

IoT 기술을 활용한 스마트 커피머신의 구현

김효찬* · 김주현* · 지태규* · 최상균* · 백수황**

Implementation of a Smart Coffee Machine using IoT Technology

Hyo-Chan Kim* · Ju-Hyun Kim* · Tae-Kyu Ji* · Sang-Kyun Choi* · Soo-Whang Baek**

요약

최근 우리 일상 속에서 사용자의 라이프스타일에 맞춰 사용할 수 있도록 다양한 IoT 디바이스들이 개발되고 있다. 본 논문에서는 애플리케이션과 ESP-01 WiFi 모듈을 통해 IoT 기술을 사용하는 스마트 커피머신을 구현하였다. 구현된 스마트 커피머신은 기존 알람기능이 있는 커피머신과 다르게 IoT를 결합해 원하는 날짜와 시간을 애플리케이션으로 관리할 수 있는 차별성을 갖는다. 애플리케이션은 안드로이드 스튜디오를 이용하여 데이터를 입력받고, 스마트 커피머신에 알맞은 정보를 전송할 수 있는 기능을 한다. 아두이노 기반의 회로를 구성하여 커피머신과 MP3 모듈을 제어함으로써 원하는 시간에 커피가 추출되고 스피커를 통해 알람음이 울리도록 설계되었다. 추출된 커피는 온도에 따라 뜨거움, 따뜻함, 미지근함 세 단계로 나누어 구분할 수 있다. 최종적으로 물의 양과 시간에 따른 커피 온도 변화 실험을 통해 구현한 스마트 커피머신의 적합성을 확인하였다.

ABSTRACT

Recently, various IoT devices are being developed to suit the user's lifestyle in our daily lives. In this paper, a smart coffee machine using IoT technology was implemented through an application and an ESP-01 WiFi module. The implemented smart coffee machine is different from existing coffee machines with alarm functions in that it can manage the desired date and time with an application by combining IoT. The application uses Android Studio to input data and transmits appropriate information to the smart coffee machine. An Arduino-based circuit was configured to control the coffee machine and MP3 module so that coffee is extracted at the desired time and an alarm sound is heard through the speaker. The extracted coffee can be divided into three stages: hot, warm, and lukewarm depending on the temperature. Finally, the suitability of the implemented smart coffee machine was confirmed through an experiment on the change in coffee temperature according to the amount of water and time.

키워드

Application, Arduino, Coffee, IoT, Web Server
애플리케이션, 아두이노, 커피, 사물 인터넷, 웹서버

* 상명대학교 휴먼지능로봇공학과
(201921343@sangmyung.kr, pccocq@naver.com,
tk825@naver.com, 201921372@sangmyung.kr)

** 교신저자 : 상명대학교 휴먼지능로봇공학과

• 접수일 : 2024. 08. 01
• 수정완료일 : 2024. 09. 06
• 게재확정일 : 2024. 10. 12

• Received : Aug. 01, 2024, Revised : Sep. 06, 2024, Accepted : Oct. 12, 2024

• Corresponding Author : Soo-Whang Baek

Dept. Human Intelligence and Robot Eng., Sangmyung University,

Email : swbaek@smu.ac.kr

I. 서론

최근 국내에서 커피시장이 꾸준한 성장세를 보이고 있다. 조사에 따르면 2018년 기준 커피전문점 시장규모가 세계 3위이고 1인당 연간 카페 소비액은 세계 2위이다[1]. 이에 맞춰 생두 수입량도 꾸준히 증가하고 있다[2]. 더불어 가정에서도 커피를 접할 수 있는 커피머신 수요 또한 꾸준히 증가하고 있다[3]. 또한, 네트워크의 발전으로 IoT(Internet of Things) 시장이 빠르게 성장 중이며 특히 스마트폰을 이용한 IoT 기술을 일상에서 쉽게 접할 수 있다[4-6]. 현대인들이 커피를 가장 많이 찾는 시간대가 오전(09시~12시), 그리고 점심 직후(12시~14시)로 조사되었다[7]. 따라서 1인 가구의 증가와 함께 바쁜 현대인들에게 알람기능은 필수적이다[8]. 이러한 이유로 알람을 듣고 일어나 커피를 마시면 졸음을 효과적으로 쫓을 수 있다.

기존 커피머신들은 버튼을 누르면 물을 가열하여 뜨거운 상태로 유지할 뿐이고, 알람 시계와 결합하여 알람과 해당 시간에 커피를 내려주는 정도에 그쳤었다. 따라서 사용자의 편의성을 개선하기 위해 IoT 기술을 이용하여 더욱 사용자 최적화된 스마트한 기능들을 제공하는 커피머신의 개발이 필요하다.

