

어린이 통학버스 사고 방지 및 안전 관리 시스템

김현주, 이승민, 함소정, 김선희*
상명대학교 시스템반도체공학과

Accident Prevention and Safety Management System for a Children School Bus

Hyeonju Kim, Seungmin Lee, Sojeong Ham, Sunhee Kim*
Department of System Semiconductor Engineering, Sangmyung University

요약 최근 어린이 통학버스 사용이 증가함에 따라 통학버스 운전자 및 동승 보호자의 과실로 인한 사고도 큰 폭으로 증가하고 있다. 정부에서는 이를 방지하기 위한 다양한 정책들을 내놓고 있다. 이에 우리는 어린이 통학버스 사고 방지 및 안전 관리를 위한 시스템을 제안한다. 이 시스템을 이용하면 버스 운전자는 각 좌석별 어린이의 착석 여부와 안전벨트 사용 여부를 동시에 쉽게 확인할 수 있으므로 운전 중에도 어린이들의 상태에 따라 빠르게 대처 할 수 있다. 카메라로 찍히는 이미지를 실시간 분석하여 얼굴을 인식하는 기능이 있어서, 어린이들은 각자의 키에 맞게 길이가 자동 조절된 안전벨트를 사용할 수 있다. 따라서 교통사고 발생 시 발생 가능한 2차 상해를 방지할 수 있다. 또한 어린이들이 버스에서 내린 것을 확인하기 위한 슬리핑 차일드 체크 시스템과 실시간으로 어린이의 위치를 부모에게 알려주기 위한 문자 서비스도 제공된다. 라즈베리파이를 기반으로 하여 모터, 카메라, 압력센서, 블루투스 모듈 등을 이용하여 구현되었다. 이것을 버스 모형에 부착하여 일련의 기능들이 정확하게 동작함을 확인하였다.

Abstract As the use of children's school buses increases, accidents caused by the negligence of school bus drivers and ride carers have also increased significantly. To prevent such accidents, the government is coming up with various policies. We propose an accident prevention and safety management system for children's school buses. Through this system, bus drivers can easily check whether each child is seated and whether the seat belt is used, so it is possible to quickly respond to children's conditions while driving. With the ability to recognize faces by analyzing camera images, children can use a seat belt that is automatically adjusted to their height. It is therefore possible to prevent secondary injuries that may occur in the event of a traffic accident. In addition, a sleeping child-check system is provided to confirm that all children get off the bus, and a text service is provided to inform parents of their children's locations in real time. Based on Raspberry Pi, the system is implemented with cameras, pressure sensors, motors, Bluetooth modules, and so on. This proposed system was attached to a bus model to confirm that the series of functions work correctly.

Keywords : School Bus, Seat Belt, Sleeping Child Check, Safety Belt, Safety System

1. 서론

최근 어린이 통학버스 사용이 증가함에 따라 통학버스

운전자 및 동승 보호자의 과실로 인한 사고도 큰 폭으로 증가하고 있다. 도로교통공단 자료에 따르면, 2017년도에는 사망한 어린이는 없지만 2013년 대비 사고 건수는 약

*Corresponding Author : Sunhee Kim(Sangmyung Univ.)

email: happyshkim@smu.ac.kr

Received April 13, 2020

Accepted July 3, 2020

Revised June 10, 2020

Published July 31, 2020

3배, 부상자는 약 2배 이상 급증하였다[1]. 특히 어린이가 버스에서 내리지 못하여 갇히는 사고의 경우 차 안 산소 부족으로 생명이 위협하게 되며, 더운 여름철에는 화상 혹은 열사병으로 숨지는 경우도 있다[2]. 또한, 안전벨트 미 착용 시 사고 치사율이 착용했을 때 보다 약 12배 정도 증가하므로 안전띠 착용은 중요한데[3]. 한국소비자원 자료에 따르면, 어린이 통학버스에서 안전벨트 미 착용률이 약 77%에 달한다[4]. 이러한 문제들에 대처하기 위하여 정부에서는 어린이가 다 내렸는지 확인하는 하차 안전장치인 슬리핑 차일드 체크 및 운전자/보호동승자에 대하여 어린이의 안전띠 착용 관리를 의무화하였다[5-6].

