

CO₂ 센서와 체온 센서를 이용한 코로나19 방역 버스 쉼터

박병윤* · 이현민* · 짬반선* · 웬민뚜언* · 이봉주**

Corona19 Quarantine Bus Shelter with CO₂ and Body Temperature Sensor

Byeong-Yoon Park* · Hyeon-Min Lee* · Van-Son Tran* · Minh-Tuan Nguyen* · Boong-Joo Lee**

요약

노후화된 버스 정류장에서 코로나19 방역이 이행되지 않는 경우가 많다. 이러한 문제점들을 개선하기 위해 본 연구를 진행했다. 쉼터 내부와 외부를 UV 광촉매 코팅하여 멸균을 시켜 위생적이고 청결한 쉼터를 유지할 수 있으며, CO₂ 센서와 팬을 이용하여 쉼터 내의 이산화탄소를 감소시켜 쾌적한 공기를 유지함으로써 승객들은 원활하게 호흡할 수 있게 된다. 또한 체온 센서를 사용하여 체온을 측정해 코로나19 감염 의심 환자를 1차로 격리시켜 쉼터 내 코로나19 바이러스 확산을 20%이상 방지할 수 있다고 예상된다. 체온 측정 거리가 10cm 이내 일 때 체온 측정의 정확성은 98.9%로 확인할 수 있었다. 쉼터 내부의 무선 통신을 이용한 승차벨을 사용하여 버스 기사님과 접촉하지 않으면서 안전하고 명확한 승차의사를 전달할 수 있다.

ABSTRACT

Corona 19 quarantine is often not implemented at degraded bus stops. We conducted this study to improve these problems. The inside and outside of the shelter can be sterilized with UV photocatalyst coating to maintain a hygienic and clean shelter, and passengers can breathe smoothly by reducing carbon dioxide in the shelter using CO₂ sensors and fans. It is also expected that the body temperature can be measured using a body temperature sensor to prevent more than 20% of the spread of the coronavirus in the shelter by isolating suspected coronavirus patients in the first place. When the temperature measurement distance was less than 10cm, the accuracy of the temperature measurement was 98.9%. You can communicate your intention to ride safely and clearly without contacting the bus driver by using a ride bell that uses wireless communication inside the shelter.

키워드

CO₂ Sensor, Body Temperature Sensor, COVID-19, UV pHotocatalyst, Bus Shelter
CO₂ 센서, 체온 센서, 코로나19, UV 광촉매, 버스 쉼터

* 남서울대학교 전자공학과 (pck7783@naver.com, gusals1948@gmail.com, vanson98tn@gmail.com, Tuanmaiconbeo2@gmail.com)

** 교신저자 : 남서울대학교 전자공학과

• 접수일 : 2021. 07. 19
• 수정완료일 : 2021. 09. 02
• 게재확정일 : 2021. 10. 17

• Received : Jul. 19, 2021, Revised : Sep. 02, 2021, Accepted : Oct. 17, 2021

• Corresponding Author : Boong-Joo Lee

Dept. of Electronic Engineering, Namseoul University,

Email : bjee@nsu.ac.kr

1. 서론

수도권을 제외한 버스 정류장은 아직도 노후화된 경우가 많다[1]. 대다수의 노후화된 버스 정류장은 표지판이나 낙후된 시설물로 구성되어 있고 쉼터 형식으로 구성되어 있는 곳은 많지 않다. 낙후된 버스 정류장은 저녁이 되면 정류장에 전등이 없어서 어두워지며 아직까지 버스를 승차하는데 하차벨과 같이 버스 기사님에게 확실한 승차 의사 전달을 할 수 있는 수단이 없다. 또한 2021년 코로나19 바이러스로 인하여 국민들은 안전하게 일상생활을 할 수 없는 상태이고, 사회적 거리두기를 실천하고 있다. 대중버스는 좁은 공간이어서 사회적 거리두기를 실천 할 수 없다는 단점이 있다[2].

