

# 스마트폰 블루투스를 이용한 승강기 호출 지능형 IoT 시스템 제안

(Proposal of elevator calling intelligent IoT system using smartphone Bluetooth)

김시연\*, 노순국\*\*  
(Si Yeon Kim, Sun-Kuk Noh)

## 요약

센서들을 네트워크로 연결하면서 시작된 사물인터넷은 인공지능 기술과 결합하면서 지능형 IoT로 발전되고 있다. 도심 고층 건물들은 승강기가 필수적으로 설치되고, 승강기는 층을 이동하며 화물 운반과 사용자 이동의 기능을 수행한다. 고층 건물이나 특수 환경(병원 등)의 승강기 사용자에게 안전하고 편리한 서비스를 제공해야 한다. 대형 병원과 같이 신속한 환자 운송이 중요한 환경에서 병원 직원 및 환자용 승강기에 일반인들도 수시로 이용하는 문제점이 존재한다. 특히, 골든 타임이 중요한 환자 이동 시 승강기를 탑승하기 위한 대기 시간은 큰 방해 요소이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 본 연구에서 스마트폰 블루투스를 이용하여 승강기 호출 지능형 IoT 시스템을 제안한다. 먼저 스마트폰 블루투스를 이용하여 승강기 호출 IoT 시스템을 실험하고, 실험결과, 승강기 사용자의 인증 및 불필요한 탑승 대기시간을 감소시킬 수 있음을 확인하였다. 또한 지능형 IoT로 연계하는 승강기 호출 지능형 IoT 시스템을 제안한다.

■ 중심어 : 승강기 ; 블루투스 ; 스마트폰 ; AIoT 시스템

## Abstract

The Internet of Things, which began by connecting sensors through a network, is developing into an intelligent IoT by combining it with artificial intelligence technology. Elevators are essential for high-rise buildings in the city, and elevators move from floor to floor and perform the functions of transporting goods and moving users. It is necessary to provide safe and convenient services for elevator users in high-rise buildings or special environments (hospitals, etc.). In an environment where rapid patient transportation is important, such as large hospitals, there is a problem that hospital staff and the general public often use the elevator for patients. In particular, when moving patients where golden time is important, the waiting time to board the elevator is a major hindrance. In order to solve this problem, this study proposes an intelligent IoT system for elevator calling using smartphone Bluetooth. First, we experimented with the elevator calling IoT system using smartphone Bluetooth, and as a result of the experiment, it was confirmed that it can authenticate elevator users and reduce unnecessary waiting time for boarding. In addition, we propose an intelligent IoT system that connects with intelligent IoT.

■ keywords : Elevator ; Bluetooth ; Smart Phone ; AIoT System

## I. 서론

센서들을 네트워크로 연결하면서 시작된 사물인터넷(IoT, Internet of Things)의 개념은 4차 산업혁명 시대의 핵심 기술이며, 초연결사회 구현 기술이

다. 최근 IoT는 인공지능(Artificial intelligence, AI) 기술과 결합하면서 지능형 IoT(Artificial Intelligence of Things, AIoT)로 발전되고, 지능화된 서비스를 전 산업영역에 제공할 수 있게 되었다[1-8].

도심 고층 건물들은 승강기가 필수적으로 설치되

\* 준회원, ㈜알앤비소프트

\*\* 정회원, 조선대학교 SW중심대학사업단

이 논문은 2022년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 수행된 연구임

접수일자 : 2023년 12월 26일

수정일자 : 2024년 01월 08일

게재확정일 : 2024년 01월 31일

교신저자 : 노순국 e-mail : nsk7078@chosun.ac.kr

고, 승강기는 층을 이동하며 화물 운반과 사용자 이동의 기능을 수행한다. 따라서 승강기에 대한 관련 연구도 활발하게 진행되고 있다[9-16]. 1910년 옛 조선은행(현 한국은행 화폐금융박물관)에 최초로 설치된 이후 112년만에 국내 승강기는 보유 대수 80만 대, 세계 7위 승강기 설치 국가가 되었다 [17]. 국내 승강기 산업의 시장 규모는 제조업 3조원, 유지관리 1조원 등 전체 4조원에 이르며, 관련 업체 수는 제조·수입 280여개, 유지관리 900여개이며 약 2만 5000여명이 승강기 산업에 종사하고 있다. 또한 4차 산업혁명 기술인 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI), 빅데이터 등을 승강기에 접목하여 비접촉 호출시스템, 실시간 원격 감시 제어 등 첨단 기술을 갖추고 있다[10, 12, 18-21].

