의미이다.

제스처 판정의 정의는 각 손가락에 인접한 두 관절의 특징점과 손바닥 아래 중심점(점 0)의 각도를 계산하고, 몇 번 테스트를 통해 각도가 49°보다 크면 굽힘, 49°보다 작거나 같으면 손가락 펴기 판정한다.

이를 통해 손가락 펴기 여부에 대한 정보를 얻을 수 있다. 특정 손가락 펴기 여부 제스처를 판정한다.

임계값 49°로 정의하는 이유는 **손목 건초염 환자를 찾아서** 손가락 편하게 굽힘 가능한 각도 범위(40~53°)를 얻었다. 손목 건초염 환자처럼 손목 건초염 환자들이 일상생활 중에 쓴 손목 보호대를 써서 보면 손가락을 자연스럽게 편안하게 뻗을 때 약간 구부러진다. 또한 자연스럽게 가볍게 손가락을 내리는 것과 펴는 것도 구부러지는 정도가 다르다. 그래서 어떤 제스처를 원하는지 정확하게 구분하기 위해서 손목 보호대를 써서 여러 번 테스트해서 49°를 임계값으로 설정했을 때 제스처 가장 정확하게 판단한다는 것을 알게 되었다. 그리고 손목 건초염 환자를 찾아서 임계값 49°로 정의하는 것으로 4개 제스처를 테스트해서 통증이 없고 편하게 구부릴 수 있다. 그래서 임계값이 49°로 설정했다. 논문상 7장에 가면 이 내용을 확인할 수 있다.

위에 그림2 보면 손의 특성 21으로 표시한다. 그래서 각 손가락 펴기 여부 확인하기 위해 판정해야 할 각도 다음과 같다.

엄지 굽힘 여부 판정해야 할 각도: $\angle 1\ 0\ 2$, $\angle 2\ 0\ 3$, $\angle 3\ 0\ 4$
 검지 굽힘 여부 판정해야 할 각도: $\angle 5\ 0\ 6$, $\angle 6\ 0\ 7$, $\angle 7\ 0\ 8$
 중지 굽힘 여부 판정해야 할 각도: $\angle 9\ 0\ 10$, $\angle 10\ 0\ 11$, $\angle 11\ 0\ 12$
 약지 굽힘 여부 판정해야 할 각도: $\angle 13\ 0\ 14$, $\angle 14\ 0\ 15$, $\angle 15\ 0\ 16$
 소지 굽힘 여부 판정해야 할 각도: $\angle 17\ 0\ 18$, $\angle 18\ 0\ 19$, $\angle 19\ 0\ 20$

제스처 판정의 정의:

건초염 환자의 손 움직임을 관찰해서 적절한 제스처를 설계했다. 손목 건초염 환자는 엄지 손가락과 손목을 계속 피면서 다른 손가락을 구부리면 통증이 없다[6]. 그래서 손목 건초염 환자들이 일상생활 중에 쓴 손목 보호대를 써서 테스트한 후에 엄지손가락과 손목을 구부리지 않게 동작이 가능한 제스처를 설계했다.

기구 및 건초염 환자의 동작에 대한 근거:

건초염 환자의 엄지손가락과 손목을 고정시켜 통증을 줄이기 위해 일상생활에서 손목 보호대를 착용해야 한다.이 때문에 환자가 손목 보호대를 사용할 때 엄지손가락과 손목을 구부릴 수 없다. 그래서 손목 보호대를 착용할 때 엄지손가락과 손목을 자연스럽게 펴는 상태에서 손동작을 설계했다.

정의한 제스처(4개):

제스처 one => 마우스 움직이는 기능

적합한 이유: 손목 건초염에 걸린 노인은 엄지손가락과 손목을 구부리면 통증이 느껴져 구부리기 불편하고 마우스를 움직이면 가장 많이 쓰는 조작이기 때문에 손목 보호대를 착용하는 것이 가장 자연스럽게 편안한 손동작을 선택했다. 따라서 제스처를 정의하기 위해 엄지손가락을 곧게 펴고 엄지손가락의 꼭짓점(점4)을 사용하여 마우스를 제어한다. 그래서서 손목 보호대를 써서 수행할 수 있도록 엄지손가락은 곧게 펴는 것으로 정의했다.

