

# 열화상 카메라를 이용한 통합 방역 시스템 개발

정범진\* · 이정임\*\* · 서광덕\*\*\* · 정경옥\*\*\*\*

송실대학원 재난안전관리학과\* · 동아대학원 국제법무학과\*\* · (재) 한국산업관계연구원\*\*\* ·  
송실대학원 재난안전관리학과\*\*\*\*

## Development of an Integrated Quarantine System Using Thermographic Cameras

Bum-Jin Jung\* · Jung-Im Lee\*\* · Gwang-Deok Seo\*\*\* · Kyung-Ok Jeong\*\*\*\*

\*Department of Disaster and Safety Management, Soongsil University

\*\*Department of International Law, Dong-A University

\*\*\*Korea Institute for Industrial Relations

\*\*\*\*Department of Disaster and Safety Management, Soongsil University

### Abstract

The most common symptoms of COVID-19 are high fever, cough, headache, and fever. These symptoms may vary from person to person, but checking for “fever” is the government’s most basic measure. To confirm this, many facilities use thermographic cameras. Since the previously developed thermographic camera measures body temperature one by one, it takes a lot of time to measure body temperature in places where many people enter and exit, such as multi-use facilities. In order to prevent malfunctions and errors and to prevent sensitive personal information collection, this research team attempted to develop a facial recognition thermographic camera. The purpose of this study is to compensate for the shortcomings of existing thermographic cameras with disaster safety IoT integrated solution products and to provide quarantine systems using advanced facial recognition technologies. In addition, the captured image information should be protected as personal sensitive information, and a recent leak to China occurred. In order to prevent another case of personal information leakage, it is urgent to develop a thermographic camera that reflects this part. The thermal imaging camera system based on facial recognition technology developed in this study received two patents and one application as of January 2022. In the COVID-19 infectious disease disaster, ‘quarantine’ is an essential element that must be done at the preventive stage. Therefore, we hope that this development will be useful in the quarantine management field.

**Keywords :** Thermographic camera, Camera, Infectious disease, COVID-19, Facial recognition

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경 및 목적

최근 유행하고 있는 코로나바이러스 감염병(Corona Virus Disease 19: COVID-19)은 중국에서 처음 발생한 이후 전 세계로 확산하여 많은 확진자와 사상자를 발생

시키고 있다.

COVID-19가 출현한 첫 3개월 동안 거의 100만 명이 감염되었고 5만 명이 사망하였다[12]. 이러한 확산으로 인하여 2021년 3월, 세계보건기구는 감염병의 최고 경고 등급인 팬데믹(Pendemic)을 선언하였다.

감염병은 세균, 바이러스와 같은 여러 병원체에 의하여 감염되어 발병하는 질환으로, 호흡에 의한 병원체의 흡입,

†Corresponding Author : Kyung-Ok Jeong, Ph.D. Department of Disaster and safety management, Soongsil University, 369 Sangdo-Ro, Dongjak-Gu, Seoul, E-mail: jkocs@naver.com

Received February 15, 2022; Revision March 15, 2022; Accepted March 30, 2022

사람들 간의 접촉 등 다양한 경로를 통해서 발생하고 있다. 특히, 사람과의 접촉으로 인한 감염경로를 차단하기 위해 많은 국가가 국경을 봉쇄하고 사회적 거리두기를 하는 등 다양한 대응책을 시행하고 있다. 최근 유럽의 몇몇 국가들이 워드 코로나(With COVID), 일상으로의 복귀를 선언하였지만, 감소하지 않는 감염률로 인해 다시금 경계 태세를 강화하고 있다. 백신에 의해 높은 면역률이 형성될 때까지 방역 활동에 최선을 다해야 할 시점이다[12].

COVID-19의 대표적인 증상은 기침, 고열, 미각 및 후각의 상실 등이었으나, 변이 바이러스 증상은 기침, 콧물, 인후통, 두통, 미열 증상이 주로 일어나며 미각과 후각은 변화가 없는 것으로 조사되었다. 현재 젊은 연령대를 중심으로 변이 바이러스가 널리 확산하고 있는데, 이 변이 바이러스 역시도 ‘발열’을 확인하는 것이 가장 기본적인 정부 대응 시책이다. 이에, 많은 사람이 방문하는 은행, 관공서 등의 다중이용시설에서 체온을 측정하는 기기를 널리 사용하고 있다. 그런데 다중이용시설의 생활 방역 구멍이 뚫렸다는 지적이 있었다.

