

스켈레톤 모델 기반의 포즈 인식 기술을 활용한 낙상 조기 대응 시스템

정우혁, 이근재, 배찬석, 홍규량, 권지현, 유흥석(교신저자)

경운대학교 소프트웨어학부

e-mail: jwh21680@naver.com, lief00@naver.com, aja1200@naver.com, rbfid0104@naver.com,
kjeeh10@gmail.com, hsyoo@ikw.ac.kr

Fall Early Response System Using Pose Recognition Technology Based on Skeleton Model

Woo-hyuk Jung, Geun-jae Lee, Chan-seok Bae, Gyu-ryang Hong,

Ji-hyun Kwon, Hongseok Yoo(Corresponding Author)

School of Software, Kyungwoon University

● 요약 ●

현대 사회는 출생아가 줄어들고 고령화 현상이 빠르게 진행 중이다. 20~30대의 사회 복지 종사자가 줄어들고 노인 인구는 늘어나는 반비례 현상이 나타나고 있다. 보호자가 없는 노인에게 낙상 사고와 같은 위급 상황이 발생한다면 골든타임을 놓칠 수도 있을 것이다. 따라서, 본 논문에서는 낙상 사고 발생 시, 빠른 시간 내에 실시간 모니터링을 통해 노인 복지사가 상황을 인지할 수 있게 하는 시스템을 개발하였다. 미디어파이프 포즈 모델을 이용하여 관찰 대상의 움직임을 포착하도록 하였고 PTZ 카메라의 서보 모터 제어를 통해 포착한 관찰 대상을 추적하도록 하였다. 주요 장면은 사진으로 저장해 웹 서버로 전송하고, 심박수 측정 센서와 와이파이 통신 모듈이 장착된 아두이노 보드가 실시간으로 웹 서버로 전송하여, 전담 관리자는 사진을 통해 상황을 인식하고 심박수를 보고 얼마나 위급한지 알 수 있도록 하였다.

키워드: 포즈 모델(Pose Model), 팬 틸트 줌 카메라(Pan Tilt Zoom Camera)

I. Introduction

최근 국제신용평가사인 무디스에 따르면 전체 인구 중 노령 인구를 보면, 점차적으로 고령화가 진행되어 2060년에는 노인 인구만 41.6% 차지하게 될 것이라는 것을 보여준다. 노인 인구가 증가함에 따라 응급 의료 서비스에 대한 수요는 증가하는 반면 저출산 및 간병/돌봄 인력 부족 문제로 인해 빠른 시간 내에 응급 의료 서비스를 받지 못하는 노인의 수는 증가하는 추세이다 [2]. 따라서, 본 논문에서는 낙상 사고를 겪은 노인을 골든타임 내에 구조하기 위해 낙상 조기 대응 시스템을 개발하였다.

Mediapipe Pose Model를 적용한 PTZ카메라와 심박측정 센서를 장착한 아두이노 보드를 이용해 개발하였다. 낙상 사고 인식 시 사진을 촬영하여 웹 서버로 전송 및 심박도 측정한다. 그리고 전담 관리자가 웹 서버를 확인하여 정보를 받고, 위급상황을 신속하게 조치하는 시스템을 개발하였다 [1].

II. Preliminaries

MediaPipe Pose는 TensorFlow Lite 기반의 ML Kit Pose Detection API를 지원하는 BlazePose 연구를 활용하여 RGB 비디오 프레임에서 전신에 대한 33개의 3D 랜드마크와 배경 분할 마스크를 추론하는 고충실도 신체 포즈 추적을 위한 ML 솔루션이다. TensorFlow 기반의 포즈 모델, PoseNet등 다양한 포즈 모델들도 존재한다. TensorFlow Lite 기반의 포즈 모델을 사용한 이유는, 10 FPS라는 충분한 성능을 발휘하고 경량화된 모델이기 때문이다. 추후에 여러 모델들도 사용해볼 것이다.

III. Design and Development

1. System architecture



Fig. 1. System Configuration Diagram

웹 서버로 심박 정보를 전송하기 위해서, ESP-01 와이파이 모듈 및 심박수 측정 센서를 아두이노 보드에 탑재하여 사용하였다. PTZ 카메라에 카메라 센서는 Sony 8MP IMX219 HD Sensor가 장착되었다.

그림1의 시스템 구성도를 보자면 아두이노 보드에 연결된 심박 센서로 심박수를 측정하고, WiFi 모듈을 통해 심박수 정보를 웹 서버로 전송한다. PTZ 카메라를 통해서 낙상 사고를 감지하고, 라즈베리파이 4B 보드에 구성해놓은 웹 서버로 사진을 전송한다.

