

멀티센서를 이용한 CNN기반 낙상감지 시스템

이영욱, 신수용*

금오공과대학교

thisis206@kumoh.ac.kr, wdragon@kumoh.ac.kr

Fall Detection System based on CNN using Multi-sensor

Yeong wook Lee, Soo Young Shin*

Kumoh National Institute of Technology

요 약

본 논문은 저비용으로 효율적이고 체계적으로 안전 취약 계층(어린이, 노인, 장애인 등)의 실내에서의 크고 작은 낙상사고를 방지하기 위해 본 논문에서 구현된 낙상감지 시스템을 이용하여 낙상사고를 미리 인지하고 예방한다. 제안된 시스템에서는 Thermal Array Sensor를 이용하여 데이터 샘플을 수집한 후 CNN기반 아키텍처인 yolo v3를 이용하여 낙상 알고리즘을 구현한다. 또한 UWB센서를 통하여 움직임 값을 측정하여 낙상 알고리즘의 정확도를 향상시켰다.

1. 서 론

고령화는 전 세계적으로 많은 국가들이 직면한 세계적인 이슈이다. 고령화가 심화되면서 다양한 센서를 기반으로 한 스마트 웨어러블 제품이나 홈케어 시스템의 수요도 증가하였다[1]. 고령화 인구증을 위한 제품에는 주로 동작 감지 센서, 가스 누출 감지 센서, 블루투스 통신[2], 라이다 센서 등으로 다양하게 분포되어 있다. 하지만 이러한 스마트 제품은 비싼 재료비 때문에 제품의 가격 또한 비싸다. 또한 일반카메라를 사용하였을 경우 뛰어난 인식률을 가질 수 있지만 제시하고 있는 사람의 일상생활이 노출되기 때문에 사생활 보호 차원에서는 치명적이다. 본 논문에서 제안한 낙상감지 시스템은 낙상은 노인 뿐만 아니라 어린이, 장애인 등 안전 취약 계층에서 빈번하게 일어나는 사고이며 이러한 안전 취약 계층에게는 작은 낙상도 큰 위협이 될 수 있다. 본 논문에서는 Thermal Array Sensor[3]와 UWB센서를 사용하여 낙상을 감지한다.

1) Thermal Array Sensor

Thermal Array Sensor는 Maxis사의 MLX90640 제품을 사용하였다.. 본 논문에서 사용된 Thermal Array Sensor는 Maxis사의 MLX90640이다. 이 센서는 32x24의 해상도로 0.5Hz~32Hz까지 프레임 속도를 제어 할 수 있다. 이 센서는 I2C통신으로 제 일반카메라보다 성능은 저하되지만 사생활 보호 차원에서 상당히 높은 수준을 지니고 있다. 또한 가격면에서도 일반카메라보다 저렴하다는 특징으로 많은 분야에서 활용되고 있다.

논문에서 사용된 두 센서는 그림1에 나타나있다.

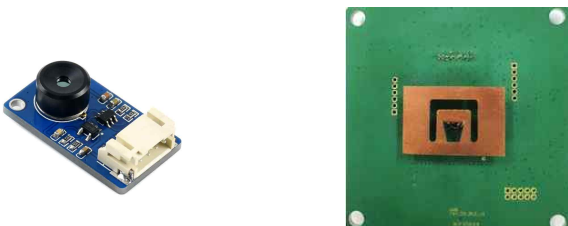


그림 1 MLX90640(좌), 천둥360(우)