기존의 열화상 카메라는 산업용이나 무기에 장착하려고 만든 제품으로 화재 감지를 비롯하여 사람의 체온까지 측정하도록 설계된 제품들이 주로 사용되고 있다[3][6]. 이러한 산업용 열화상 카메라는 발열 기능만 확인하는 ‘온도 측정기’에 가깝다고 할 수 있다. 즉, 방문객의 발열 측정 기기의 대부분이 의료기기로 인증받지 않은 ‘온도계’로 확인되었다. 온도계는 사전 검증 절차나 권장 기준 규격이 없어 전자파 적합성만 확인받으면 된다. 일부 제품은 측정 위치, 각도와 거리에 따라 큰 차이가 있어 정확한 측정이 불가능한 제품도 있었다. 또한, 체온을 측정할 때 담당자가 상주해야 하며, 잠시 기기 앞에 정지했다가 측정이 끝나야 이동할 수 있는 단점도 있다.

열화상 카메라 제품 중 문제가 되는 저가 제품의 경우 대상자의 얼굴과 음성 정보까지 수집하여 외부로 전송하는 기능이 포함되어 개인정보가 외부로 유출되는 상황이 발생하였다. 특히 이 기기의 IP주소가 중국으로 확인되어 논란이 일어났으며, 보안프로그램도 설치되어 있지 않아 악성코드 설치도 가능하였다. 이에, 2021년 10월 말에 과학기술정보통신부와 개인정보보호위원회는 열화상 카메라 중 네트워크 연결 기능이 있는 기종을 대상으로 얼굴과 음성 정보 등의 개인정보 유출 여부 등 보안의 취약점에 대한 긴급 점검을 시행하였다. 그 결과, 기기에서 기본적으로 보안에 취약한 부가적인 통신 기능이 활성화되어 있어 인터넷을 연결할 경우, 개인정보가 외부로 유출될 수 있는 것을 확인하였다. 이와 관련한 사생활 침해 예방을 위하여 ‘개인정보보호 수칙’을 마련하였다.

본 연구목적은 기존 열화상 카메라의 문제점을 보완하고 앞서 언급한 개인정보의 유출을 막고 다수의 인원이

출입하는 다중이용시설과 취약계층인 학교, 유치원, 어린이집, 기저질환의 분포도가 높은 요양병원, 노인복지관, 장애인복지관 등에 활용할 방역 IoT 통합솔루션의 도입이다.

안면인식은 얼굴 정보를 검출하고 누구인지 알아내는 것으로, 얼굴 정보를 많이 수집하고 주요 부위를 분석·학습하여 정보의 결과치를 도출해낸다. 이 알고리즘을 열화상 카메라에 적용하여 안면인식을 구현한 모델을 개발하고자 하였다[10]. 즉, 고도화된 다중 안면인식 알고리즘을 활용하여 불특정 다수인원을 선별하여 관리할 수 있는 새로운 방역 IoT 시스템을 제공하는 것이다. 이는 얼굴 정보만으로 출입을 인증할 수 있고, 실시간 도보 시에도 빠르게 측정할 수 있어 기존의 출입 방식과는 차별성이 있다 할 수 있다.

특히, 백신 접종 대상에 포함되지 않은 어린이가 있는 초등학교와 유치원, 어린이집에 발열 대상자 사진과 체온을 저장하여 전송할 수 있는 기술을 접목하고, 다수인원의 체온을 한 번에 측정 가능한 기능을 탑재한 제품을 개발하고자 하였다. 더불어 교육시설의 외부 오염원에 대하여 안정성을 인정받은 ‘안면인식 열화상 카메라 시스템’을 도입하여 새로운 감염 예방체계 구축을 통해 효율적인 방역 시스템을 제공하는 것이다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 열화상 카메라 기술

온도에 따라 물체는 파장이 다른 전자기파를 방출한다. 이것을 감지하여 온도를 색깔 분포로 표현해낸 이미지를 ‘열화상’이라고 한다[2]. 열화상 카메라는 가시광선을 사용하여 이미지를 형성하는 일반 카메라와 유사하게 적외선 복사를 사용하여 이미지를 생성하는 장치이다[9]. 온도에서 모든 물질에 의해 방사, 전송 또는 반사하는 적외선 에너지를 감지하고 에너지 요인을 온도측정치로 전환한다[1][5]. 가시광선 카메라의 400~800nm 범위에서 적외선 카메라는 약 1,000~14,000nm의 파장에 민감하다[9]. 그 온도 기록인 적외선 에너지는 방사, 전송이나 반사하는 물체의 열 이미지로 카메라에 표현된다[3]. 적외선 방식은 에볼라 바이러스 질병, 중증 급성 호흡기 증후군 및 현재의 COVID-19 감염병과 같은 질병 등에 현재 실행 가능한 유일한 대량 발열 검사 접근 방식이다[11].