이러한 문제점들을 해결하고자 코로나19 방역 버스 쉼터를 생각하게 되었다. 코로나19 감염 주요 증상인 발열상태를 체크하여 감염 확산을 억제할 수 있도록 제작했다[3]. 비접촉 적외선 체온 센서를 이용해 탑승객의 체온값이 35도 이상이고 37.5도 이하로 측정된 경우 정상 체온으로 인지하여 입구가 개방된다. 측정된 체온값이 37.5도 초과로 측정된 경우에는 코로나19 감염 환자로 간주하여 1차적으로 격리하고 코로나19 감염 확산을 방지한다. 또한 CO₂ 센서를 사용하여 쉼터 내의 이산화탄소를 측정 후 이산화탄소 농도가 실내 유지 농도인 1000PPM보다 낮은 800PPM 이상이 될 때 환기팬이 동작이 된다[4]. 환기팬을 통해 쉼터 내 이산화탄소를 낮춰 쾌적한 공기를 유지함으로써 승객들은 원활하게 호흡 할 수 있다. 쉼터를 UV 광촉매 코팅하여 태양으로부터 오는 자외선이 이산화티탄(TiO₂)과 결합돼 쉼터 내부를 인체에 유해한 균을 멸균시켜 위생적이고 청결한 쉼터를 유지한다. 양방향 무선통신을 사용한 승차벨을 이용해 쉼터 내에서 버스 기사님에게 확실한 승차 의사 전달을 할 수 있다는 장점이 있다. 무선통신을 사용한 승차벨로 신호를 인가하면 버스의 LED가 ON이 되어 버스 기사님이 ON상태가 된 LED를 보고 쉼터에 정차할 수 있게 제작하였고 또한 버스 내에 스위치를 부착하여 버스 기사님께서 버스의 LED를 제어 할 수 있도록 제작하였다. 적외선 센서를 사용해 쉼터 출구를 자동으로 제어하는데 적외선 센서는 초등학교부터 성인까지 출구를 이용할 수 있도록 2019년 초등학교 1학년 평

균키인 120.6cm를 기준으로 사람을 인지하여 출구를 제어 가능하게 설정하였다[5]. 또한 적외선 센서는 쉼터 출구 부근에서만 사람을 인지하여 작동되도록 설정하였다. 조도 센서를 활용하여 LED를 ON/OFF 제어함으로써 쉼터 내의 전력을 효율적으로 소모 할 수 있다.

본 연구의 목적은 이러한 센서들을 사용하여 기존의 버스 정류장을 개선해 정류장에서의 코로나19 바이러스 감염 확산을 방지할 수 있는 ICT 융합개념의 시스템을 제안코자 한다. 체온 센서로 코로나19 바이러스 증상인 발열증상을 확인하여 코로나 의심 환자를 격리하고 CO₂ 센서로 쉼터 내 이산화탄소를 감소시켜 실내공기를 쾌적하게 한다. 또한 쉼터를 UV광 촉매로 코팅하여 쉼터 내 멸균상태를 유지해 보건에 있어 기존의 버스 정류장보다 청결하고 위생적인 환경을 구축할 수 있다고 예상된다.

II. 코로나19 방역 버스 쉼터 개발

2.1 버스 쉼터 시스템 구성도

그림 1은 본 논문의 버스 쉼터 시스템 구성도이다. 입구는 체온 센서와 초음파 센서를 배치하여 승객들의 체온을 측정해 입구를 제어한다. 쉼터 내부에는 CO₂ 센서를 부착해 쉼터 내 이산화탄소를 측정하여 적정 농도값을 초과하는 경우 환기팬이 동작한다. 또한 무선통신을 사용한 승차벨을 배치하여 버스 내 LED에 신호를 인가하여 버스가 정차할 수 있도록 한다. 승차벨과 버스 내의 스위치로 버스 LED도 같이 제어 할 수 있다. 쉼터 출구에는 적외선 센서가 배치되어 있어 사람을 인지하여 출구를 제어하도록 설정했다. 쉼터 천장에는 조도 센서와 네오피셀 LED를 사용해 쉼터 전등을 제어한다.