본 논문에서는 고층 건물이나 특수 환경(병원 등)에서 승강기 사용자에게 편리한 승강기를 제공하려는 목적으로 승강기 지능형 IoT 시스템을 제안한다. 실제 대형 병원과 같이 신속한 환자 운송이 중요한 환경에서 병원 직원 및 환자용 승강기에 일반인들도 수시로 이용하는 문제점이 존재한다. 특히, 골든 타임이 중요한 환자 이송에서 승강기를 탑승하기 위한 대기 시간은 큰 방해 요소이며, 이러한 불편을 해결하기 위해서 본 연구에서 스마트폰 블루투스를 이용하여 승강기 호출 지능형 IoT 시스템을 제안한다. 먼저 스마트폰 블루투스를 이용하여 승강기 호출 IoT 시스템을 실험하고, 이를 지능형 IoT로 연계하는 지능형 IoT 시스템을 제안한다.

## II. 지능형 IoT(Artificial Intelligence of Things: AIoT)

센서들을 네트워크로 연결하면서 시작된 사물인터넷(IoT, Internet of Things)의 개념은 4차 산업혁명 시대의 핵심 기술이며, 인간-사물-인터넷을 연결하는 초연결사회 구현 기술이다. IoT는 2000년대엔 스마트 홈이, 그리고 2010년대에는 독일에서 시작된 공장 자동화 패러다임인 인더스트리 4.0이 등장하였다. 또한, 2020년대에 들어서 IoT는 인공지능(Artificial intelligence, AI) 머신러닝(Machine

Learning, ML) 및 딥러닝(Deep Learning, DL) 기술과 결합하면서 지능형 IoT(Artificial Intelligence of Things, AIoT)로 발전되고, 지능화된 서비스를 전 산업영역에 제공할 수 있게 되었다.

지능형 IoT는 네트워크 진화에 따른 사물의 기하급수적 연결축진(1단계: 연결형(connectivity))과 인공지능의 고도화를 배경으로, 기존의 상황 인지, 단순한 원격측정·제어, 미래예측(2단계: 지능형(intelligence)) 그리고 자율적인 ‘자율 판단’, ‘자율 제어’까지 가능한 3단계 자율형(autonomy) 단계로 발전하고 있다[3]. 지능형 IoT 기술 아키텍처는 그림 1과 같다.

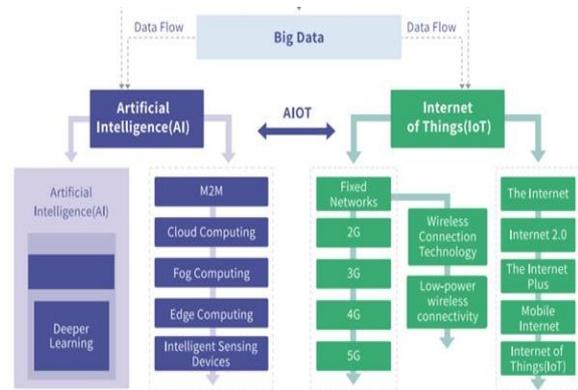


그림 1. 지능형 IoT 기술 아키텍처 [8]  
Fig. 1. AIoT Technology architecture

## III. 블루투스(Bluetooth)

### 1. 블루투스 개념 및 작동

블루투스는 2.4GHz ISM(Industrial, Scientific and Medical) 대역을 사용하여 다양한 장치들 간의 무선 데이터 통신을 가능케 하는 기술이다[22, 23]. 블루투스는 그림 2와 같이 주파수 홉핑 스펙트럼 확산(Frequency-Hopping Spread Spectrum) 기술을 이용해 작동한다. 이는 여러 디바이스가 같은 주파수 대역을 공유할 수 있도록 해, 간섭의 영향을 최소화하며, 높은 통신 효율성과 안정성을 유지할 수 있게 한다.

