

Long-Distance Controlled Door Lock House Management For The Disabled Using IoT

IoT를 활용한 장애인을 위한 장거리 제어 도어락 집 관리

Tae-Gyun Kim¹, Sun-Ok Kim²

김태균¹, 김선옥²

¹ Student, Dept. of Information & Communication Software, Halla University, Korea,
qncj5224@naver.com

² Professor, Dept. of Information & Communication Software, Halla University, Korea,
sokim@halla.com

Corresponding author: Sun Ok Kim

Abstract: This paper proposes an automated system in which doors are opened and closed through a face recognition method to increase the bucket rate and convenience using Arduino. Pupil recognition, voice recognition, and fingerprint recognition are among the fourth industrial technologies. This automated system uses face recognition to register the user's face in advance, automatically opens the door using this information, and lights up the house. In an era when the Internet of Things (IoT) is drawing attention, WiFi is used to open and close doors or control lighting anywhere through a web browser, and PIR sensors are used to automatically close doors after a certain period of time if movement is not detected. This automated system is more safe than conventional door locks, so it can be more safe and useful for disabled people who cannot use their hands. In addition, it is expected that it can be useful because it can check and control the status of door locks and lights in the house using a smartphone outside when the number of people with forgetfulness is increasing. In this paper, the process of performing tasks of such a system was subdivided and configured through simulation to establish a system that allows users to feel convenient and secure.

Keywords : Internet of Tings, Face Recognition, Simulation, Disabled person, Automated System

요약: 본 논문은 Arduino를 사용하여 병행률과 편리함을 높이고자 얼굴 인식 방법을 통해 문이 열리고 닫히는 자동화 시스템을 제안한다. 4차 산업 기술 중 동공 인식, 음성 인식, 지문 인식등이 있는데 이 자동화 시스템은 얼굴 인식 기능을 활용하여 사용자의 얼굴을 미리 등록해 놓고 이 정보를 이용하여 자동으로 문이 열리고, 집안의 불이 켜지는 시스템이다. 사물인터넷 (IoT, Internet of Things)이 주목받는 시대에 WiFi를 활용하여 웹 브라우저를 통해 어디서든 장소에 구애받지 않고 핸드폰으로 문을 여닫거나 조명을 제어할 수 있도록 구성을 하였고 PIR 센서를 활용하여 문의 움직임이 감지 되지 않는다면 일정시간이 지나고나면 자동으로 문이 닫히도록 설계하였다. 이 자동화 시스템은 기존의 도어락보다 안전성이 높아 더 안심할 수 있으

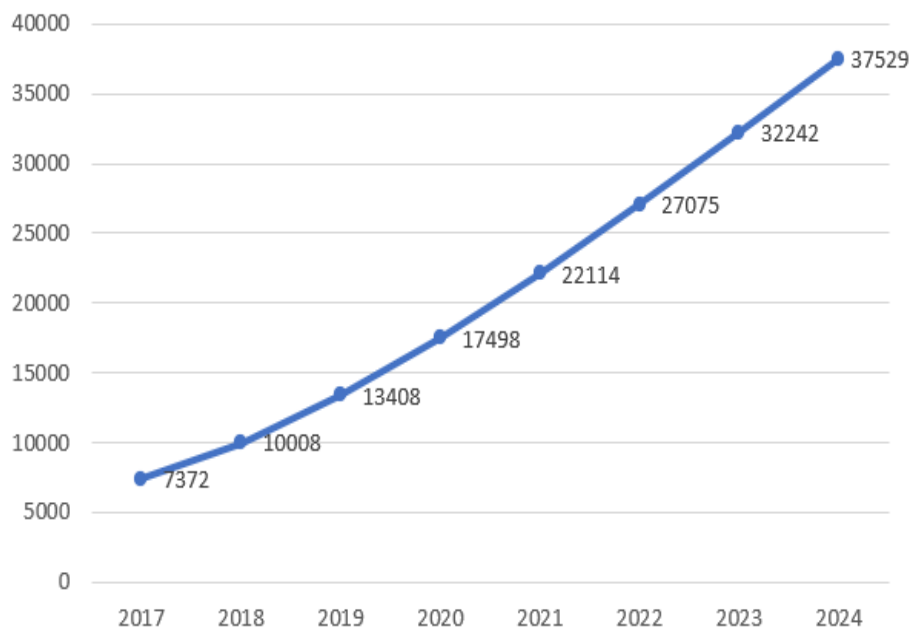
Received: January 28, 2023; 1st Review Result: March 14, 2023; 2nd Review Result: April 11, 2023
Accepted: April 30, 2023