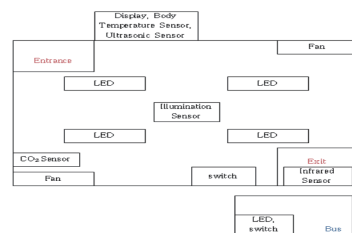


그림 1. 버스 쉼터 시스템 구성도
Fig. 1 Bus shelter system configuration chart

2.2 버스 쉘터 하드웨어 설계

본 논문에서는 오픈소스 하드웨어인 아두이노 우노를 사용하여 진행했다. 초음파 센서 HC-SR04로 사람과 적외선 체온 센서 SZH-CH247의 거리를 측정한다. 거리를 측정한 데이터 값을 아두이노 우노로 보내어 적외선 체온 센서와 부저가 동작하도록 한다. 적외선 체온 센서를 사용하여 아두이노 우노를 통해 OLED디스플레이 DIS060010으로 측정되어진 체온값을 전달한다. OLED 디스플레이를 사용하여 선명하게 체온값을 확인할 수 있다. 또한 적외선 체온 센서 출력값으로 스텝모터 SZH-EKBL-007을 동작한다. 쉘터 내 가스 센서 SZH-SSBH-038를 사용하여 이산화탄소를 측정하는데 측정된 값으로 1채널 릴레이 모듈 JQC-3FF-S-Z를 제어하여 팬 RDH8020S에 12V가 인가돼 작동되도록 설정했다. 조도 센서 SEN030101을 사용하여 쉘터 주변의 조도를 측정하여 네오피셀 LED모듈 MD0297에 값을 아두이노를 거쳐 전달하여 LED가 제어 되도록 설정했다. 측정된 조도값이 150lux 이하일 때 LED가 ON이 되게 설정했다. 적외선 센서는 SZH-SSBH-002를 사용했는데 발광부에서 나오는 적외선이 물체에 반사되어 수광부에 들어올 때 변화하는 전압의 양을 계산하여 거리를 측정한다. 이러한 원리로 사람을 인지하여 스텝모터가 동작된다. 블루투스 및 스위치를 사용해 버스 내의 LED를 제어 가능하다.

2.3 적외선 체온 센서 동작 알고리즘 설계

그림 2는 버스 쉘터 시스템 중 체온 센서 동작 알고리즘이다. 초음파 센서는 HC-SR04를 사용했다. 초음파 센서의 송신부에서 짧은 시간동안 펄스를 출력하여 신호가 물체에 도달하면 반사되어 되돌아온다. 되돌아온 신호를 초음파 센서의 수신부에서 검출하여 거리를 계산하는 원리이다. 초음파 센서를 이용하여 체온을 측정하는 승객과 체온 센서 SZH-CH247와의 적정거리를 유지한다. 부저와 디스플레이를 통해 측정하고 있다는 것을 승객에게 알려주고, 그 후에 적외선 체온 센서는 적외선 에너지를 감지해 열을 전기적 신호로 변환시킨 후 그 신호를 온도 값으로 계산한다. 측정된 체온값이 35도 미만이거나 37.5도 초과되면 디스플레이를 통해 체온값만 출력된다. 체온값이 35도 이상이거나 37.5도 이하면 스텝모터 SZH-EKBL-007

를 통해 입구가 개방되고 디스플레이에 체온값이 출력된다. 체온값이 35도 미만이거나 37.5도 초과되면 디스플레이를 통해 체온값만 출력된다. 코로나19 바이러스 감염 증상 중 발열증상이 포함되어 있는데 이 시스템을 통해 코로나19 바이러스 감염 의심 환자를 1차로 격리하고 감염을 방지할 수 있다.

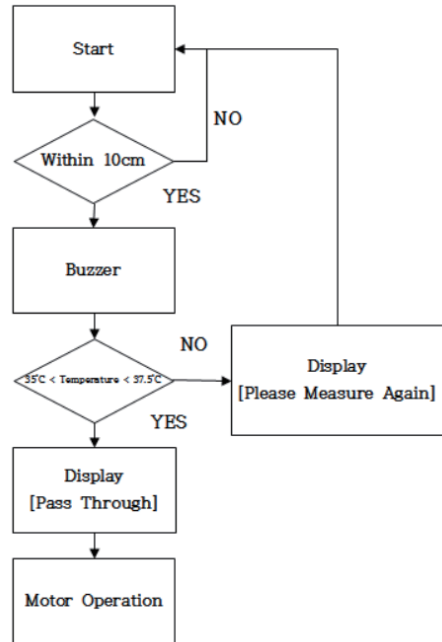


그림 2. 체온 센서 알고리즘
Fig. 2 Body temperature sensor algorithm

2.4 UV광촉매 코팅

본 논문에서는 전 세계가 코로나19 바이러스로 인해 혼란스러운 상황에서 일상생활에서 쉽게 찾아볼 수 있는 낙후된 정류장을 조금 더 청결하고 위생적인 부분을 개선시키고자 UV광촉매를 사용했다[6]. 공기정화의 목적을 위해 사용되어진 UV광촉매는 TiO₂를 사용했다. TiO₂에 UV를 조사하면 유기물을 CO₂와 H₂O로 분해한다. UV광촉매를 TiO₂광촉매 코팅 용액을 사용하여 코팅해 1회성이 아닌 반영구적으로 쉘터를 청결하게 유지할 수 있다는 장점이 있다[7]. 그림 3은 UV광촉매의 원리로 표현되어지고 있는 개략도를 나타낸 것이다[8].

