

# 노인의 움직임 인식과 건강지표 값을 통한 위급상황 알림 시스템\*

김영인, 박선영, 최다연, 이수원\*\*  
송실대학교 소프트웨어학부  
e-mail:yoin1995@naver.com

## An Emergency Alert System through Motion Recognition and Health Index of the Elderly

Young-In Kim, Seon-Yeong Park, Da-Yeon Choi, Soowon Lee  
School of Software, Soongsil University

### 요 약

본 연구에서는 비전 기술 및 스마트 밴드를 이용하여 집 안에서 노인의 자세 및 심박 수와 체온과 같은 건강 상태를 24시간 모니터링하여 위급상황을 인지하고 알려주는 서비스를 제공하는 시스템을 제안한다. 독거 노인의 비율이 증가함에 따라 노인들을 관리하고 보호하기 위한 시스템의 필요성이 대두되었다. 기존 연구에서 비전 기술을 사용해 사람의 자세만을 인식해 위급상황을 판단하는 것에 비해 본 연구에서는 스마트 밴드를 결합하여 위급상황 판단에 대한 정확도를 향상시켰다. 또한, 사람의 자세와 심박 수나 체온이 특정 값 이하 또는 이상으로 인지가 되는 경우 보호자에게 알림을 주어 적절한 대처를 취할 수 있도록 어플리케이션을 제공한다.

### 1. 서론

현재 우리나라는 ‘고령 사회’로 진입했다. 따라서 노인의 건강을 효율적으로 모니터링하고 관리할 수 있는 시스템의 도입이 필요하게 되었다. 특히 독거노인의 비율이 점차 증가하고 있어 혼자 사는 노인들을 실시간으로 케어할 수 있는 시스템의 필요성이 대두되고 생활하는 주거 환경 모니터링의 중요성 또한 커지게 되었다.

본 연구는 영상인식 기술을 이용하여 노인의 특정 자세를 모니터링하고 심박 수나 체온과 같은 건강지표를 24시간 관찰할 수 있는 시스템을 제안한다. 원격에서도 건강지표들을 지속적으로 장시간 관찰할 수 있기 때문에 공간의 제약 없이 노인의 상태를 케어할 수 있다.

### 2. 기존 연구

비디오를 분석하는 여러 기존 연구가 있다. 일반적으로 비디오 분석에는 배경에서 움직이는 객체를 구분하는 것이 선행된다. [1-3]은 배경 이미지와 현재 이미지 사이의 픽셀 값 차이가 나타나는 것을 임의의 객체가 움직인다고 판단하여 그 차이를 임계값으로 두고, 배경과 움직이는 개체를 구분하는 방법을 제안하였다. 보다 더 복잡한 연산을 빠르게 처리할 수 있는 컴퓨터가 등장하면서 향상된 비디오 분석 모델이 제안되었다. [4]에 따르면 비디오

분석 방법은 크게 픽셀 기반, 지역 기반, 하이브리드 방식으로 구분할 수 있으며 파라메트릭 및 비 파라메트릭 방법으로 분류할 수도 있다.

비디오는 대개 프레임이라고 하는 일련의 비트 맵 디지털 이미지로 구성된다. 각 프레임은 픽셀 행렬로 이루어져 있다. 픽셀 기반의 비디오 분석을 위해서 [5]에서는 프레임이 여러 세그먼트로 분할되는 프로세스를 통한 이미지 분할 방법을 제안하였다. 세그먼트는 값 또는 위치와 같은 공유 특성에 따라 각 픽셀에 레이블을 지정하여 추출되며 영역 기반 및 픽셀 기반 방식으로 나눌 수 있다. 구체적으로, 이러한 라벨링 기술은 예를 들어, 픽셀 간 관계, 엣지 검출 또는 히스토그램 레이블을 사용하면 단일 또는 다중 프레임을 더 쉽게 처리할 수 있다.