2. Fall Detection

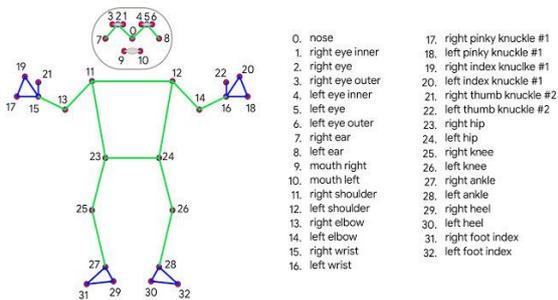


Fig. 2. MediaPipe Pose Model

바닥에 앉는 행위 등 자세를 낮추는 행위와 낙상에 따라 노인 바닥에 눕는 자세 분별하기 어렵다. 따라서, 관찰 대상의 신체 좌표의 프레임 간 변화 속도를 이용하여 낙상 여부를 판단하도록 하였다.

그림2에 제시된 Pose Model의 번호 별 신체 좌표를 활용하여 이전 프레임과 현재 프레임의 좌표 값을 비교하여 임계치를 넘었을 때, 앉으려는 건지 넘어진 것인지 판단한다. 빠르게 넘어지면 노란색 박스를 카메라 화면 창 상단에 출력한다.

그리고 23, 24번 좌표인 Hip과 25, 26번 좌표인 Knee의 좌표 값들이 카메라의 시점에서 봤을 때, 좌표 값들이 거의 수평 상태라면 현재 바닥에 넘어져 있는 것으로 판단 붉은색 박스를 출력한다. 또한 빠르게 넘어지는 것을 판단할 때 실제 시간을 측정하고, 넘어진 상태가 확인되면 다시 실제 시간을 측정한다. 두 시점의 차이가 1초 이하일 때 낙상으로 판단하도록 하였고, 실험 결과 고의로 넘어지다 멈추는 것과 실제로 넘어지는 것을 구분하는 것까지 확인하였다.

3. PTZ Camera Control

본 논문에서는 관찰 대상에게 포즈 모델을 적용시키고, 낙상 사고 발생 시 사진으로 저장해 웹 서버로 보여주는 것이 목표이다. 하지만

사람이 카메라 촬영 범위를 벗어난다면, 낙상 사고가 발생했는지 알 수 없다.

PTZ 카메라의 특징인 서보 모터를 이용해 X좌표, Y좌표로 카메라를 움직이게 할 수 있다는 점을 이용하였다 [3]. Pose Model의 신체 좌표를 활용하여 이전 프레임에 과 현재 프레임을 비교하여 좌표 값의 변화가 발생했을 때, 사람이 왼쪽, 오른쪽, 위, 아래로 움직일 때마다 카메라의 서보모터를 움직여서 관찰 대상을 트래킹할 수 있도록 기능을 추가하였다.

IV. Experiments

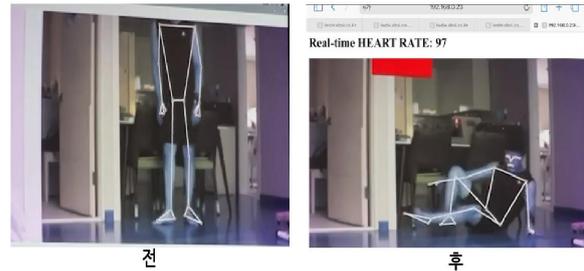


Fig. 3. Experiment

실험 시나리오에서 PTZ 카메라의 서보 모터를 활용하여 관찰 대상이 움직이는 방향으로 카메라가 회전하는 것을 보여준다. 또한 낙상 사고 일 때와 아닐 때를 구분할 수 있다는 것과, 그림 3과 같이 낙상 사고 발생 시 심박수 정보와 사진을 웹 서버에서 출력되는 것을 보여준다.

실험 결과를 위해 100번의 낙상 사고 수행 후에 정확도를 측정하였다. 낙상 사고를 정확하게 판단하는지를 확률로 나타내면 97.3%의 정확도를 보여주었다. 위 실험에서는 평균 신장 173CM 이상인 일반 성인 남성을 대상으로 하였다.

추후에는 신체 좌표의 프레임 간 변화 속도를 이용하여 낙상 사고를 감지할 때, 연령대마다 사람의 신장에 맞춰서 임계치 값이 조정되도록 할 것이다.

V. Conclusions

향후 더 높은 성능의 미니 PC를 사용하여, 두 명 이상의 사람을 인식하는 포즈 모델을 적용시킬 예정이다. 그리고 PTZ 카메라의 서보 모터도 더 좋은 모터를 장착한 카메라를 사용하여 사람이 빠르게 움직이면 신체 좌표를 인식하고 트래킹이 가능하게 할 것이다.

REFERENCES

[1] 서진호, “미디어파이프 BlazePose를 사용한 실시간 신체추적”, <https://brunch.co.kr/@synabreu/95>
 [2] 김수연, (2023년 4월 25일), 고령층 낙상사고가 심각한 이유... 사전에 방지할 수 있는 방법은?, 헬스인뉴스
 [3] <https://github.com/ArduCAM/PTZ-Camera-Controller>