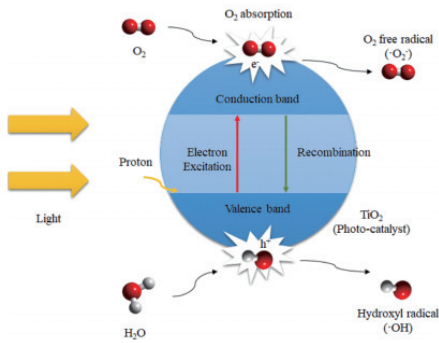


그림 3. UV광촉매의 원리
Fig. 3 UV photocatalyst principle

2.5 CO₂ 센서 동작 알고리즘 설계

그림 4는 버스 쉼터 시스템 중 쉼터 내 이산화탄소 측정 및 환기 알고리즘이다. 승객들의 호흡문제에 있어 불편함을 감소시키기 위해 이러한 시스템을 제작하게 됐다. 시스템에서 가스 센서는 아날로그 출력과 TTL레벨 출력을 사용한다. SZH-SSBH-038은 가스 센서이지만 CO₂ 농도를 측정할 수 있어 본 논문에 사용했다. 이산화탄소 농도 값이 높아질 경우 환기팬이 동작하여 쉼터의 이산화탄소를 낮춰 승객들은 원활하게 호흡할 수 있다.

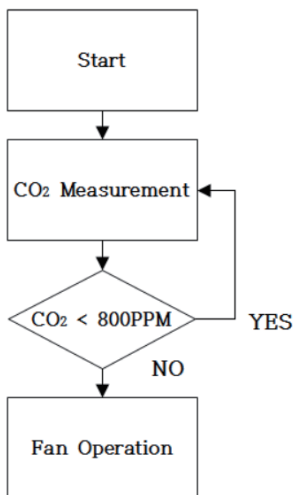


그림 4. CO₂ 센서 알고리즘
Fig. 4 CO₂ sensor algorithm

III. 실험

본 논문에서는 제작되어진 코로나19 방역 버스 쉼터의 체온 측정을 통한 스텝모터의 작동 여부와 적외선 센서를 명확하게 확인하고 부가적인 센서들의 신뢰성 및 유효성을 확보하고자 여러 실험을 진행하게 되었다.

3.1 버스와 버스 쉼터 제작

본 논문에서 CO₂ 센서와 적외선 체온 센서를 사용하여 소형화된 버스 쉼터를 제작하게 됐다. 쉼터의 외장재는 투명 아크릴판 70cm×40cm 4개와 검정 아크릴판 40cm×40cm 1개, 투명 아크릴판 40cm×40cm 1개를 사용했다. 버스 쉼터 뒷면에는 초음파 센서와 체온 센서, 디스플레이, 스텝모터, 팬을 부착했으며 앞면에는 적외선 센서와 스텝모터, 승차벨(스위치), 팬을 부착했다. 쉼터 좌측면은 CO₂ 센서를 부착했고 우측면에는 투명아크릴판 40cm×40cm을 사용하여 승객들이 투명한 외벽을 통해서 쉼터에 버스 진입 여부를 확인할 수 있게 했다. 쉼터 윗면은 조도 센서와 네오픽셀 LED를 부착했다. 버스는 자석과 플라스틱으로 제작하였고 그 위에 LED와 아두이노 우노를 부착했다. 그림 5는 제작된 버스 쉼터 외형이다.



그림 5. 버스 쉼터 외형
Fig. 5 Bus shelter appearance

3.2 적외선 체온 센서 측정 적정 거리 실험

쉼터 내 코로나19 바이러스 감염 확산을 방지하기 위해서는 정확한 체온값이 측정되어야 한다. 이 조건을 만족하기 위해서 적외선 체온 센서로 측정 거리를 달리하여 측정하는 실험을 진행했다. 실험에서는

20cm부터 5cm까지 차이를 두고 정상 체온으로 간주 되는 35도 이상 37.5도 이하인 4명의 사람체온을 측정하여 평균값을 구했다. 또한 체온 센서의 평균 측정값과 비접촉식 체온계 AET-R1B1으로 측정한 평균 체온을 비교하여 오차를 계산했다.

