

영상 및 인체 감지 센서를 활용한 어린이 통학 차량 안전사고 방지 시스템

박상수* · 박현규* · 박성철* · 전문표* · 이봉주**

Child-to-school Vehicle Safety Accident Prevention System Utilizing Video and PIR Sensor

Sang-Soo Park* · Hyun-Gyu Park* · Sung-Chul Park* · Moon-Pyo Jeon* · Boong-Joo Lee**

요약

본 논문에서는 영상 및 인체 감지 센서를 활용한 새로운 슬리핑 차일드 체크 시스템을 설계 및 제작 할 계획이다. 그에 따라 아두이노 기반의 주 제어 장치로 인체감지 센서 및 온도 센서의 데이터 수집을 통해 차량 내부에 사람 유무와 특정한 온도에 따라 발생 할 수 있는 차량 내 사고에 대해서 방지 할 수 있는 시스템을 구현할 계획이다. 또한 센서들의 값을 블루투스 통신이나 와이파이 통신 방식과 연동하여 휴대폰에 정보 전송을 하여 어플 화면에 센서값을 텍스트로 출력 할 수 있다. 또한 라즈베리파이와 카메라 모듈을 활용하여 차량 내부에 상황을 디스플레이와 스마트폰 스트리밍 서비스를 구축할 계획이다. 이를 통해 본 논문에서 실험과 연구를 통해 정량적 목표인 인체감지 센서로 차량 내부를 100% 인식하게 함으로써 통학 차량 내 안전사고를 방지 하는 것이 본 연구의 목표이다.

ABSTRACT

In this paper, we plan to design and manufacture a new sleeping child check system using image and PIR sensors. Therefore, it plans to implement a system that can prevent in-vehicle accidents that can occur due to presence of human and certain temperature inside the vehicle by collecting data from PIR sensors and temperature sensors with the main control device based on Arduino. In addition, the values of sensors can be linked with Bluetooth communication or Wi-Fi communication to send information to the mobile phone, and the sensor values can be printed by texting on the screen. It also plans to use raspberry pie and camera modules to build a display and smartphone streaming service inside the vehicle. Through this, the objective of this study is to prevent safety accidents in school vehicles by making experiments and research in this paper recognize 100% inside the vehicle with the quantitative goal of PIR sensors.

키워드

Arduino, PIR Sensor, Raspberry Pi 3B, Raspberry Pi Camera, Bluetooth
아두이노, 초음파 센서, 라즈베리파이 3B, 라즈베리파이 카메라, 블루투스

* 남서울대학교 전자공학과 (als31qorb@naver.com, mpark1023@gmail.com, qkrwjdq93@naver.com, kimha893@naver.com)

** 교신저자 : 남서울대학교 전자공학과

• 접수일 : 2019. 09. 24

• 수정완료일 : 2019. 11. 04

• 게재확정일 : 2019. 12. 15

• Received : Sep. 16, 2019, Revised : Nov. 15, 2019, Accepted : Dec. 15, 2019

• Corresponding Author : Boong-Joo Lee

Dept. of Electronic Engineering, Namseoul University,

Email : bjlee@nsu.ac.kr

I. 서 론

2018년 7월 여름 폭염 속 어린이집 차량 내 갇힘 사고로 인해 차량 내부에 갇혀 있던 어린이가 사망하는 사고가 발생하였다. 조사결과에 따르면 유아 차량 내 갇힘 사고가 소방청 조사 결과에 따르면 2015년 11건, 2016년 37건, 2017년 60건, 2018년 87건으로 매년 증가하고 2015년부터 2018년까지 어린이 차량 내 갇힘 사망 사고가 4명으로 매년 지속적으로 증가하는 것을 확인 할 수 있다.

이에 따라서 정부는 도로교통법 개정을 통해 어린이집 차량 내부에 어린이 하차 확인 시스템의 설치를 의무 하였다. 이에 따라서 북미등지에서 사용하고 있는 슬리핑 차일드 체크 시스템이 도입되었다[1],[2],[3].

