

딥러닝 기반의 사용자인증을 활용한 어린이 버스에서 안전한 승차 및 하차 시스템 설계

문형진

성결대학교 정보통신공학과 교수

Design for Safety System get On or Off the Kindergarten Bus using User Authentication based on Deep-learning

Hyung-Jin Mun

Professor, Dept. of Information and Communication Engineering, Sungkyul University

요약 최근 어린이 차량의 승하차 과정에서 어린이 안전사고가 발생한다. 차량 인솔 교사가 없는 경우 버스에서 하차하지 않은 어린이의 질식사나 차량 전후방의 사각지대의 어린이 안전사고가 빈번하게 발생한다. 딥러닝 기반의 얼굴인식기술을 스마트 미러에 적용하여 사용자인증의 활용시 안전사고 방지를 위한 서비스가 가능하다. 스마트미러는 어린이를 위한 도우미 역할이 가능하고, 운전기사나 선생님이 미처 발견하지 못해 발생 가능한 사고를 방지할 수 있다. 어린이의 얼굴을 사전에 등록하여 어린이의 승하차시에 사용자인증을 수행하여 누락되지 않고, 버스의 전후방에 근접센서 및 카메라를 통해 안전사고를 미연에 방지할 수 있다. 본 연구는 어린이의 버스 승하차 과정에서 누락여부를 확인하고, 차량 전후방의 사각지대를 줄일 수 있는 시스템을 설계하고, GPS 정보를 활용하여 다양한 서비스가 가능한 안전시스템을 제안한다.

주제어 : 안전시스템, 안전사고방지, 스마트 미러, 사용자 인증, 사물인터넷

Abstract Recently, many safety accidents involving children shuttle buses take place. Without a teacher for help, a safety accident occurs when the driver can't see a child who is getting off in the blind spot of both frontside and backside. A deep learning-based smart mirror allows user authentication and provides various services. Especially, It can be a role of helper for children, and prevent accidents that can occur when drivers or assistant teachers do not see them. User authentication is carried out with children's face registered in advance. Safety accidents can be prevented by an approximate sensor and a camera in frontside and backside of the bus. This study suggests a way of checking out whether children are missed in the process of getting in and out of the bus, designs a system that reduce blind spots in the front and back of the vehicle, and builds a safety system that provide various services using GPS

Key Words : Safety system, Safety accidents prevention, Smart mirror, User authentication, IoT

1. 서론

최근 어린이 차량의 승하차를 비롯한 어린이 안전사고가 많이 발생하고 있다. 차량 도우미 선생님이 없는

경우 버스에서 내리지 않은 어린이를 파악하지 않아 질식사하거나 차량 전후방의 사각지대의 어린이를 확인하지 못해 안전사고가 발생한다. 얼굴을 보여주는 거울이 ICT 기술과 접목되면서 스마트 미러를 분야에 활용

*Corresponding Author : Hyung-Jin Mun(jinmun@gmail.com)

Received April 5, 2020

Accepted May 20, 2020

Revised May 4, 2020

Published May 28, 2020

이 가능하다. 스마트 미러는 거울(Mirror)과 디스플레이(Display)의 결합한 기기로 사용자가 기기에 접근하면 근접센서가 반응하여 필요한 정보를 제공할 수 있다 [1]. 최근 스마트 미러에 근접센서를 탑재하여 사용자가 가까이 올 경우 내장된 카메라를 사용하여 사용자를 촬영하여 사용자의 신분 확인 및 사용자의 성별, 나이, 표정을 파악할 수 있다. 또한 카메라로 찍은 영상을 인공지능 기술을 활용하여 사용자를 식별할 수 있기 때문에 사용자의 동의하에 제한된 환경에서 얼굴인식기술이 활용된다. 얼굴인식 기술은 최신 스마트 폰에서 소유자를 확인하는 기술로 최근 보편적으로 사용된다. 스마트 미러에 얼굴인식기술을 적용하여 제한된 환경에서 사용자를 인증하므로 다양한 서비스가 가능하다[2]. 특히, 어린이 안전사고 발생을 줄이기 위한 연구와 기술 개발이 되고 있다. 그리고 어린이 버스 승차차 안전사고를 방지하기 위한 제도와 법률이 제정되고 있다. 안전시스템 개발을 위한 최소한의 요구사항 정의가 필요하다.

버스 승차차 과정에서 스마트 미러를 활용한 어린이 인증 기반의 안전시스템은 다음과 같은 요구사항이 필요하다.