하지만, 운전자 외 보호 동승자가 없는 경우, 어린이가 안전 벨트를 착용하였는지, 운행 중 안전 벨트가 풀리지는 않는지 운전자가 운전을 하면서 동시에 차량 전체를 확인하는 것은 쉽지 않다. 더욱이, 어린이가 성인용 안전 벨트를 착용하는 경우, 사고 발생 시 성인용 안전벨트가 앉은 키가 작은 어린이들의 목을 압박해 2차 상해를 입히거나 골반 벨트가 복부로 미끄러져 장 파열을 일으킬 수 있으므로 기존 성인용 안전벨트에 대한 개선도 필요하다[7-8].

기존 안전벨트 모니터링 시스템[4]에서는 안전 벨트에 센서를 부착하여, 안전벨트의 탈착 정보를 무선 메시 네트워크를 이용하여 자동으로 수집한 뒤 어플리케이션에 보여주는 시스템을 제안하였다. 무선 네트워크로 시스템을 구축하면 기존 통학버스에도 설치가 가능하다는 장점이 있다. 하지만 안타나를 포함하여 장치 보호를 위하여 매립형태로 설치가 된다면, 유선 네트워크에 비하여 통신 성능이 낮아질 수 밖에 없다. 실시간 위치정보를 이용한 스쿨버스의 안전 관리 시스템[9]에서는 좌석압력센서 등을 이용하여 좌석에 사람이 앉아 있는지 여부를 확인한 뒤 GPS를 이용하여 실시간으로 정보를 수집하는 시스템을 제안하였다. 이는 통학버스에 몇 명의 학생이 탑승하여 좌석에 앉아 있으며, 통학버스의 현재 위치가 어디에 있는지 파악할 수 있다. 하지만 여기에서는 좌석에 앉아 있는 어린이가 누군지는 알 수 없으며, 어린이와 어른, 혹은 물체와 구분할 수 없기 때문에 오동작(false alarm) 발생 가능성이 있다.

본 논문에서는 어린이 통학버스의 안전 강화를 위하여 어린이 통학버스의 사고 예방 및 안전 관리 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 운전자가 뒷좌석 안전벨트 착용/풀림 여부를 쉽게 확인할 수 있으며, 어린이가 맞춤형 자동 조절 안전벨트와 슬리핑 차일드 체크 장치를 포함하고 있다. 그리고 어린이 통학버스 사고에 불안해하는

학부모들을 위하여 학부모에게 어린이의 위치를 알려주는 기능도 포함하고 있다. 특히 안전벨트 자동 조절 및 학부모 알림 서비스는 어린이의 얼굴 인식을 기반으로 하였기 때문에, 통학버스를 이용하는 어린이들에게 맞춤형 서비스 제공하고 보다 유연한 상황 대처가 가능하도록 하였다.

본론의 1절에서 제안하는 시스템의 구성 및 각 모듈별 기능과 동작 원리를 설명하겠다. 2절에서 테스트 방법 및 결과를 설명하고, 마지막으로 결론을 내리겠다.

2. 본론

2.1 각 제목 시스템의 개요 및 설계

Fig. 1은 제안하는 어린이 통학버스의 사고 예방 및 안전 관리 시스템의 개념도이다.