이러한 열화상 기술을 카메라에 접목하여 대상체에 접촉하지 않은 상태에서 온도를 측정할 수 있도록 개발하였고[2], 이는 물체 온도를 실시간 영상으로 확인할 수 있어

온도 분포의 변화를 관찰하는데 용이하다. 즉, 열화상 카메라는 적외선 영역의 사람의 눈으로 식별하지 못하는 온도의 차이를 측정한다[3] [5].

열화상 카메라로 얻은 정보를 처리하는 소프트웨어가 최근에 더욱 발전하여 다양한 데이터를 가공하기가 쉬워졌다. 또한, 카메라가 소형화되고 가격이 저렴해졌다. 그러나 저가의 카메라는 렌즈의 크기, 센서의 성능이 좋지 못해 측정 정밀도가 떨어진다. 측정 대상물의 크기나 측정 거리에 따라 실제 온도보다 높거나 낮은 측정이 되면 판단의 오류가 일어날 수 있다[6]. 대중화를 위해서는 가격을 낮추고 측정 정밀도를 높여 신뢰성 확보가 필요한 시점이다.

열화상 카메라는 서버, 감지센터 등 다양한 부품으로 구성되어 있다. 먼저 서버는 복수의 피사체 중 미리 설정된 온도보다 더 높은 온도인 피사체를 추출하고, 그 이미지 및 온도 정도를 저장할 수 있다. 즉, 서버는 미리 저장된 온도보다 낮거나 같은 체온을 가지는 피사체의 이미지 및 온도의 정보는 저장하지 않을 수 있다. 이처럼 피사체에 관한 정보만을 서버에 저장함으로써 무차별적인 개인정보 수집을 방지할 수 있다. 이를 활용하여 일정 체온 이상의 사람에 관한 데이터만 저장하고 이는 COVID-19 감염 의심 환자만 선택하여 서버에 저장할 수 있게 된다. 서버는 외부 해킹을 막기 위한 보안 소프트웨어를 포함할 수 있어, 모든 카메라에 보안 소프트웨어를 설치할 필요가 없다. 즉, 서버에서 통합 관리함으로써 정보를 보다 효율적으로 관리할 수 있다.

감지센터는 복수의 피사체가 미리 정해진 영역을 통과하는지를 감지할 수 있다. 이때, 열화상 카메라는 복수의 피사체가 미리 정해진 영역을 통과하는 경우, 이미지를 얻게 된다. 이때, 미리 정해진 영역은 열화상 카메라의 특정 가능 거리에 기초하여 정해질 수 있다. 여기서, 미리 정해진 영역은 열화상 카메라로부터 2.5~5m 떨어진 거리의 영역을 말한다.

알고리즘의 적용과 체온 정보 추출을 서버에서 진행하고, 고온으로 측정된 피사체에 관한 정보만 서버에 저장함으로써 민감한 개인정보 이슈를 제거할 수 있는 효과가 있다. 또한 모니터링 장치를 통하여 열화상 카메라를 원격으로 제어함으로써 체온을 측정하기 위해 상주하는 사람 없이도 원활하게 체온 측정을 할 수 있는 기술이다.

## 2.2 안면인식 기술

안면인식은 사람마다 구별되는 얼굴의 특징점을 데이터화하여 템플릿을 작성하면 이것이 생체인식정보가 된다. 이러한 안면인식 기술은 복잡한 배경으로부터 안면 영역 검출과 눈, 코, 입, 귀 등의 특징 추출, 성별·나이·인

종 등의 속성 추출, 안면 재인식, 안면 보정 및 복원, 응용 기술 등이 있다[8].

안면인식 기술은 이미 우리 생활에서 스마트폰의 잠금 해제 기능이나 상품의 결제 시스템, 공공기관의 출입 관리, 범죄 피해자를 구조하는 등의 목적으로 활용되고 있다 [7]. 이러한 기술은 오랜 기간 연구되고 상업화가 진행되고 있는데, COVID-19 사태를 분기점으로 기술에 관한 요구가 더 점점 커질 것으로 예상된다.

안면인식 기술을 이용하여 본인 인증을 할 경우, 비접촉식으로 사용하여 편리하고, 출입자의 얼굴 영상 데이터를 저장할 수 있어 출입자의 검증 관련 작업을 정확하고 빠르게 처리할 수 있다는 큰 장점이 있다[8].

현재 개발된 안면인식 열화상 카메라 시스템은 자동 안면인식 기술이 적용되어 카메라 화각 공간에 근접한 다수의 인원을 동시에 발열 측정하고, 출입 인원 확인하여 전송하는 기술을 포함하고 있다. 동시에 필요한 장소에서 통제하거나 관리하는 곳에서 등록자 여부를 판단할 수 있는 기능이 내포되어 있다.