며 손을 쓰지 못하는 장애인분들에게 유용하게 쓰일 수 있다. 또한 건망증 증세가 있는 사람들이 늘어나는 추세에 문이 잠겼는지 확인을 못하고 나왔을 때에 외부에서도 스마트폰을 활용하여 도어락과 집안의 조명의 상태를 확인하여 제어할 수 있어 유용하게 사용할 수 있을 것으로 기대된다. 본 논문에서는 시뮬레이션을 통하여 이와 같은 시스템의 작업 수행 과정을 세분화하고 구성하여 사용자들이 편리하고 안심할 수 있는 시스템을 구축하였다.

핵심어: 사물인터넷, 얼굴 인식, 시뮬레이션, 장애인, 자동화 시스템

1. 소개

최근 IoT에 관한 연구가 활발한 연구가 계속되고, 발전해 나감에 따라 IoT의 사용률이 급증하는 추세이다. IT 시장분석 및 컨설팅 기관에서는 최근 아시아 태평양(일본제외)의 사물인터넷 관련 지출이 2021년 9.6% 성장할 것으로 전망했다[1]. 해당 시장은 2021년부터 2025년까지 연평균 성장률(CAGR) 12.1%를 기록하며 4,370억 달러에 이를 전망이다. 국내 IoT 시장은 향후 5년간 연평균 7.9% 성장률을 보이며 2025년 38조 1,709억 원의 시장 규모를 기록할 것으로 전망된다. 특히 소비자 IoT 부문에서는 스마트홈과 커넥티드카 부문이 지출 성장을 이끌 것으로 분석하였다. 스마트홈 기술은 가전제품, 가정 안전 및 보안, 조명 및 엔터테인먼트 분야에 응용되고 있다[2]. 스마트홈 활용 가구는 2024년까지 3억 7,500만 가구로 증가할 전망이고, 스태티스타의 조사에 따르면, 2019년 스마트홈 활용 가구 수는 1억 3,400만 가구로 추산되며 이 수는 점점 더 증가할 것으로 예측하고 있다. 2020년에는 1억 7,400만 가구를 기록하며, 2023년에는 3억가구를 돌파하고 2024년에는 3억 7,500만 가구로 증가할 전망이다[3].



[그림 1] 스마트홈을 사용하는 가구의 수를 나타내는 그래프

[Fig. 1] This Graph Shows the Number of Households Using Smart Homes

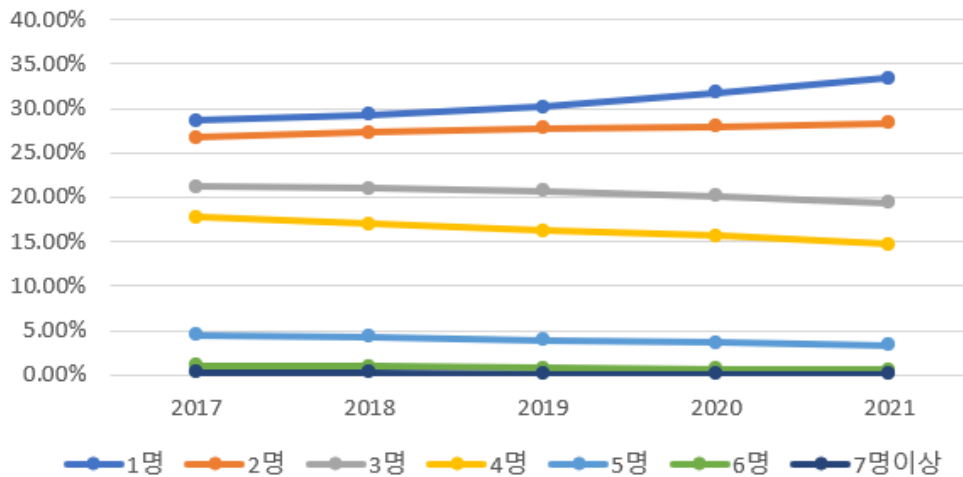
미국의 글로벌 시장조사기관인 마켓앤마켓(Markets and Markets)은 IoT 보안 시장이 2026년까지 연간 22.1%의 성장률을 기록할 것이라는 전망이다. 2021년 149억 달러로 예상된 시장 규모는 2026년 403억 달러로 증가할 것으로 추정됐다[4]