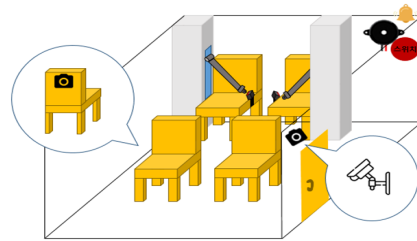


Fig. 1. Diagram of the Proposed Accident Prevention and Safety Management System

2.1.1 안전벨트 착용/풀림 확인 시스템

어린이들이 안전벨트의 중요성을 제대로 인지하지 못하여 안전벨트를 매지 않거나, 안전벨트를 단단히 채우지 못하여 풀리는 경우도 있다. 혹은 어린이 통학버스에 동승 보호자가 있어서, 어린이가 탑승 시 안전벨트를 착용시켜 주더라도, 어린이들이 불편하다는 이유로 안전벨트를 푸는 경우가 있다. 운행 중에 안전벨트 미착용을 관리하기는 쉽지 않으므로, 이를 방지하기 위하여 안전벨트 착용/풀림 확인 시스템을 설계하였다.

Fig. 2는 안전벨트 착용/풀림 확인 알고리즘이다. 착용/풀림 상태는 총 3단계로 구별하였다. 아무도 착석하지 않은 상태를 흰색으로 표기하였으며, 누군가 좌석에 착석하면 빨간색으로, 그리고 안전벨트를 착용하면 녹색으로 상태를 구분하였다. 이를 구현하기 위하여 라즈베리파이를 기반으로 하여 카메라, 압력센서, 그리고 디스플레이를 이용하였다.

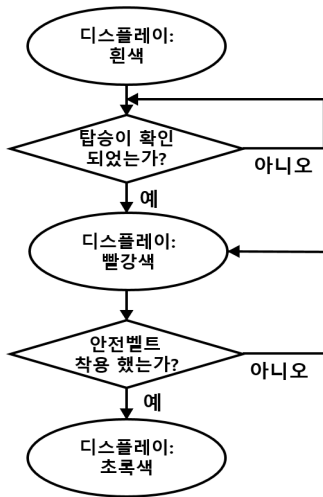


Fig. 2. Algorithm for checking seating and seat belt wear

차량 앞쪽에는 운전자 및 보호 동승자가 안전벨트 착용/풀림 상황을 확인할 수 있도록 디스플레이를 두었다. 앞서 정한 색깔의 상태가 디스플레이에 표시된다. 카메라는 통학버스 출입구 및 각 좌석 앞쪽에 부착하여 어린이의 승하차 및 좌석 착석 여부를 체크하였다. 압력센서는 안전벨트 클립부분에 부착하여, 압력센서에서 측정된 값으로 안전벨트 착용 여부를 감지하였다. 즉, 디스플레이에는 통학버스 내부 좌석마다 상태가 표시되는데, 초기 상태는 흰색으로 아무도 착석하지 않은 상태를 나타낸다. 어린이가 버스에 탑승하여 특정 좌석에 앉으면, 해당 좌석 앞쪽 카메라에 의해 어린이가 감지되어, 디스플레이에 해당 좌석의 상태 표시색이 빨간색으로 변경된다. 그리고 압력센서에 의하여 안전벨트가 착용되었음이 확인되면, 디스플레이에 해당 좌석 상태 표시색이 초록색으로 변경된다. 만약 안전벨트를 착용하지 않거나, 착용 후 풀리는 경우, 디스플레이에 빨간색으로 표시됨으로 운전기사 혹은 동승 보호자가 즉각적으로 확인하여 정확한 조치를 취할 수 있다.

또한, 승하차 입구에 표시된 카메라에 의하여 탑승한 어린이 수를 알 수 있다. 만약, 디스플레이에 빨간색 혹은 초록색으로 표시되는 좌석 수가 탑승한 어린이 수와 일치하지 않을 때는 어린이가 좌석에 바르게 착석조차 하지 않았음을 알 수 있다. 이런 상황에서도 어린이가 안전하게 좌석에 앉도록 빠른 지도가 가능하다.

2.1.2 어린이 맞춤형 안전벨트

어린이도교통법[10] 2조 23호 및 영유아보육법[11] 2

조 1호에 따르면 어린이통학버스는 6세 미만의 영유아에 서부터 13세 미만의 어린이를 대상으로 교육 대상 시설에서 어린이 통학에 이용되는 자동차이다. 따라서 어린이 통학버스에 성인용 안전벨트를 사용하거나, 성인용 안전벨트가 아니라 하더라도 어린이 통학버스 이용 대상의 성장 발달은 너무나 다양하기 때문에 탑승 어린이에게 알맞은 안전벨트를 사용하는 것은 쉽지 않다.