위의 기능과 더불어 인공지능 기술을 적용하여 정확하게 사람의 얼굴을 인식한 후 체온을 검출하는 기능과 뜨거운 발열체로 인한 오작동 방지 기능, 마스크의 착용 여부 감지 및 알림 기능 등도 포함하여 개발하였다. 이 열화상 카메라를 어린이 통학버스에 설치하여 어린이들이 버스 승·하차 시에 체온을 확인할 수 있도록 하고, 탑승 여부도 관리할 수 있는 기능을 포함하여 개발하였다. 특히, 탑승 관리는 수동으로 조작하는 어린이 하차 확인 벨인 일명 ‘슬리핑 차일드 체크 벨(Sleeping Child Check Bell)’보다 탑승 어린이를 더 효율적으로 관리할 수 있다.

## 2.3 개인정보 보호

최근 COVID-19 감염병 재난으로 4차 산업혁명 시대와 더불어 비대면 디지털 경제로 빠르게 전환되고 있다. 개인정보를 포함한 데이터의 활용이 급증하는 상황에서 매년 천만 여건 이상의 개인정보가 유출되고 불법 거래가 발생함에 따라 유출된 개인정보를 활용한 사이버 범죄 피해가 지속해서 증가하고 있다.

과학기술정보통신부 ‘2019 정보보호실태조사’에 따르면 마케팅 목적으로 무단으로 수집한 경우는 46.3%, 내부의 보안관리 소홀로 유출된 것은 40.1%, 외부의 해킹으로 유출된 것은 23.2%, 사진 또는 동영상 유출로 인한 사생활 침해는 15.1%로 가장 주된 개인정보 침해 유형으로 나타났다[16].

「개인정보보호법」 제2장 제15조(개인정보의 수집·이용)에 따라 카메라로 촬영한 얼굴 영상(이미지)은 개인을 식별할 수 있는 정보에 해당하여, 얼굴 영상을 수집·저

장·관리·전송할 때는 「개인정보보호법」을 준수하여야 한다. 따라서 열화상 카메라로 촬영한 영상은 단순한 발열 확인 용도로만 사용하여야 하며, 정보주체의 동의가 없었다면 저장하거나 관리할 수 없다[13].

개인정보보호위원회에서는 2020년 11월에 ‘코로나19 관련 얼굴 촬영 열화상 카메라 운영 시 개인정보보호 수칙’을 내놓았다. 이는 코로나19 방역을 위한 얼굴 촬영 열화상 카메라의 설치 운영 과정에서 촬영된 영상정보가 필요 없이 저장될 수 있다는 우려가 제기되어 마련되었다.

준수사항은 발열 증상 확인을 목적으로 카메라를 설치·운영하는 자는 얼굴 영상 등 개인정보의 저장은 원칙적으로 금지한다. 만일 불가피하게 영상정보를 저장할 경우, 저장 사실을 명확히 안내하고 동의를 받은 후 최소 범위에서 저장할 수 있고 보유기간이 지나면 바로 파기하도록 하였다.

수칙 적용대상은 온도측정 기능이 있는 열화상 카메라 중 얼굴 실사 촬영 기능이 있어 개인 식별이 가능한 기종이 해당한다. 적외선 방식으로 형태만 표시될 때는 개인 식별성이 없어 제외되나, 다른 개인정보와 결합하면 개인정보에 해당할 수 있어 이 수칙이 적용된다. 또한, 열화상 카메라를 설치 운영하는 공공·민간 기관과 사업자는 모두 이 수칙을 따라야 한다[14].

카메라에 저장 및 전송의 기능이 있다면 해당 기능을 비활성화하여 자동으로 저장 및 전송되지 않도록 해야 한다. 만일 저장·전송 기능을 비활성화할 수 없는 기종들은 하루에 한 차례 이상 저장된 개인정보를 파기하도록 하였다. 열화상 카메라의 저장 범위는 최소한으로 하고 무단 열람 유출 방지 등의 안전조치를 해야 한다.

시설 출입 시 발열 확인의 목적으로 카메라에 촬영된 정보주체는 자신의 얼굴 영상정보 등 개인정보가 수집·저장되는지 확인할 수 있고, 원치 않을 때는 삭제 요청할 수 있다. 또한, 자신의 개인정보가 유출되거나 오남용된 사실을 알게 된 경우에는 개인정보침해신고센터 등을 통하여 신고하고 도움을 요청할 수 있다. 따라서 앞에서 언급한 개인정보 유출 사례가 또다시 발생하지 않기 위해서 이 부분이 반영된 열화상 카메라 개발이 시급한 상황이다.

