

# Thermal Array Sensor를 이용한 낙상 감지 시스템

이영욱, 신수용

금오공과대학교

lyw1836@kumoh.ac.kr, wdragon@kumoh.ac.kr

## Fall Detection System using the Thermal Array Sensor

Lee Yeong Wook, Shin Soo Young

Kumoh National Institute of Technology

### 요 약

본 논문은 Thermal Array Sensor를 이용한 실내에서의 인간의 낙상을 감지하는 시스템을 구현하였다. 다른 센서보다 저렴하면서도 사생활 보호 측면에서는 우수한 성능을 보여주는 Thermal Array Sensor를 Jetson nano와 연결하여 원격으로 제어한다. 시스템 구현과정에서 정확도를 높이기 위해 정규화를 적용하였으며 객체 인식 프레임워크인 YOLO v3를 이용하여 실험을 하였다. 정규화를 적용한 데이터는 적용하지 않은 데이터보다 학습 결과 더 높은 정확도를 보여주었으며 두가지 클래스를 낙상감지에 사용하였으며 높은 정확도를 보여주었다.

### I. 서 론

전 세계적으로 노령화의 지속으로 인해 노인 인구가 증가하고 있고 특히 우리나라의 경우는 197개국 중 출산율이 최저에 달하고 동시에 노인 요양에 대한 지출이 증가하고 있다[1][2]. 이에 전문 요양보호 시설도 증가하고 있는 추세이지만 요양시설이나 전문 요양 인력을 이용하는 데에는 많은 비용과 보호자가 피보호자의 상태를 상시 확인할 수 없기에 부담도 동반된다. 또한 거동이 불편한 노인들의 경우 요양원 혹은 가정에서도 빈번히 크고 작은 낙상사고가 일어난다[3]. 따라서 노인들에게 가정에서 자립생활을 할 수 있는 새로운 대안적 해결책을 찾아냄으로써 노인들의 자율성을 증진시킬 필요가 있다. IoT 분야가 발달되면서 노인의 보호를 위한 연구와 여러 제품들이 출시되었다[4][5]. 하지만 이러한 제품들은 전자기기에 대한 접근 경험이 생소한 노인들의 특성을 고려하지 않은 경우가 많고 비용 또한 부담이 된다. 일반카메라의 경우 사생활 보호 측면에서 많은 문제를 야기 할 수 있다.

본 논문에서는 Thermal Array Sensor를 이용하여 거주환경에서 사생활 보호는 물론 사용자의 별다른 조작 없이 크고 작은 사고들을 감지하고 관리할 수 있는 낙상감지 시스템을 제안한다

제안된 시스템을 구현할 때 사용된 Thermal Array Sensor는 Melxis사의 MLX90640을 사용하였다. MLX90640은 32x24 IR 열상 센서를 탑재하고 있으며 I2C 통신을 통해 758개의 온도 측정값을 출력한다. 또한  $55^{\circ} \times 35^{\circ}$  의 시야각을 가지고 있으며 최대 16Hz의 프레임 레이트를 지원한다.

또한 객체의 낙상 감지라는 목표를 달성하기 위해 정확도를 높일 필요가 있다. 그래서 Yolo Detecting을 하기 전에 전처리 기법을 이용해 정확도를 높였다. 논문에서 사용된 전처리 기법은 정규화(Normalization)를 사용하였다. 정규화(Normalization)는 RGB 입력값을 gray scale로 변환 후 특정 범위 값 내로 변환시키는 작업으로, IR 어레이 센서의 특성상 온도에 따라 상대적으로 RGB의 값이 변하는 출력값을 정규화를 통해 일정한 범위값으로 출력하여 정확도를 높일 수 있다. 정규화를 적용하면 데이터가 gray-scale로 변환되어 센서를 통해 얻은 데이터에서 열 특성을 잃을 수도 있기 때문에 본 논문에서는 정규화 적용 후 bounding box를 원본의 데이터에 적용시켜 줌으로써 열 특성도 보존하였다.