본 논문에서는 새로운 방식의 슬리핑 차일드 체크 시스템을 제안하고 시스템에 대한 연구와 구현을 실시 이에 따라 어린이집 차량 모형을 구상하고 아두이노 기반의 다중 센서를 활용하여 인체감지 및 온도 측정하여 데이터 수집 결과에 따라 모터 제어와 창문 개폐를 하도록 하였으며, 또한 사운드 재생을 통해 주변에 사람들에게 아이가 차량 내에 갇혀 있는 것을 인지 할 수 있게 시스템을 구축하였다. 인체 감지 센서의 값에 따라 차량 내 인체 유무를 어플을 통해 알려 줄 수 있고, 또한 라즈베리파이 카메라 모듈을 통한 디스플레이 출력 및 휴대폰 스트리밍을 통해 운전자와 학부모 모두 아이의 신변을 확인 할 수 있도록 하였다. 이를 통해 본 논문에서 정량적 목표로 설정한 차량 내부에서 인체감지 센서를 통해 100% 인식이 되게 함으로 차량 내 갇힘 사고로 인한 안전 사고를 방지하는 것이 본 연구의 목적이다.

II. 시스템 설계

2.1 시스템 구성

2.1.1 라즈베리파이 CCTV

라즈베리파이를 기반으로 하여 어린이집 차량 내부의 영상을 송출을 담당하는 라즈베리파이 cctv 순서도 이다. 스타트 스위치를 누르면 제어부 라즈베리파이에서 센서부 카메라로 명령을 내려 차량 내부를 영

상으로 기록하고 그 영상 값을 출력부 디스플레이에 송출하여 운전석에서 차량 내부의 상태를 볼 수 있게 한다. 그 후 디스플레이에 송출 되는 값을 제어부 라즈베리파이에 저장 한 후 영상의 값을 휴대폰 스트리밍 서버에 송출한다[4].

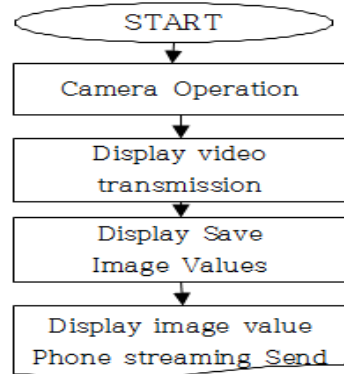


그림 1. 라즈베리파이 CCTV 시스템 블록선도
Fig. 1 Rasberry Pi CCTV System block diagram

“그림 1은” 라즈베리 파이를 통한 촬영된 내용을 송출하는 알고리즘을 설명합니다. 전원이 공급됨과 동시에 라즈베리 파이의 카메라 모듈이 작동합니다. 카메라 모듈은 차량의 내부를 마치 cctv처럼 촬영하며, 라즈베리 파이를 통해 앱 스트리밍을 하게 됩니다. 라즈베리 파이에 부여된 ip를 portforwarding을 통해 외부 접속을 가능하게 한 후, 라즈베리 파이의 웹 스트리밍 ip 주소를 앱 인벤터를 통해 접속하여, 모바일로도 카메라 모듈이 촬영 중인 내용을 확인할 수 있게 하였습니다.

2.1.2 차량 내 어린이 하차 확인 시스템

아두이노를 기반으로 하여 어린이집 차량 내부에서 어린이 하차 확인 시스템을 담당하는 순서도 이다. 스타트 스위치를 눌러 동작을 시작하면 인체 감지 센서를 통해 차량 내부의 인체를 유무를 감지하고 인체감지 값을 블루투스 모듈로 보낸다. 또한 인체가 감지 후 온도 센서를 통한 온도 측정으로 40℃ 이상이 되면 1회 감지 시 모터 구동을 통해 창문 개폐와 사운드 재생을 하며, 2회 이상 감지시 사운드 반복 재생을 실행한다.