### 3. 제품 개발

#### 3.1 열화상 카메라 태블릿 제품

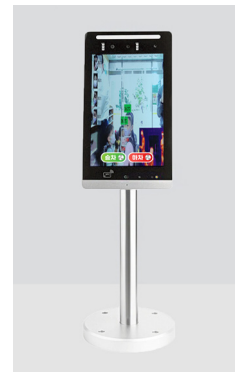
2017년 해외 열화상 카메라 시장은 27.2억 달러로 평가되었으며, 매년 연평균 6.7% 성장하면서 오는 2023년에는 40억 달러를 돌파할 것으로 예측되었다. 그러나,

COVID-19 이후 2020년 총 시장은 76억 달러로 추정되며, 전년 대비 성장률은 76%에 달할 것으로 추정되고 있다[15].

네팔의 Anil Poudyal과 연구진은 2020년 7월, 유동 인구가 많은 병원에서 접촉식 디지털 임상 체온계와 비접촉식 적외선 열화상 카메라, 열총 체온계(총 모양 형태) 발열 감지의 민감도를 비교하는 실험을 하였다. 비교실험 결과, 접촉식 디지털 임상 체온계와 열화상 카메라, 열총 체온계가 모두 일치하였다. 따라서 이러한 연구 결과는 열화상 카메라가 개인의 대량 수에 대한 유용한 비침습적 선별 도구가 될 수 있으며, 고열의 의심 환자를 식별하기 위한 초기 검사의 일부로 사용될 수 있다고 하였다[11].

한편, 기존의 개발 제품은 화재, 응급사고와 같은 상황에 대비하고 수동적으로 측정하지만, 본 연구자는 다양한 형태의 재난안전에 대응하는 멀티 기능을 구현할 수 있는 ‘안면인식 열화상 카메라 시스템’을 개발하였다. 본 연구를 통해 개발된 제품은 비접촉, 비대면식 열화상 카메라와 재난안전 IoT 플랫폼을 융합한 제품으로, 본 제품과 유사 제품은 국내·외에 개발되지 못하였다. 또한, 개발 제품은 정확한 인식을 위해 듀얼로 이미지를 적용하여 일반 영상 이미지와 신체 발열(열화상) 이미지를 동시에 제공할 수 있다. 또한 1~2m 앞에서 안면인식 및 발열 체크 기능인 ‘Walking Though’가 탑재되어 있어 정체 없이 실시간 도보 측정이 가능하다.

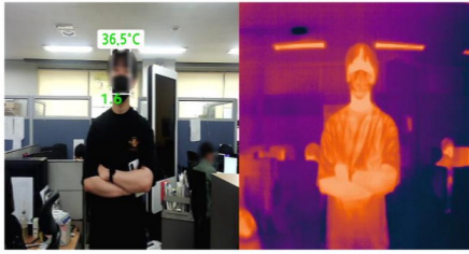
열화상 카메라 시스템에 양방향 통신 기반 서비스를 패키징화하여 기존의 거치형 고가 열화상 카메라 대비 크기는 소형화되고, 제품의 가격도 저렴하게 형성되었다. 또한 스탠드형, 고정형의 2가지 형태로 환경에 따라 적절하게 설치할 수 있다는 장점이 있다.



[Figure 1] Thermographic Camera, Safe-i

[Figure 1]은 개발된 열화상 카메라 제품인 ‘세이프-아이(Safe-i)’이다. 기존의 제품들은 일반 영상만 제공하고 있는 것과는 달리 [Figure 2]와 같이 열화상 화면을 동시에 제공한다. AI 기반의 얼굴 인식으로 마스크 미착용자를 구별하여 [Figure 3]처럼 마스크 미착용자에게는

착용 안내 음성이 나온다.



[Figure 2] Dual Images



[Figure 3] Thermographic camera demonstration

AI 얼굴 인식 기능은 발열체 사물과 사람을 자동으로 감지하여 오작동을 방지할 수 있다. 이는 사람의 눈, 코, 입 등의 위치를 기술하는 특징점 추출 기능이 포함되어 가능한 기술이다.

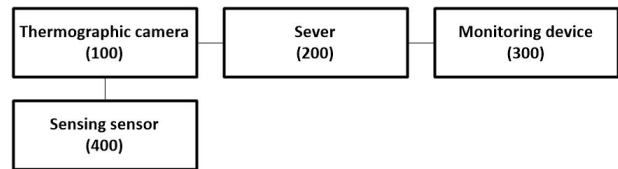
세이프-아이(Safe-i)는 2022년 1월 현재, 제주도 ‘어린이 통학버스 안전모니터링 플랫폼 구축 사업’의 목적으로 제주도 내 초등학교와 국공립어린이집 통학버스에 설치가 완료되었다. 어린이 얼굴을 사전에 등록하여 통학버스 승하차 시 한 번에 발열 측정과 승하차 시간이 데이터로 저장되고, 어린이 질식사 예방을 위한 승하차 여부 확인 등의 기능이 탑재되어 있다. 이러한 데이터는 학부모에게 앱 알림으로 전송되는 통합솔루션 제품이다.