[표 1] 인구수별 가구

[Table 1] Furniture by Number of Households

인구수	1명	2명	3명	4명	5명	6명	7명	일반가구
2017	5618677	5260332	4178641	3473897	886479	197517	58332	19673875
2018	5848594	5445691	4203792	3396320	849169	182886	52737	19979190
2019	6147516	5663330	4217736	3300114	801048	166866	46578	20343188
2020	6643354	5864525	4200629	3271315	761417	142172	38298	20921710
2021	7165788	6076549	4169956	3154286	715982	142172	33237	21448463

한국 통계청에 따르면 1인 가구의 비율이 2017년 28.6%에서 2021년 33.4%까지 1인 가구의 비율이 점점 늘고, 2인 가구의 비율은 2017년 26.7%에서 2021년 28.3%로 늘어나는 반면에 3인 가구의 비율은 2017년 21.2%에서 19.4%로, 4인 가구의 비율은 2017년 17.7%에서 2021년 14.7%로 3인 이상의 가구는 점점 줄어드는 양상을 보인다[5].



[그림 2] 인구수별 가구 그래프

[Fig. 2] Household Growth Rate by the Number of Population

실제로 1인 가구는 다인 가구보다 모든 범죄의 피해 두려움이 약 13~15%로 비교적 높게 나타났고, 폭력 범죄피해의 경우 전국 범죄 피해율 0.57%보다 약 3배 높은 1.5%로 나타났[6]. 따라서 본 논문에서는 이러한 스마트홈 분야의 성장에 따라 얼굴 인식을

통해 더 편리하고 안전한 시스템을 제안한다. 또한 한국 유전자 정보연구원에 의하면 일반인 남녀 200명 대상으로 깜빡하는 건망증을 포함해 하루에 기억을 잊어본 경험이 몇 번 정도 있는가에 대해 설문조사를 실시하였는데 2회 미만이 55.5%, 3~5회가 34.5%, 6~10회가 5.5%, 10회 이상이 4.5%로 많은 사람이 자주 깜빡하는데 깜빡하고 집 문단속을 하지 않고 나오거나 집 안의 조명을 끄지 않았다고 한다[7]. 그리고 건망증에 대비하여 WiFi를 이용해 밖에서도 잠금장치와 집안의 조명을 제어할 수 있도록 개발하였다.

[표 2] 건망증을 느낀 비율

[Table 2] Recovering the Feeling of Forgetfulness

	2회 미만	3~5회	6~10회	10회 이상
비율	55.5%	34.5%	5.5%	4.5%

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 연구 목적과 선행 연구 및 관련 연구를 기술하고 시스템 환경을 설명한다. 3장에서는 시스템의 구조 및 내용을 설명한다. 4장에서는 제안한 시스템의 실행 과정을 설명하고 5장에서 결론 및 연구의 한계점, 향후 연구 방향을 기술한다.