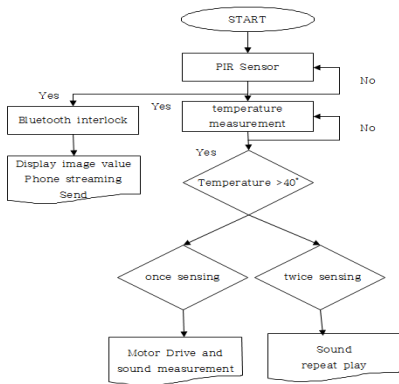


그림 2. 차량 내 어린이 하차 확인 시스템 블록선도
Fig. 2 Sleeping child check system block diagram

“그림 2”는 아두이노 우노를 설명합니다. 아두이노에 전원이 공급되면 PIR Sensor(인체감지센서)가 차량 내부에 사람이 존재하는지 확인합니다. 사람이 있다고 감지하고 만약 온도가 40도 이상이라면 모터를 이용해서 창문을 열어줌과 동시에 스피커를 통해 경고 사운드를 재생합니다. 계속된 감지를 하며 이전 상황이 이어진다면 계속해서 경고 사운드를 재생합니다.

2.1.3 스마트폰 어플 블록선도

아두이노를 기반으로 하여 블루투스 모듈을 통해 스마트폰 어플과 연동하여 아두이노의 인체감지 센서의 값을 받아 인체 감지의 값이 1이 되면 어플 내 화면에 “차량 내 움직임 감지”를 띄운다. 인체 감지의 값이 0이 되면 어플 내 화면에 “이상 없습니다.”를 띄운다[5].

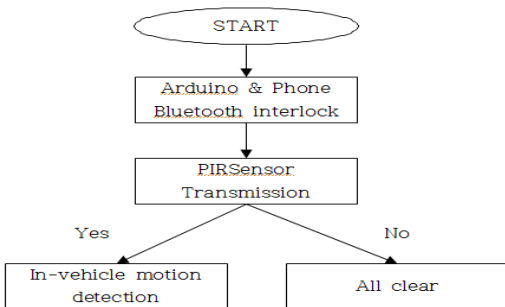


그림 3. 스마트폰 어플 블록선도
Fig. 3 Smart phone app block diagram

2.1.4 주 제어 장치

본 논문에서는 수동으로 하는 벨 방식의 기존의 어린이 하차 확인 시스템과 달리 차량 내부 운전석에서 버튼 하나로 컨트롤 할 수 있게 시스템을 구축하였다. 직접 확인하고 벨을 누르는 기존과 달리 앉아서도 센서와 카메라를 통해 차량 내부에 어린이 유무를 확인할 수 있게 하였다. 이를 실현하기 위한 주 제어장치로는 아두이노 우노와 라즈베리파이가 채택되었다. 아두이노 우노는 다양한 센서들을 쉽게 사용할 수 있기 때문에 사용되었고, 라즈베리파이의 경우 카메라 모듈을 통한 서버를 통한 CCTV 구축과 이를 아두이노와 연동 할 수 있어 주 제어 장치로 선정하였다.

아두이노를 주 제어 장치로 하는 어린이 하차 확인 시스템의 경우 차량 내부에 설치하여 인체 감지 센서와 온도 센서를 통해 차량 내부 어린이 간헐 사고에 대해서 방지하고 차량 내부에 어린이가 갇혀 있을 시 모터와 사운드 센서를 통해 구조 할 수 있도록 하였다.

2.1.5 인체 감지 센서

본 논문에서는 차량 내부에 어린이 하차 유무를 확인하기 위해서 인체 감지 센서가 선택 되었다. 인체 감지를 위한 인체 감지 센서는 수동 적외선 센서로 적외선을 통해 사람의 움직임에 따라 1과0의 값을 출력하는 센서이다. 인체에서는 약 9~11 μ m의 정도의 일정한 적외선이 방출되며, 방출된 적외선을 집광렌즈를 통과하여 센서 표면에 위치한 Window 부분에 닿게 되면 적외선 신호가 전압으로 출력 되어 센서에 내장된 증폭기로 전달되어 아두이노에 사람 유무를 판단하게 해준다.