표 1. 체온 센서 측정 적정 거리 실험
Table 1. Experiment with proper distance to measure body temperature sensor

Distance	Temperature sensor	Thermometer	Error
5cm	35.625°C	36.1°C	-0.475°C
8cm	35.42°C	35.80°C	-0.38°C
10cm	35.00°C	35.32°C	-0.325°C
12cm	34.04°C	35.71°C	-1.67°C
15cm	32.85°C	35.37°C	-2.525°C
20cm	32.02°C	35.5°C	-3.475°C

실험 결과, 10cm 이내로 체온을 측정했을 때 오차가 0.5°C 이하여서 10cm 거리 이내에만 체온 측정이 가능하도록 설정했다. 표 1은 거리별 적외선 체온 센서 측정 실험을 수치화했다.

3.3 거리별 초음파 센서 인지 실험

정확한 체온을 측정하기 위해서 거리별 초음파 인지 실험을 한 결과를 표2에 나타내었다.

표 2. 거리별 초음파 센서 인지 실험
Table 2. Ultrasonic sensor recognition experiment by distance

#	Distance	Ultrasonics wave sensor recognition	Temperature sensor operation
1	7cm	YES	YES
2	10cm	YES	YES
3	13cm	NO	NO
4	16cm	NO	NO
5	19cm	NO	NO
6	22cm	NO	NO

초음파 센서와 체온 센서의 위치를 서로 같게 두고 초음파 센서가 10cm 이내의 사람을 인지하면 체온 센서가 동작하도록 설정했다. 실험에서는 초음파 센서

기준 사람과의 거리를 22cm부터 7cm까지 3cm 간격으로 측정하여 체온 센서 동작 여부를 확인했다. 실험 결과, 사람과의 거리가 10cm이내가 될 때 체온 센서가 동작하며 사람과의 거리가 10cm 초과되는 경우 체온 센서는 동작하지 않는 것을 확인했다.

3.4 UV 광촉매 반응 실험

TiO₂ 광촉매가 UV를 조사받으면 유기물을 CO₂와 H₂O로 분해하는데 UV와 광촉매 반응을 확인하기 위하여 이 실험을 진행했다. 실험은 밀폐된 공간(400mL)을 TiO₂ 광촉매 코팅하여 UV램프로 UV를 조사한 뒤 0초부터 260초까지 매 10초마다 CO₂값을 측정했다.

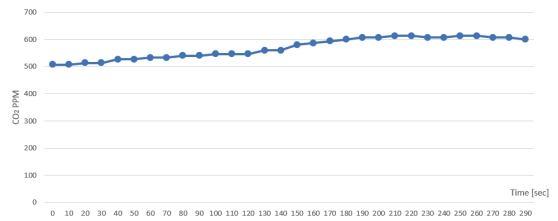


그림 6. UV광촉매 반응 실험
Fig. 6 UV photocatalytic response experiment

실험결과로부터 광촉매에 UV를 조사했을 때 CO₂ PPM이 220초까지 증가하다가 더 이상은 증가하지 않는 것을 확인할 수 있었으며 이로 인해 UV광촉매 반응을 확인할 수 있었다. 실험결과는 그림 6으로 나타났다.

3.5 드라이아이스 증량에 따른 팬 제어 실험

이산화탄소는 인체에 다량 노출될 경우 산소 부족으로 인해 질식할 가능성이 있다. 쉼터 내에서 승객들이 원활하게 호흡할 수 있게 이산화탄소 농도가 높아졌을 때 환기팬이 동작하도록 설정했다. 2019년 지구 평균 이산화탄소 농도가 약 400PPM이라서 쉼터 내의 CO₂농도를 400PPM으로 가정했다. 이때의 CO₂ 센서 측정값은 60으로 출력된다. 이산화탄소 농도와 센서의 측정값의 비를 사용하여 환기팬 동작 기준점을 환경부 실내 권고기준인 1000PPM보다 조금 더 쾌적한 실내를 유지하기 위해 800PPM으로 설정했다.

그림7은 밀폐된 공간(400mL)에 드라이아이스 중량에 따른 팬 제어 실험을 한 결과이다. 이는 드라이아이스 무게별로 다르게 넣어 환기팬의 작동 여부를 확인했다.