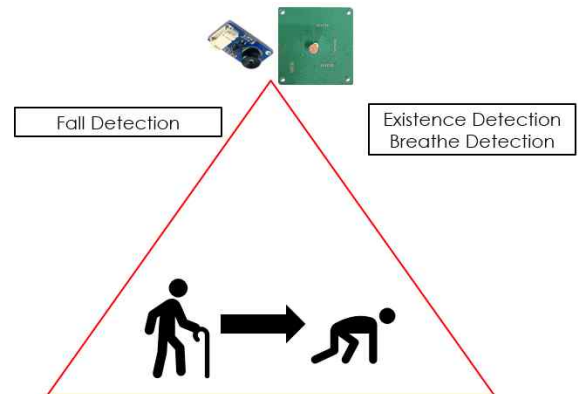


그림 2 제안된 시스템의 개요도
2) UWB Seonsor[4]

UWB Sensor는 하이밴드(7Ghz~9GHz)영역에서 울트라 와이드 밴드(Ultra Wide Band)기술을 기반으로 하는 임펄스 레이더로서 감지 범위 내에 있는 사람 또는 동물의 존재를 비접촉 원격 탐지하는데 사용 될 수 있다. 감지기는 사람의 호흡신호를 감지할 수 있으며 신뢰할 수 있는 포착 성능을 가지고 있다. 이 모델은 천장에 설치하여 최대 직경 10미터까지 미세움직임을 감지하고 최대 직경 7미터까지 호흡수를 감지할 수 있으며 UART통신을 지원한다.

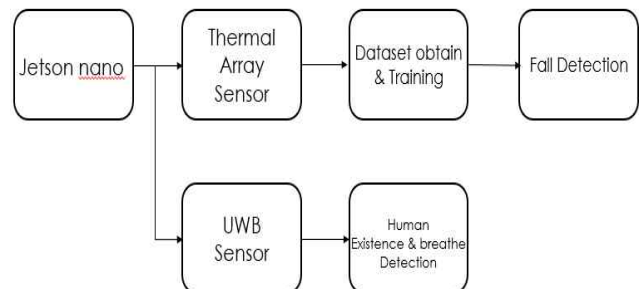


그림 3 시스템 블록도

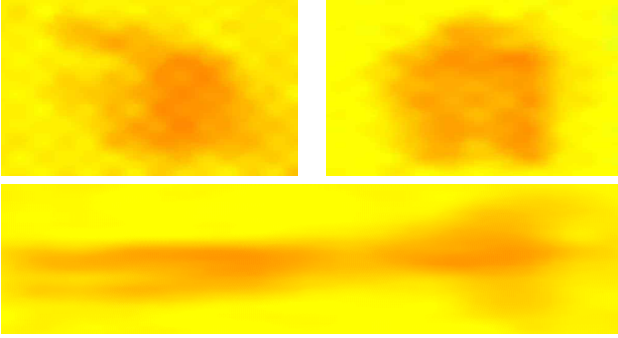


그림 4 Thermal Array Sensor에서 수집한 데이터 샘플
걷는모습(좌), 앉아있는 모습(우, 쓰러진 모습(하))

II. 본론

본 논문에서는 Thermal Array Sensor와 UWB 센서를 이용하여 낙상을 감지한다. 그림2는 제안된 시스템의 개요도이다. 두 개의 센서가 천장에 설치되어 일정범위 내의 사람을 탐지한다. UWB 센서는 사람이 아닌 물체(커피포트, 뜨거운 물체 등)이 있을 때 Thermal Array Sensor의 객체 인식을 방해 하는 요소를 식별해 줄 수 있다. 또한 재소자가 낙상이 발생하였을 때, 낙상사고는 넘어지는 과정이 정상적인 움직임보다 역동적이고 순식간에 일어나므로 UWB센서가 인식하는 움직임 수치가 급격히 상승하는 경향이 있다.그림3은 제안된 시스템의 블록도를 보여준다.

