

# 밀집영역에서 비접촉 체온 측정을 위한 체온 보정 모델 (Body Temperature Correction Model for Non-contact Body Temperature Measurement in Densely Populated area)

황상호, 김성호, 정철우, 석수영, 천승만\*  
(재)경북IT융합산업기술원

(Sang-Ho Hwang, Sungho Kim, Cheol-Woo Jung, Soo-Young Suk and Seung-Man Chun)  
(Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology)

Abstract : In this paper, we propose an AI(Artificial Intelligence)-based body temperature correction model for real-time body temperature measurement of a non-contact method in a highly densely populated area. The proposed body temperature correction model utilizes the thermal image, object distance, and indoor temperature/humidity information to correct the body temperature of the subjects measured in the thermal image using AI. The proposed body temperature correction model shows an average error of 0.32°C and a maximum error of 1.19°C between the actual body temperature and the corrected body temperature, which shows that the accuracy is improved compared to the maximum error of 5.3°C before the previous correction.

Keywords : body temperature measurement, thermal temperature, AI, regression, temperature correction

## I. 서론

세계보건기구(WHO)는 2020년 3월 11일 코로나 19(신종 코로나바이러스 감염증, COVID-19)에 대해 최고 경보단계인 ‘팬데믹(pandemic)’을 선언했으며, 현재까지 전 세계적으로 방역을 진행하고 있다.

현재 건물 진입 시 마스크 착용 및 체온 측정을 권고 또는 의무화하는 조치를 시행 중이며, 마스크 착용 여부 식별 및 체온 측정을 위한 대면 시에 추가 감염 발생 가능성이 존재하기 때문에 대부분 비대면 측정을 하고 있다. 하지만 현재 시중에 판매 중인 기존 제품/기술들은 하드웨어 스펙에 따라 체온 측정 성능이 결정되며 대부분 사람을 단일 인식하여 일정 거리(1~2m)를 벗어나면 측정의 어려움

이 있으며, 특히 역/공항, 학교 등의 고 밀집 환경에서는 먼 거리에서 다수의 발열자를 인식해야하기 때문에 체온 측정이 불가능하거나 정확도가 떨어지는 기존 시스템은 활용성이 떨어진다[1].

따라서 공공·집단시설, 다중이용시설 등 사람이 모이는 장소에서 검사전담 인력 없이 다중 실시간 체온 측정이 가능하고 측정된 결과가 서버로 전송될 수 있는 무인방역 시스템 필요로 하고 있다[2].

본 논문에서는 고 밀집 유동인구 지역에서 비대면/비접촉방식 실시간 체온 측정을 위한 AI(Artificial Intelligence)기반 체온 보정 모델을 제안한다. 제안하는 체온 보정 모델은 열화상 이미지, 객체 거리, 실내 온/습도 정보를 활용하여 열화상내 측정된 대상자들의 체온을 AI를 활용하여 보정하고 있다.

## II. 체온 보정 모델

유동인구가 많은 지역에서는 처리 속도의 문제로 기존 1인 검사 장치로 체온 측정이 불가능하기 때문에 대체적으로 1m ~ 6m 정도 떨어져있는 다수 대상의 체온을 측정할 수 있는 새로운 시스템이 필요하다. 고밀집 구역에서 비접촉식 다중 체온 측

\*Corresponding Author (smchun@gitc.or.kr)

황상호, 김성호, 정철우, 석수영, 천승만: (재)경북 IT융합산업기술원

※ 본 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2020-0-02029, 밀집 환경에서 실시간 마스크 미착용자 인식 및 이상 체온자 식별 시스템 기술 개발).

