

YOLO를 활용한 열화상 기반의 체온측정 인공지능 시스템

손진영, 김민영*
경북대학교, *경북대학교

sony0416@knu.ac.kr, *minykim@knu.ac.kr

Thermal image-based body temperature Measurement AI System using YOLO

Son Jin Yeong, Kim Min *
Kyungpook National Univ., * Kyungpook National Univ.

요 약

본 논문은 기존 열화상 카메라를 이용한 체온측정 방법의 한계인 방해요소에 의한 측정 문제 개선과 체온 측정 정확도 향상을 위한 온도 피팅 방법에 대하여 작성하였다. 위 문제에 대한 해결을 위하여 얼굴 및 방해요소 감지는 YOLOv4, 체온 측정은 얼굴 영역의 온도를 히스토그램을 통해 체온 측정 영역을 분리하였다. 분리된 영역에서 이루어지는 체온 측정은 온도 피팅 작업을 통하여 측정 결과를 보완하였다.

I. 서 론

본논문에서는 기존 체온 측정 방법이 사람의 얼굴, 이마, 미간 등 위치에서 한 부분의 온도만을 측정하거나 체온 측정 영역을 설정하여 영역안의 온도를 측정하는 방법으로 이루어져 있다. [2, 3, 5, 6, 7] 위 방법들은 측정 위치가 가려지면 온도 편차가 크게 발생하고, 얼굴 감지가 안되는 문제를 발생하게 된다.

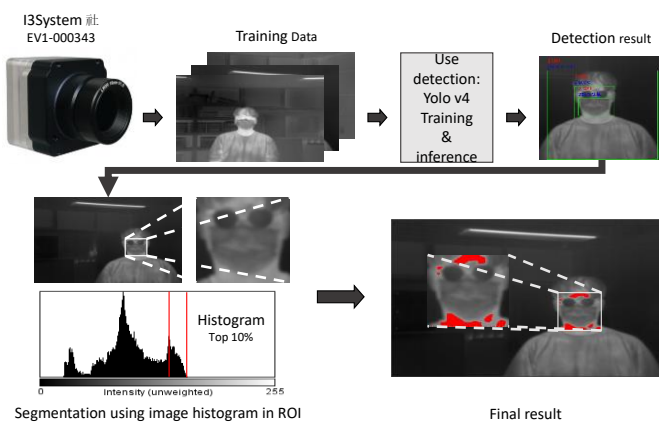


그림 1. YOLO를 활용한 열화상 기반의 체온측정 인공지능 시스템 개념도

이러한 문제를 해결하기 위하여 특정 영역에 제한되지 않는 감지와 영역 단위의 체온 측정 방법이 필요하다. 그리하여 딥러닝 방법 중 YOLOv4 를 이용한 사람 및 방해요소 감지로 특정 영역이나 위치에 제한되던 문제를 해결하며 마스크의 경우 착용 여부를 확인할 수 있다.

또한, 히스토그램을 통해 체온 측정 영역 분리 방법을 제시한다. [1, 3]

II. 본론

본논문에서는 얼굴과 방해요소를 실시간 감지하기 위하여 YOLOv4 를 사용하고 있다. [1] 감지된 얼굴 영역에서 히스토그램을 통한 밝기 데이터 기반으로 체온 측정 영역 분리가 된다. 히스토그램은 영상처리에 있어 흔히 쓰이는 방법 중 하나이며 이미지 전체의 밝기 분포와 같은 이미지 특성을 알 수 있다. [3]

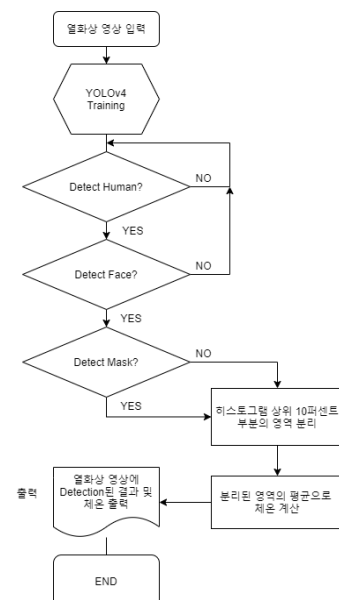


그림 2. 알고리즘 Flow-chart

이를 바탕으로 열화상 카메라 영상의 밝기 데이터를 사용하여 얼굴 영역안의 체온 측정 영역 분리에 사용된다.

본논문에서 제안하는 체온 측정 영역 분리 알고리즘은 YOLOv4 를 통해 얼굴과 방해요소를 감지하고 얼굴 영역의 밝기 분포를 히스토그램으로 데이터를 얻은 후 밝기 상위 n %에 해당하는 부분의 픽셀만큼 체온 측정 영역을 분리한다. n 은 상위 밝기 값의 분포 비율이다.

분리된 영역의 데이터를 사용하여 정확한 체온 측정을 위하여 온도 피팅이 필요하다. 온도 조절기를 사용하여 수조에 담은 물의 온도를 조절하며 수은 온도계와 열화상 카메라(i3system 社의 EV1-000343)를 사용하여 $34 \sim 44^\circ\text{C}$ 범위를 0.5°C 단위로 증가하며 온도 변화 측정 실험을 하였다. [7] 열화상 카메라와 온도 측정 포인트 사이의 거리는 0.6m 로 설정하였으며 수은 온도계는 수조 중앙에 위치하도록 설치하여 온도를 측정하였다.