2. 연구 준비

2.1 연구 목표

얼굴 인식을 이용한 도어락은 카메라의 성능, 조명, 사용자의 표정 등 외부 요인의 영향을 많이 받고 헤어스타일이 바뀌거나 안경을 쓰지 않은 상태에서 등록된 얼굴과 다른 얼굴을 인식하는 경우 비정상적인 인증 실패가 발생할 수 있다. 4차 산업 기술 중 동공 인식, 음성인식 등의 방법들이 있는데 동공 인식은 눈의 움직임 등을 사용하여 인증하지만, 얼굴 인식은 얼굴 전체 특징을 사용하여 인증하기 때문에 더욱 안전하다. 그리고 얼굴 인식은 높은 정확도로 인식하지만, 음성인식은 환경 소음이나 발음 등으로 인해 오인식이나 부정 인식이 발생할 수 있다. 홍채인식은 비용이 너무 많이 들어 대중화가 되기에는 아직 어렵다. 또한 야외에서 태양광으로 인해 인식률이 떨어질 수 있고 시선을 고정하지 않았을 때 올바른 인식을 하지 못할 수 있다는 단점이 있다[8]. 그리고 안면 인식의 경우 1,2초 내로 인식이 완료되는 반면에, 홍채 인식은 다소 시간이 소요된다는 점에서 불편함을 야기할 수 있다[9]. 본 연구에서는 스마트폰을 활용하여 문이 잠겼는지 확인을 할 수 있고, 문을 열고 닫을 수 있다. 기존 선행된 연구에서 Jang과 Lee는 얼굴 인식 기술을 활용하여 도어락을 만들고, 편의성을 위해서 스마트폰을 활용하여 얼굴 인식 화면을 볼 수 있도록 연구를 하였고[10], Lee와 Park 그리고 Han은 지문인식과 얼굴인식을 통하여 별도의 열쇠나 비밀번호 없이도 어렵지 않고 간단하게 사용자가 도어락을 열 수 있는 것을 제안하였다[11]. 그리고 Back과 Kim은 IoT를 기반으로 하여 스마트폰으로 카메라를 통해 화면을 확인하여 문을 여닫을 수 있고, 스마트폰을 활용하여 집안의 조명등을 관리하는 시스템을 제안하였다[12]. 본 연구에서는 얼굴 인식 기술을 활용하여 도어락을 만들고, 스마트폰을 활용하여 도어락뿐만 아니라 집안의 조명들까지 조절할 수 있고, 문이 열리고 난 후 움직임이 감지가 되지 않으면

자동으로 문이 닫히고, 집의 문이 잠겼는지 확인을 하지 못하였을 때 핸드폰으로 확인하고 문을 열고 닫을 수 있도록 연구하였다. 얼굴 인식을 이용한 도어락은 손을 사용하기 불편한 장애인분들을 위해 유의미하게 사용할 수 있고, 만일 깜빡하고 문을 닫고 나오지 않거나 불을 끄지 않고 외출했을 때도 스마트폰을 통해서 웹 창에서 현재 도어락과 조명의 상태를 볼수 있어 외부에서 스마트폰을 사용하여 도어락과 조명을 제어할 수 있게 시스템을 구성하였다.

2.2 연구 부품

본 시스템은 아두이노 개발환경(IDE) Arduino D1R1을 기반으로 제작되었으며 웹 서버를 구축하고, 웹 페이지를 구현하였다. 또한 AI를 활용해 얼굴 인식 기술을 활용하였다. 시스템 개발을 위해 사용한 부품은 다음과 같다.