### 3.2 어린이 시설 전용 제품

COVID-19 이후 어린이집, 유치원 등의 시설에서 아이들의 시설 이용 시간을 자동으로 확인하기 위해 위한 비콘(Beacon)이나 RF Card (Radio Frequency Card)를 사용하고 있다.

등원한 아이들의 출석 확인과 체온 측정 및 기록 등을 담당하는 교사들의 과중한 업무를 한 번에 감소할 수 있는 기술이 안면인식 기술이다. 기존의 방법은 아이들을 식별하기 위한 장치가 필요하였으나, 새롭게 안면인식 기술이 적용된 열화상 카메라 시스템을 도입하면 이러한 문제를 해결할 수 있다.

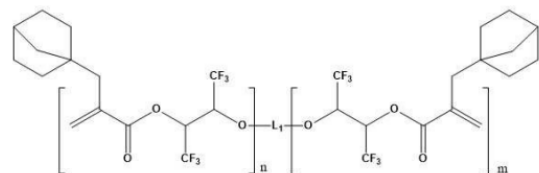
어린이 눈높이에 맞추어 제품의 디자인을 아이들이 좋아하는 분홍색의 토끼 캐릭터를 활용하고, 이름 또한 친숙하게 ‘세이프-핑크(Safe-Pinky)’로 선정하였다. 캐비닛 안에 소화기, 응급키트, 방역 마스크 등의 안전용품이 들어 있고, 안면인식 감염예방 열화상 카메라 시스템이 탑재된 IOT 기반의 융합 제품이다. 이와 관련한 특허는 ‘재난안전통합시스템(등록일 2020년 2월 20일)’과 ‘도어 개발을 위한 공구가 구비된 친환경 소방기구함(등록일 2020년 2월 20일)’ 2건이 등록되어 있고, ‘열화상 카메라를 이용한 방역시스템(출원일 2021년 3월 30일)’ 출원도 1건이 완료된 상태이다. [Figure 4]는 본 발명에 따른 열화상 카메라를 이용한 방역시스템을 개략적으로 나타낸 도면이다.



[Figure 4] Thermographic camera floor plan

열화상 카메라의 렌즈는 일반적으로 유리 렌즈가 사용되는데 본 개발 제품은 마그네슘-알루미늄이 코팅된 불투명한 렌즈가 사용되며, 센서는 적외선을 감지하는 탐지기틀 초점면에 배열한 센서가 이용된다. 또한, 렌즈의 굴곡이 생길수록 왜곡도 같이 증가해 센서의 기능이 떨어지게 되어 대부분 좁은 화각의 카메라를 개발하고 있다[4]. 본 발명의 목적은 다중 안면인식 알고리즘을 활용하여 복수의 사람을 인식하고, 그 체온을 표시할 수 있는 방역시스템을 제공하는 것이다. 이에, 본 발명에 따른 카메라는 외부 영역을 직접 촬영해야 하고, 하우징의 외부에 위치해야 하므로 내오염성이 강한 렌즈가 필요하다.

따라서, 본 발명은 렌즈를 코팅하는 코팅층을 제안하여, 이러한 문제점을 해결하고자 하였다. 상기 렌즈는 그 표면에 [Figure 5]와 같은 화학식으로 표시되는 아크릴계 화합물, 무기 입자 및 분산제를 혼합하여 코팅조성물을 제조하였다.



[Figure 5] Chemical formula

여기서, n과 m은 서로 동일하거나 상이하며, 각각 독립

적으로 1 내지 100의 정수이며, L1은 바이페닐렌기이다. 상기 코팅조성물로 렌즈가 코팅된 경우, 우수한 발수성 및 내오염성을 나타낼 수 있어 외부에 설치된 렌즈가 오염 환경 및 염분에 장기간 노출되더라도, 깨끗하고 선명한 외부 영상을 수집할 수 있다.



[Figure 6] Safe-Pinky

[Figure 6]은 개발된 제품 사진으로, 열화상 카메라는 서버와 데이터를 송수신할 수 있다. 서버는 열화상 카메라로부터 이미지를 수신하고, 수신한 이미지에 안면인식 알고리즘을 적용하여 피사체를 학습하고 인식할 수 있다. 또한, 와이파이나 무선 통신기반의 운영시스템은 설치된 열화상 카메라의 정상 작동 여부, 고장 발생, 소프트웨어 업데이트 등 물리적 파손이 아닌 부분은 원격으로 연결하여 처리할 수 있다.