2.2 앱 인벤터를 활용한 스마트폰 어플

앱 인벤터를 통해 어플을 구성하였고, 아두이노의 블루투스 모듈을 연결하여, 스마트폰과 연동시켜 아두이노에서 나오는 센서의 값에 따라 텍스트를 출력하도록 설계하였다. 이를 활용하여 본 논문에서 제시하는 보호자도 항상 차량 내부에 상황을 확인 할 수 있다.



그림 4. 앱 인벤터를 활용한 스마트폰 어플
Fig. 4 Smart phone App using App. inventor

III. 실험 및 고찰

본 논문에서는 어린이집 차량 내부에 간헐 사고를 방지하기 위해 인체 감지 센서와 카메라 모듈을 활용한 어린이 하차 확인 시스템을 설계 및 제작하였다. 따라서 본 논문에서 개발된 어린이 하차 확인 시스템의 유효성을 확인하기 위해서 인체감지 센서의 차량 내부 인식률과 영상 디스플레이 송출을 통해 차량 내부를 확인 할 수 있는 것을 본 논문의 실험 내용으로 선정하였다.

3.1 영상 송출과 스트리밍

그림 5에서 라즈베리파이의 카메라 모듈을 통한 차량 내부의 CCTV 시스템 구축에서 확인 할 수 있다. 그림에서와 같이 라즈베리파이 카메라 모듈을 통해 찍는 영상을 파이프 라인 방식으로 병렬 명령 처리하여 디스플레이와 스마트폰에서 라즈베리파이에서 송출된 영상을 최소한의 딜레이를 통해 실시간으로 차량 내부를 확인 할 수 있게 하였다. 표 1의 경우 여러 가지 스트리밍 프로그램의 디스플레이와 스마트폰에서의 딜레이 실험의 값이다. 딜레이 실험을 통해 가장 최적화된 프로그램을 사용하여 어린이 하차 시스템을 구축하였다.



그림 5. 영상 송출과 스트리밍
Fig. 5 Video transmission and streaming

표 1. 프로그램에 따른 딜레이 측정 값

Table 1. Delay measurements according to program

	Live555	V4L2	Gstreaming
Delay(Phone)	7sec	5sec	0.5~0.7
Delay(PC)	3sec	2sec	0.2~0.3

본 논문에서 프로그램에 따른 딜레이를 측정하였고 이때 최종적으로 딜레이가 가장 적은 Gstreaming 방식을 사용하였다. 이 실험에서 Gstreaming 방식이 가장 적은 딜레이 값이 나온 이유는 파이프라인 방식의 병렬 명령 수행으로 이루어져 있어서 가장 딜레이가 적을 것을 알 수 있다. 이와 다르게 Live 555 방식의 경우 파일 스트리밍 방식으로 현재 스트리밍 서비스를 할 파일을 열고 매번 파일에서 데이터를 읽어 스트리밍 하는 방식이기 때문에 매우 느리다는 것을 알 수 있다. 그러므로 실험을 통해 최종적으로 가장 딜레이가 적은 Gstreaming 방식을 사용하는 것을 표 1를 통해 알 수 있다[6],[7],[8],[9].

3.2 인체 감지 센서 인식률 실험

인체 감지 센서를 통해 차량 내부의 인식률 실험을 실시하였다. 인식률에 대한 정량적 설정은 어린이집 차량에서 의자 높이 비율보다 살짝 높은 버스 모형 높이의 50% 비율에서 전체를 32개의 방으로 나누어 인체 감지 센서가 각 방에서 인식 하는지 확인하여 인식률을 계산하였다. 설치 각도는 사각지역을 최소화 하기 위하여 버스 모형의 꼭지점에서 인체 감지 센서를 설치하여 운전석을 기준으로 설정하여 0도부터 창문 90도에 이르기까지 인체 감지 센서의 각도를 수정하여 실험을 진행 하였다[10].