제스처 two => 마우스 왼쪽 한번 클릭

적합한 이유: 마우스 왼쪽 버튼은 마우스 이동 외에 가장 많이 사용되는 조작으로, 마우스 이동 명령과 충돌하지 않으면서 엄지손가락을 곧게 펴 손의 통증을 피하기 때문이다. 평소에 마우스를 사용할 때 저희는 보통 검지를 사용하여 마우스 왼쪽 버튼을 클릭한다. 그래서 손목 보호대를 써서 수행할 수 있도록 엄지와 검지를 펴는 것으로 정의했다.

제스처 three => 마우스 오른쪽 클릭

적합한 이유: 엄지손가락을 곧게 펴는 자세를 유지하고 이동 지령이 충돌하지 않고 평소에 마우스를 사용할 때 저희는 보통 중지를 사용하여 마우스 오른쪽 버튼을 클릭한다. 그래서 손목 보호대를 써서 수행할 수 있도록 제스처 three는 엄지, 중지를 곧게 펴는 것으로 정의했다.

제스처 four => 마우스 왼쪽 두 번 클릭

적합한 이유: 많은 사람들이 약지와 소지를 따로 원활하게 사용하지 못하기 때문에, 특히 노인들이다. 엄지손가락을 곧게 펴는 자세를 유지하고 이동 지령이 충돌하지 않고 노인들이 편하게 명령할 수 있다. 그래서 손목 보호대를 써서 수행할 수 있도록 제스처 four는 엄지, 중지, 약지, 소지를 곧게 펴는 것으로 정의했다.



그림 5. 제스처 one의 예시
Fig 5. Example of gesture one

제스처 one의 정의는 모든 손가락 중 대지의 각 인접 관절 특징점과 손바닥 아래 중심 특징점 사이의 각도가 49° 미만인 경우에만 제스처 one로 판단된다.

엄지 굽힘 여부 판정해야 할 각도: $\angle 1\ 0\ 2$, $\angle 2\ 0\ 3$, $\angle 3\ 0\ 4$

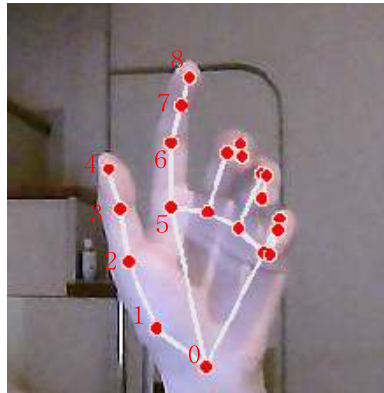


그림 6. 제스처 two의 예시
Fig 6. Example of gesture two

제스처 two의 정의는 모든 손가락 중 대지, 검지의 각 인접 관절 특징점과 손바닥 아래 중심 특징점 사이의 각도가 49° 미만인 경우에만 two 제스처로 판단된다.

엄지 굽힘 여부 판정해야 할 각도: $\angle 1\ 0\ 2$, $\angle 2\ 0\ 3$, $\angle 3\ 0\ 4$
검지 굽힘 여부 판정해야 할 각도: $\angle 5\ 0\ 6$, $\angle 6\ 0\ 7$, $\angle 7\ 0\ 8$

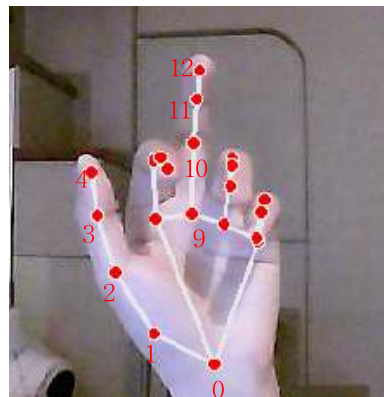


그림 7. 제스처 three의 예시
Fig 7. Example of gesture three

제스처 three의 정의는 모든 손가락 중 대지, 중지의 각 인접 관절 특징점과 손바닥 아래 중심 특징점 사이의 각도가 49° 미만인 경우에만 three 제스처로 판단된다.

엄지 굽힘 여부 판정해야 할 각도: $\angle 1\ 0\ 2$, $\angle 2\ 0\ 3$, $\angle 3\ 0\ 4$
중지 굽힘 여부 판정해야 할 각도: $\angle 9\ 0\ 10$, $\angle 10\ 0\ 11$, $\angle 11\ 0\ 12$



그림 8. 제스처 four의 예시
Fig 8. Example of gesture four

제스처 four의 정의는 모든 손가락 중 대지, 중지, 약지, 소지의 각 인접 관절 특징점과 손바닥 아래 중심 특징 점 사이의 각도가 49° 미만인 경우에만 four 제스처로 판단된다.