본 논문에서는 보다 안전한 이용을 위하여, 좌석에 앉은 어린이의 앉은키에 따라 안전벨트 높낮이가 자동 조절되는 시스템을 제안하였다. Fig. 3은 안전벨트 높이 자동 조절 장치의 동작 순서도이다. 앞서 이야기하였듯 각 좌석 앞쪽에 카메라가 부착되어 있어서, 어린이가 좌석에 앉으면 카메라 데이터를 처리하여 누구인지 확인한다. 그리고 미리 저장해 둔 그 어린이의 앉은키에 맞추어 안전벨트 높이를 조절한다.

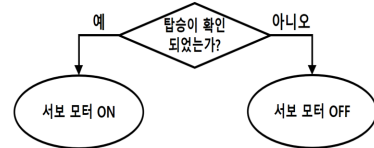


Fig. 3. Algorithm for automatic adjusting seat belt

어린이 얼굴을 카메라 데이터로 인식하기 위하여 GITHUB에서 제공하는 openCV 기반 Viola-Jones 알고리즘 프로그램을 활용하였다[12-13]. Viola-Jones 알고리즘은 이미지에서 얼굴의 크기가 일정 정도 크기 이상이라는 가정이 있다. 본 시스템에서는 카메라가 앉아 있는 좌석의 앞 좌석의 등받이에 설치되어 있어서, 카메라와 어린이의 간격이 일정 거리 안에 고정되어 있다. 따라서 카메라 초기 설정에 의하여 일정 정도 크기 이상의 얼굴 크기를 확보할 수 있다.

Viola-Jones 알고리즘은 여러 특징 필터들을 연속적으로 사용할 수 있는데, 본 얼굴 인식을 위해서는 정면 얼굴 검출과 눈 검출을 차례대로 진행한다. 어린이들은 상대적으로 주의력이 떨어지므로 카메라에 정면 응시가 어려울 수 있으나, 좌석에 앉은 후 카메라가 반복 촬영하면서 얼굴을 검출하고 추가적으로 눈 검출까지 진행하여 최종 인식률을 높인다.

안전벨트의 높이 조절을 위해서 안전벨트의 위쪽 기둥 연결부에 서보모터와 슬라이드 레일을 설치하였다. 슬라이드 레일은 서보모터의 회전을 직선 운동으로 변형하여 레일이 위아래로 움직이게 된다. 서보모터는 좌석에 앉은 어린이의 앉은 키 정보에 따라 -90°~90°까지 총 180°

이내에서 움직이며, 이에 대하여 안전벨트의 높낮이가 1~3 cm 범위에서 조절된다.

2.1.3 슬리핑 차일드 체크

슬리핑 차일드 체크란 차량 운행을 끝내고 3분 이내에 맨 뒷좌석 쪽에 설치된 확인 버튼을 누르지 않거나 어린이가 방치된 것이 확인되면 경고음이 발생하는 하차 확인 장치이다. Fig. 4는 슬리핑 차일드 체크 시스템의 알고리즘이며, 스위치와 피에조 부저를 이용하여 슬리핑 차일드 체크를 구현하였다. 출입구 카메라 이미지분석을 통해 어린이 전원의 하차가 확인되면 피에조 부저가 울리게 된다. 버스 뒤쪽에 있는 슬리핑 차일드 체크 스위치 버튼을 누르기 위해 운전기사가 차량 뒤쪽으로 이동하면서 차량에서 하차를 하지 않았거나 잠들어 있는 어린이를 확인한다. 확인한 운전기사는 슬리핑 차일드 체크 버튼을 눌러 피에조 부저의 소리를 해제한다. 만약 운전기사는 어린이가 전원이 하차했다고 생각되었는데 피에조 부저가 울리지 않는다면, 아직 하차하지 않은 어린이가 있는 것으로 차량 내 하차하지 않은 어린이를 찾아 안전하게 하차시킬 수 있다.