- 어린이의 얼굴을 식별하는 과정에서 오류 발생시 대안이 제시되어야 한다.
- 모든 어린이들이 버스에서 하차하지 않은 상태에서 발생할 수 있는 질식 사고를 방지할 수 있어야 한다.
- 차량 전후방의 사각지대를 줄이거나 안전사고를 줄일 수 있는 대안이 있어야 한다.
- 운전 기사가 어린이의 하차 지점을 파악하고, 정확한 지역에서 하차할 수 있도록 대안이 필요하다.

본 연구에서는 스마트 미러에 어린이의 얼굴을 등록하고, 이를 식별하며, 안전사고 방지를 위한 IoT 기술을 적용한 안전시스템의 설계를 제안하고자 한다.

2. 관련연구

2.1 Raspberry Pi

Raspberry Pi는 학교 및 개발도상국에서 기초 컴퓨터 과학 교육 증진을 위해 개발된 싱글보드 컴퓨터이다. Raspberry Pi 4 Model B은 Fig. 1과 같이 Cortex-A72 1.5 GHz, HDMI, IEEE 802.11ac 무선 LAN, Bluetooth 5.0, USB 2.0 및 3.0 모듈을 내장되어 있다[3,4]. 라즈베리파이는 저가형이고, 크기가 작은 소

형 PC로 카메라, 다양한 센서를 연결하면 IoT 기술 구현이 가능하여 다양한 서비스가 가능하다.



Fig. 1. Raspberry Pi 4 B (Source : <https://www.raspberrypi.org/blog/raspberry-pi-4-on-sale-now-from-35/>)

라즈베리파이 4 모델 B는 OpenGL ES3 이 지원되고, 4K 해상도를 지원되어 IoT 기술 구현이 가능하여 스마트 미러 구현에 적합하다. Raspberry Pi는 2012년에 출시된 라즈비안이라는 라즈베리파이에 최적화된 데비안 계열의 운영체제가 주로 사용된다. Raspbian은 저성능 ARM CPU을 가진 라즈베리파이의 사용자나 개발자에 최적화된 운영체제이다[5-7].

2.2 사용자 인증

사용자의 권한을 확인하기 위해서는 사용자를 식별하고, 사용자인증을 통해 차별화된 서비스를 제공한다. 사용자 식별을 위해 아이디를 사용하고, 인증을 위해 아이디에 매칭된 비밀번호를 사용하는 것이 일반적이다. 즉, 아이디 기반 인증은 다양한 웹사이트 및 정보시스템에서 사용된다. 최근에는 스마트 폰의 하드웨어가 발달하면서 스마트 폰을 이용하여 스캔 기능으로 지문인증, 홍채인증을 비롯한 얼굴인식 등 다양한 생체인증정보를 통해 스마트 폰 소유자임을 확인하고 있다. 하지만 얼굴인식 기술은 닮은 사람이나 쌍둥이인 경우 얼굴을 잘못 인식하는 사례가 발생한다. 뿐만 아니라 사용자의 지문 손실 등으로 지문인증에도 반복적인 인증 요구나 오류가 발생하는 사례가 있다. 즉, 생체인증에서 오탐지(False Positive)와 미탐지(False Negative)가 사용자 인증과정에서 발생하는 사례가 많다. 생체인증을 이용한 사용자인증에서 다중인증은 오탐지와 미탐지를 보완할 수 있는 방법이다[8]. 다중인증은 하나의 인증이 아

닌 여러 가지의 인증 수단을 실시하여 임계치에 넘은 경우에 인증하는 기법이다. 일반적으로 ID 로 사용자를 식별을 하고, 생체 인증을 통해 사용자 인증하는 방식을 사용한다. ID로 사용자를 식별했기 때문에 생체 인증을 통해 사용자와 ID가 맞는지 추가적으로 인증하기 때문에 보안성을 높이면서 오탐지와 미탐지를 차단할 수 있다. 생체인증 이외의 방법으로 사용자의 글쓰기 패턴 등을 활용하여 식별 및 인증할 수 있다[9,10].

2.3 어린이 안전 사고 방지 시스템

어린이는 주위 상황을 빠르게 파악하거나 대처하기 어렵다. 그로 인해 버스 하차후 버스의 사각지대에 머물러 있는 경우 안전사고가 발생한다. 뿐만 아니라 자신이 내려야 할 지점에 내리지 않으므로 차량운행에 어려움이 있다. 어린이들은 몸이 왜소하여 운전기사가 모든 어린이가 하차했는지 확인이 쉽지 않아 질식사고가 발생할 수 있다. 이를 방지하기 위해 운전기사가 버스의 마지막 좌석까지 가서 버튼을 누르는 방식으로 직접 확인해야 하는 번거로움이 발생한다.