[표 3] 시스템 구성 자료

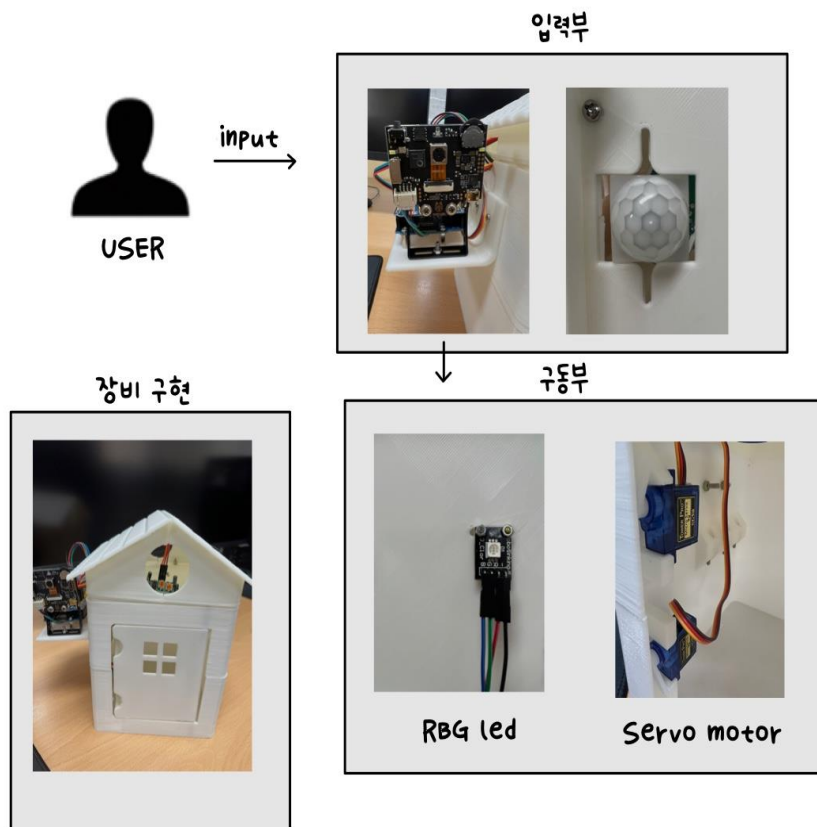
[Table 3] System Configuration Materials

Item	Image	Spec
Husky Lens		Husky-lens (SKU:SEN0305)
RGB LED		SMD RGB LED 모듈(KY0009)
servo motor		Servo Motor SG-90
PIR		적외선 PIR 센서 인체 감지 모션센서 HC-SR501
Arduino D1R1 board		아두이노 UNO 호환 IoT 보드 WeMos D1 R[SZH-EK080]
Jumper cable		MM, MF, FF
연장 보드		R3CPB

3. 연구 과정 및 결과

3.1 실행 과정

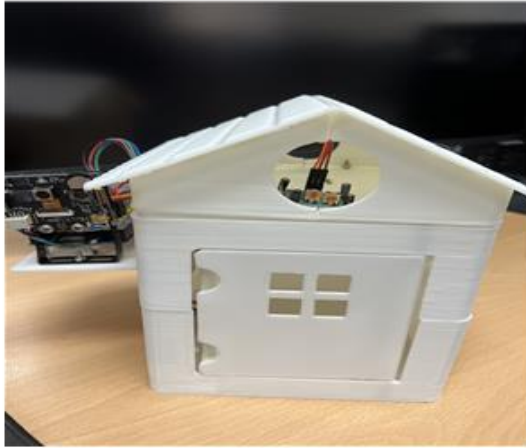
입력 장치로는 허스키렌즈와 PIR 센서를 사용하며 구동 장치로는 SERVO MOTOR 와 LED를 사용한다. 허스키렌즈를 통해 대상의 얼굴이 사전에 등록된 얼굴과 같다면 문이 자동으로 열리고 집안의 조명이 켜지도록 설계를 하였다, 또한 문이 열리고 난 후 PIR 센서에 움직임이 감지되지 않으면 문이 자동으로 닫히게 설계하였다. [그림 3]은 시스템의 구성도를 나타낸 것이다.



[그림 3] I/O 조작도

[Fig. 3] I/O Manipulation

시스템의 전면은 [그림 4]와 같으며 WiFi 모듈을 부착하여 웹 서버를 구축해 시스템과 사용자가 통신을 할 수 있도록 구성하였고, 입력 장치인 허스키렌즈는 도어락의 옆쪽에 부착함으로써 대상의 얼굴을 인식한다. 시스템의 내부는 [Fig. 5]와 같으며 안에는 문의 위쪽에 PIR 센서를 부착함으로써 문이 열리고 난 후 움직임 감지를 통해 사용자가 들어왔는지를 알 수 있다. 출력 장치인 RGB LED는 집 천장 가운데에 배치하였고, 서브모터로 문에 달아서 문을 여닫을 수 있게 하였다.



