

스마트 미러를 활용한 노인 건강 증진 자세 분류 시스템

강영서^{1,†}, 최경서^{1,†}, 이가영^{1,†}, 주종화^{1,*}

¹동국대학교 컴퓨터공학과

[†]공동 1 저자

^{*}교신저자

22019112024@dgu.ac.kr, rudtj9099@dgu.ac.kr, lgy5899@dgu.ac.kr, jwjoo@dgu.ac.kr

A System for the Improvement of Elderly Health to Classify Pose Using Smart Mirror

Young-Seo Kang^{1,†}, Kyeong-Seo Choi^{1,†}, Ga-Young Lee^{1,†}, Jong-Wha J. Joo^{*}

¹Department of Computer Science and Engineering, Dongguk University-Seoul, 04620 Seoul, South Korea

[†]Young-Seo Kang, Kyeong-Seo Choi, Ga-Young Lee contributed equally to this work

^{*}Correspondence: jwjoo@dgu.ac.kr

요 약

코로나 19로 인해 사회적으로 활동 범위에 제약이 많아져 신체 노화가 진행중인 노년층의 심각한 운동 부족 현상 발생했다. 이에 따라 본 연구는 스마트 미러 트레이닝 프로그램의 범람 속에 신체적인 불편함을 가지고 있는 노인의 건강 증진에 주목하여 스마트 미러와 노인 자세 탐지, 자세 정확성 판단 시스템을 기반으로 한 자세 분류 서비스 제공 프로그램을 제안한다. 스마트 미러에 탑재된 카메라로 받은 영상을 MoveNet 과 머신러닝 모델을 사용하여 사용자의 동작을 파악하는 방식으로 활동 프로그램을 진행한다. 향후 디지털 소외 계층의 사용 및 노인 자세 데이터 분석에 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

1. 서론

코로나 19로 인해 사회적으로 많은 변화가 생기며 여러가지 이슈들이 발생하였다. 특히 활동 범위에 제약사항이 많아 노년층의 운동 포기, 운동 불안감 증가 등으로 노년층 활동성 부족 문제가 사회적으로 대두되고 있다[1]. 이를 해결하기 위해 최근 건강 증진 분야에서 스마트 미러를 활용한 자세교정 프로그램 개발이 활발히 연구 중이다. 그러나 복잡한 사용 기능, 고난이도의 신체 능력을 필요로 하는 등 노화에 따른 신체적 능력이 낮은 고령층이 해당 프로그램을 사용하기 어려운 경우가 많다. 이에 본 연구는 노인 운동의 필요성과 노년층의 기존 플랫폼 이용 능력 문제를 인지하여 ‘인공지능 모델을 활용한 노인 활동 증진 프로그램’ 제안한다. 본 연구는 두 가지의 특징을 가지고 있다. 첫번째는 스마트 미러에 탑재된 카메라를 통해 수집한 영상에서 자세 인식하기 위한 방법으로 실시간 신체 탐지 비전 모델(Real-Time Body Detection Vision Model)과 pose classification 모델을 사용한다는 점이다. 두 번째로 노인의 신체적 특징을 고려한 노인 맞춤형 콘텐츠, 간단한 UI/UX를 개발하여 노년층의 디지털 기기 이용 편리성을

제공한다는 특징을 가진다.

2. 선행연구

스마트 미러를 활용한 실시간 자세교정 피트니스 시스템[2]은 자세를 교정하고 정확도를 측정하여 운동 및 활동을 제공하는 피트니스 프로그램을 개발하였다. 스마트 미러를 통해 사용자가 자신의 모습을 확인할 수 있으며, 현재 사용자의 운동 자세가 정확한 지 판단하는 기능을 제공한다. 본 연구는 기존 연구의 방법론에서 더 나아가 노인 건강 증진을 위한 맞춤형 프로그램을 제공한다.