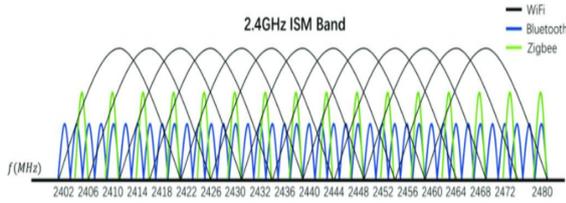


그림 2. 블루투스 사용 주파수대역 [22]  
Fig. 2. Bluetooth frequency bands

## 2. 블루투스 프로토콜 스택

블루투스의 프로토콜 스택은 그림 3과 같고, 여러 계층으로 구성되어 있어, 각 계층이 서로 다른 역할을 수행한다. LMP(Link Management Protocol)는 물리적인 링크를 설정, 관리하고, L2CAP(Logical Link Control and Adaptation Protocol)는 데이터를 프레임화하고 서비스 품질(QoS)을 관리한다. 또한, SDP(Service Discovery Protocol)는 디바이스가 서로의 서비스를 발견할 수 있게 도와준다. 이러한 다양한 프로토콜들이 상호작용하며 블루투스 통신을 가능하게 한다[22].

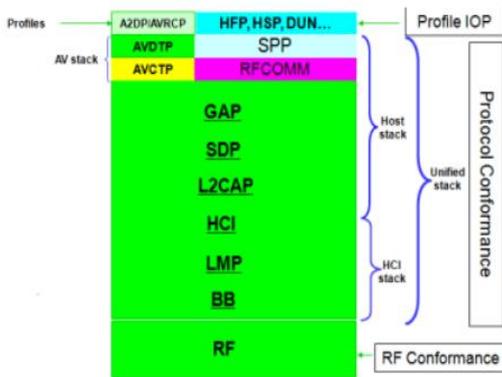


그림 3. 블루투스 프로토콜 스택 [22]  
Fig. 3. Bluetooth Protocol Stack

## 3. 블루투스 클래스와 거리

블루투스 기기의 클래스는 출력과 송수신 거리를 결정하며, 표 1에서 클래스별 특징을 보인다. 각 클래스의 출력과 통신 거리는 이론적인 최대값이며, 실제 환경에서는 장애물, 전파 간섭, 기기의 안테나 성능 등 다양한 요인에 의해 영향을 받을 수 있다.

표 1. 블루투스 클래스별 특징

Table 1. Features of each Bluetooth class

타입	전력	최대전 력레벨	송수신 동작범위	사용 기기
Class 1	High	100mW	100m	산업용 기기
Class 2	Medium	2.5mW	10m	스마트폰, 헤드셋, 노트북 등 대부분의 블루투스 기기
Class 3	Low	1mW	1m	매우 제한된 거리에서의 통신이 필요한 특정 기기
Class 4	Very -low	0.5mW	0.5m	매우 짧은 거리의 통신이 필요한 기기

## 4. 블루투스의 페어링과 보안

블루투스 페어링은 다양한 무선 기기와 연결을 시켜주는 핵심기능으로, 두 개의 블루투스 기기가 서로 통신할 수 있도록 상호 검색 및 인식(인증)하고, 연결되는 과정을 의미한다. 페어링은 보안과 사용 편의성을 제공하며, 무단접근과 데이터의 안정성을 보장한다. 두 개의 블루투스 기기는 페어링이 성공적으로 완료되면, 향후 연결이 필요할 때 자동으로 연결된다. 페어링 과정은 일반적으로 기기 검색, 보안 코드 입력 또는 확인의 단계를 통해 이루어진다. 페어링에는 기기검색 및 기기연결에 대한 시간이 소요되며, 또한 신호 강도 및 환경 간섭과 같은 요인에 따라 달라질 수 있다. 일반적으로 검색 조회 스캔에 12초, 검색 기능 활성화에 기본적으로 약 2분동안 검색이 이루어진다.