엄지 굽힘 여부 판정해야 할 각도: $\angle 1\ 0\ 2$, $\angle 2\ 0\ 3$, $\angle 3\ 0\ 4$
 중지 굽힘 여부 판정해야 할 각도: $\angle 9\ 0\ 10$, $\angle 10\ 0\ 11$, $\angle 11\ 0\ 12$
 약지 굽힘 여부 판정해야 할 각도: $\angle 13\ 0\ 14$, $\angle 14\ 0\ 15$, $\angle 15\ 0\ 16$
 소지 굽힘 여부 판정해야 할 각도: $\angle 17\ 0\ 18$, $\angle 18\ 0\ 19$, $\angle 19\ 0\ 20$

5. 마우스 제어

Opencv는 통하여 CCTV 녹화된 화명을 한 프레임씩 분석해서 결과를 카메라의 제스처 one, two, three, four를 판단하여 라이브러리 PyAutoGUI를 통해 마우스가 이동을 제어, 왼쪽 클릭, 오른쪽 클릭, 왼쪽 클릭 더블 클릭을 하도록 한다.

마우스 제어 각 기능의 정의:

제스처one: 모든 손가락 중 엄지의 각 인접 관절 특징점과 손바닥 아래 중심 특징점 사이의 각도가 49° 미만인 경우에만 제스처 one로 판단된다. 엄지를 움직여 컴퓨터 바탕화면 마우스의 움직임을 제어한다.

먼저 컴퓨터 화면의 가로와 세로를 얻은 다음 카메라 화면의 대지 지점(점4)의 x, y 좌표를 컴퓨터 화면의 x, y 좌표로 나누어 xr, yr의 상대값을 구한다. 손동작이 one이면 카메라에서 대지의 지점(점4)의 x, y 좌표를 읽은 후에 이 좌표를 xr, yr을 곱해서 상대한 컴퓨터 화면의 x, y를 구할 수 있다. pyautogui.moveTo함수를 통해 마우스를 이 위치로 이동시킨다. 이렇게 하면 대지의 이동을 통해 마우스의 이동을 제어할 수 있다.

제스처two: 모든 손가락 중 엄지, 검지의 각 인접 관절 특징점과 손바닥 아래 중심 특징점 사이의 각도가 49° 미만인 경우에만 two 제스처로 판단된다. 제스처 two를 인식하면 pyautogui.click(button='left') 함수를 통해 마우스 왼쪽 버튼을 한 번 클릭한다.

제스처three: 모든 손가락 중 엄지, 중지의 각 인접 관절 특징점과 손바닥 아래 중심 특징점 사이의 각도가 49° 미만인 경우에만 three 제스처로 판단된다. 제스처 three를 인식하면 pyautogui.click(button='right') 함수를 통해 마우스 오른쪽 버튼을 한 번 클릭한다.

제스처four: 모든 손가락 중 대지, 중지, 약지, 소지의 각 인접 관절 특징점과 손바닥 아래 중심 특징점 사이의 각도가 49° 미만인 경우에만 four 제스처로 판단된다. 제스처 four를 인식하면 pyautogui.doubleClick() 함수를 통해 마우스 왼쪽 버튼을 두 번 클릭한다.

6. 제스처 인식 테스트 결과

손목 건초염 환자처럼 손목 건초염 환자 일상생활 중에 쓴 손목 보호대를 써서 테스트 다음과 같다. 제안된 방법을 이용하여 제스처one, two, three, four 인식할 수 있는지 각각 테스트를 진행했다.



그림 9. 손목 보호대를 써서 제스처 one의 식별 테스트
Fig 9. Test gesture one's identification using wrist guards

제안된 방법을 이용하여 제스처one를 식별하는 테스트이다. 모든 손가락 중 엄지의 각 인접 관절 특징점과 손바닥 아래 중심 특징점 사이의 각도가 49° 미만해서 제스처one로 판정한다.



그림 10. 손목 보호대를 써서 제스처 two의 식별 테스트
Fig 10. Test gesture two's identification using wrist guards

제안된 방법을 이용하여 제스처two를 식별하는 테스트이다. 모든 손가락 중 엄지, 검지의 각 인접 관절 특징점과 손바닥 아래 중심 특징점 사이의 각도가 49° 미만해서 two 제스처로 판정된다.



그림 11. 손목 보호대를 써서 제스처 three의 식별 테스트
Fig 11. Test gesture three's identification using wrist guards

제안된 방법을 이용하여 제스처three를 식별하는 테스트이다. 모든 손가락 중 엄지, 중지의 각 인접 관절 특징점과 손바닥 아래 중심 특징점 사이의 각도가 49° 미만해서 three 제스처로 판정된다.