[그림 4] 주택의 전체 구조

[Fig. 4] The Entire Structure of a House

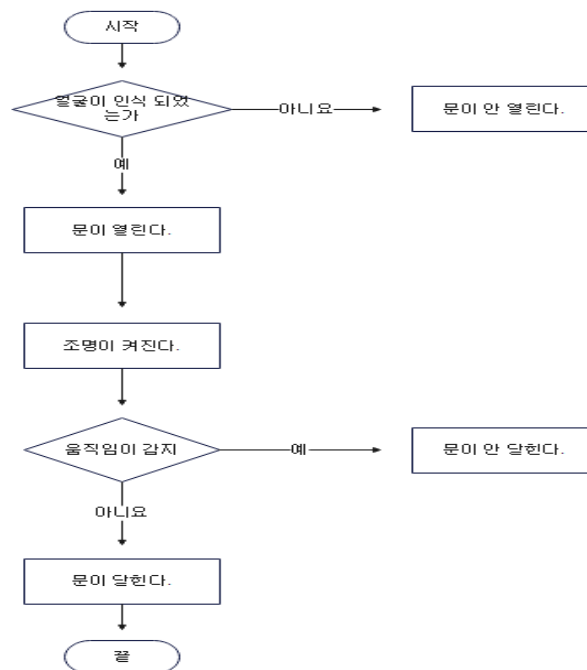


[그림 5] 주택의 내부구조

[Fig. 5] The Interior Structure of a House

3.2 흐름도

Easy Home Management With IOT의 흐름도는 아래 [그림 6]와 같다.



[그림 6] 흐름도

[Fig. 6] Flow Chart

3.3 실행

시스템 실행 과정은 다음과 같다.



[그림 7] 장치 설정

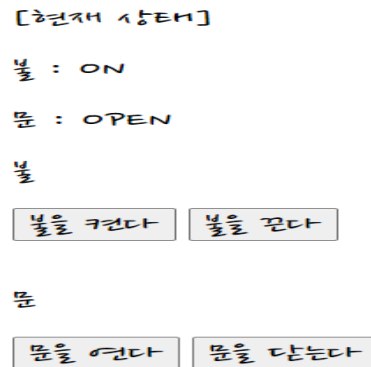
[Fig. 7] System Settings

[그림 7] 과 같이 시스템을 실행한 후 "+" 기호를 얼굴에 대고, 얼굴을 학습하려면 "Learning Button"을 짧게 누르고, 허스키렌즈가 같은 얼굴을 감지하면 화면에 "Face ID1"이라는 글자가 적힌 파란색 프레임이 뜬다. "Learning Button"을 계속 누르고 얼굴의 다른 각도에서 렌즈의 "+" 기호에 가리킨다. 이 과정에서 화면에 허스키렌즈가 얼굴을 인식하고 있음을 나타내는 "Face ID1"이라는 글자가 적힌 노란색 프레임이 뜬다. 노란색 프레임을 동일한 얼굴의 다른 각도로 향하게 하여 학습 중인 이 사람 얼굴의 모든 각도를 입력한다. 그런 다음 "Learning Button"에서 손을 떼면 얼굴에 대한 학습을 완료할 수 있다[13].



[그림 8] 문이 열렸을 경우

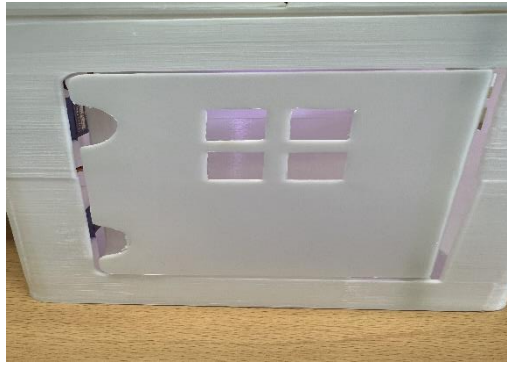
[Fig. 8] Door open



[그림 9] 인터넷을 통한 조절 화면

[Fig. 9] Internet Control Screen

[그림 8]과 같이 허스키렌즈에 저장되어있는 얼굴과 인식된 얼굴이 일치한다면 자동으로 문이 열리고 집안의 조명이 켜진다. WiFi가 연결된 스마트폰을 이용하여 문을 열었다 닫았다 할 수 있고, 집안의 조명을 켜다 끄다 할 수 있다. [그림 9]은 사물들을 통제할 수 있는 화면이고 현재 문과 불의 상태를 나타낸다.