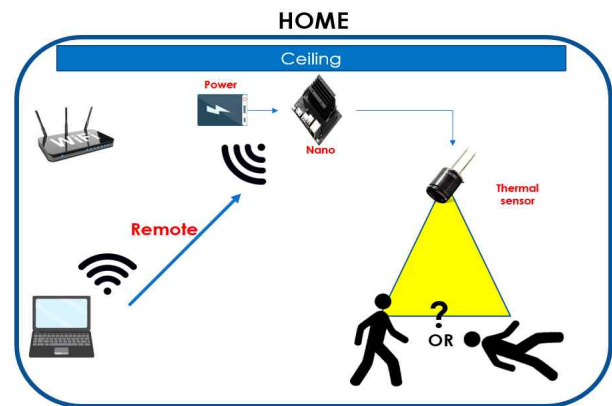


그림 1 제안된 시스템의 개념도

### II. 본론

제안되는 시스템의 구성은 Jetson nano, MLX90640, 무선통신, 랩탑으로 이루어진다. 그림 1 은 제안된 시스템을 나타낸 구성도이다. 그림 1 에서 보여지는 것처럼 가정의 천장에 Jetson nano와 보조 전력 공급 장치를 연결한다. Jetson nano에는 Thermal Array sensor가 부착되어 있다. Jetson nano에서 센서를 활성화를 시키고 원활하게 촬영되고 있는지 확인하기 위해 랩탑에서 Jetson nano로 원격 접속을 하여 실시간 모니터링을 한다.

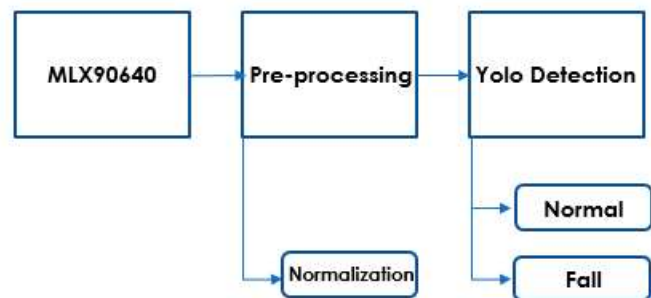


그림 2 제안된 시스템의 프로세스

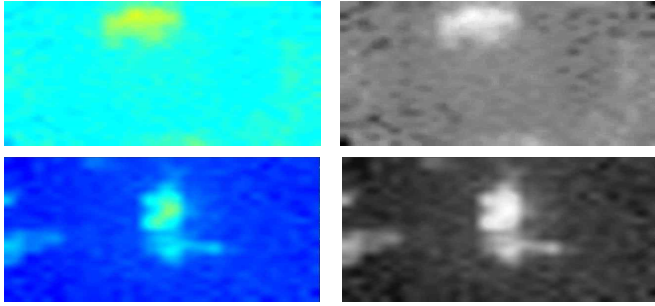


그림 3 정규화 된 데이터 (좌: 원본 데이터, 우: 정규화 된 데이터)

MLX90640은 약 2.3m의 높이에서  $55^{\circ} \times 35^{\circ}$ 의 시야각을 제공한다.

그림 2는 제안된 시스템이 진행되는 과정을 나타낸 것이다.

Thermal Array Sensor를 통하여 데이터 수집이 되면 전처리 단계(Pre-processing)에서 정규화 작업을 통하여 데이터를 특정 범위 내의 RGB 값으로 통일시켜준다. 이후 Yolo v3 프레임워크를 이용하여 데이터를 학습하여 낙상을 감지하는 모델을 만든다. 낙상 감지에 사용된 클래스는 Normal과 Fall 두가지 클래스를 사용하여 식별하였다. 그림 3은 전처리 단계에서 데이터에 정규화를 적용하였을 때의 결과물을 보여준다. 그림 4와 5는 학습 후 데이터를 테스트 했을 때의 결과를 보여주며 높은 정확도가 나왔음을 보여준다.

### III. 결론

본 논문에서는 Thermal Array Sensor를 사용하여 낙상을 감지할 수 있는 시스템을 구현하고 그 성능을 평가하였다. 논문에서는 Yolo기반 이미지 처리를 통하여 수집한 데이터셋을 학습시켰다. Yolo를 이용하여 객체를 인식하기 전에 전처리 단계에서 정규화(Normalization)처리를 하여 다른 환경에서 촬영된 영상일지라도 특정한 범위 내의 RGB 값으로 정규화하여 정확도를 개선하는 작업을 하였다. 정규화를 적용한 영상은 그렇지 않은 영상보다 높은 정확도가 나타났으며 정규화로 인해 gray-scale로 변환된 영상에서 bounding box 좌표를 원본의 영상에 적용하여 열 특성도 손실되지 않고 보존할 수 있다.