## IV. 승강기 호출 IoT 시스템 구성 및 실험

### 1. 승강기 호출 IoT 시스템

승강기 호출 IoT 시스템은 아두이노를 활용하여 승강기 모델을 구성하였다. 승강기의 외부에는 별도

의 호출 버튼을 만들지 않고 블루투스를 사용하여 아두이노와 스마트폰을 연결해 스마트폰으로 승강기를 호출하도록 구성하였다.

제안 시스템을 사용하는 경우는 두 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 사용자가 현재 승강기 앞에 서 있는 상황이며 두 번째는 사용자와 승강기의 사이에 거리가 존재하는 경우이다. 모두 승강기 탑승을 위해서는 반드시 사전 블루투스 페어링된 스마트폰을 이용하여 승강기를 호출해야 한다. 또한 호출된 승강기를 탑승하게 되면 내부 버튼을 이용하여 원하는 층수로 이동하거나 스마트폰으로 원하는 층수를 선택하여 승강기를 이동시킨다. 두 번째 경우, 위급 상황이나 제한된 시간 내에 승강기 도착 대기시간을 줄이고자 할 때 미리 스마트폰으로 호출함으로써 대기시간을 단축할 수 있다는 장점이 있다.

제안 승강기 호출 IoT 시스템의 동작은 아래와 같고, 그림 4, 5와 같다.

- ① 승강기 사용자는 스마트폰을 이용하여 블루투스 페어링된 승강기와 인증 설정 및 연결한다.
- ② 스마트폰 승강기 앱을 이용하여 승강기의 Rx에 승강기의 진행 방향(위, 아래)을 설정하여 승강기를 호출하고, 이동하고자 하는 목적 층수를 선택, 입력한다.
- ③ 호출 데이터를 승강기 IoT인 아두이노가 수신하여 서보 모터를 제어하여, 승강기를 사용자가 대기하는 층으로 이동시킨다.
- ④ 사용자가 대기하는 층에 멈춘 승강기에 사용자는 탑승 후, 설정된 목적 층수 데이터에 의해 승강기는 목적 층수로 이동한다.

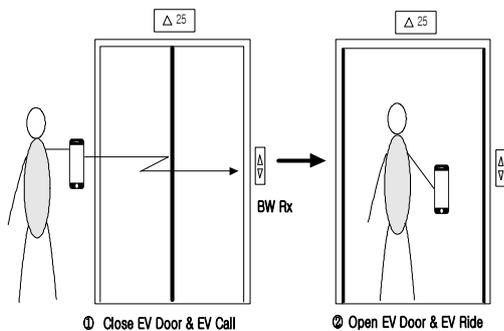


그림 4. 제안 시스템을 이용한 승강기의 호출 및 탑승

Fig. 4. Calling and boarding of the elevator using the suggestion system

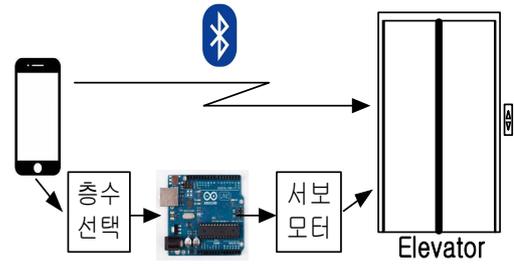


그림 5. 제안 승강기 호출 IoT 시스템의 동작  
Fig. 5. The behavior of the IoT system calling the proposed elevator

## 2. 하드웨어 구성 및 동작

제안 IoT 시스템은 승강기 운반을 담당하는 Servo motor(DC motor), 현재 층수를 보여주는 7 Segment, 이동을 위한 버튼 Switch, 스마트폰과 아두이노의 연동을 도와주는 블루투스로 구성된다.

### (1) Servo motor(DC motor)

스마트폰 혹은 스위치를 통해 원하는 층수의 데이터를 아두이노로 받게 되면 서보모터가 작동되어 본체가 해당 층수로 이동한다.