[6]에 따르면 비디오의 각 프레임에서 픽셀이 비슷한 값을 갖는 것끼리 묶어 영역으로 지정한다. 그다음 이렇게 영역을 구분지어 놓은 프레임을 시간 단위로 픽셀끼리 연산하여 값이 다르게 출력되는 부분을 하나의 오브젝트(바운딩 박스)로 표현한다. 이때 센서 성능, 카메라의 흔들림, 그림자나 반사된 피사체 등에 의해 정확도가 떨어질 수 있다.

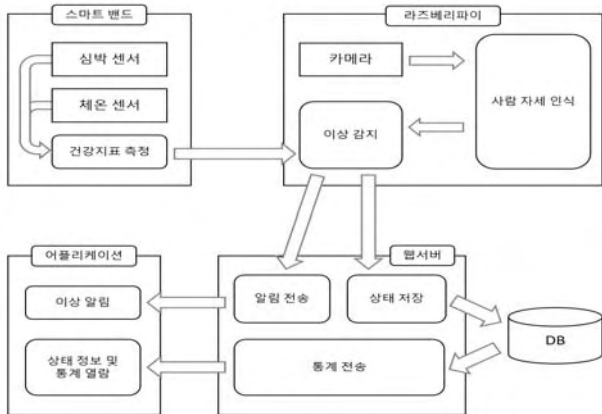
### 3. 제안 방법

#### 3.1 시스템 구조

(그림 1)은 본 연구에서 제안하는 시스템의 구조도이

\* 본 논문은 서울어코드활성화지원사업에서 지원되었음  
\*\* 교신저자임.

다. 제안 시스템은 크게 스마트 밴드, 라즈베리파이, 웹서버, 어플리케이션 부분으로 구성된다. 먼저 스마트 밴드에 부착된 센서를 통해 노인의 신체 관련 데이터를 획득하고 이를 라즈베리파이로 전송한다. 라즈베리파이는 연결된 카메라로 촬영한 영상의 프레임들을 분석하여 배경에서 사람만을 찾아 그 자세를 인식한 다음 인식 결과와 신체 관련 센서값을 통하여 위급 상황인지를 판별한다. 위급상황으로 판별될 시 웹서버에 전송하여 어플리케이션에 알람을 보낸다. 또한, 이 데이터를 DB에도 저장하여 통계 및 어플리케이션에서의 시각자료로 활용할 수 있도록 한다.



(그림 1) 시스템 구조도

### 3.2 건강지표 측정

카메라만으로 위급상황 판단 시 소프트웨어에만 의존한다면 잘못된 판단을 할 가능성이 있다. 따라서 사람의 건강지표를 판단의 조건으로 추가하여 정확도를 높일 수 있도록 하드웨어를 제작하였다. 하드웨어는 팔찌 형태로 제작되어 쉽게 부착할 수 있도록 제작하였다.

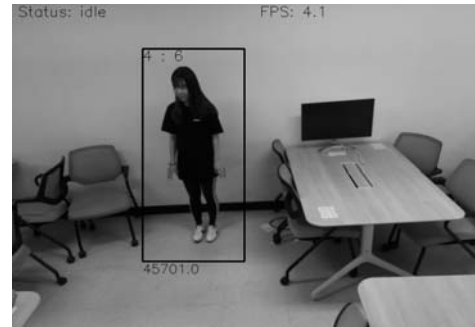
해당 하드웨어는 센서를 통하여 체온과 심박 수를 측정한다. 센서가 연결된 보드에서 센서값을 읽어오고 이를 카메라가 연결된 라즈베리파이로 블루투스 전송한다. 각 지표는 1초 간격으로 반복적으로 전송하며 체온과 심박 수를 0.5초 간격으로 번갈아 전송한다.

라즈베리파이에서는 전송받은 값을 위급상황 판단에 대한 조건으로 이용한다. 또한, 주기적으로 전송받은 값의 평균값을 계산하여 웹서버에 전송하고 앱에서 이를 시각자료로 제공하여 사용자가 쉽게 추이를 파악할 수 있도록 한다.