세이프-핑키는 어린이집이나 유치원에 어린이들이 등·하원할 때 안면인식 기술을 적용하여 열화상 카메라로 체온을 측정하고 저장하는 기본 기능을 탑재하고 있다. 더불어, 복수 피사체의 체온을 측정할 수 있는 안면인식 기술이 포함되어 동시에 여러 명의 체온을 측정할 수 있다.

어린이는 어린이집이나 유치원에 연장보육과 관련된 식별 장치인 비콘이나 RF카드를 가지고 다닐 필요가 없어지고, 교사가 1일 2회 이상 발열 측정을 수기로 입력 및 관리하는 업무가 감소할 수 있다. 또한, 학부모는 등·하원과 발열 측정 데이터를 One-STOP으로 전송받을 수 있게 된다. 서버에 저장된 출결 정보는 필요할 때 정해진 관리자만 열람할 수 있고, 기관별로 지정된 웹사이트를 통해 실시간으로 확인과 결과물 출력이 가능하며, 기관별로 지정된 웹사이트를 통해 실시간으로 확인할 수 있다.

본 개발품에 실내공기질 관리시스템을 포함하였다. 이를 통한 미세먼지, 이산화탄소 검출 정보를 수집 및 분석하며, 이산화탄소 농도의 증가에 따른 화재에 준하는 상황을 웹으로 전파가 가능하다. 또한, 외부의 실내공기질을

연동하여 외부 미세먼지 농도량이 높으면 야외활동의 유의사항을 사전에 안내한다. 이와 함께 실내 미세먼지 농도량이 높은 날에는 알람을 주도록 설계하여 환경적인 부분도 제품에 반영하였다.

## 4. 결론

기존에 개발된 열화상 카메라는 한 사람씩 체온을 측정해서 많은 인원이 출입하는 곳에서는 측정 시간이 많이 소요된다는 단점이 있다. 또한 뜨거운 커피나 음료를 들고 있을 때는 이를 고열로 인지하는 오류가 발생하기도 한다.

안면인식 기술은 얼굴 영상의 화질, 설치장소의 조명 상태, 표정, 나이에 따른 변화, 얼굴의 각도에 따른 영향 등으로 인해 동일 인물을 다르게 인식하는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 화질 개선작업과 설치장소의 조명 환경 등을 고려하여야 한다.

이러한 기기의 오동작 및 오류를 예방하고, 민감한 개인정보 수집을 방지하기 위하여 본 연구진은 안면인식 열화상 카메라를 개발하였다. 카메라로 촬영된 개인의 영상정보는 민감정보에 해당하며 정보 주체의 동의 없이 수집, 저장할 수 없다. 최근 얼굴과 음성 정보를 수집하여 외부로 전송해 중국으로 개인정보가 유출된 사례가 발생하였다. 이에 2010년 11월에 개인정보보호위원회에서는 ‘코로나19 관련 얼굴 촬영 열화상 카메라 운영시 개인정보보호 수칙’을 내놓았다. 적용대상은 공공·민간 시설에서 열화상 카메라를 설치·운영하는 모든 기관과 사업자이다.

따라서 개인정보의 유출을 막고 다수의 인원을 한 번에 체온 측정이 가능한 제품이 필요하다. 본 연구의 개발품인 안면인식 열화상 카메라 시스템과 동일한 기능을 가진 제품은 국내외에 존재하지 않아 시장 내에서 독창성이 있다. 현재, 열화상 카메라를 이용한 방역시스템은 2021년 3월에 특허출원을 신청한 상태이고, 안면인식 기술은 저작권에 등록된 상태이다. 본 제품은 알고리즘의 적용과 체온 정보 추출을 서버에서 진행하고, 고온으로 측정된 피사체에 대한 정보만 서버에 저장함으로써 민감한 개인정보 이슈를 제거할 수 있는 효과가 있다. 모니터링 장치를 통하여 열화상 카메라를 원격으로 제어함으로써 체온 측정을 위해 상주하는 사람이 없이도 원활하게 체온을 측정할 수 있는 장점이 있다.

또한, 개발된 제품은 공공기관에 적용되는 안면인식 열화상 카메라 기능을 활용한 체온 선별기술(발열 시 저장) 및 초미세먼지 측정 기술을 접목하여 발열 측정, 안면인식, 초미세먼지 검출 등을 데이터화하여 보호자와 기관 관리자에게 필요한 불특정 다수의 외부인원 통제 및 출입 보

호 시스템, 한 차원 높은 기저질환자 관리시스템, 보호자 알림 서비스로 어린이, 장애인, 노약자의 With COVID-19에 대비한 IoT 기반 방역 안전 플랫폼의 개발품이다.

