JKIICE Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering

한국정보통신학회논문지 Vol. 26, No. 11: 1741~1746, Nov. 2022

RFID를 활용한 안전 스쿨버스 시스템 설계

김지연*

Design of Safety School Bus System Using RFID

Ji-Yeon Kim*

*Assistant professor, Division of Computer Engineering, Silla University, Busan, 46958 Korea

요 약

스쿨버스 사용이 보편화됨에 따라 통학버스 운전자 및 동승 보호자의 과실로 인한 사고 발생이 빈번하여 어린이들의 스쿨버스 하차 확인을 의무화하는 등의 관련 법안이 제정되고 있다. 본 논문에서는 에너지 활용도와 비용 측면에서 효율적인 RFID(Radio-Frequency Identification)와 모바일 APP을 연동한 안전한 스쿨버스 시스템을 제안 한다. 스쿨버스 시스템은 RFID 카드를 이용해 스쿨버스에 탑승하는 어린이들의 승·하차 정보를 확인하고, 실시간 SMS 전송으로 학부모들은 아이들을 안심하고 등·하원 시킬 수 있다. 스쿨버스에 동승한 지도교사들은 아이들의 하차 정보를 APP을 통해 한 번 더 확인 할 수 있어 버스 내에 남겨진 아이들에게 일어날 수 있는 각종 사고를 예방할 수 있다. 어린이집 선생님들은 스쿨버스 운행일지의 자동화로 인해 더욱 효율적으로 승·하차 정보 확인뿐만 아니라 원생들의 등·하원 정보까지 관리 할 수 있다.

ABSTRACT

As the use of school buses becomes more common, related laws are being enacted, such as making it mandatory for children to check school bus dropouts due to frequent accidents caused by the negligence of school bus drivers and their guardians. In this paper, we propose a safe school bus system that links efficient radio-frequency identification (RFID) and mobile APP in terms of energy utilization and cost. The school bus system uses RFID cards to check information on children boarding the school bus, and real-time SMS transmission allows parents to safely send their children to and from school. Instructors on the school bus can check their children's disembarkation information once more through APP, preventing various accidents that may occur to children left on the bus. Due to the automation of the school bus operation log, daycare center teachers can not only check the information on getting on and off, but also manage the information on the attendance and discharge of the students.

키워드 : RFID, 통학버스, Firebase, 안전 시스템, 어린이집

Keywords : RFID, School Bus, Firebase, Safety System, kindergarten

Received 25 October 2022, **Revised** 3 November 2022, **Accepted** 10 November 2022

*** Corresponding Author** Ji-Yeon Kim(E-mail:kimjy@silla.ac.kr, Tel:+82-51-999-5333)
Assistant professor, Division of Computer Engineering, Silla University, Busan, 46958 Korea

Open Access http://doi.org/10.6109/jkiice.2022.26.11.1741 print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

ⓒThis is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright Ⓒ The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

Ⅰ. 서 론

스쿨버스 사용이 보편화됨에 따라 통학버스 운전자 및 동승 보호자의 과실로 인한 사고도 큰 폭으로 증가하고 있다[1]. 교사의 부주의는 통학 차량 운행 사고의 원인 중 하나로 인식되어, 교사의 안전 의식과 교사 교육을 통한 끊임없는 안전에 대한 의식의 고취는 운전자의 안전 운행보다 가장 우선시 고려해야 할 사항으로 뽑히고 있다[2].

어린이집 통학 차량은 영유아들이 어린이집으로 등・하원할 때 탑승하는 통학 버스 및 어린이 운송용 버스를 통칭한다. 어린이집에서는 통학 차량을 운행할 때, 보육교사가 동승해야 하며 주로 보육교사들이 운행에 참여하고 있다[2].

더운 여름 유치원 및 어린이집 스쿨버스 안에 남아있는 아이를 교사가 미처 확인하지 못해 질식하여 사망에까지 이르는 사례가 매년 증가함에 따라 어린이들의 스쿨버스 하차 확인을 의무화하는 등의 관련 법안이 제정되고 있다.