### 3.3 사람 자세 인식

본 연구에서는 일정 시간 이상(본 연구에서는 50초로 설정) 움직이지 않는 것과 갑작스러운 쓰러짐을 카메라가 인지하여 위급상황을 판단한다. 사람의 움직임을 카메라가 인지하기 위해 배경에서 움직이는 사람을 구분하는 작업이 선행되어야 한다. 이를 위하여 [6]의 연구처럼 1초에 4장씩 사진을 찍고 각 사진의 픽셀 값을 비교하여 변화가 있는 부분의 경계 값을 바운딩 상자로 잡아 구분한다. 사

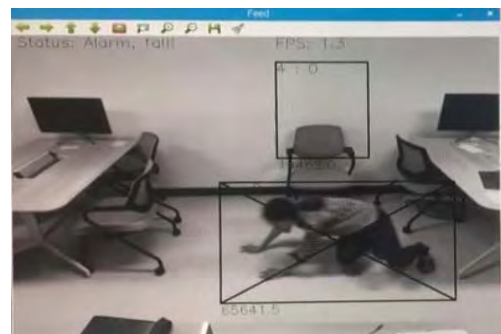
람이 움직이면 비디오의 각 프레임에서 변화가 생기게 되는데 이 픽셀 값들을 파악하여 사람의 동선을 따라 다시 바운딩 상자로 배경에서 사람을 구분해낼 수 있다(그림 2). 사람이 움직이지 않을 경우 일정 시간(50초)이 지나면 바운딩 상자에 X표가 표시되며 보호자의 앱에 'not moving' 알람을 준다.



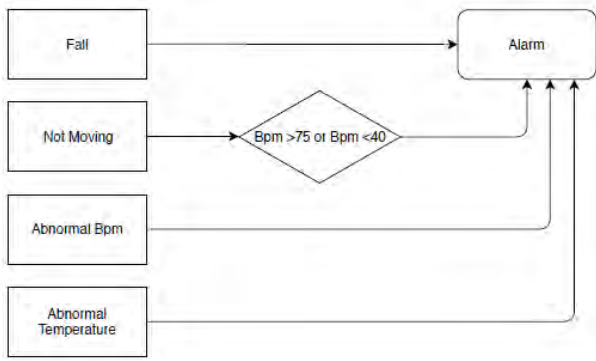
(그림 2) 배경에서 사람을 구분한 결과

수면 상태와 같이 동적인 움직임이 없는 상황은 정상적인 상태로 판단하여야 하고 움직임이 없는 비정상적이라고 볼 수 있는 위급상황과 구분할 수 있어야 한다. 이를 위해 스마트 팔찌로부터 심박수와 체온 값과 같은 건강지표값을 측정하여 갑작스러운 쓰러짐과 수면 상태를 구분한다. not moving 상태일 때는 일정 시간 움직임이 없었다는 정보와 건강지표 값을 종합적으로 판단한다. 노년층의 정상적인 심박 수 범위는 60~70bpm인데 기절이나 실신과 같은 상태에서는 심박수가 약 20bpm 정도가 떨어진다. 그러므로 not moving 상태이면서 심박수가 40bpm 이하 또는 75bpm 이상이 되면 위급 상황 상태로 판단하여 보호자의 앱에 알람을 준다.

본 연구에서는 1초에 4장의 프레임을 찍는다. 바운딩 상자의 가로 크기가 바로 직전 프레임에서의 가로 크기보다 a배(본 연구에서는 a=2로 설정) 정도 커졌을 경우 갑작스러운 쓰러짐으로 감지하여 X표가 상자에 나타났다가 사라진다(그림 3). 그 후 보호자의 애플리케이션에 'fall detection' 알람을 준다. 갑작스러운 쓰러짐은 항상 위급상황으로 볼 수 있기 때문에 건강지표 값과 관계없이 카메라로 쓰러짐이 인지되면 바로 보호자의 애플리케이션에 알람을 준다.