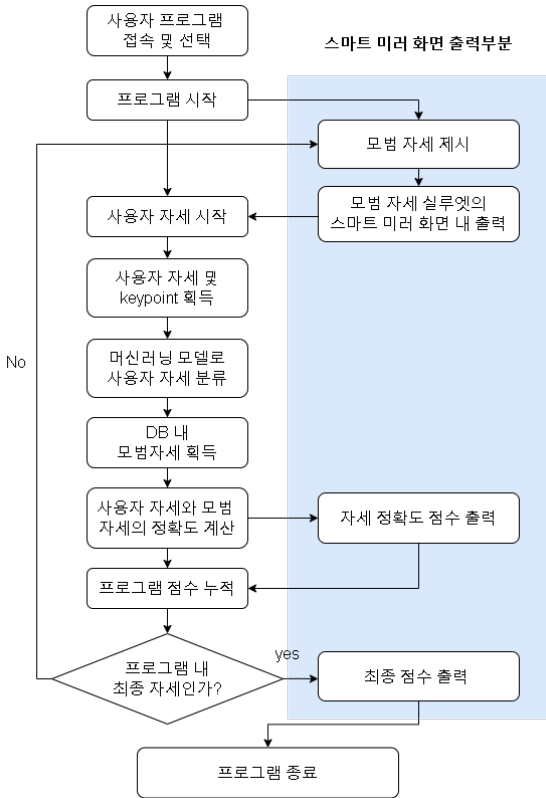
또한 기존 연구[2]는 kinect 센서를 활용하여 사용자를 탐지하였지만 해당 시스템의 경우 카메라로 촬영한 영상에서 MoveNet 모델을 활용하여 신체 부위를 인식하는 방식을 적용하였다.

3. 프로그램 설계

a. 시스템 동작 과정

본 연구의 개발시스템은 아래의 (그림 1)와 같은 과정으로 사용자의 프로그램 사용 시나리오가 진행된다. 프로그램을 선택 후 안내되는 자세를 수행하면,

웹에 내장된 실시간으로 신체를 탐지하는 비전 모델 (Real-Time Body Detection Vision Model)인 MoveNet[3]을 실행하여 사용자의 skeleton 좌표 배열 값을 출력해 머신러닝 모델에 전달한다. 머신러닝 모델은 선행 학습된 동작 분류를 진행하고, 사용자가 수행한 자세의 분류와 정확도를 계산하여 점수로 결과를 도출한다. 사용자는 한 프로그램 구성이 끝나면, 본인의 점수를 최종 확인할 수 있다.

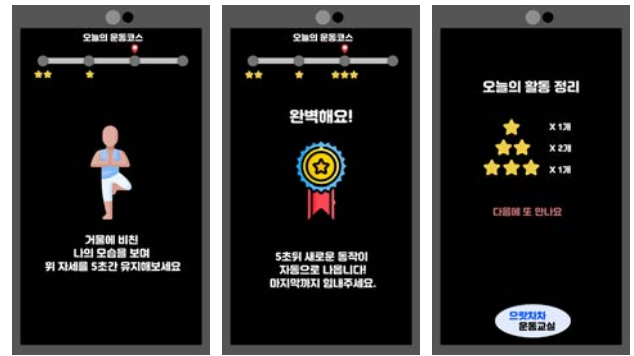


(그림 1) 스마트 미러 내 노인 활동 증진 프로그램 흐름도
본 시스템의 운동 데이터셋은 한국건강증진개발원에서 제시한 노인의 신체 특성을 고려한 운동 자세 정보를 기반으로 구성하였다[4]. 모든 자세는 과도하게 신체를 움직이지 않아도 되는 간단한 스트레칭을 기반으로 구성하였다. 또한 ‘사용자 자세와 모범 자세의 정확도 계산’ 부분에서 노인이 모범 자세를 정확하게 따라하지 않아도 범위 내에 해당하도록 오차 범위를 설정하였다. 이는 노인의 신체적 제약을 고려하여 신체 건강을 증진할 수 있도록 돕는다.

사용자는 스마트 미러의 디스플레이를 통해서 시스템의 전반적인 서비스를 이용할 수 있고, 운동을 하는 자신의 모습을 거울을 통해 확인할 수 있다. 본 연구 프로그램의 구현된 웹 UI 화면은 아래 (그림 2)와 같다. 사용자는 스마트 미러의 디스플레이를 통해 (그림 1)의 시스템 동작 과정을 확인할 수 있다.