3. 승차 안전시스템 설계

3.1 얼굴인식 기술

카메라로 촬영한 사용자의 얼굴 사진을 실시간으로 분석하면 사전에 등록된 어린이의 사진과 OpenCV를 활용하여 식별 및 인증을 한다. OpenCV는 영상처리를 위한 오픈 소스 라이브러리로서 Face 검출이나 Object 인식에 많이 활용된다[11].

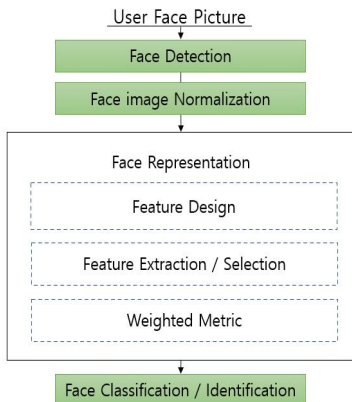


Fig. 2. Face Recognition System

Fig. 2은 카메라로 얼굴을 촬영한 사진에서 특징점 정보를 추출하고, 이미지를 분류하여 얼굴을 인식한다 [12,13]. 얼굴이미지를 통해 사용자의 표정감지, 연령, 성별 등 얼굴을 통해 나타나는 정보를 추출할 수 있다 [14].

3.2 안전시스템의 구성요소

스마트 미러는 인증을 위한 Raspberry Pi 4, 얼굴 인식이외의 음성인식을 위한 마이크, 어린이와의 대화를 위해 디스플레이 및 스피커, 위치정보를 측정하기 위한 GPS 모듈, 이미지 및 정보 등의 송수신을 위한 인터넷 모듈이 필요하다[15,16]. 어린이는 버스에 승차 및 하차시 스마트 미러 앞에 있으면 근접센서를 통해 어린이를 인지하고, 어린이가 소지한 가방의 Tag와 카메라로 얼굴을 인식하여 식별 및 인증을 한다. 제안시스템에서 인증을 위한 스마트 미러는 Fig. 3와 같이 카메라, PIR 근접센서, 마이크, 스피커, 라즈베리 파이로 구성되어 있다.

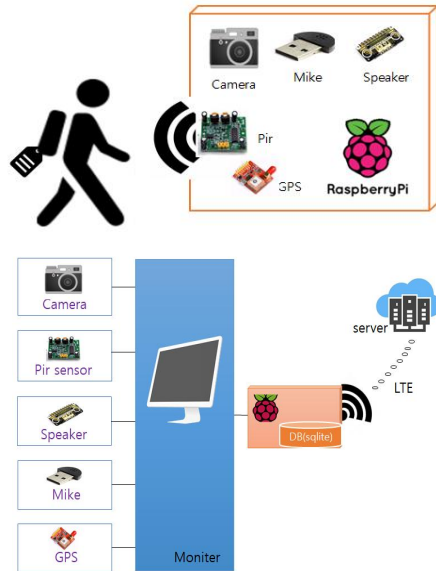


Fig. 3. The component of Smart Mirror

3.3 제안 시스템의 설계

Fig. 4는 제안 시스템을 적용한 버스의 모습이다. 차량에는 승차시 어린이 얼굴을 인식할 수 있는 스마트 미러가 차량문 부분에 설치되어 있고 차량 내부에는 좌석방향으로 스마트 미러가 설치되어 하차시 어린이를

인식한다. 버스 내에 승차 및 하차를 위한 2개의 스마트 미러에는 RFID 리더기가 있어 얼굴인식이 되지 않을 경우 가방의 Tag 나 RFID로 추가적인 인증을 할 수 있다. 어린이 안전을 위해 전후방에 근접센서를 설치하고, 후방 카메라를 통해 사각지대를 줄일 수 있다.



Fig. 4. Architecture of the Getting On and Off in the Bus

4. 안전시스템의 사용자 인증 기법

4.1 사용자 등록 프로토콜

어린이 버스 승하차 안전시스템을 이용하는 사용자는 어린이고, 어린이 식별을 위해 얼굴영상이미지와 학부모 연락처 등 안전서비스를 위한 정보를 입력해야 한다. 쌍둥이 및 자매간, 형제간의 얼굴인식으로 오답지 가능성이 존재한다. 이를 보완하기 위해 어린이의 가방에 RFID 나 태그를 이용하여 추가 인증하므로 오답지를 막을 수 있다.