그림 12. 손목 보호대를 써서 제스처 four의 식별 테스트
Fig 12. Test gesture four's identification using wrist guards

제안된 방법을 이용하여 제스처four를 식별하는 테스트이다. 모든 손가락 중 대지, 중지, 약지, 소지의 각 인접 관절 특징점과 손바닥 아래 중심 특징점 사이의 각도가 49° 미만인 경우에만 four 제스처로 판정된다.

7. 건초염환자를 대상으로한 측정범위 실험

손목 건초염 환자 검지, 중지, 약지, 소지 손가락 구부릴 수 있는 각도 범위의 측정

손목 건초염 환자의 손가락 굽힘 각도 범위를 정확하게 얻기 위해 손목 건초염 환자 5명을 찾아 위의 2차원 벡터를 통해 각도를 구하는 방법을 사용하여 각 손가락 관절의 굽힘 각도 결과를 얻었다. 손가락을 구부린 상태에서 자연스럽게 다른 각도로 구부릴 수 있도록 함으로써 손가락을 구부릴 수 있는 각도 범위를 구한다. 알고리즘상 손가락 임의 관절의 각도가 임계값보다 크면 이 손가락 굽힘 상태를 판단하기 때문에 각 손가락의 굽힘 각도가 가장 큰 관절이 자연 상태에서 구부릴 수 있는 각도 범위를 기록했다.

설계한 제스처가 엄지손가락을 구부릴 필요가 없어서 검지, 중지, 약지, 소지 자연스럽게 손가락을 구부린 상태에서 자연스럽게 다른 각도로 구부려서 손가락을 구부릴 수 있는 가능한 각도 범위를 측정한다. (각도측정방법: 2차원 벡터를 통해 각도를 구하기)

환자 1: 62살, 남, 손목 건초염 1급(주관적 증상)은 국소 통증만 있다.

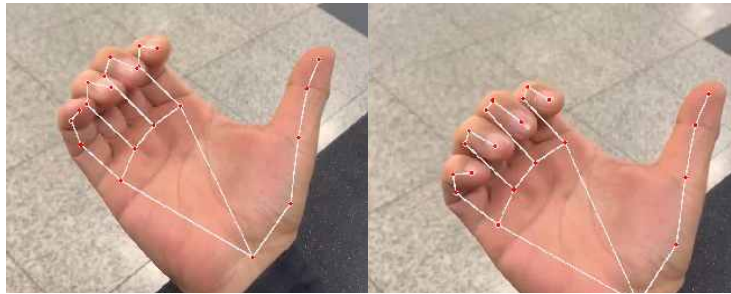


그림 13. 환자 1 자연스럽게 손가락을 구부린 상태에서 자연스럽게 다른 각도로 구부려서 손가락을 구부릴 수 있는 가능한 각도 범위를 측정하기 위해 사용한 데이터

Fig 13. Patient 1 Data used to measure the possible angular range in which the finger can be bent naturally with the finger bent at a different angle

환자 2: 66살, 여, 손목 건초염 2급(능동적으로 움직일 수 있음) 방아쇠 손가락 칸톤 올림 증상 있다.

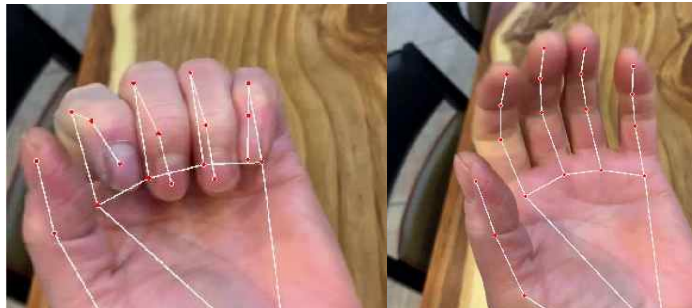


그림 14. 환자 2 자연스럽게 손가락을 구부린 상태에서 자연스럽게 다른 각도로 구부려서 손가락을 구부릴 수 있는 가능한 각도 범위를 측정하기 위해 사용한 데이터

Fig 14. Patient 2 Data used to measure the possible angular range in which the finger can be bent naturally with the finger bent at a different angle

환자 3: 60살, 여, 손목 건초염 1급(주관적 증상)은 국소 통증만 있다.