Thermal Array Sensor에서는 시각적 데이터를 수집하여 CNN 기반 아키텍처인 Yolo3를 이용하여 모델을 학습하고 테스트한다. Thermal Array Sensor에서 수집한 데이터를 이용하여 낙상감지 알고리즘을 구현한다. 데이터 샘플은 그림4와 같이 걷는 모습, 앉아있는 모습, 쓰러진 모습 세가지 클래스를 나누어 Thermal Array Sensor를 이용하여 2.7m의 높이의 천장에 설치하여 직접 수집하였다. 동시에 UWB센서에서는 영역 내의 사람의 재실 여부를 판단하고 객체의 움직임을 파악함으로써 영역 내에서 사람으로 잘못 식별할 수 있는 물체를 구별 할 수 있다. UWB센서를 통하여 수집한 재실자의 움직임 감지 수준은 표 1에 나타나 있다. 정지해있거나 사람이 없는 공간에서는 센서값이 0이 나왔다. 천천히 걷는 것부터 일상활동은 100에서 1664정도의 값을 출력하였으며 낙상과 같은 역동적이고 빠른 동작에는 1795~2563정도의 값을 출력하였다.

III. 결론

본 논문에서는 Thermal Array Sensor와 UWB센서를 이용하여 인간의 낙상을 감지할 수 있는 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템을 구현하기 위해 CNN기반 아키텍처 yolo를 통하여 낙상 알고리즘을 구현하였다. yolo 학습 결과 그래프는 그림 5에 나타나 있다.또한 UWB센서를 통하여 잘못 탐지할 수 있는 요소에 대하여 오류를 줄임으로써 정확도를 좀 더 높일 수 있다. 향후 계획으로는 Thermal Array Sensor, UWB센서 뿐만 아니라 IMU센서 등의 다른 센서를 통하여 더욱 체계적인 시스템을 구현할 예정이며 무선 프로토콜을 구축하여 보호자가 피보호자의 안전 상태를 확인 할 수 있는 시스템을 구현할 계획이다. 또한 CNN을 이용하였을 때의 한계점을 극복하기 위해 LSTM, CNN기반 LSTM등의 적용 가능성을 검토할 예정이다.

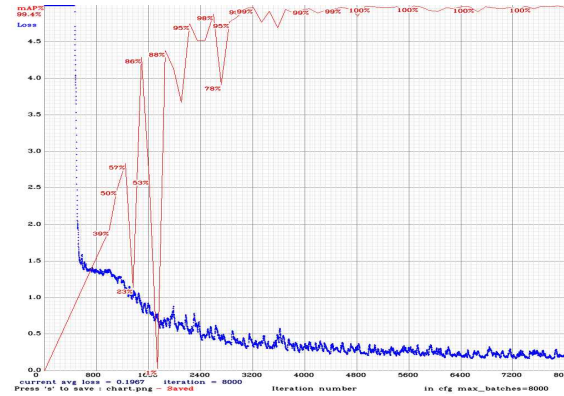


그림 5 학습 결과 그래프

	sensor 값
정지	0
걷기	100~497
일상활동	501~1664
격한활동	1795~2563

표 1 UWB센서에서 측정한 움직임 값

ACKNOWLEDGMENT

본 성과물은 중소벤처기업부에서 지원하는 2021년도 산학협력 거점형 플랫폼(R&D) (No. S3016551)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

This work was supported by project for Industry-Academic Cooperation Based Platform R&D funded Korea Ministry of SMEs and Startups in 2021.(Project No. S3016551)

참 고 문 헌

- [1] Poncela, Alberto, et al. "Smart care home system: a platform for eAssistance." Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing 10.10 (2019): 3997-4021.
- [2] Ha, Eun-Sil. "The implementation of smart care system for dementia patients." Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society 15.6 (2014): 3832-3840.
- [3] Trofimova, Anna A., et al. "Indoor human detection based on thermal array sensor data and adaptive background estimation." Journal of Computer and Communications 5.04 (2017): 16.
- [4] Ruiz, Antonio Ramón Jiménez, and Fernando Seco Granja. "Comparing ubisense, bespoon, and decawave uwb location systems: Indoor performance analysis." IEEE Transactions on instrumentation and Measurement 66.8 (2017): 2106-2117.