Fig. 5와 같이 사용자의 얼굴 사진 등을 비롯한 인증 및 서비스에 필요한 정보를 등록한다. 어린이는 버스 승하차 안전시스템에 자신의 정보를 등록한다. 등록정보는 다음과 같다.

$ID || Name_{ID} || FaceInfo_{ID} || Tag_{ID} || ParentPhone_{ID} || GPS_{ID}$

어린이의 식별정보는 스마트미러에 내장된 라즈베리 파이에 설치된 DB에 등록한다. 자매 및 형제 또는 쌍둥이의 얼굴 등의 경우 잘못된 인증이 될 수 있기때문에 2차 인증정보를 요구한다. 2차 인증정보는 다양하게 존재하지만 가방의 Tag 나 어린이가 마이크를 통해 대답을 하면 Google Cloud Speech API를 이용하여 음성을 인식하여 식별할 수 있다[16].

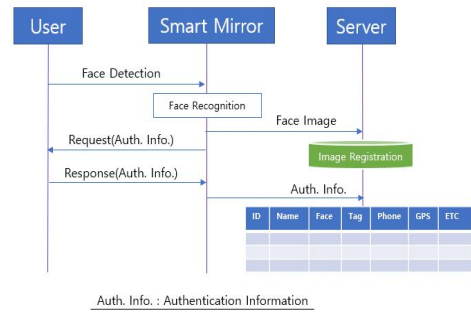


Fig. 5. Registration of User for Smart Mirror

4.2 사용자 인증 프로토콜

어린이가 안전한 버스 승하차를 위해 승하차 과정에서 사용자인증이 실행된다. 버스내에 있는 스마트 미러를 통해 어린이의 얼굴을 인식하고, API를 이용하여 식별하고, 저장된 정보와 비교하여 인증을 실행한다. 안전하고 정확한 인증을 위해 어린이의 가방에 있는 Tag를 통해 2차 인증을 한다. 필요에 따라 어린이의 이름을 음성인식을 통해 인증을 추가적으로 수행이 가능하다. Fig. 6는 승차과정의 인증 및 운행을 위한 플로차트이다.

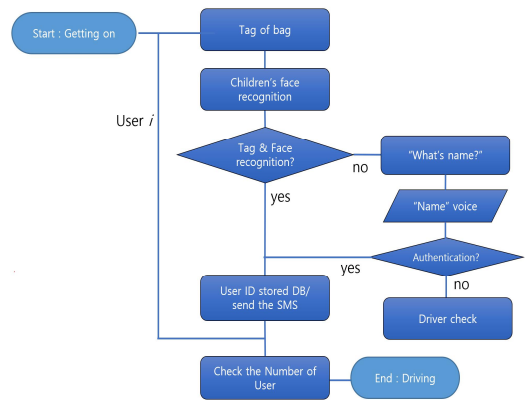


Fig. 6. Authentication of User for Getting On the Bus

버스에 사용자인 어린이가 승차(탑승)할 때 어린이의 얼굴과 가방의 Tag를 통해 인증을 하고, 식별이 되지 않을 경우에는 아이의 이름을 묻고 답하는 과정을 통해 식별 및 인증을 한다. 인증이 완료되면 승차정보를 시스템의 DB에 저장하고, 학부모에게 SMS를 송신하고 출결시스템에 정보를 입력한다. 승차가 완료되면 운행을 시작한다. Fig. 7는 하차과정에서 수행되는 인증 및

운행을 위한 플로차트이다. 어린이가 하차할 지점에서 하차를 하는지 확인하고, 또한 하차시에도 인증을 실시한 후 학부모에 SMS를 송신한다. 운전자는 모니터를 통해 탑승자가 정확한 시점에서 하차되었는지 시스템에서 체크하고 문제가 없음을 모니터를 통해 확인하고, 전후방에 근접센서와 카메라를 통해 어린이가 있는지 확인한 후 운행을 시작한다.