### (2) 7 Segment

현재 승강기의 층수를 시각적으로 확인한다.

### (3) Switch

스위치는 크게 상승버튼, 하강버튼, 이동버튼 총 3가지로 구성된다. 상승버튼 또는 하강버튼을 누르면 1씩 증가, 감소하는 것을 세그먼트로 확인할 수 있으며, 이동버튼을 누르면 세그먼트에 보이는 층수로 승강기가 이동한다.

### (4) 블루투스 모듈

스마트폰으로 엘리베이터를 제어하기 위해 아두이노와 스마트폰을 블루투스 모듈(HM-10)을 사용해 연동한다.

## 3. 승강기 호출 앱

승강기 호출을 제어하기 위해 앱 인벤터로 설계한

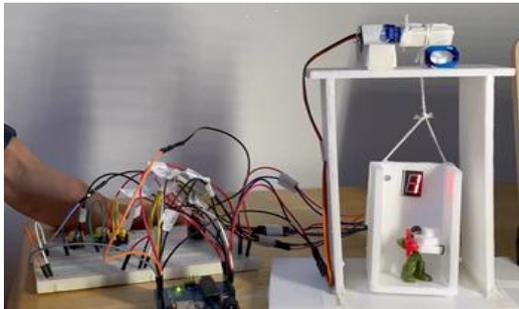
GUI는 그림 6이다. 아두이노와 연결된 블루투스를 찾아 연결한 후, 해당 층수를 나타내는 버튼을 클릭해 승강기를 호출한다.



그림 6. 스마트폰의 승강기 호출 앱  
Fig. 6. Elevator call app of the Smart phone

#### 4. 실험

제작된 IoT 시스템을 실험한 것은 그림 7과 같다. 건물의 최대 층수를 5층으로 가정하여 승강기를 이동시켰다. 서보모터의 층수별 각도를 그림 8과 같이 설정하여 동작 제어하였고, 층간 각도가 크지 않으면 승강기의 이동은 육안으로 구별하기가 다소 어려움을 확인하였다.



(a) 스위치로 승강기 호출



(b) 스마트폰 앱으로 승강기 호출

그림 7. 제안 승강기 IoT 시스템의 동작  
Fig. 7. Operation of the proposed Elevator IoT System

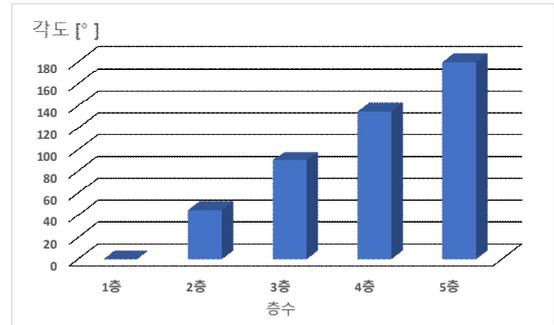


그림 8. 서보모터의 층수 별 동작  
Fig. 8. Operation of servo motors by layer

### V. 지능형 IoT 시스템 제안 및 향후 연구

승강기 호출 IoT 시스템과 연계하여 지능형 IoT 시스템 제안은 그림 9와 같이 향후 연구하고자 한다. 제안 시스템은 승강기 사용자의 이동 층수 정보를 확보하여, AI 기반으로 학습, 분류하여 사용자별 이동 층수를 자동으로 승강기 호출 IoT 시스템에 추천함으로써 사용자의 승강기 대기시간을 단축할 수 있다. 이를 통해 고층 건물의 상시종사자, 거주자 그리고 대형 병원 등 특수환경 근무자 등은 더 빠르게 승강기를 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

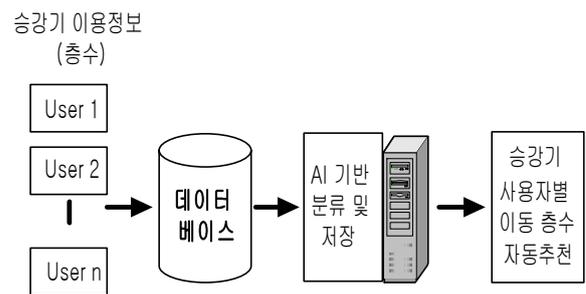


그림 9. 승강기 호출 지능형 IoT 시스템 제안  
Fig. 9. Proposal of elevator calling intelligent IoT system