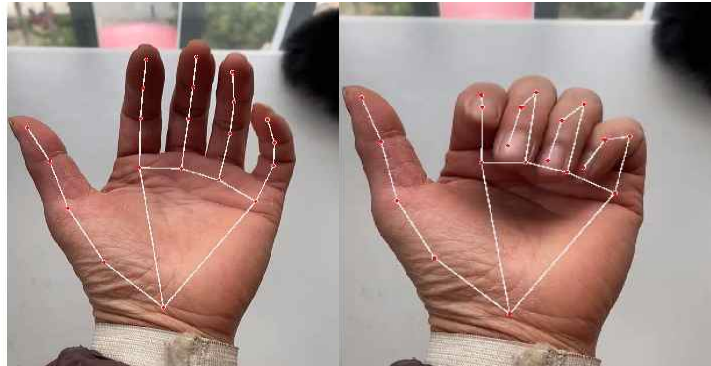


그림 15. 환자 3 자연스럽게 손가락을 구부린 상태에서 자연스럽게 다른 각도로 구부려서 손가락을 구부릴 수 있는 가능한 각도 범위를 측정하기 위해 사용한 데이터
Fig 15. Patient 3 Data used to measure the possible angular range in which the finger can be bent naturally with the finger bent at a different angle

환자 4: 59살, 여, 손목 건초염 1급(주관적 증상)은 국소 통증만 있다.



그림 16. 환자 4 자연스럽게 손가락을 구부린 상태에서 자연스럽게 다른 각도로 구부려서 손가락을 구부릴 수 있는 가능한 각도 범위를 측정하기 위해 사용한 데이터
Fig 16. Patient 4 Data used to measure the possible angular range in which the finger can be bent naturally with the finger bent at a different angle

환자 5: 63살, 남, 손목 건초염 1급(주관적 증상)은 국소 통증만 있다.

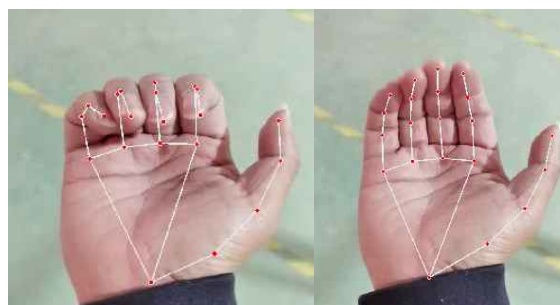


그림 17. 환자 5 자연스럽게 손가락을 구부린 상태에서 자연스럽게 다른 각도로 구부려서 손가락을 구부릴 수 있는 가능한 각도 범위를 측정하기 위해 사용한 데이터
Fig 17. Patient 5 Data used to measure the possible angular range in which the finger can be bent naturally with the finger bent at a different angle

표 1. 손목 건초염 환자 검지, 중지, 약지, 소지 손가락 구부릴 수 있는 각도 범위의 측정결과(5명)

Table 1. Measurement results of the range of angles at which the index, middle finger, ring finger, and possession of the patient with wrist hay fever can be bent (5 persons)

	Patient1 (Units:°)	Patient2 (Units:°)	Patient3 (Units:°)	Patient4 (Units:°)	Patient5 (Units:°)
Index Finger	(31~60)°	(40~53)°	(31~55)°	(35~60)°	(20~65)°
Middle Finger	(36~57)°	(38~55)°	(30~57)°	(40~57)°	(24~58)°
Ring Finger	(34~61)°	(33~60)°	(33~54)°	(38~56)°	(22~59)°
Possession Finger	(35~57)°	(37~57)°	(32~57)°	(39~67)°	(21~60)°
Degree range where all four fingers can be bent	(36~57)°	(40~53)°	(33~54)°	(40~56)°	(24~58)°
Degree range where all four fingers of all patients can be bent	(40~53)°				

위 표를 보면 손목 건초염 환자의 검지, 중지, 약지, 소지 각 손가락의 굽힘 각도가 가장 큰 관절이 모두 (40~53)° 각도 범위 내에서 구부릴 수 있음을 알 수 있다. 그래서 (40~53)° 각도 범위에서 설계한 제스처인식 정확도가 가장 높은 임계값을 찾으면 된다.

손가락 굽힘 여부 판정하기 위해 다중 임계값을 설정해서 인식 정확도 테스트

손목 건초염 환자처럼 손목 건초염 환자 일상생활 중에 쓴 손목 보호대를 써서 제스처 인식 정확도가 높아지기 위해 (40~53)° 임계값을 설정해서 테스트를 했다. 테스트 결과는 다음과 같다.