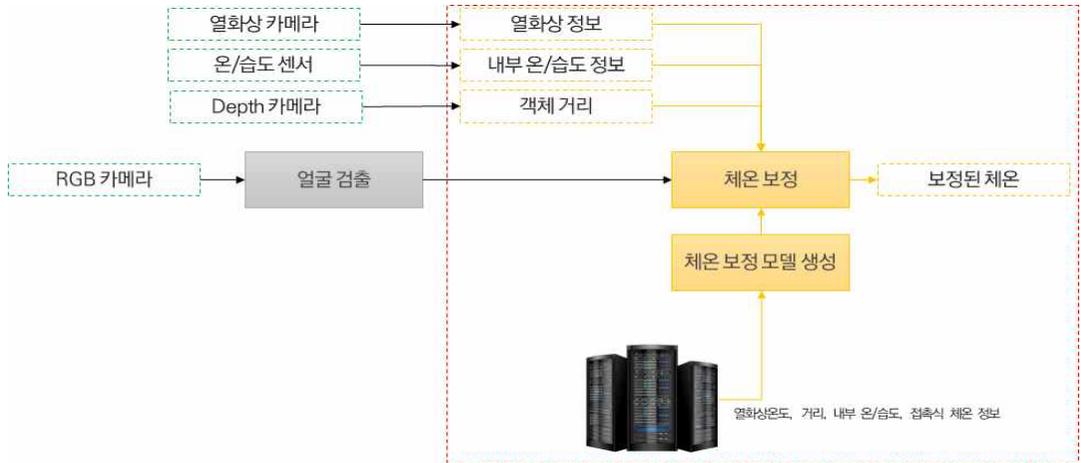


그림 1. 비접촉 체온 측정 시스템의 구성

Fig. 1. Composition of non-contact body temperature measurement system

정을 위해 본 논문에서 제안하는 시스템은 열화상 카메라, 온/습도 정보 측정을 위한 센서 그리고 객체의 거리를 측정할 수 있는 D-RGB 카메라로 구성되어 있다. 그림 1은 체온 보정을 위해 구축한 시스템의 구조를 보여주고 있다.

열화상 카메라의 온도 정확성은 객체의 거리에 따라 차이를 보이는데, 그림 2는 객체 거리별 실제 체온과 열화상카메라에서 측정된 온도의 차이를 보여주고 있다. 그림 2의 그래프에서 볼 수 있는 것과 같이 열화상카메라로 측정된 온도는 거리가 멀어질수록 실제 온도와 차이가 나며 6m거리에서 최대

5.3도의 오차를 보여주고 있다. 이러한 체온 측정에 대한 오차를 보정하기 위해 제안하는 기법은 열화상정보뿐만 아니라 객체와의 거리정보 및 실내 온/습도 정보도 활용하고 있다.

그림 3은 열화상 온도(thermalTemp), 실내온도(INtemp), 실내습도(INhumidity), 객체거리 (distance), 접촉식장치로 측정된 체온(CBtemp)에 대한 상관관계를 보여주고 있다. 그림 3에서 보는 것과 같이, 접촉식 체온은 열화상카메라에서 측정된 방사온도와 뚜렷한 양의 상관관계를 보이고 있다. 열화상카메라의 방사온도는 거리에 대해서도 뚜렷한 음의 상관관계를 보이고 있다. 즉, 그림 2와 같이 거리가

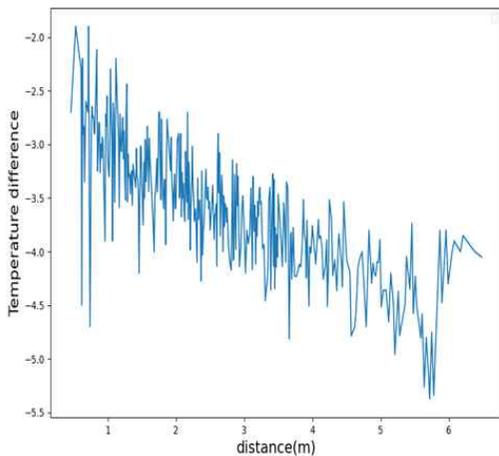


그림 2. 객체거리별 실제 온도 및 열화상온도 차이  
Fig. 2. Difference between actual temperature and thermal temperature by object distance

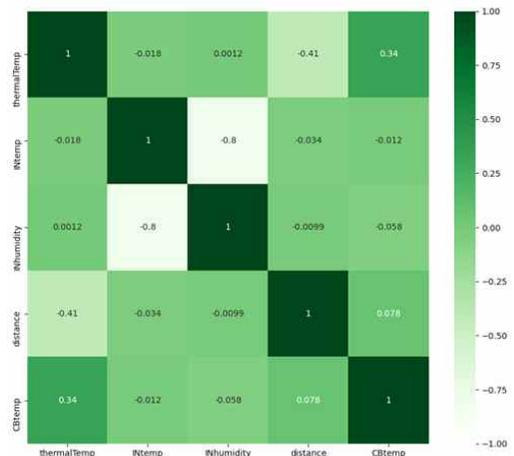


그림 3. 데이터 상관관계 분석  
Fig. 3. Data correlation analysis

떨러질수록 대상의 열화상 온도는 점점 떨어지는 경향을 보인다.