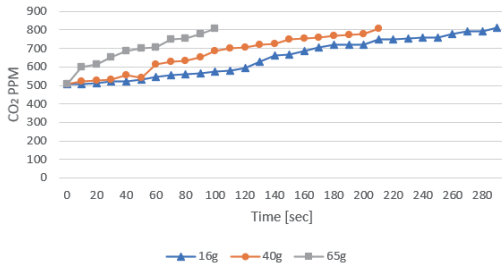


그림 7. 드라이아이스 중량에 따른 팬 제어 실험
Fig. 7 Fan control experiment with dry Ice weight

실험을 통해서 드라이아이스 16g을 넣었을 경우에는 280초가 지난 후에 팬이 동작하고 드라이아이스 40g을 넣었을 경우에는 210초가 지난 후에 팬이 동작한다는 것을 확인했다. 드라이아이스 65g을 넣었을 때는 100초가 지난 후 팬이 동작한다는 것을 확인할 수 있었다. 이로 인해 드라이아이스의 중량이 클수록 환기팬이 이른 시간 안에 동작한다는 것을 확인했다.

3.6 광촉매 반응과 드라이아이스의 CO₂ 발생량

이번에는 밀폐된 공간(400mL)에서 UV광촉매 코팅을 한 후 드라이아이스 65g을 넣고 UV램프를 조사했을 때 환기팬이 동작하는데 까지 시간을 측정했다. 그 실험한 결과는 그림 8로 나타내었다.

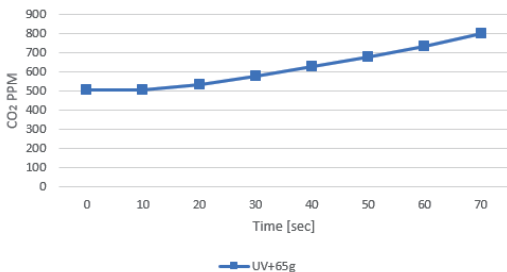


그림 8. 광촉매 반응과 드라이아이스의 CO₂ 발생량
Fig. 8 CO₂ occurrence of dry ice and photocatalyst reaction

측정한 결과, 환기팬이 동작하는데 70초가 소요되는 것을 확인할 수 있었고 UV광촉매를 코팅하지 않은 밀폐된 공간(400mL)에 드라이아이스 65g을 넣었을 때 보다 CO₂ PPM이 높아져 환기팬이 빠른 시간에 동작하는 것을 확인할 수 있었다.

3.7 UV광촉매 코팅 횟수에 따른 CO₂ 발생량

실험에서는 UV 광촉매 코팅 횟수에 따른 CO₂ 발생량을 확인하였고 그 결과를 그림9에 나타내었다. 실험은 500mL의 밀폐된 공간을 광촉매 코팅 횟수를 1회부터 4회까지 나누어 한 후 UV 램프를 조사해 CO₂ 발생량을 측정했다.

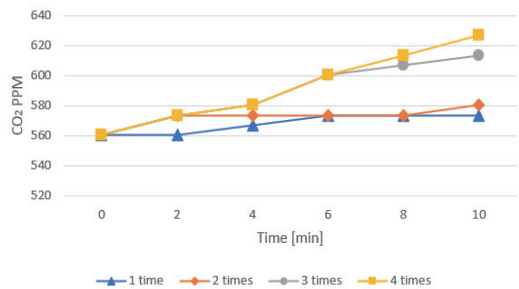


그림 9. UV광촉매 코팅 횟수에 따른 CO₂ 발생량
Fig. 9 CO₂ generation volume according to the number of UV photocatalyst coatings

실험결과로부터 1회 코팅했을 경우에는 10분 후에 CO₂ PPM이 575로 측정된 것을 확인했고 4회 코팅했을 경우에는 10분 후에 CO₂ PPM이 625로 측정된 것을 확인할 수 있었다. 따라서 1회 코팅한 경우보다 4회 코팅한 경우가 CO₂ 발생량이 많아 UV 광촉매 반응이 더 잘 나타나는 것을 확인했다.

3.8 UV램프 개수별 광촉매 CO₂ 발생량

실험을 통해 UV램프 개수별 CO₂ 발생량을 확인하고자 본 실험을 진행했다. 실험은 500mL의 밀폐된 공간을 광촉매 코팅을 4회 한 후 UV램프를 1개 조사했을 때와 2개 조사했을 때의 CO₂ 발생량을 측정했다.

UV램프를 1개 조사한 후 10분이 경과했을 때 CO₂ PPM이 613으로 측정되었으며 UV램프를 2개 조사한 후 10분이 경과했을 때는 CO₂ PPM이 626으로 측정

됐다. 실험을 통해 UV램프를 2개 조사했을 때 UV광 촉매 반응이 더 활성화되는 것을 확인할 수 있었다. 실험결과는 그림 10으로 나타났다.