표 2. 손가락 굽힘 여부 판정하기 위해 임계값40° 테스트(제스처마다 각 50번)

Table 2. The test limit is 40° to determine whether the finger is bent(50 each gesture)

	Number of correct identification	Number of identification errors	Recognition rate (Units:%)
The gestuer one.	48	2	96%
The gestuer two.	43	7	86%
The gestuer three.	37	13	74%
The gestuer four.	40	10	80%
Average	42	8	84%

표 3. 손가락 굽힘 여부 판정하기 위해 임계값45° 테스트(제스처마다 각 50번)

Table 3. The test limit is 45° to determine whether the finger is bent(50 each gesture)

	Number of correct identification	Number of identification errors	Recognition rate (Units:%)
The gestuer one.	47	3	94%
The gestuer two.	43	7	86%
The gestuer three.	43	7	86%
The gestuer four.	41	9	82%
Average	43.5	6.5	87%

표 4. 손가락 굽힘 여부 판정하기 위해 임계값49° 테스트(제스처마다 각 50번)

Table 4. The test limit is 49° to determine whether the finger is bent(50 each gesture)

	Number of correct identification	Number of identification errors	Recognition rate (Units:%)
The gestuer one.	48	2	96%
The gestuer two.	47	3	94%
The gestuer three.	46	4	92%
The gestuer four.	47	3	94%
Average	47	3	94%

표 5. 손가락 굽힘 여부 판정하기 위해 임계값53° 테스트(제스처마다 각 50번)

Table 5. The test limit is 53° to determine whether the finger is bent(50 each gesture)

	Number of correct identification	Number of identification errors	Recognition rate (Units:%)
The gestuer one.	41	9	82%
The gestuer two.	44	6	88%
The gestuer three.	43	7	86%
The gestuer four.	40	10	80%
Average	42	8	84%

여러 번 테스트한 후에 결과를 보면 손가락 굽힘 여부 판정하기 위해 임계값49°로 설정하면 제스처 인식하는 정확도가 94%로 제일 높아 보인다. 그래서 임계값이 49°로 설정하면 효과가 제일 좋다 .

손목 건초염 환자 찾아서 임계값을 49°로 4개 제스처에 대한 테스트

손목 건초염 환자를 찾아서 설계한 4개 제스처를 편하게 하는 사진을 찍었다. 임계값을 49°로 설정해서 환자가 한 4개 제스처에 대해서 테스트를 했다. 테스트 결과는 다음과 같다.

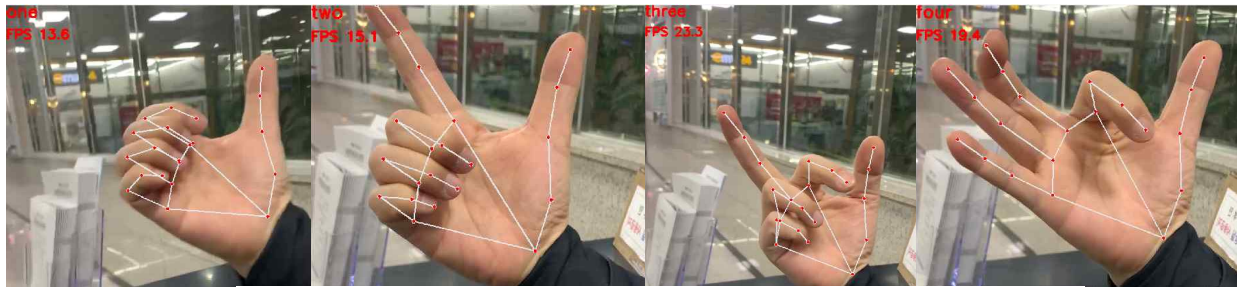


그림 18. 손목 건초염 환자 1 (남, 62살, 손목 건초염 1급 주관적 증상은 국소 통증만 있음) 임계값 49°로 설계한 4개 제스처가 편하게 사용 가능 여부에 대한 테스트

Fig 18. Patient 1 with wrist hay fever (male, 62 years old, subjective symptoms of wrist hay fever level 1 only have local pain) Test for ease of use of 4 gestures designed with a threshold of 49°