표 2. 인체 감지 센서 1개 설치시 인식률 실험

Table 2. Recognition rate one PIR sensor

Angle	0	30	45	60	90
Rate	59.33	68.75	90.6	87.50	81.25

첫 번째로 인체 감지 센서 한 개를 설치하여 인식률 실험을 한 결과 표 2에서 볼 수 있듯 차량 내부에서 어느 각도에 대해서 설치하여도 100% 인식률을

가지지 못하는 것을 볼 수 있다. 이에 따라서 어린이 하차 확인이라는 목표를 이루기 위해서 인식률을 높이기 위해서 인체 감지 센서의 개수를 증가 시켜 두 번째 실험을 실시하였다.

표 3. 인체 감지 센서 2개 설치시 인식률 실험
Table 3. Recognition rate two PIR sensor

Angle	0	30	45	60	90
Rate (%)	100	100	100	100	100

두 번째로 인체 감지 센서 두 개를 설치하여 인식률 실험을 한 결과 표 3에서 볼 수 있듯 차량 내부서 어느 각도에서 대해서 설치하여도 모두 100% 인식률을 가지는 것을 확인 할 수 있다. 이에 따라서 본 논문에서는 인체 감지 센서를 2개 사용하여 차량 내부 어느 공간에서든 어린이 하차 유무를 확인 할 수 있게 하였다.

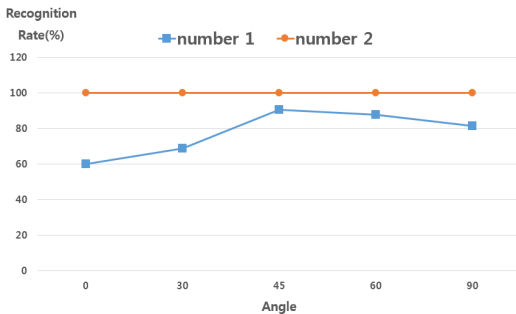


그림 6. 인체 감지 센서 인식률 그래프
Fig. 6 Recognition graph sensor

본 논문에서 사용된 인체감지 센서는 HC-501모델로 인식 거리는 3~7M까지 인식하며, 각도의 경우 140도까지 인식한다. 이에 따라서 1차 실험에서처럼 한 개의 인체감지 센서만을 설치할 경우 차량 내부에 사각지역이 발생하여 사고가 발생 할 수 있으므로 2차 실험에서 인체 감지센서를 2개 사용하여 사각지역을 최소화 하였으며, 그에 따라 본 논문에서는 최종적으로 표 2의 실험값에 따라 인체 감지 센서를 0°에서 2개를 설치하였다.

IV. 결 론

본 논문에서 제시한 영상 및 인체 감지 센서를 활용한 어린이 통학 차량 안전사고 방지 시스템은 최근 발생한 어린이집 차량 내 간힘 사고로 인한 어린이 사망사고를 방지하기 위하여 정부에서 도로교통법을 제정하여 어린이집 차량 내 승하차 시스템을 필수적으로 도입하게 한 것에 대한 제시안이다. 그에 따라 본 논문에서는 정량적 목표로 어린이집 통학 차량 내부에서 발생할 수 있는 간힘 사고를 비롯한 안전사고를 방지하기 위해 실제 어린이집 차량에서 의자 높이 비율에 해당하는 50%인 버스 모형 기준 20cm 높이에서 100% 인식률을 가지도록 한다. 이때 인식률 100%을 가지기 위하여 인체 감지 센서의 개수와 각도에 대한 실험을 함으로써 100% 인식률을 가진다. 이를 통해 차량 내부에서 어린이 간힘 사고를 방지하는 것이 목표이다. 또한 차량 내 촬영된 영상을 실시간 스트리밍 서비스와 인체 감지 센서를 통해 차량 내부의 상황을 블루투스 송신을 활용해 스마트폰 앱 내 알림을 활성화 시켜 차량 내부의 상황을 알려 줄 수 있도록 하였다. 또한 라즈베리파이를 활용한 스트리밍 서비스로 차량 내부의 상황을 시각적으로도 전달 할 수 있게 하였다. 이때 스트리밍의 딜레이를 최소화 시키기 위하여 프로그램에 따른 딜레이 실험을 실시하였고, 최적화 된 프로그램을 사용하였다. 본 논문에서 제시한 것과 기존의 있는 슬리핑 차일드 체크 시스템의 방식들과 비교해 장점은 학부모에게 스마트폰을 통해 차량 내부를 시각적으로 전달 할 수 있고, 운전자가 매번 차량 뒤쪽으로 이동하여 버스 내부의 상황을 확인 하지 않아도 된다는 장점이 존재하고, 유사시 시각적인 자료 수집을 할 수 있다. 본 논문에서 제시한 내용을 통해 시장에서 또 하나의 슬리핑 차일드 체크 시스템의 옵션 중 하나로 널리 활용이 될 수 있다고 생각 된다. 본 논문에서 제시하는 슬리핑 차일드 체크 시스템의 단점으로는 카메라 슬라이더를 제어 할지 못하는 단점과 라즈베리파이와 아두이노가 연동 되지 못하는 단점이 존재한다.