세이프-핑키는 21.5인치 모니터가 내장되어 있어 영상정보 장치에 다양한 교육 콘텐츠를 제공함으로써 사용자가 자연스럽게 반복 학습을 통한 안전사고 예방 교육으로 이어질 수 있다. 더불어 미세먼지, 온도, 습도 등의 측정된 결과치를 모니터에 송출하는 것은 기본이며, 공공기관에서는 정책 공지, 기관의 공지사항 등을 알리는 게시판으로 활용할 수 있고, 민간 기관에서는 기관의 홍보, 교육 콘텐츠 전달 등의 다양한 용도로 사용할 수 있다.

COVID-19 감염병 재난에서 백신에 의한 높은 면역력이 달성될 때까지 적극적인 방역 활동은 반드시 이루어져야 한다. 이에 본 개발품이 방역관리 현장에서 유용하게 활용되기를 기대한다.

## 5. References

- [1] W. G. Kang(2020), "A study on environmental safety management system using thermal imaging camera." IT Convergence Engineering Major, The Graduate School AJou University.
- [2] S. J. Baek(2016), "Study of experiments about visualization of thermal phenomena using the thermal camera." Department of Science Education the Graduate School Seoul National University.
- [3] J. W. Hwang(2016), "A study on temperature data correction algorithm for an infrared thermal imaging camera considering environmental temperature variation." Department of Electronic Engineering, Graduate School, Hallym University.
- [4] D. G. Gwak(2017), "Panorama image capturing scheme and image construction algorithm for a thermal camera." Department of mechanical robot system, Graduate School of Seoul National University of Science and Technology. p. 1.
- [5] J. H. Kwon(2018), "Respiration measurement using thermal camera." Graduate Program in Biomedical Engineering the Graduate School Yonsei University.
- [6] B. G. Seo(2019), "Temperature error correction of the thermal camera pixel size and measurement distance calibration." Department of Mechanical and Electric Engineering Graduate School of Kongju National University.
- [7] S. O. Kim, G. B. Kwon(2021), "The use of biometric data by facial recognition technology and its limits: Focusing on laws for identification of missing children." Korea Constitutional Law Association, 27(1):115-163.
- [8] S. G. Lee(2013), "Development of gate access control terminal by face recognition technology." Department of Construction Engineering, Graduate School, Kyungil University.
- [9] C. H. Cho(2016), "Detecting shooting result of image processing based and cloud based management system." Interdisciplinary Program of Electronic Commerce Graduate School, Chonnam National University.
- [10] J. H. Kim, E. K. Kim(2021), "Face recognition and temperature measurement access control system using machine learning." Journal of the KIECS, 16(1):197-202.
- [11] A. Poudyal, M. Dhimal, R. P. Rimal, L. P. Rimal, N. Dhakal, A. Pandey, P. Gyanwali(2012), "A comparative study on the recording of temperature by thermo graphic camera, thermal gun and digital clinical thermometer in a tertiary hospital of Nepal." J Nepal Health Res Counc, 19(52):608-612.
- [12] C. J. Silva, C. Cruz, D. F. M. Torres, A. P. Muñozuri, A. Carballosa, I. Area, J. J. Nieto, R. Fonseca-Pinto, R. Passadouro, E. S. Dos Santos, W. Abreu, J. Mira(2021), "Optimal control of the COVID-19 pandemic: Controlled sanitary deconfinement in Portugal." Scientific Reports, 11(1):1-15.
- [13] Personal information protection act.
- [14] Personal information protection rules for thermal imaging camera operation.
- [15] Technology Roadmap for SME: Disaster(2021-2013).
- [16] <https://www.msit.go.kr/bbs/list.do?sCode=user&mPid=112&mId=113>

### 저자 소개



#### 정 범 진

승실대학교 일반대학원 재난안전관리학과 박사수료.

(주)세이프이노베이션 대표로 재직 중임.

관심분야 : 감염안전, 어린이안전



#### 이 정 임

동아대학교 일반대학원 국제법무학과 석사졸업.

대구시청 시민안전실 안전문화교육팀

팀장/ 사무관으로 재직 중임.

관심분야 : 재난안전교육, 재난관리



#### 서 광 덕

청운대학교 대학원 건축설비소방학과 석사졸업.

(재)한국산업관계연구원 부설 재난안전원

팀장/ 수석연구원 재직 중임.

관심분야 : 기업재난관리, 안전건설팅



#### 정 경 옥

승실대학교 일반대학원 재난안전관리학과 박사졸업.

단국대학교 경영대학원 재난안전경영전공에

출강 중임.

관심분야 : 재난안전교육, 재난관리