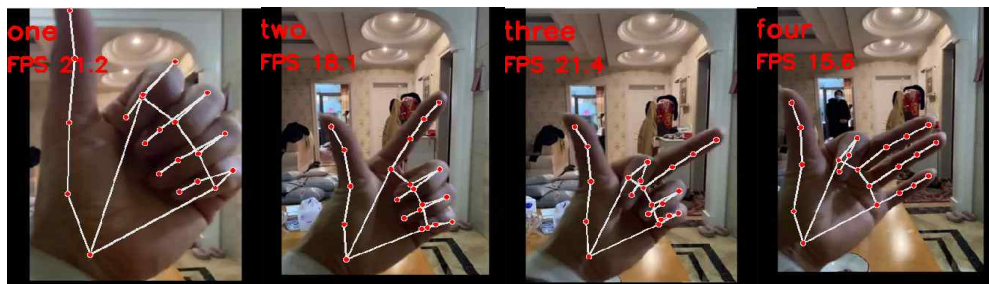


그림 19. 손목 건초염 환자 2 (여, 60살, 손목 건초염 1급 주관적 증상은 국소 통증만 있음) 임계값 49°로 설계한 4개 제스처가 편하게 사용 가능 여부에 대한 테스트

Fig 19. Patient 2 with wrist hay fever (female, age 60, subjective symptoms of wrist hay fever 1 only have local pain) Test for ease of use of 4 gestures designed with a threshold of 49°

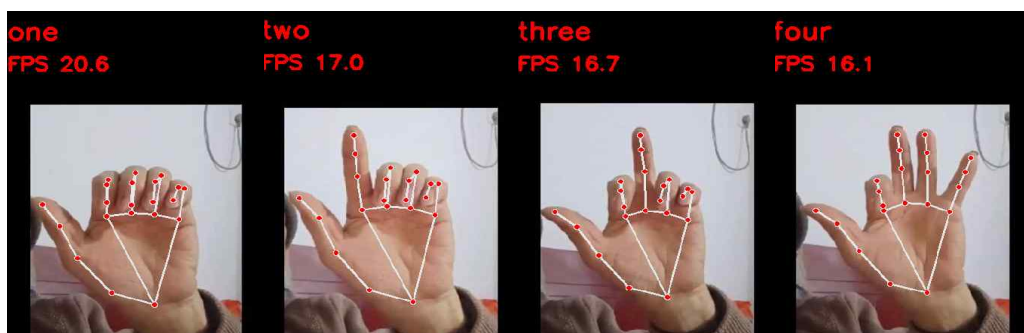


그림 20. 손목 건초염 환자 3 (남, 71살, 손목 건초염 2급 능동적으로 움직일 수 있고 방아쇠 손가락 칸톤 올림 증상 있음) 임계값 49°로 설계한 4개 제스처가 편하게 사용 가능 여부에 대한 테스트

Fig 20. Patient 3 with wrist hay fever (male, 71 years old, wrist hay fever level 2 can move actively and has trigger finger canton ringing symptoms) Test for ease of use of 4 gestures designed with a threshold of 49°

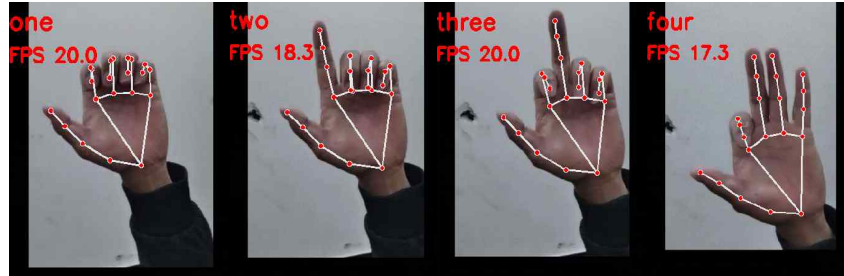


그림 21. 손목 건초염 환자 4 (남, 63살, 손목 건초염 1급 주관적 증상은 국소 통증만 있음)
임계값 49°로 설계한 4개 제스처가 편하게 사용 가능 여부에 대한 테스트
Fig 21. Figure 21. Patient with wrist hay fever 4 (male, 63 years old, subjective symptoms of wrist hay fever 1 only have local pain) Test for ease of use of 4 gestures designed with a threshold of 49°