2020년 5월 27일부터 의무화가 된 스쿨버스 안전설비 요건의 내용을 살펴보면 어린이 통학버스에는 다음의 기준에 적합한 어린이 하차 확인 장치를 설치해야 한다(「자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙」 제53조의4). 1. 승합자동차의 원동기를 정지시키거나 시동장치의 열쇠를 작동 위치에서 제거한 후 3분 이내에 차실 가장 뒷 열에 있는 좌석 부근에 설치된 확인 버튼(근거리 무선통신 접촉을 포함 함)을 누르지 않으면 경고음 발생장치와 표시등(비상점멸표시등 또는 표시등을 말함)이 작동하는 구조일 것. 2. 위 1.에 따른 경고음 발생장치와 표시등이 작동되면 확인 버튼(근거리 무선통신 접촉을 포함함)을 누르거나 승합자동차의 원동기를 다시 시동(보조 시동장치에 의한 시동은 제외 함)하여 작동을 정지시킬 수 있는 구조일 것. 3. 위 1.에 따른 경고음 발생장치는 다음의 기준에 적합한 구조일 것. 가. 경고음은 발생과 정지가 반복되도록 하고, 같은 음색의 경보음 또는 음성 메시지를 일정한 간격으로 발생시킬 것. 나. 경고음은 자동차 전방 또는 후방 끝으로부터 2미터 떨어진 위치에서 측정하였을 때 60데시벨(A) 이상일 것. 으로 정의되어 있다[3].

스쿨버스 안전설비 요건이 있음에도 실제로는 확인 버튼을 누르기까지 소리가 시끄러워 전원을 뽑아 두거나 버스 뒷 열에 설치된 스위치를 운전석으로 옮겨 버튼을 누르는 편법 행위가 이루어지고 있다[4].

ICT(Information and Communication Technology) 시대에는 대부분의 전자 기기들이 인터넷에 연결되어 다양한 서비스를 제공하며, 주변에서 쉽게 접할 수 있는 스마트 폰과 IoT장치를 접목한 다양한 서비스가 많이 제공되고 있다.

본 논문에서는 에너지 활용도와 비용 측면에서 효율적인 RFID(Radio-Frequency Identification)와 모바일 APP을 연동한 안전한 스쿨버스 시스템을 제안하고자 한다. 제안한 시스템은 스쿨버스에 탑승하는 어린이들의 승・하차 정보를 학부모와 담당 교사에게 실시간으로 전송하고, 승・하차 일지를 자동화된 문서로 기록하여 유치원 또는 어린이집 원생들의 등・하원 기록이 될 수 있도록 개발한다.

Ⅱ. 관련 연구

ICT(Information and Communications Technologies)를 기반으로 한 사물과 사물, 사람과 사물 간 정보는 인터넷을 통해 교환하고 소통하는 IoT 인프라가 구축되어 가능하다[5]. IoT 핵심 기술은 사물에 대한 정보를 얻을 수 있는 센서 기술, 센서를 통해 확보된 데이터를 네트워크를 통해 스마트폰이나 서버로 보내는 통신 기술과 이러한 정보를 사용자에게 전달하는 서비스 인터페이스이다[6].

IoT 디바이스는 센서, 통신 모듈, 전원 모듈, 디바이스 플랫폼(프로세서/OS), 네트워크 기술 등으로 구성되고 사물 형태와 서비스 환경에 따라 다양하다. 이러한 IoT 디바이스는 전원 공급 문제 해결, 가격 하락, 폭넓은 연결 등의 문제점 해결과 지능화가 요구 된다[6].

2.1. RFID

RFID(Radio-frequency identification)는 저전력, 저비용 특성으로 인해 사물 인터넷의 핵심 구성 요소로 자리매김하고 있다[7]. 무선 주파수를 사용하는 RFID는 대상을 식별하기 위해 사전에 할당된 태그 식별자(tag ID)가 사용된다[8]. 많은 양의 데이터를 허용함에도 데이터를 읽는 속도가 빨라 대표적으로 많이 사용하는 것이 교통카드로 일상에서의 활용도가 높은 편이다.

그림 1은 RFID 시스템의 동작을 그림으로 나타낸 것이다[9].

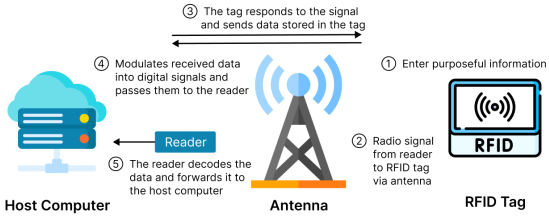

Fig. 1 RFID Principles of Operation

본 연구에서는 교통카드를 사용하는 것과 같이 스쿨버스 승・하차 시 어린이들이 가지고 있는 RFID 태그를 단말기에 찍어 해당 어린이의 승・하차 시간 정보를 실시간 데이터베이스인 Firebase 에 전송하도록 한다.