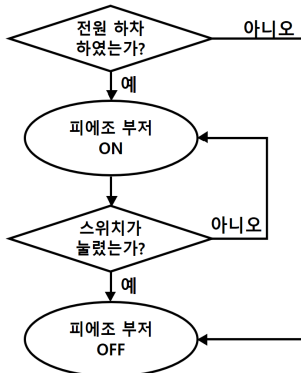


Fig. 4. Algorithm for sleeping child check

2.1.4 등·하원 알림 문자서비스 애플리케이션

어린이 통학버스의 안전사고 건수가 많아지면서 어린이를 통학버스에 태우는 학부모는 불안해질 수밖에 없다. 그래서 학부모에게 자녀가 제대로 승차, 등원, 하원, 하차를 하였는지 문자 알림을 보내주는 장치를 설계하였다.

우선, 출입구에 설치한 카메라로 어린이의 얼굴을 인식하여 개별 어린이마다 승하차를 하였는지 파악한다. 그리고는 라즈베리파이에 연결되어 있는 블루투스모듈을 이용하여 스마트폰으로 어린이 승하차 정보를 보내준다.

스마트폰에는 Fig. 5와 같이 어린이 통학 버스를 위하여 직접 설계한 애플리케이션이 설치되어 있다. 어린이가 통학버스에 승차와 하차한 상태, 유치원 등의 교육 장소에 등원하고 하원한 상태에 따라 애플리케이션을 통해 개별 학생의 부모에게 문자메시지를 전송한다. 학부모는 수신한 문자메시지를 통해 어린이의 위치와 어린이가 안전하게 버스에서 승·하차 및 등·하원을 하였는지 확인할 수 있다. 만약 운전기사의 부주의로 차량 내 하차하지 않은 어린이가 있는 경우, 학부모가 이를 파악할 수 있으므로 이증으로 사고를 예방하는 효과도 있다.

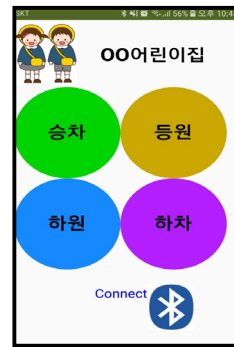


Fig. 5. Smartphone application

2.2 실험 및 결과

Fig. 6은 스마트 어린이 안전 통학버스의 모형이다. 승하차 및 좌석 착석 여부와 얼굴 인식을 위한 카메라, 승하차와 안전벨트 착용 여부를 알려주는 디스플레이, 안전벨트 높낮이 조절을 위한 서보모터와 슬라이드 레일, 안전벨트 착용 여부를 확인하는 압력센서, 어린이들이 모두 하차했는지 운전기사가 직접 확인하기 위한 슬리핑 차일드 체크 시스템, 그리고 어린이의 승하차와 등하원 상태를 학부모에게 문자메시지로 전송해주는 애플리케이션이 부착되어 있다.



Fig. 6. Children's school bus model

통학버스 전체적인 동작을 확인하기에 앞서, 우선 카메라 영상을 이용하여 어린이를 인식하는 프로그램을 테스트하였다. 학습은 통학버스를 이용할 어린이별로 각 30장의 얼굴 이미지를 이용하였다. Fig. 7은 얼굴을 인식한 후, 저장하고 확인하는 사진이다. Fig. 7(a)는 어린이별로 30장의 미리 촬영된 사진과 어린이 이름을 학습한 데이터 파일이다. Fig. 7(a)는 학습 데이터 사진 중 하나를 흑백 필터로 처리한 어린이 사진의 예이다. 그리고 Fig. 7(c),(d)는 동일 인물, 다른 각도에서 찍힌 사진이다. 특히 Fig. 7(c)는 정면에서 틀어져 있는 사진이다. 하지만 기존에 저장된 어린이의 사진과 같은 어린이의 다른 사진으로 얼굴이 정확하게 인식되는 것을 확인하였다.