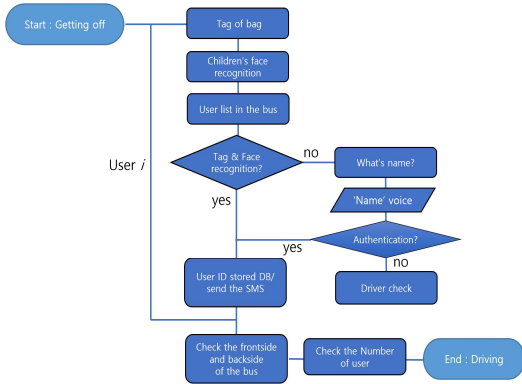


Fig. 7. Authentication of User for Getting Off the Bus

4.3 어린이 안전 서비스 및 출결 알림

사용자는 스마트 미러를 통해 차별화된 서비스를 제공받으려 한다. 사용자 인증 후, 스마트 미러 인증 시스템은 LTE 등의 인터넷으로 어린이 승하차 정보, 학부모에게 승하차 알림서비스, 출결체크 등의 서비스를 제공한다. 어린이가 버스에 승차하면서 스마트 미러를 통해 인증이 완료되면 Fig. 6과 같이 스마트 미러에서 서버로 승차정보를 전달하고, 운전자는 운행중이 귀가 지역에 도착하면 Fig. 7과 같이 어린이가 하차를 하고 하차정보와 일치할 경우 운행을 시작한다. 어린이의 하차후 버스의 전후방의 근접센서와 후방 카메라를 통해 사각지대 확인이 된 후 운행이 가능하다.

4.4 분석 및 평가

제안 기법은 어린이 식별 및 인증을 통해 안전한 승하차를 지원할 수 있다. 서론에서 제기된 승하차 안전 시스템의 요구사항을 만족하는 스마트 미러를 활용한 어린이 사용자인증 기반의 안전시스템에 제안하였다.

첫째, 사전에 어린이의 여러 사진을 취합하여 등록하

고, 딥러닝을 이용하여 어린이의 얼굴을 식별한다. 식별이 되지 않을 경우 제안 시스템에서 음성을 통해 “너는 누구니?” 묻고 답하는 과정에서 DB에 있는 어린이를 식별한다. 뿐만 아니라 어린이의 가방에 RFID 태그를 통해 간접 인증을 수행할 수 있다. 인증이 되지 않을 경우 운전기사를 통해 인증절차를 수행할 수 있다.

둘째, 어린이가 승차할 경우 승차인원을 DB에 등록하고, 어린이가 하차여부를 확인한다. 차량이 최종 목적지에 도착했을 때 승차인원과 하차인원을 비교하여 차이가 있을 경우 모니터를 통해 운전기사가 확인할 수 있다.

셋째, 어린이들이 하차하여 도로를 건너거나 헤어지는 친구와 인사 등으로 사각지대에 머무를 수 있다. 차량의 전후방에 근접센서를 제안시스템에 연결하여 알려주고, 카메라를 이용하여 확인이 가능하다.

넷째, 어린이를 제안 시스템에 등록할 때 승하차 지점의 GPS를 같이 등록함으로써 승하차 GPS지점 근처에 차량이 도달하였을 때 제안 시스템의 모니터를 통해 승하차해야 하는 어린이의 사진과 정보를 제공하므로 누락을 없앨 수 있다.

얼굴을 통해 어린이를 식별 및 인증하고 Tag를 통해 2차 인증을 한다. 필요한 경우 어린이의 목소리를 이용하여 추가인증을 하므로 오탐지나 미탐지를 막을 수 있다. 제안 기법은 어린이집 버스나 초등학교 학원 버스 등에서 활용가능하다. 제안된 안전시스템은 어린이집이나 학원의 출석시스템과 연동되어 탑승여부확인, 잘못된 하차를 막을 수 있고 버스 전후방에 발생가능한 사각지대의 안전사고를 막을 수 있다.

5. 결론

교통의 약자인 어린이의 안전사고가 많이 발생한다. 스마트 미러 및 IoT 기술을 적용하여 버스 승하차 안전 시스템을 제안하였다. 버스 승하차과정에서 스마트 미러를 이용하여 어린이의 얼굴을 식별 및 인증후 승하차 정보를 DB에 저장하고 보호자에게 SMS로 정보를 전달하여 안전한 승하차 서비스를 제공할 수 있다. 또한 하차 후에 버스 전방과 후방의 사각지대에 있을 수 있는 어린이를 탐지하여 운전자에게 알람기능을 제공함으로써 안전성을 높이고자 하였다.