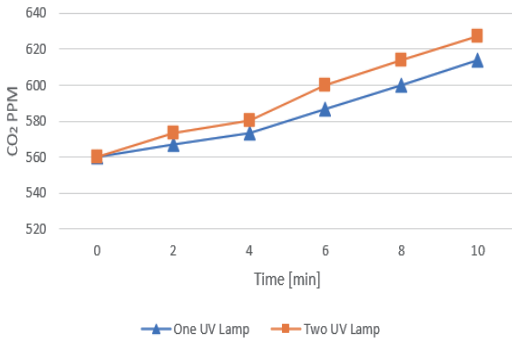


그림 10. UV램프 개수별 광촉매 CO₂ 발생량
Fig. 10 Amount of photocatalyst CO₂ generated by number of UV lamps

3.9 조도별 LED 제어 실험

조도 센서를 이용하여 쉼터 외부의 조도를 측정해 측정된 조도값이 150 lux 이하 일 때 쉼터 내부의 네오피셀 LED가 ON이 되도록 설정하였다. 조도 기준 KS A 3011 : 1998(2018확인)에 의하면 승차 지역의 인공조명 조도 기준은 150 lux로 제시되어 있다[9]. 실험에서는 조도계를 사용하여 250 lux부터 50 lux 까지 40 lux 차이로 조도를 측정 후 LED의 동작 여부를 확인했다. 조도별 LED 제어 실험 결과는 표 3으로 나타났다.

표 3. 조도별 LED 제어 실험
Table 3. LED control experiment by light

#	Lux	NeoPixel LED
1	250	ON
2	210	ON
3	170	ON
4	130	OFF
5	90	OFF
6	50	OFF

실험결과를 통해 조도가 150 lux를 초과했을 경우에는 LED가 ON이 되는 것을 확인했으며 조도가 150

lux 이하 일 때 LED는 OFF가 되는 것을 확인할 수 있었다.

3.10 각도별 적외선 센서 인지 실험

쉼터의 높이가 2.5m일 때 소형화된 쉼터의 높이가 40cm이므로 6.25의 비를 갖는다. 이 비를 사용하여 2019년 초등학교 1학년의 평균키인 120.6cm를 소형화된 쉼터로 비교했을 때 19.296cm로 나타났다. 적외선 센서는 쉼터 내벽과 각도 10도 차이를 두어 쉼터 출구 부근에서만 사람을 인식할 수 있게 설정했다.

표 4. 각도별 적외선 센서 인지 실험
Table 4. Infrared sensor perception experiment by angle

#	Angle	IR sensor recognition	Motor operation
1	5°	YES	YES
2	10°	YES	YES
3	15°	NO	NO
4	20°	NO	NO
5	25°	NO	NO
6	30°	NO	NO

실험 결과, 적외선 센서는 센서 기준 각도 10도 이내 19.296cm 이상의 물체를 인지했다. 각도별 적외선 센서 인지 실험은 표 4로 나타났다.

IV. 결론

코로나19 바이러스로 혼란스러운 사회에서 바이러스 감염 예방 시스템, 체온 센서를 통해 발열 증상을 확인할 수 있는 시스템들은 존재하지만 버스 정류장에서는 쉽게 찾아볼 수 없다[10-12]. 본 연구는 사람이 밀집되는 버스 정류장 내에서 승객들의 코로나19 바이러스 감염 확산을 예방하고 정류장의 위생적인 측면을 개선하고자 진행되었다. 앞서 내용과 같이 CO₂ 센서를 사용해 쉼터 내부를 환기시켜 쾌적한 환경을 보존하고 쉼터를 UV광촉매 코팅해 쉼터 내부를 멸균하여 청결한 상태를 유지한다. 또한 체온 센서를 이용하여 승객이 정상 체온 범위인 35도 이상이고 37.5도 이하일 때만 쉼터에 진입 가능하게 설정했다.

코로나19 바이러스 감염 증상 중 발열 증상이 20%로 발현되는데 체온 센서를 통해 감염 의심 환자를 선별하여 대중교통 이용에 제한을 둔다면 쉼터 내 코로나19 감염 확산을 20% 정도 예방할 수 있다고 예상된다[13]. 체온 측정 거리가 10cm 이내 일 때 체온 측정의 정확성은 체온계와 비교했을 때 98.9%로 확인할 수 있었다. 밀폐된 쉼터에서 스위치와 LED로 버스 기사님에게 승차의사를 전달할 수 있게 제작되었으며 부가적으로 조도 센서를 이용해 조도에 따라 쉼터 내 네오픽셀 LED가 제어되도록 설정했다. 적외선 센서를 사용하여 출구 부근에서만 자동문이 동작된다. 이 기능들을 이용하여 기존 버스 정류장내에서의 보건의적인 측면을 보완할 수 있고 이런 문제를 한층 더 개선하기 위해서는 향후 추가적으로 연구가 진행될 필요성이 있다.