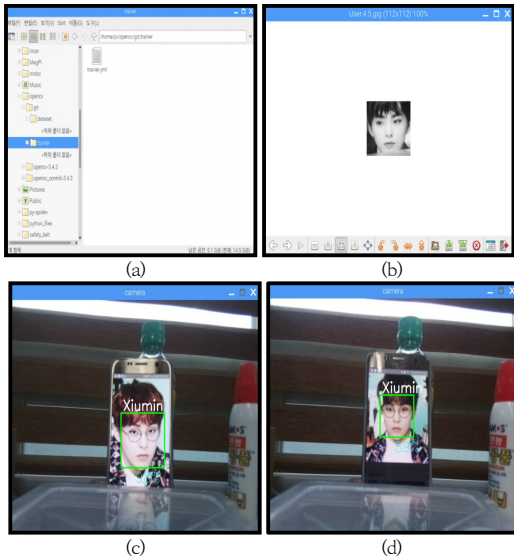


Fig. 7. Children's face recognition
 (a) Training data, (b) gray-filtered picture,
 (c), (d) Pictures taken from different angles of the same person

Fig. 8은 안전벨트 착용 여부 체크 및 이 상태를 디스플레이에 정확하게 나타내지를 확인하기 위한 실험 사진이다. 모형 인형이 통학버스 내부 3사분면에 있는 좌석에 앉으면 카메라에 의하여 착석 여부가 확인되어 Fig. 8(a)와 같이 디스플레이에 해당 좌석에 빨간 불이 들어온다. 그리고 안전벨트를 착용하면 안전벨트 클립부분에 부착되어 있는 압력센서에 의해 안전벨트 착용이 확인되어 Fig. 8(b)와 같이 디스플레이에 초록 불이 들어온다. 이것으로 운전기사는 어린이들의 안전벨트 착용 여부를 알 수 있다.

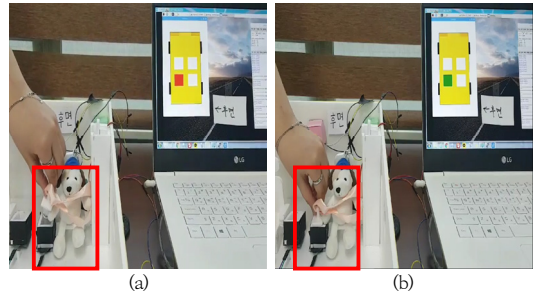


Fig. 8. Seat belt test.
 (a) Display screen when seat belt is not worn,
 (b) Display screen after wearing seat belt

좌석에 앉은 후 안전벨트를 착용하기까지, 이 과정에서 어린이의 앉은키에 맞추어 안전벨트의 높낮이가 조절되었다. Fig. 9(a)와 같은 카메라, 서보모터 그리고 슬라이드 레일이 Fig. 9(b), (c)와 같이 모형 자동차에 부착되어 있다. 모형 인형이 좌석에 앉았을 때 좌석 앞쪽에 있는 카메라를 이용해 착석 여부를 확인할 뿐 아니라 어린이 이름도 확인한다. 그리고 확인된 어린이에 따라, 이 경우는 모형 인형에 맞게 좌석벨트의 높낮이가 조절되어 Fig. 9(b)의 상태에서 Fig. 9(c)와 같이 슬라이드 레일이 내려가는 것을 확인하였다.