### VI. 결론

센서들을 네트워크로 연결하면서 시작된 사물인터넷(IoT, Internet of Things)은 인공지능(Artificial

intelligence, AI) 기술과 결합하면서 지능형 IoT(Artificial Intelligence of Things, AIoT)로 발전되고, 지능화된 서비스를 전 산업영역에 제공할 수 있게 되었다. 최근 국내 승강기 설치 대수가 80 만대를 넘어서 세계 7위가 되었고, 특히 새롭게 지어지는 건물들은 고층일수록 승강기의 성능 향상은 필수적이다.

본 연구는 고층 건물, 대형 병원 등 특수환경의 사용자가 승강기 이용 시 인증 및 불필요한 탑승 대기 시간을 감소시키기 위한 목적으로, 스마트폰 블루투스를 이용한 승강기 호출 지능형 IoT 시스템을 제안하였다. 제안 시스템은 먼저 승강기의 이용 권한이 있는 사용자들에 한해서 개인 스마트폰을 승강기와 블루투스 연결을 하여 승강기를 호출 가능하도록 구성하였고, 실험을 통해 승강기 호출 동작을 확인하였다. 그리고, 지능형 IoT 시스템을 제안하였다. 고층 건물의 상시종사자, 거주자 그리고 병원 등 특수환경 근무자 등은 더 빠르게 승강기를 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

향후에는 제안한 승강기 호출 지능형 IoT 시스템을 구현하기 위해 관련 AI를 활용하여 제안 시스템을 검증하고자 하며, 나아가 사용자의 편리성을 극대화시키기 위해 현대인들이 많이 사용하는 스마트 위치를 접목시켜 엘리베이터를 호출할 수 있는 방안도 연구하고자 한다.

## 감사의 글

“이 논문은 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음(2022년도).”

## REFERENCES

[1] 이상엽, “지능형 IoT 기술과 사례 동향,” 주간기술동향 2021호, 정보통신기획평가원, 2021년 11월

[2] 이정구, “지능형 IoT 기술개발 동향,” 주간기술동향, 한국정보통신기술협회, 2021년 12월

[3] 신용건, “AIoT의 국내외 발전 동향 및 AIoT 품질 구현,” *AIoT 월간 동향*, 2022년 4월

[4] 이효승, 오재철, “도어 안전고리 스마트 제어시스템 설계 및 구현,” *스마트미디어저널*, 제6권, 제1호, 62-67쪽, 2017년 3월

[5] 노순국, “인공지능 기반 구글넷 딥러닝과 IoT를 이용한 의류 분류,” *스마트미디어저널*, 제9권 제3호, 41-45쪽, 2020년 9월

[6] 장준혁, “디지털 소외계층을 위한 지능형 IoT 애플리케이션의 공개 API 기반 대화형 음성 상호작용 기법,” *스마트미디어저널*, 제11권, 제10호, 22-30쪽, 2022년 11월

[7] 김서연, 정진만, 김봉재, 윤영선, 장준혁, “오픈 플랫폼 호환 지능형 IoT 컴포넌트 자동 생성 도구,” *스마트미디어저널*, 제11권, 제11호, 32-39쪽, 2022년 12월

[8] Tuya Smart and Gartner, “2021 Global AIoT Developers Ecosystem White Paper,” 2020.12. <https://www.iotjournal.nl/wp-content/uploads/2021/01/AI-IoT-Ecosystem-Whitepaper.pdf>

[9] Dong-Eon Yoon, Chang-Hwan Kim, Jae-Ryeol Yoon, Am-suk Oh, “Design of Smart Button Based on Arduino for Automatic Elevator Sensing,” *한국정보통신학회 종합학술대회 논문집*, vol. 24, no. 1, pp. 146-148, 2020.