향후 과제로는 정규화 이외에도 여러 필터링을 적용하여 정확도를 좀 더 개선시킬 수 있는 전처리 방법을 모색할 예정이다. 또한 Thermal Array Sensor 이외의 진동센서, 호흡센서 등을 추가로 연동하여 낙상감지의 정확도를 향상시킬 계획이다.

본 논문에서는 Normal과 Fall 두가지 클래스로 나누어 실험을 하였다. 이 외에도 앉은 상태, 서있는 상태 등 normal의 경우는 좀 더 클래스를 다양하게 증가시킬 예정이고 Zigbee, Wifi 등 무선 프로토콜을 통하여 낙상 발생시 사용자에게 알람이 오도록 하는 시스템을 구축할 예정이다.

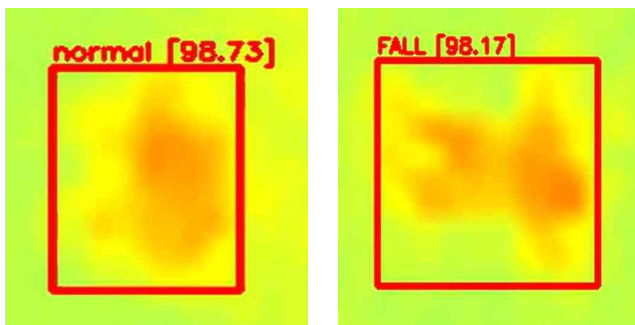


그림 4 Yolo Training 결과

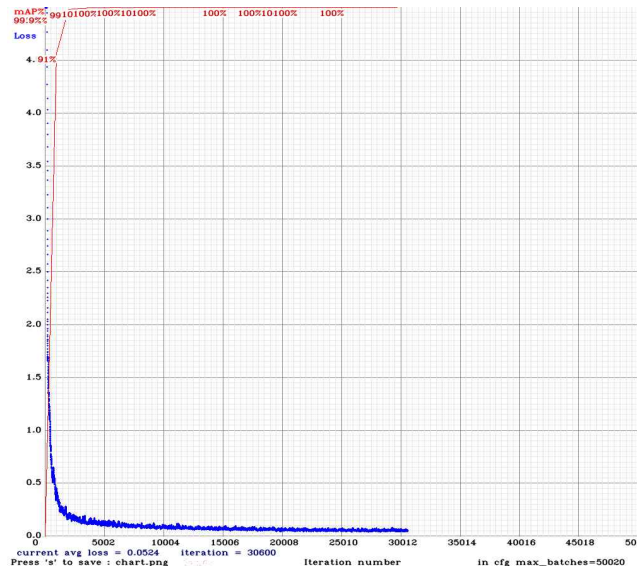


그림 5 실험결과

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구과제는 2020년 구미전자정보기술원 신전자산업 제품화 기술개발사업의 사업비지원(신전자산업-AI320021A)에 의해 수행되었음.

이 논문은 2021년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임

“(2018R1A6A1A03024003) - 과제고유번호: 1345315644 - 지원부처: 교육부 - 지원기관명: 한국연구재단 - 연구사업명: 이공분야 대학중점연구소지원사업 - 연구과제명: ICT융합특성화연구센터 - 주관기관명: 금오공과대학교 산학협력단 - 총연구기간: 2018.06.01 ~ 2026.05.31

### 참 고 문 헌

- [1] 경상일보 "저출산 위기의 극복"  
<http://www.ksilbo.co.kr/news/articleView.html?idxno=901043>
- [2] Naikaku, "Heisei30nennbannkoureisyakihakusyo,"  
<https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2018/html/zenbun/s1w1w2.html>, 2018.
- [3] W. H. Organization, "Who global report on falls prevention in older age,"  
[https://www.who.int/ageing/publications/Falls\\_prevention7March.pdf](https://www.who.int/ageing/publications/Falls_prevention7March.pdf), March 2007.
- [4] 장한솔; 김수정; 박영호. SilverLinker: IoT 센서 기반 독거노인 케어 플랫폼. 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 2018, 19.11: 2235-2245.
- [5] 김영규; 이돈태. 독거노인을 위한 트렌드 스마트 위치 디자인 연구-건강 모니터링을 중심으로. 한국디자인포럼, 2014, 42: 247-256.