[그림 10] 문이 닫혔을 경우

[Fig 10] Door Close

문 위의 PIR 센서를 통해 움직임이 감지되지 않는다면 [그림 10]처럼 1초 후에 자동으로 문을 닫히게 구축하였다.

4. 결론

본 논문에서 제안한 시스템은 아두이노를 이용하여 기본적인 IoT들을 복합적으로 응용하여 제작한 것이다. 본 시스템은 건망증 증세가 있는 사람들이 늘어나는 추세에 WiFi를 이용하여 밖에서도 스마트 폰을 활용하여 잠금 상태를 알 수 있고, 잠금장치를 제어 할 수 있게 구성하였다. 또한, 얼굴 인식 방법을 통해 1인 가구를 상대로 한 범죄율이 늘어나는 시대에 안전성을 높일 수 있고, 스마트폰을 이용하여 잠금장치와 조명을 원거리에서 조정할 수 있는 편리한 기능을 갖추고 있다. 하지만 다른 사람이 와이파이를 이용해 잠금장치와 조명을 조정할 수 있으므로 암호를 설정하여 안전을 위한 독자적인 권한을 가질 수 있는 기능을 다음 연구에 추가할 것이고, 얼굴인식 기능만을 사용하면 얼굴 복제의 위험을 대비하여 이중 인증 방식을 추가할 것이다. 그리고 현재의 시간을 받아와 특정 시간대에만 문을 열었을 때 조명이 자동으로 켜지도록 설계하고 이외의 나머지 시간대에는 문이 열려도 조명이 켜지지 않는 기능을 추가할 예정이다.

References

- [1] <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prAP48762422>, Jan 11 (2022)
- [2] gyeong-wan Gug, Major Technologies and Market Trends of Smart Home at Home and Home, KOSEN, (2021)
Available from: https://kosen.kr/info/kosen/REPORT_0000000001953
- [3] Global IoT(Internet of Things) Market, NIPA(National IT Industry Promotion Agency), (2020)
- [4] <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/iot-security-market-67064836.html>, Oct 31 (2021)
- [5] https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1JC1517&vw_cd=&list_id=&scrId=&seqNo=&lang_mo de=ko&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=K1, Jul 28 (2022)
- [6] <https://m.khan.co.kr/national/national-general/article/202205101040001#c2b>, May 10 (2022)
- [7] <https://www.ajunews.com/view/20210204124415489>, Feb 4 (2021)

- [8] <https://www.fneyefocus.com/news/articleView.html?idxno=15740>, Mar 16 (2021)
- [9] <https://apiece-korea.tistory.com/265>, Dec 8 (2020)
- [10] Eun-Gyeon Jang, Dong-Jun Lee, Han-Bin Lee, Sun-Ho Kim, Door Lock Control Program and Apps Using Face Authentication, Journal of the Korea Computer Information Association Winter Conference, (2019), Vol.27, No.1.
- [11] Jun-Hyoung Lee, Hyun-Sun Park, Hee-Gu Han, Entrance record, Safety detection Service for single-person household, ACK 2021 Academic Presentation Paper Collection 28, (2021), Vol.2, p.1093.
- [12] Seung Beom Baek, Yong Hwi Kim, Home Appliance Device Control using Smart Phone, Journal of the 2017 Autumn Academic Presentation Contest, (2017), Vol.24, No.2, p.1137.
- [13] https://wiki.dfrobot.com/HUSKYLENS_V1.0_SKU_SEN0305_SEN0336?gclid=Cj0KCQjw39uYBhCLARIsAD_SzMQJcg02_sjhiIdBdd7h9p01wyieAvvDsKiLGNRnqYXR0XJZZcpZU9IaAu6QEALw_wcB#target_0, Feb 27 (2023)