(그림 3) 갑작스러운 쓰러짐을 감지한 결과

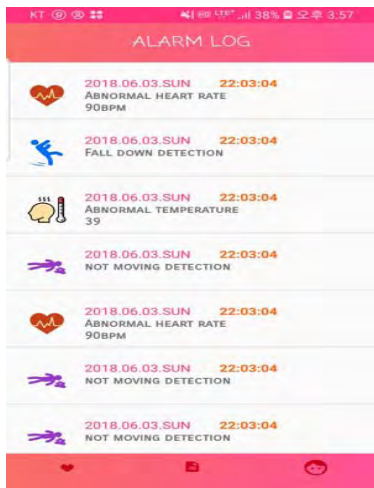


(그림 4) 위급상황 알림 순서도

(그림 4)는 본 연구에서 제안하는 방법을 통한 위급상황 알림에 대한 순서도이다. 노인의 갑작스러운 쓰러짐과 움직이지 않는 상태의 정확도를 더 높이기 위하여 건강지표 데이터와 영상 처리된 결과값을 종합적으로 활용하여 위급상황 알림을 제공한다.

### 3.4 알림 전송

위급 시 라즈베리파이가 몇 가지 지표 정보와 함께 웹서버로 알림을 전송한다. 웹서버는 전송받은 데이터 DB에 저장한 뒤 다시 앱으로 전달하여 보호자가 위급상황을 인지할 수 있도록 한다. 전달된 알림은 앱에서 과거 알림 기록을 열람할 수 있다. (그림 5)는 본 연구에서 개발한 시스템에서의 위급상황 알림 전송 화면이다.



(그림 5) 위급상황 알림 전송 화면

## 4. 결론

본 연구는 위급상황 판단을 위해 카메라만을 사용하지 않고 스마트밴드라는 건강지표 측정을 위한 센서가 부착된 하드웨어를 추가하여 판단의 정확도를 높일 수 있는 방법을 제안하였다. 또한 앱과 연동하여 위급상황을 쉽고 빠르게 파악할 수 있도록 하였다.

다만 미리 입력해둔 시나리오에 한해서 조건 만족을

통해 위급상황을 판단하는 구조인 만큼 가정하지 못한 시나리오로 위급상황이 발생할 때 인식의 한계가 있다.

향후 연구로는 사람마다 정상적인 심박수 범위는 개인차가 있으므로 위급상황 판단의 정확성을 높이기 위하여 개개인의 정상이라고 판단되는 심박수 범위를 저장하고 위급상황 판단 기준의 임계값으로 설정하여 위급상황을 판단하게 하는 것이 필요하다. 또한, 단순히 노인의 자세 판단만이 아닌 낯선 사람을 인식하거나 화재 감지까지도 확장하여 사람뿐만 아니라 집 자체까지 보호하는 소프트웨어로 발전시킬 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] Chan A. B, Mahadevan V, Vasconcelos N. Stauffer - Grimson background subtraction for dynamic scenes. *Machine Vision and Applications* (2011) 22 pp.751 - 766
- [2] Xu Y. et al., Background modeling methods in video analysis: Are view and comparative evaluation. *CAAI Transactions on Intelligence Technology* (2016).
- [3] Stauffer C., Grimson W. E. L., Adaptive Background Mixture Models for Real-Time Tracking. *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*.(1999) pp.246 - 252.
- [4] Vacavant A., Sobral A., A comprehensive review of background subtraction algorithms evaluated with synthetic and real videos. *Computer Vision and Image Understanding*, 122 (2014). pp.4 - 21.
- [5] Srinivasan G. N., Shobha G. Segmentation techniques for target recognition. *International Journal of Computers and Communications* (2007), 1(3), pp.313-333.
- [6] Kim Salmi's master's thesis. Improving safety for home care patients with a low cost computer vision solution. Haaga-Helia University of Applied Sciences (2016), pp 8-13.