[10] Am-Suk Oh, “Smart Device for Efficient Sensing of Elevator,” *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 24, no. 10, pp. 1249-1254, 2020.

[11] 반효경, “스마트 빌딩을 위한 센서 기반의 효율적인 엘리베이터 스케줄링,” *한국산학기술학회논문지*, 제17권 제10호, 367-372쪽, 2016년

[12] 정영진, 장찬영, 김도현, 김주아, 나한솔, 손준영, 강성우, “인공지능 모델을 활용한 엘리베이터 고장 분류 시스템 개발,” *2022년 대한산업공학회 춘계공동학술대회 논문집*, 971 - 978쪽, 2022년

[13] 유수민, 최린, “초음파를 이용한 엘리베이터 문의 개방 여부 판단,” *한국차세대컴퓨팅학회 학술대회*, 제2022권, 제5호, 207-210쪽, 2022년

[14] 이주언, 이기환, 이나현, 서재용, 김태형, “비접촉 조작 및 위급 상황 탐지를 위한 엘리베이터 음성 인식 시스템,” *한국정보과학회 학술발표논문집*, 제2022권, 제6호, 2024-2026쪽, 2022년

[15] 김서연, 이하연, 홍주혜, 노순국, “아두이노를 활용한 스마트폰 호출 승강기,” *한국통신학회 추계종합 학술발표논문집*, 제2022권, 제6호, 2022년

[16] [기업] 승강기 설치 80만 대...세계 7위 대국으로 '우뚛' [https://www.ytn.co.kr/\\_ln/0102\\_202209021621240640](https://www.ytn.co.kr/_ln/0102_202209021621240640) (accessed Sep., 10, 2023).

[17] AI·IoT 등 신기술 장착한 승강기가 한곳에서 본다 <http://www.ilyowekly.co.kr/news/newsview.php?ncode=1065591517077885> (accessed Sep., 10, 2023).

[18] 김운용, “OpenAPI를 활용한 WebRTC 기반 승강기 비상 화상통화 시스템 구현,” *한국컴퓨터정보학회 논문지*, 제28권, 제10호, 155 - 161쪽, 2023년 10월

[19] 오암석, “효율적인 승강기 센싱을 위한 스마트 디

바이스,” 한국정보통신학회논문지 제24권, 제10호, 1249-1254쪽, 2020년 10월

- [20] 한관희, 김윤겸, “사례연구와 특허분석을 통한 승강기 원격 모니터링 기술의 발전방향 고찰,” *차세대융합기술학회논문지*, 제5권, 제1호, 90-103쪽, 2021년 1월
- [21] 엄마, 엘리베이터는 어떻게 동작해요? <https://brunch.co.kr/@dolgusin/30> (accessed Sep., 10, 2023).
- [22] 블루투스란 무엇일까? : 블루투스 한 번에 알아보기 - AKIRU MUSIC WORKSHOP <https://akirumusic.com/%eb%b8%94%eb%a3%a8%ed%88%ac%ec%8a%a4/>(accessed Sep., 30, 2023).
- [23] 블루투스 ® 기술 웹 사이트 (bluetooth.com) <https://www.bluetooth.com/ko-kr/>(accessed Sep., 10, 2023).

---

저 자 소 개

---



김시연(준회원)

2023년 조선대학교 컴퓨터공학과  
학사 졸업.  
2023년 알앤비소프트 재직.

<주관심분야 : 자능형IoT, 인공지능,  
의료SW



노순국(정회원)

1995년 조선대학교 전자공학 공학사  
1997년 조선대학교 대학원 전자공학  
공학석사  
2000년 조선대학교 대학원 전자공학  
공학박사

2002년 ~ 2004년 전북대학교 BK기금교수

2004년 ~ 2009년 호남대학교 전파공학과 전임강사  
2009년 ~ 2011년 호남대학교 이동통신공학과 조교수  
2012년 ~ 2018년 조선이공대학교 전자과 조교수  
2018년 ~ 현 재 조선대학교 SW중심대학사업단 부교수

<주관심분야 : 무선이동통신, RF시스템, 전파채널,  
IoT시스템, 인공지능 등>