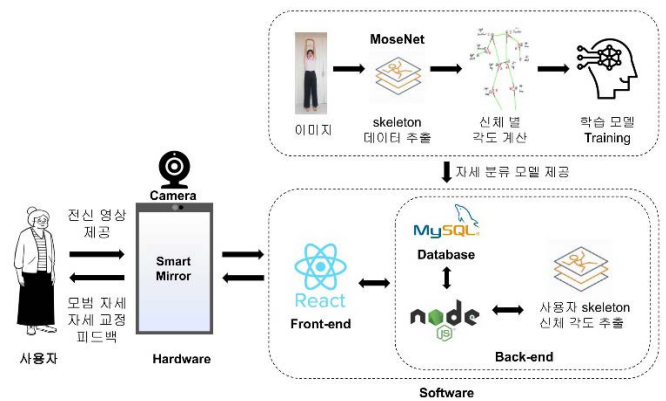
고령층을 고려한 UI/ UX는 사용자가 시스템 기능을

보다 간단하게 조작 및 서비스를 이용하도록 돕는다.



(그림 2) 스마트 미러 UI 화면

b. 소프트웨어 설계



(그림 3) 스마트 미러 내 노인 활동 증진 프로그램을 위한 시스템 아키텍처

본 연구는 스마트 미러 기반 시스템을 구현한다. (그림 3)은 본 시스템의 설계도이다. 사용자와의 인터랙션을 통해 프로그램을 실행할 수 있으며, 스마트 미러 프로그램의 내부 시스템은 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째로 Web Application 부분, 두 번째는 Model 부분이다. Web Application은 NodeJS, ReactJS, MySQL로 구현한다. 두 번째로 자세 분류 부분이다. 카메라를 통해 얻은 영상을 초당 10 프레임으로 Pose estimation을 실행해 사용자의 skeleton 값을 얻는다. 이후 각도를 계산하여 그 값을 학습한 Pose Classification Machine Learning 모델에 넣어 분류된 자세 결과값을 얻는다.

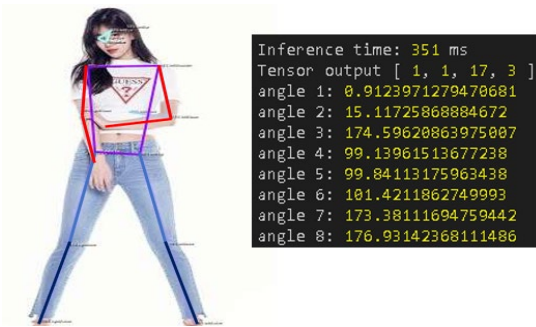
4. 동작 분류

본 시스템을 실행하기 위해 프로그램을 구성하는 동작을 분류하는 과정이 필요하다. 이를 위하여 MoveNet으로 수집된 데이터를 필요한 skeleton 사이의 각도를 추출하여 동작을 분류하는 인공지능 모델을 만들었다. 분류 모델을 생성하기 위하여 Naive Bayes Classifier를 사용하여 학습하였으며, 이는 스마트 미러 프로그램의 동작 분류 과정에 사용된다.

a. 데이터셋 이미지 수집

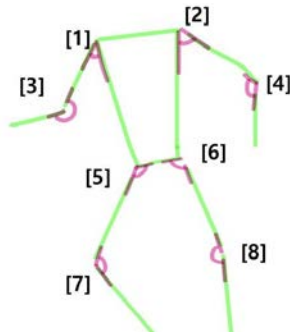
인공지능 모델을 학습하기 위한 데이터셋을 구성하기 위해 직접 촬영하여 피실험자의 데이터를 수집하였다. 본 연구에서 분류해야 할 자세 8개는 여러 피실험자의 사진을 촬영하여 총 311 장을 수집하였다. 피실험군은 다양한 체형의 사람들의 데이터를 수집하기 위하여 신체 수치의 범위에 따라 피실험군을 구성하였으며, 한 명의 피실험자 별로 8개의 자세를 각 2~5 장 촬영하도록 제한하였다.