2.2. Firebase

Google의 Fireabase Realtime Database는 일반적인 Http 요청이 아닌 동기화를 사용하여 연결된 모든 기기가 데이터가 업데이트 되었을 때 수초 안에 변경 내용을 받아올 수 있다[10]. 기기가 오프라인 상태일 때도 데이터 업데이트에 대한 이벤트는 실시간으로 누적 발생하며 기기가 네트워크에 연결되었을 때 데이터가 동기화되고 충돌이 자동 해결된다[11].

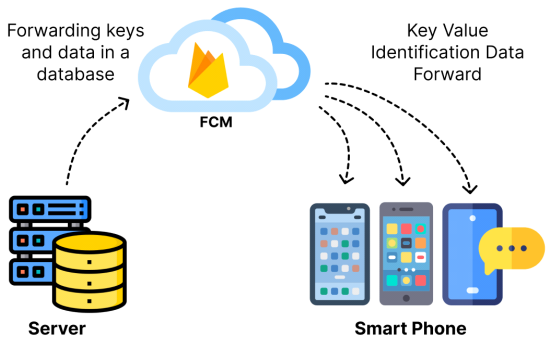

Fig. 2 How to receive firebase cloud messaging data

Ⅲ. 시스템 설계 및 구현

3.1. 시스템 구성도 및 설계

현재 국내의 스쿨버스들은 차량 내부에 별도로 장착된 스위치를 OFF하지 않으면 문이 잠기지 않는 구조를 강제 받고 있지만 실제로는 이 스위치를 운전석으로 옮겨와 버튼을 누르는 행위가 이루어지고 있어 1차원적인 ON/OFF 구조는 편법이 존재하기 마련이다.

그림 3은 이러한 문제를 보완하여 제안하는 시스템의 구성도이다. 어린이가 스쿨버스에 승・하차 시 제공된 RFID 카드를 리더기에 찍고, 이를 통해 승・하차 정보가 실시간 Database에 저장된다. 학부모와 담당 교사는 저장된 Database를 기반으로 전달되는 승・하차 정보를 모바일 APP과 SMS 서비스로 실시간으로 확인할 수 있다. 더불어 어린이집 전체 인원의 승・하차 정보를 일별, 월별로 저장된 데이터를 자동으로 문서화하여 웹상에서 언제든 확인 및 출력이 가능하다. 이는 A 어린이집 교사들의 인터뷰 시 요청 사항을 반영한 것이다.

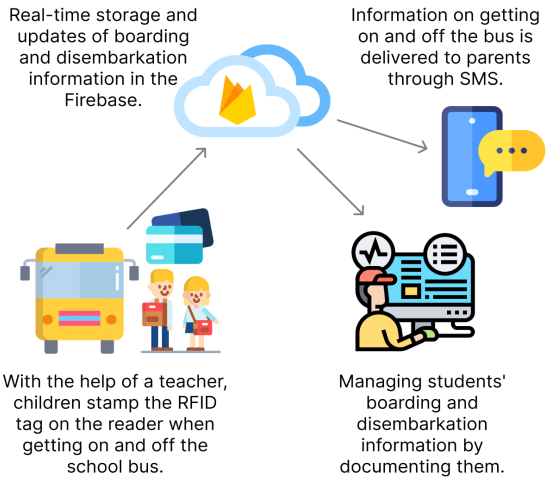

Fig. 3 Configuration diagram of smart school bus system

표 1은 시스템 개발 전 A 어린이집 교사들의 인터뷰를 통해 시스템의 개발에 필요한 참고사항을 정리한 것이다.

Table. 1 Interview with a nursery teacher

Question	Reply
How do I check if all the children got off the bus?	The school bus driver turns off the engine and presses the child disembarkation verification device button installed in the back seat
Is there any inconvenience or need to be improved by using this system?	Is it possible for children to recognize cards directly on the reader?

Question	Reply
Would it be good to develop and use this system?	It would be convenient and good if you actually use it.
Are there any additions to the system?	Wish I could document and keep information on children's bus rides and disembarkations

첫째, 등・하원 시 버스 내부에 아이들이 모두 하차하였는지 확인을 어떻게 하느냐는 질문에 스쿨버스 안전설비 요건에 맞춰 설치된 하차 확인 버튼을 기사님이 시동을 끄고 제일 뒷자석에 설치되어 있는 어린이 하차 확인 장치 버튼을 누른다고 응답해 주었다. 둘째, 이 시스템을 사용하였을 때 불편하거나 개선되어야 하는 부분이 있는냐는 질문에 아이들이 직접 카드를 소지하여 찍는 행위가 가능할지 미지수라고 답하였다. 셋째, 이 시스템이 개발되어 사용하게 된다면 어떨지에 대한 질문에는 실제로 사용할 수 있다면 아이들의 승・하차 관리에 대해 편하고 좋을 것 같다고 응답하였다. 넷째, 시스템에 추가되었으면 하는 부분이 있다면 어떤 부분이 추가되면 활용도가 좋을지에 대해서는 어린이들의 버스 승・하차 정보를 문서화하여 보관할 수 있으면 좋겠다는 의견이 있었다.