그에 따라서 추후에 연구 방향으로서는 이러한 단점을 없애면 더욱 완성도 높은 슬리핑 차일드를 제시할 수 있다고 생각 된다.

References

- [1] H. Park and Y. Cho, "Child-Check System for Childrens Safety Accident," *KOREAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS academic Conf.*, Gyeongju, Korea, Oct. 2018, pp. 518-520.
- [2] S. Kim, G. Kim, M. Kim, J. Bok, H. Lee, A. Edrees, and B. Ko, "Child Get On and Off Monitoring System Using Sensor Fusion," *The Korean Institute of Information Scientists and Engineers, academic Conf.*, Pyeongchang, Korea, Dec. 2018, pp. 1549-1550.
- [3] C. MO, "Monthly KOTI Mag on Tansport," The Korea Transport Institute 2016, pp.57-59.
- [4] J. Cho, H. Kim, D. Chae, and S. Lim, "Smart CCTV Security Service in IoT(Internet of Things) Environment," *J. of Digital Contents Society*, vol. 18, no 6, Oct. 2017, pp. 1135-1142.
- [5] B. Kim, "Revision and Implementation of App Inventor Open Source," *J. of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 22, no. 2, Feb. 2018, pp. 221-226.
- [6] H. Oh, "Design and Implementation of Media Player for Smart Phone Using GStreamer," *Korea Multimedia Society, academic Conf.*, Seoul, Korea, May 2005, pp. 238-242.
- [7] H. Lee and D. Shin, "Configurable GStreamer Pipeline Virtualization Supporting Multiple Applications," *KOREA INFORMATION SCIENCE SOCIETY, academic Conf.*, Jeju, Korea, June 2017, pp. 1439-1441.
- [8] H. Jung and H. Lee, "Implementation of Real-Time Streaming Service Using Live555 RTSP Server," *KOREA INFORMATION SCIENCE SOCIETY, academic Conf.*, Daejeon, Korea, Nov. 2012, pp. 188-190.
- [9] J. Son, S. Kim, H. Cho, and S. Koh, "A Study of GStreamer Pipeline with Object Tracking Technology of Real-time Pedestrian Safety Accident Detection System Using IP Camera," *Korea Institute Of Communication Sciences, academic Conf.*, Seoul, Korea, Nov. 2018, pp. 266-267.
- [10] K. Choi, S. Cho, K. Lee, S. Chung, and H. Kang, "Information Fusion of PIR Sensor and IPNC for Enhancement of Human Detection Performance," *Korean Institute of Intelligentsu stems an acad ernic*, vol 23, no 2, Oct. 2013, pp. 41-42.

저자 소개



박상수(Sang-Soo Park)

2011년 3월~ 남서울대학교 전자공학과 4학년 재학 중



박현규(Hyun-Gyu Park)

2013년 3월~ 남서울대학교 전자공학과 4학년 재학 중



박성철(Sung-Chul Park)

2014년 3월~ 남서울대학교 전자공학과 4학년 재학 중



전문표(Moon-Pyo Jeon)

2014년 3월~ 남서울대학교 전자공학과 4학년 재학 중



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(14.3~16.2)
현) 남서울대학교 전자공학과 교수(07.9~현재)
※ 관심분야: 유기/무기 전자소자, 차세대 디스플레이