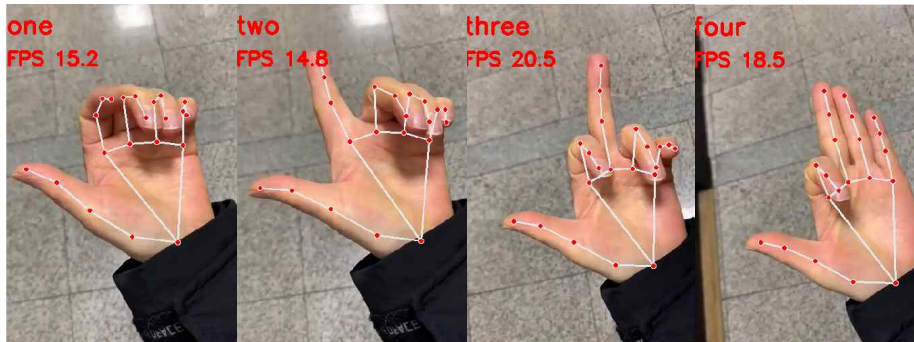


그림 22. 손목 건초염 환자 5 (여, 59살, 손목 건초염 1급 주관적 증상)은 국소 통증만
있다) 임계값 49°로 설계한 4개 제스처가 편하게 사용 가능 여부에 대한 테스트
Fig 22. Patient 5 (female, 59-year-old, subjective symptoms of wrist hayitis 1st class) has only local pain) Test for ease of use of 4 gestures designed with a threshold of 49°

5명 손목 건초염 환자가 임계값 49°로 정의하는 것으로 4개 제스처 테스트를 했다. 테스트 결과를 보면 임계값 49°로 정의하는 데에 손목 건초염 환자들이 다 편하게 4개 제스처를 사용할 수 있다. 그래서 임계값이 49°로 설정했다.

8. 성능측정결과

제스처one, two, three, four를 각각 판정의 정확도 테스트 결과를 아래 표를 통해서 나타냈다.

표 6. 제스처 인식 테스트 결과 분석 (50번)
Table 6. Analyzing gesture recognition test results(50 each gesture)

	Number of correct identification	Number of identification errors	Recognition rate (Units:%)
The gestuer one.	48	2	96%
The gestuer two.	47	3	94%
The gestuer three.	46	4	92%
The gestuer four.	47	3	94%
Average	47	3	94%

위의 결과가 보면 최종적으로 인식 성공률이 평균 94%로 나타난다.

실시간 제스처를 통해 마우스를 계속 제어하는 동안 프레임씩 소요 시간을 얻기 위해서 다음에 있는 방법을 이용했다.

성능측정 방법(time.time() 방법 이용 동작 실행 시간을 얻다)

우선 start_time 함수는 time.time()의 값을 취득한다 .

마우스 제어하는 동안 10frame마다 한번 time.time() - start.time 1번 동작 하여 start_time 함수는 time.time()의 값을 취득한다.

이 동작을 통해서 10frame 마다 걸리는 시간을 한번 계산한다.

마우스 제어하는 동안 10프레임마다 평균적으로 각 프레임 소요하는 시간을 계산한다. 테스트 결과를 아래 표를 통해서 나타냈다. (%.3f 형식 표시)

표7. 10 프레임마다 프레임당 평균 처리 시간 계산
Table 7. 10 Calculation of average processing time per frame per frame

Frame	average cast(frame)
0-9	1.627s
10-19	1.306s
20-29	1.626s
30-39	1.665s
40-49	1.496s
50-59	1.525s
60-69	1.626s
70-79	1.513s
80-89	1.553s
90-99	1.546s

위의 결과가 보면 최종적으로 마우스를 계속 제어하는 동안 프레임씩 평균 1.548s 내외 소요한다.

9. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 손목 건초염 걸리는 노인을 위해 대지와 손목이 구부러지지 않은 상태를 유지하는 경우 컴퓨터 바탕 화면에서 다양한 제스처를 통해 마우스를 제어를 구현했다.

향후 연구에서는 더 많이 제스처를 개발할 예정이다. 그리고 처리 속도 더 빨라지는 연구를 진행할 예정이다.

References

- [1] Korean Journal of Social Welfare, Vol. 62, No. 3, 2010. 8, pp. 353-374 Participation in Computer Use and Social Activities in Old Age: Analysis of Computer Use Types of Electrical Older Adults*14, Jang Su-ji (Gyeongseong University), Lee Jae-jeong (Busan Welfare Development Institute), Jun. 2010.
- [2] Gesture recognition open source, GOOGLE LLC, url(<https://google.github.io/mediapipe/>), Nov, 2022.
- [3] Mouse Control Library, Copyright 2019, url(<https://pyautogui.readthedocs.io/en/latest/>), Nov, 2022.
- [4] PyQt5 Tutorial, GitBook, url(<https://maicss.gitbook.io/pyqt-chinese-tutorial/pyqt5/cai-dan-he-gong-ju-lan>), Nov, 2022
- [5] De Quervain syndrome, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/De_Quervain_syndrome), Nov, 2022
- [6] Kim Soo-geun, Vol. 348, P42-43, Occupational musculoskeletal disorders 14 tendinitis and tendinitis of the hands and wrists, 2017. April.

Appendix