어린이집 교사들의 인터뷰 내용에서 언급된 아이들이 직접 카드를 리더기에 찍는 행위에 대한 불편 사항에 대한 해결책으로는 스쿨버스는 운전자 이외에 보호자를 함께 태우고 운행할 의무를 부과하고 있기에 스쿨버스에 함께 탑승한 담당 교사의 도움으로 승・하차 시 어린이들이 가지고 있는 카드 (RFID)를 리더기로 찍는 시스템으로 설계를 하였다.

3.2. 시스템 구현

스쿨버스 시스템은 Arduino를 통해 스쿨버스 승・하차 시 카드 (RFID)를 리더기에 찍었을 때 시간 값과 카드(RFID) 고유번호 정보 저장하고, 저장된 승・하차 정보는 데이터베이스(Firebase)에 실시간으로 저장 및 갱신된다.

전송된 정보를 바탕으로 그림 4와 같이 문자메시지 서비스를 통해 아이들이 안전하게 버스에 승・하차 하였다는 정보를 학부모에게 전달한다.

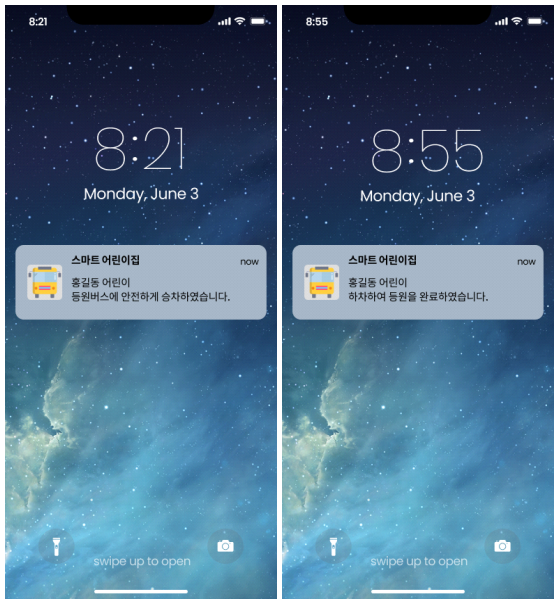

Fig. 4 Send text messages to parents

이와 더불어 그림 5는 어린이들의 승・하차 정보를 바로 확인하는 교사 확인용 모바일 APP의 화면이다.

Fig. 5 App for teacher verification

스쿨버스에 함께 탑승한 담당 교사의 도움으로 어린이들은 승・하차 시 카드(RFID)를 리더기에 찍게 되며, 모바일 APP 사용이 인증된 교사는 승차와 하차 정보를

앱을 통해 확인할 수 있다. 특히, 어린이들의 하차가 완료되면 운행 종료 버튼을 눌러 버스 내부에 탑승자가 없이 모두 등·하원을 했다는 것을 확인한다. 이는 버스 기사의 뒷좌석 확인 버튼을 누르기 위해 이동하면 잔류하는 어린이를 확인하는 것과 함께 교사가 한 번 더 체크를 하는 것이다.

그림 6은 어린이집 원생들의 정보를 관리할 수 있는 웹 화면이다.