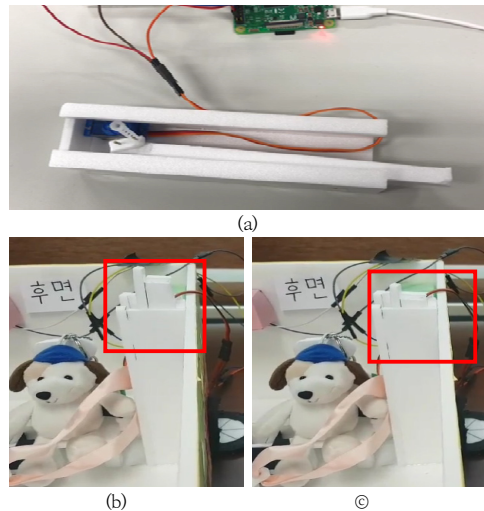


Fig. 9. (a) Automatic adjusting seat belt, (b) Before height adjustment, (c) After height adjustment

슬리핑 차일드 체크 실험을 위하여, 모형을 하나 더 이용하여, 좌석 앞쪽 카메라에 총 2명의 사진을 인식시켰다. 그리고 다시 출구 카메라를 이용하여 2명이 하차함을

인식하도록 하였다. 피에조 부저가 울리고 버튼을 누름으로써 정상 동작함을 확인하였다.

Fig. 10(a)는 동승 보호자 혹은 운전기사가 Fig. 5의 애플리케이션을 이용하여 학부모에게 어린이의 상태를 문자메시지로 보내는 전송사진이다. Fig. 10(b)는 학부모의 문자메시지 창으로 어린이의 현재 상태를 문자메시지로 받은 사진이다. 본 논문에서는 MIT App Inventor 2를 이용하여 애플리케이션을 만들었는데, MIT App Inventor2에서는 자동 문자 전송 기능을 제공하지 않아서 수동으로 문자메시지를 보내야 하였다. 하지만 안드로이드 스튜디오 등을 이용하여 애플리케이션을 만드는 경우 어린이 상태 자동 인식 후 자동으로 문자메시지까지 전송할 수 있으므로 이를 사용하여 애플리케이션을 설계하면 보다 편리한 시스템이 구축될 수 있다.



Fig. 10. Screen for sending/receiving text messages

3. 결론

본 논문에서 어린이들이 등하교/등하원시 사용하는 통학버스를 더욱 안전하게 이용할 수 있도록 어린이 통학버스 사고 방지 및 안전 관리 시스템을 설계하였다. 카메라 영상 처리를 통해 어린이들의 통학버스 승차 및 하차를 인식하고, 승차 시에는 안전벨트 착용 여부까지 확인하도록 하였다. 이를 실시간으로 디스플레이에 착용 여부를 보여줌으로써 운전자 혹은 동승 보호자가 어린이들을 안전하고 정확하게 즉각적으로 대처하여 관리할 수 있도록 하였다. 특히, 안전벨트 착용 시에는 카메라 영상 처리를 통해 어린이를 인식하고, 인식된 어린이의 앉은키에 맞추어 안전벨트 길이를 자동 조절하여 교통사고 발생 시 발생 가능한 2차 상해를 방지할 수 있도록 하였다.

그리고, 국가에서 의무적으로 시행하는 슬리핑 차일드 체크를 이용하여 어린이가 차량에 남아 있어서 발생하는 차량 내 안전사고를 방지할 수 있도록 하였다. 또한, 빈번하게 일어나는 통학버스 사건 사고들로 인해 불안감을 가지고 있는 학부모들을 위해 어린이들의 위치 및 현재 상태인 승차, 등원, 하차, 하원을 문자메시지로 알려주는 시스템을 구현하였다. 향후 어린이 얼굴 인식을 및 처리 시간을 향상시키는 연구를 진행하여 시스템의 안정성을 높여 나가겠다. 본 시스템은 어린이 통학버스뿐 아니라 승합차, 대형 버스 등 각종 이동 수단에도 활용이 가능하여 안전하게 이동 수단을 사용할 수 있을 것으로 기대가 된다.