표 1. 신경망 모델의 구성요소

Table 1. Neural network model component

Index	Component
Input Layer	4(Indoor air temperature, Indoor humidity, Thermal temperature, Object distance)
Hidden Layer	4(512,2048,2048,1024)
Output Layer	1(Corrected body temperature)

비접촉 다중 체온 측정 장치는 열화상정보, 객체 거리, 내부 온/습도 정보를 활용하는 단변량 다중 회귀 모델을 사용하고 있으며, 해당 체온 보정모델을 개발하기 위해 실제 데이터를 수집하였다. 데이터 수집에 총 26명이 참가하고 있으며, 전체 참여자에서 남자는 22명이고 여자는 4명이다. 해당 참여자는 모두 (재)경북IT융합산업기술원의 연구원이며 데이터가 수집된 날짜는 2020년 11월 1일부터 17일까지이다. 데이터 수집 장치로는 열화상 온도 측정에 FLIR의 열화상카메라, 거리 측정에 Intel Realsense D455, 내부 온/습도 측정에 SHTC3, 접촉식 온도에 브라운 IRT-6520, 비접촉식 온도에 브라운 BNT400을 활용하였다. 확보한 데이터의 데이터 수는 3047건이다. 표 1은 실험에서 사용한 신경망 모형의 구성요소를 보여주고 있으며, 표 2는 실험 환경에 대한 시스템 정보를 보여주고 있다.

표 2. 실험 환경

Table 2. Test Environment

CPU	Intel Core i7-8700
DRAM	32GB
GPU	NVIDIA GeForce GTX 1050 Ti
CUDA	10.2.89

체온 보정 모델은 그룹 7겹 교차 검증을 통해 성능을 평가하였다. 표 2는 수행한 7겹 교차 검증에서의 체온 오차의 평균값, 최소값, 최대값을 보여주고 있다.

체온 보정 모델에 대한 교차 검증 수행결과 실제 체온과 보정 체온의 차이에 대한 평균 오차는 0.32℃이며 최대 1.19℃의 차이를 보이고 있다. 이는 그림 2에서의 보정 전 체온에 비해 정확도가 개선됨을 보여준다.

표 2. 7겹 교차검증 결과

Table 2. 7-fold cross-validation result

	Average	MIN	MAX
1 Fold	0.356	0.007	0.901
2 Fold	0.351	0.102	0.500
3 Fold	0.138	0.001	0.562
4 Fold	0.328	0.001	0.695
5 Fold	0.416	0.001	0.935
6 Fold	0.189	0.001	0.77
7 Fold	0.478	0.001	1.193

### III. 결론

본 논문에서는 고 밀집 유동인구 지역에 대한 비대면/비접촉방식의 실시간 체온 식별을 위한 AI 기반 체온 보정 모델을 제안하였다. 제안하는 체온 보정모델은 열화상 이미지, 객체 거리, 실내 온/습도 정보를 활용하고 있으며 회귀모델을 사용하여 열화상 카메라로 측정된 체온을 보정하였다. 제안하는 체온 보정 모델은 실제 체온과 보정 체온 사이에 평균 0.32℃의 오차, 최대 1.19℃의 오차를 보이고 있으며 이는 기존 보정 전 최대 5.3℃의 오차에 비해 정확도가 개선됨을 보였다.

향후 연구에서는 다양한 실내/외 온도 상황에서 데이터 수집을 통해 체온 보정 정확도를 향상시킬 예정이다

### References

- [1] Kim, Jin-Ha, and Eung-Kon Kim. "Face Recognition and Temperature Measurement Access Control System using Machine Learning." The Journal of the Korea institute of electronic communication sciences Vol. 16, No. 1, pp.197-202, 2021.
- [2] Chun, SM., Jung, CW. and Suk, SY. "Design and Analysis of a Real-time, Simultaneous Precise Body Temperature Measurement System in a Dense Environment", Institute of Embedded Engineering of Korea (IEMEK) Conference, pp. 322-323, 2020