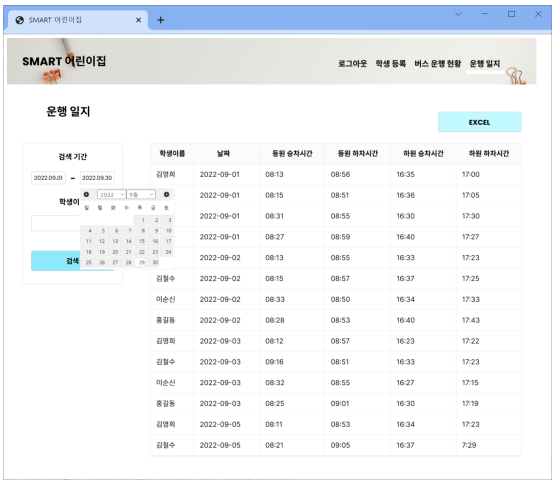

Fig. 6 kindergarten School Bus Operation Diary

학생들의 개인 정보 등록과 RFID카드 등록을 입력, 수정, 삭제 할 수 있으며, 아이들의 스쿨버스 등원 날짜, 등원 버스 승·하차 시간, 하원 버스 승·하차 시간을 확인할 수 있고, 일자별, 주차별, 월별 검색, 학생 개인에 대한 검색도 가능하다. 검색 결과에 대한 내용은 문서화하여 확인 및 보관을 할 수 있다.

Ⅳ. 결 론

본 논문은 어린이들이 스쿨버스에 잔류하여 발생하는 여러 안전 사고를 미연에 방지하고자 법적으로 제안된 스쿨버스 안전 지침과 더불어 IoT 센서 중 에너지 효율성과 합리적 비용으로 각광 받고 있는 RFID 활용하여 어린이들의 안전한 스쿨버스 승·하차 및 등·하원 정보를 관리할 수 있는 시스템을 제안하였다.

모바일 APP을 통해 유치원 및 어린이집 선생님들은 버스에 남겨진 아이들이 없는지 확인함으로써 아이들이 버스 내에서 일어날 수 있는 각종 사고를 예방하고 아이들의 등·하원 유무를 확인할 수 있다. 학부모들은 아이들의 승·하차 정보를 실시간 SMS를 확인 할 수 있어 안심하고 아이들을 등·하원 시킬 수 있다. 또한 어린이집 선생님들과 인터뷰에서 요청한 추가 사항 부분이었던 승·하차 일지를 자동화시켜 더욱 효율적으로 승·하차 정보를 확인하는 것 이외에 원생들의 등·하원 정보까지 관리 할 수 있을 것이다.

REFERENCES

[1] H. J. Kim, S. M. Lee, S. J. Ham, and S. H. Kim, “Accident Prevention and Safety Management System for a Children School Bus,” *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 21, no. 7 pp. 446-452, Jul. 2020.

[2] S. Y. Hwa and H. J. Choi, “Teachers's Perception Related to Daycare Centers Bus Running,” *Korea Association for Children's Media & education*, vol. 14, no. 3, pp. 211-229, Sep. 2015.

[3] easy-to-find living law information Safety Equipment for Children's School Buses [Internet]. Available: https://easylaw.go.kr/CSP/CnpClsMain.laf?csmSeq=690&ccfNo=1&cciNo=2&cnpClsNo=2.

[4] Gwangju Daily Newspaper. Safety bells to confirm getting off the school bus for children ‘Notorious Office’ [Internet]. Available: http://www.kjdaily.com/read.php3?aid=1600081456524051005.

[5] S. Y. Song, “The Status Analysis of Open Geo-Spatial Information for Smart Tourism,” *The Korean Academic Society of Tourism and Leisure*, vol. 30, no. 11, pp. 205-219, Nov. 2018.

[6] K. M. Kim, “Design of School Commuting System using Beacon,” *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 20, no. 10, pp. 1941-1948, Oct. 2016.

[7] Y. S. Kim, H. R. Park, M. W. Joo, and W. J. Lee, “UHF RFID Tag Fingerprint Extraction and Identification Using Time-domain Features,” in *Proceedings of Korea Software Congress 2020*, Online, pp. 854-856, 2020.

[8] W. S. Lee and Y. S. Yuk, “Information Model for RFID Sensor-Based Gutter Reservoir Operation,” *The Society of Convergence Knowledge Transactions*, vol. 10, no. 2, pp. 1-10, Jun. 2022.

[9] National Science Museum [Internet]. Available: https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3386819&cid=58369&categoryId=58369.
[10] D. H. Kim, Y. U. Park, J. H. Moon, Y. K. Im, D. B Ko, J. J Kim, and J. M. Park, “A study on the Smart Door System For Single Households,” *The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, vol. 18, no. 5, pp. 267-274, Oct. 2018.
[11] Firebase cloud-messaging [Internet]. Available: https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging/.

김지연(Ji-Yeon Kim)
신라대학교 컴퓨터교육과 교육학석사
부산대학교 멀티미디어협동과정 박사수료
신라대학교 컴퓨터공학부 조교수
※관심분야 : IoT융합기술, 클라우드 컴퓨팅, 하이브리드 앱, 웹 개발