b. MoveNet 으로 skeleton 데이터 추출 및 각도 계산



(그림 4) MoveNet 내 skeleton joint 추출 각도 계산 결과

번호	각도 이름
1	RIGHT_ARM
2	LEFT_ARM
3	RIGHT_ELBOW
4	LEFT_ELBOW
5	RIGHT_PELVIS
6	LEFT_PELVIS
7	RIGHT_LEG
8	LEFT_LEG



(그림 5) 신체 부위 사이 간 각도 종류

사용자의 자세 및 학습 데이터셋에서 각도 데이터를 추출하기 위하여 pose estimation 을 사용한다. 먼저 신체 전신을 촬영한 사진에서 사용자의 신체 별 위치를 파악하는 pose estimation 모델인 MoveNet[3]을 사용하여 x, y 좌표로 표현한 skeleton 데이터로 도출한다. (그림 4)를 확인해보면 MoveNet 은 총 17 개의 신체 위치(joint)를 파악한다.

skeleton 의 신체 부위 별 위치 데이터를 기반으로 주요 신체 부위 사이 간 각도를 계산한다. 세 개의 x, y 좌표 사이 각도를 계산하는 수식을 활용하여 신체 간 각도를 도출한다. 본 논문에서 추출하는 각도 종류는 (그림 5)에서 확인할 수 있으며 총 8 개의 각도를 추출한다. 해당 데이터를 기반으로 학습 데이터셋을 구성하였으며 사용자로부터 사용자의 각도 데이터를 추출할 시에도 같은 방식으로 추출한다.

c. 인공지능 분류 모델

본 시스템은 수집된 데이터셋을 이용하여 인공지능 분류 모델을 훈련시키는 방법론으로 두 가지 제시안을 사용하였다. 첫 번째는 Naive Bayes Classifier, 두 번째는 Support Vector Machine(SVM)이다. 두 모델을 기반으로 학습하여 성능 척도를 기반으로 예측 정확도를 비교 및 분석하였다. 학습 결과로 Naive Bayes Classifier 모델이 SVM 모델보다 26% 나은 성능을 보여 전자를 택하였다.

5. 결론

본 논문에서는 IoT 기기인 스마트 미러와 실시간 신체 탐지 비전 모델을 활용하여 노인 자세 탐지 및 자세 정확성 판단 시스템을 기반으로 한 ‘스마트 미러를 활용한 노인 활동 증진 프로그램’을 제안하였다. 고령층이 스마트 미러라는 IoT 기기의 활용을 통해 사용자가 본인의 모습을 보며 활동을 진행함으로써, 사용자의 높은 몰입도와 현실감 향상을 기대한다. 또한, 고령층을 위한 간편한 조작과 자막의 활용으로 디지털 기기 사용의 어려움을 겪는 고령층도 사용할 수 있도록 하여 디지털 소외 계층도 사용할 수 있다고 기대한다. 장기적으로 스마트 미러를 통해 프로그램을 사용한 노인의 활동 데이터 결과가 저장되어, 추후 노인을 위한 신체적 데이터 분석에 활용되어 보다 발전된 시스템을 기획 및 개발할 수 있다는 점을 기대할 수 있다.

Acknowledgements

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government(MSIT) (No. 2021R1F1A1054528) and MSIT(Ministry of Science and ICT), Korea, under the ITRC(Information Technology Research Center) support program(IITP-2022-2020-0-01789) supervised by the IITP(Institute for Information & Communications Technology Planning & Evaluation).

참고문헌

[1] 권오정. (2020). 코로나 19 에 의한 노인 운동행동 변화 사례 연구. 한국스포츠심리학회지, 31(2), 123-134.
 [2] Seo, J. S., Shin, M. H., & Moon, M. K. (2019). Fitness System for Correcting Real-time Posture Using Smart Mirror. Journal of IKEEE, 23(1), 74-7
 [3] R. Bajpai and D. Joshi, "MoveNet: A Deep Neural Network for Joint Profile Prediction Across Variable Walking Speeds and Slopes," in *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 70, pp. 1-11, 2021.
 [4] 한국건강증진개발원(2013). 『노인을 위한 신체활동 프로그램. 아!흔에도 자!신있게 건강운동』