열화상 카메라에서 얻은 데이터는 밝기 값을 기준으로 하였으며 그 외 온도 조절기와 수은 온도계는 표시되는 온도를 기준으로 하였다.

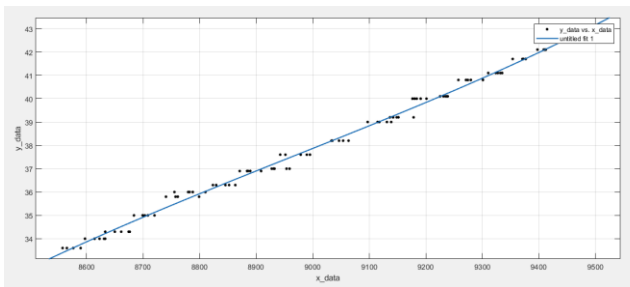


그림 3. 온도 피팅 실험 결과 그래프

$$T = \frac{(x - 5000)}{100} \quad (1)$$

$$T = 3.045e^{-9} * x^3 - 8.186e^{-5} * x^2 + 0.7433 * x - 2241 \quad (2)$$

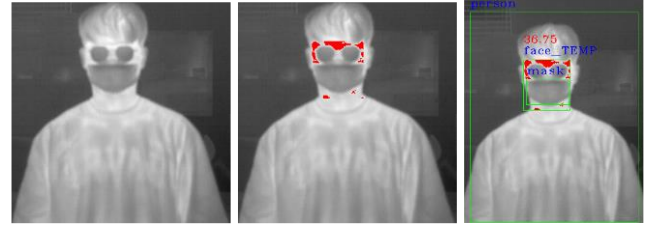
(1), (2) 식에서 T 는 측정되는 체온을 의미하고, x 는 밝기 데이터를 의미한다.

식 (1) 은 실험에서 사용한 열화상 카메라의 체온 측정 식이며, 식 (2) 는 그림 3 에 보이는 온도 피팅 후 체온 측정 식이다.

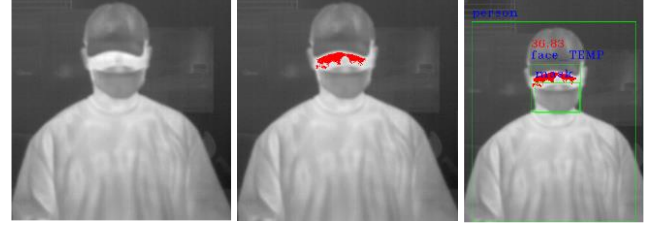
III. 결론

본논문에서는 YOLOv4 를 이용하여 사람, 얼굴, 방해요소(마스크, 안경 등)을 감지하고, 감지한 얼굴 영역의 히스토그램을 바탕으로 체온 측정 영역을 분리한다. [1, 3] 분리하여 얻은 데이터 값의 평균으로 체온을 측정하는 방법을 제안한다.

기존 방법들에 비해 특정 영역과 방해요소에 제한을 받지 않고 히스토그램을 통해 분리된 영역 평균과 온도 피팅 작업으로 인한 체온 측정 정확도 상승과 방해요소에 의해 받는 영향이 감소된다는 장점이 있다. 그림 4 에서 볼 수 있듯이 얼굴 영역안에서 체온 측정 방해요소인 마스크를 제외하여 분리하고 체온 측정하는 결과를 볼 수 있다.



(a) 방해 요소: 안경, 마스크



(b) 방해 요소: 모자, 마스크



(c) 방해 요소: 후드 티, 마스크

그림 4. YOLOv4를 통한 얼굴 및 방해요소 감지와 히스토그램 기반으로 측정 영역 분리 결과:

Blue Font – Object Name,
Red Font – Temperature Value

향후 본논문에서 제안하는 알고리즘을 임베디드 시스템화와 방해요소에 따라 분리되는 영역 비율의 차등화 알고리즘 업그레이드를 목표로 하고 있다. 또한, 블랙 바디를 사용한 온도 피팅 작업을 통해 체온 측정 결과 값의 정확도를 향상 및 거리에 따라 체온 측정 보조 작업과 다양한 종류의 방해요소와 마스크의 추가 학습을 진행할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020 년도 정부 (산업통상자원부)의 재원으로

한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (N0002428,

2020 년 미래형자동차 R&D 전문인력양성사업)..

참 고 문 헌

- [1] Alexey Bochkovskiy, YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection, arXiv:2004.10934, Apr 2020, <https://arxiv.org/abs/2004.10934/>
- [2] Jia-Wei Lin, A Thermal Camera based Continuous Body Temperature Measurement System, ICCV Workshop, 2019.

[3] 정병조, 장성환, 열적외선 이미지를 이용한 영상 처리,
한국산학기술학회논문지 Vol.10 No.7, pp. 1503-1508,
2009.

[4] <https://www.dahuasecurity.com>

[5] <https://www.dvs.co.uk>

[6] <http://www.meeso.cn>

[7] <http://i3system.com/>