References

- [1] Y. Lee, "Introduction of Improvement strategies based on an Vulnerability analysis of Road infrastructure and Public transit services in Old industrial complexes," *J. of The Association of Korean Photo-Geographers*, vol. 27, no. 4, 2017, pp. 17-32.
- [2] Ministry of Health and Welfare, "Reorganization of the social distancing system (proposal) (Presentation 2)," *report*, 2021, pp. 1-34.
- [3] S. Park, "Epidemiology, Virology, and Clinical Features of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2; Coronavirus Disease-19)," *J. of Pediatric Infection and Vaccine: PIV*, vol. 27, no. 1, 2020, pp. 1-10.
- [4] Ministry of Environment, "Know indoor air properly 100 questions 100 answers," *report*, 2019, pp. 1-66.
- [5] Ministry of Education, "Results of the 2019 Student Health Test Sample Statistics Analysis," *report*, 2020, pp. 1-33.
- [6] J. Na, T. Kim, S. Cho, and S. Kim, "A study on sterilization of pathogenic bacteria using titanium dioxide photocatalyst," *J. of Theories and Applications of Chemical Engineering*, vol. 11, no. 2, 2005, pp. 2081-2084.
- [7] J. Kim, M. Ahn, S. Yang, H. Jeon, W. Choi, C. Kwon, and G. Yoon, "Preparation and Properties of TiO₂ Photocatalytic Solution," *J. of Abstract of the 2004 Autumn General Assembly and Research Presentation of The Korean Ceramic Society*, vol. 7, no. 5, 2004, pp. 86.2-86.2.
- [8] H. Lee, Y. Park, S. Lee, and J. Park, "Photocatalytic Properties of TiO₂ According to Manufacturing Method," *J. of Korean Chemical Engineering Research*, vol. 56, no. 2, 2018, pp. 156-161.
- [9] Korea Industrial Standards, KS A 3011, Korea Industrial Standards Association, 2018.
- [10] E. Kim and J. Kim, "Face Recognition and Temperature Measurement Access Control System using Machine Learning," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 16, no. 1, 2021, pp. 197-202.
- [11] J. Oh, H. Lee, and J. Lee, "Design for interworking with payment system using short-range wireless communication method," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 6, 2020, pp. 1031-1036.
- [12] J. Oh, H. Lee, and Y. Baek, "A Study on the Near Field IoT Medical Receipt System Based on Uncontact," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 4, 2020, pp. 785-790.
- [13] J. Lee, D. Lim, S. Hong, M. Park, G. Kim, N. Lim, S. Lee, J. Park, D. Song, H. Chai, S. Kim, Y. Lee, and H. Park, "The primary report of clinical data analysis on the COVID-19 in the Republic of Korea," *J. of Public Health Weekly Report, PHWR*, vol. 13, no. 28, 2020, pp. 2047-2058.

저자 소개

박병윤(Byeong-Yoon Park)



2015년 3월~ 남서울대학교 전자
공학과 4학년 재학 중
※ 관심분야 : 센서 응용

이현민(Hyeon-Min Lee)



2017년 3월~ 남서울대학교 전자
공학과 4학년 재학 중
※ 관심분야 : 논리 회로

짚반선(Van-Son Tran)



2018년 9월~ 남서울대학교 전자
공학과 4학년 재학 중
※ 관심분야 : 프로그래밍 응용

웬민투언(Minh-Tuan Nguyen)



2018년 3월~ 남서울대학교 전자
공학과 4학년 재학 중
※ 관심분야 : 논리 회로



이봉주(Boong-Joo Lee)

1996년 인하대학교 전기공학과 졸업(공학사)
1998년 인하대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)

2003년 인하대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사)
전) LG전자 디지털디스플레이 연구소 선임연구원
전) 남서울대학교 전자공학과 학과장
전) University of Utah(USA), 방문교수
현) 남서울대학교 전자공학과 교수(07.9~현재)
※ 관심분야: 유기/무기 전자소자, 차세대 디스플레이