References

- [1] B. G. Kim, The number of traffic accidents involving children in school zones and school buses in school zones has increased rapidly [cited 2018 Oct. 10], Available From: <https://blog.naver.com/bgkim/221368627581> (accessed Apr. 12, 2020)
- [2] Korea Transportation Safety Authority, Warning notice of neglect in children's cars [cited 2019. Aug. 14], Available From: <https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=23542735&memberNo=652228> (accessed May. 10, 2020)
- [3] Results of wearing seat belts on highways and the effect of wearing them, Auto Safety News, Samsungfire, 2018. no.18 [cited 2020 Sept. 27], Available From: http://sts.samsungfire.com/information/regulations/asn/asn_201827_18/asn_issue2.html (accessed May 10, 2020)
- [4] C. H. Park, *Design and Implementation of In-Vehicle Safety Belt Monitoring System Based on Internet of Things Using Mesh Network*, Master's thesis, Kumoh National Institute of Technology. Korea. 2017
- [5] Responsible for the management of lifelong education institutes, Revisions to laws related to the operation of children's school vehicles, Department of Lifelong Education and Health, Korea. [cited 2018 Dec. 24], Available From: http://bbedu.sen.go.kr/CMS/adminfo/adminfo03/adminfo0301/1291972_4973.html (accessed Apr. 12, 2020)
- [6] Korea Transportation Safety Authority, [TS YOUNG] Shall we learn about 'Sleeping Child Check' for children? [cited 2018 Nov. 30], Available From: <https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=17216068&memberNo=652228&vType=VERTICAL> (accessed Apr. 12, 2020)

- [7] Korea Transportation Safety Authority, Very dangerous when wearing a normal adult seat belt without a child car seat [cited 2020 Feb. 27], Available From: <https://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=27604915&memberNo=652228> (accessed May 10, 2020)
- [8] L. Y. Lee, W. J. Lee, "Situation and Problems of Transportation Safety at Child Care Centers in terms of Children's Right to Survival and Development", *Journal of Children & Rights*, Vol.8, No.3, pp.481-500, 2004.
- [9] J. S. Kim, *Design of School Bus Safety Management System with Real-Time Location Information*, Master's thesis, Hanbat National University, Daejeon, Korea, 2019.
- [10] The Road Traffic Act, Enforcement 2020. March 25, Act No. 16830, Dec. 24, 2019. partially amended
- [11] The Infant Care Act, Enforcement 2020. March. 24, Act No. 17091, March 24, 2020. Revision of Other Laws.
- [12] Stump-based 20x20 gentle adaboost frontal face detector [cited 2013 Dec. 19], Available From: https://github.com/opencv/opencv/blob/master/data/haarcascades/haarcascade_frontalface_default.xml (accessed Apr. 12, 2020)
- [13] Stump-based 20x20 frontal eye detector [cited 2013 Dec. 19], Available From: https://github.com/opencv/opencv/blob/master/data/haarcascades/haarcascade_eye.xml (accessed May 10, 2020)

김 현 주(Hyeon-Ju Kim)

[준회원]



• 2017년 3월 ~ 현재 : 상명대학교
시스템반도체공학과

<관심분야>

디지털 회로, 디지털 신호 처리, 전기/전자 회로 설계

이 승 민(Seung-Min Lee)

[준회원]



• 2017년 3월 ~ 현재 : 상명대학교
시스템반도체공학과

<관심분야>

디지털 회로, 전기 회로, 전자 회로, 통신 시스템 설계

함 소 정(So-Jeong Ham)

[준회원]



• 2017년 3월 ~ 현재 : 상명대학교
시스템반도체공학과

<관심분야>

전기 회로, 전자 회로, 디지털 신호 처리기

김 선 희(Sunhee Kim)

[정회원]



• 2002년 2월 : 이화여자대학교 정보통신학과 (공학석사)
• 2016년 2월 : 이화여자대학교 전자공학과 (공학박사)
• 2002년 2월 ~ 2005년 2월 : 전자통신연구원 연구원

• 2005년 3월 ~ 2012년 5월 : 전자부품연구원 선임연구원
• 2016년 9월 ~ 현재 : 상명대학교 시스템반도체공학과 교수

<관심분야>

SoC, IoT, 근거리 통신 시스템