본 논문에서는 사용자인 어린이를 사전에 시스템에 이름을 비롯한 얼굴 사진 및 보호자 SMS 전송번호를

등록한 후 버스 승차 및 하차시 사용자 인증을 실시하고, 인증이 되지 않을 경우 재차 확인하는 기능을 추가함으로써 버스 승하차과정에서 안전시스템을 제안하였다. 향후 연구로는 얼굴이 닮은 형제자매나 쌍둥이 등 잘못된 인증을 방지하기 위해 스마트 폰이나 스마트 밴드 등의 다양한 기기에 블루투스를 이용한 추가적인 인증이 가능한 연구 및 개발이 필요하다.

REFERENCES

- [1] H. Ko, S. Kim & N. Kang. (2017). Design and implementation of smart-mirror supporting recommendation service based on personal usage data. *KIISE transactions on computing practices*, 23(1), 65-73.
- [2] H. J. Mun. (2019). A Study on the User Identification and Authentication in the Smart Mirror in Private. *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(7), 100-105. DOI : 10.22156/CS4SMB.2019.9.7.100
- [3] Eben Upton. (2019). *Raspberry Pi 4 on sale now from \$35*. Raspberry(Online). <https://www.raspberrypi.org/blog/raspberry-pi-4-on-sale-now-from-35/>
- [4] S. W. Lee, D. M. Ji, H. S. Shin, Y. B. Chae & Y. G. Kim. (2018). A Personalised Smart Mirror Based on Face Recognition. *Proc. of Korea Information Science Society*, 1644-1646.
- [5] P. Y. Kumbhar, A. Mulla, P. Kanagi & R. Shah. (2018). Smart Mirror Using Raspberry Pi. *International Journal for Research in Emerging Science and Technology*, 5(4), 2349-2610.
- [6] Raspbian. *Welcome to Raspbian*. <https://www.raspbian.org/>
- [7] W. Harrington. (2015). *Learning Raspbian*. Packt Publishing Ltd.
- [8] H. J. Mun. (2018). Biometric Information and OTP based on Authentication Mechanism using Blockchain. *Journal of Convergence for Information Technology*, 8(3), 85-90. DOI : 10.22156/CS4SMB.2018.8.3.085
- [9] J. Shin, Z. Liu, C. M. Kim & H. J. Mun. (2018). Writer identification using intra-stroke and inter-stroke information for security enhancements in P2P systems. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 11(6), 1166-1175. DOI : 10.1007/s12083-017-0606-0
- [10] J. Shin, M. R. Islam, M. A. Rahim & H. J. Mun. (2020). Arm movement activity based user authentication in P2P systems. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 13, 635-646 (2020). Issue Date March 2020. DOI : 10.1007/s12083-019-00775-7 Springer US.
- [11] S. V. Viraktamath, M. Katti, A. Khatawkar & P. Kulkarni. (2013). Face detection and tracking using OpenCV. *The SIJ Transactions on Computer Networks & Communication Engineering (CNCE)*, 1(3), 45-50.
- [12] Y. C. Hwang, H. J. Mun & J. W. Lee. (2015). Face Recognition System Technologies for Authentication System-A Survey. *Journal of Convergence for Information Technology*, 5(3), 9-13. DOI : 10.22156/CS4SMB.2015.5.3.009.
- [13] Face detection.(2020). *An AI service that analyzes faces in images*. Microsoft Azure(Online). <https://azure.microsoft.com/en-us/services/cognitive-services/face>
- [14] H. J. Mun & G. H. Kim. (2019). A Survey on Deep Learning based Face Recognition for User Authentication. *Journal of Industrial Convergence*, 17(3), 23-29. DOI : 10.22678/JIC.2019.17.3.023
- [15] O. Abdel-Hamid, A. R. Mohamed, H. Jiang, L. Deng, G. Penn & D. Yu. (2014). Convolutional neural networks for speech recognition. *IEEE/ACM Transactions on audio, speech, and language processing*, 22(10), 1533-1545.
- [16] T. Kimura, T. Nose, S. Hirooka, Y. Chiba & A. Ito. (2018, November). Comparison of Speech Recognition Performance Between Kaldi and Google Cloud Speech API. *In International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing* (pp. 109-115). Springer, Cham.

문형진(Hyung-Jin Mun)

[중신회원]



- 2008년 2월 : 충북대학교 전자계산학과(이학박사)
- 2009년 3월 ~ 2012년 8월 : 중국 연변과학기술대학교 컴퓨터전자통신학부 조교수, 부교수
- 2017년 3월 ~ 현재 : 성결대학교 정보통신공학부 조교수

- 관심분야 : 정보보안, 사용자 인증, 빅데이터분석
- E-Mail : jinmun@gmail.com