기존의 IoT 기술을 활용한 스마트 커피머신은 음성 명령을 통해 원격으로 커피를 추출하고, 머신의 상태를 실시간으로 모니터링하는 기능이 있으나 제품의 크기가 매우 큰 단점이 있다[9]. 또한, 머신러닝을 활용한 스마트 커피머신도 존재하지만, 사용자의 데이터를 수집하고, 이를 분석하여 최적의 커피 추출 방법을 도출하는데 아직은 많은 시간이 필요한 단점이 있다[10]. 마지막으로 사용자 경험(UX)을 향상하기 위한 인터페이스 디자인 분야가 있는데 직관적인 UI/UX 디자인과 사용성 테스트에 국한되어 있어 커피머신의 성능개선 측면에서는 다소 아쉬운 점으로 남는다[11].

본 논문에서는 기존연구와 차별점을 두기 위하여 스마트폰 애플리케이션을 이용했다. 기존 알람기능이 있는 커피머신과 다르게 커피머신과 IoT를 결합해 원하는 날짜와 시간을 애플리케이션으로 관리할 수 있도록 하였다. 이외에 커피 온도까지 애플리케이션으로 관리하여 사용자가 자신에게 최적화하여 사용할 수 있다. 커피머신의 전체적인 알고리즘과 각 파트별 알고리즘에 관해 서술하였다. 이러한 알고리즘들을 바탕

으로 하드웨어를 설계한 과정과 애플리케이션 구성요소의 동작 방식을 설명하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 스마트 커피머신 시스템의 구성에 대해서 서술하였다. 3장에서는 스마트 커피머신 하드웨어와 애플리케이션의 제작과정에 대하여 설명하였다. 마지막으로 4장에서는 결론을 맺는다.

II. 스마트 커피머신 설계

2.1 시스템의 구성도

그림 1은 스마트 커피머신 시스템의 구성도를 나타낸다. 스마트 커피머신은 애플리케이션으로부터 알람이 울릴 날짜 및 시간, 요일, 커피의 온도, 커피 추출 여부와 알람 작동 여부에 대한 데이터입력을 받는다. WiFi를 통해 서버에 접속해 HTTP 통신으로 데이터를 MySQL에 저장한다. 이러한 데이터는 WiFi를 통해 아두이노의 WiFi 모듈(ESP-01)로 전송해 아두이노에서 데이터를 수신한다. RTC(DS3231)를 이용해 아두이노에서 현재시간을 불러와 애플리케이션으로부터 받은 날짜 및 시간과 현재시간이 같으면 MP3 모듈에 있는 음악을 출력하고 커피머신 디바이스에 있는 릴레이 모듈에 신호를 전달하여 커피머신을 동작한다. 이때 커피의 온도에 따라 커피 추출 시간을 결정한다.

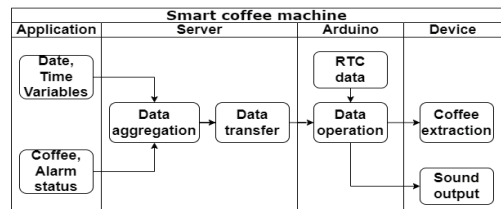


그림 1. 스마트 커피머신 시스템 구성도
Fig. 1 Smart coffee machine system configuration diagram

2.2 애플리케이션 순서도

그림 2는 스마트 커피머신의 애플리케이션 순서도를 나타낸다. 애플리케이션 실행 시 내비게이션 뷰(Navigation view)를 이용해 홈 프라그먼트(Home fragment), 시간 설정 프라그먼트(Time set fragment), 설정 프라그먼트(Setting fragment)로 화면을 이동할

수 있도록 구성하였다. 설정 프라그먼트에서는 개인정보 설정이나 앱 권한설정, 앱에 대한 QnA를 확인할 수 있다. 시간 설정 프라그먼트는 설정한 알람 시간을 띄워주고, 이때의 알람 시간은 시간 설정 활동에서 설정한다. 시간 설정 활동에서는 날짜, 시간, 요일, 커피 온도, 커피 및 알람 여부 대한 데이터를 입력받아 시간 설정 프라그먼트에 전달해 카드 뷰(Card view) 형태로 띄워주게 하고 또한 웹서버에 데이터를 전송해 아두이노에서 데이터를 받을 수 있도록 한다.

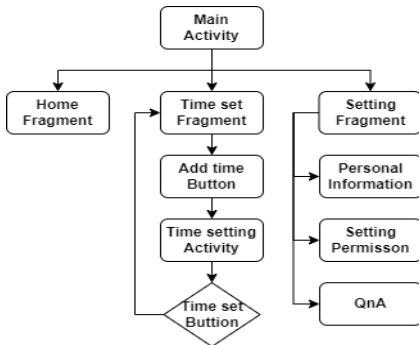


그림 2. 애플리케이션 순서도
Fig. 2 Application flow chart

2.3 웹서버 구성도

그림 3은 웹서버 통신의 구성도이다. 핸드폰이 인터넷에 연결되어있을 때 사용자가 알람과 커피머신 작동 여부 등을 설정하면 웹서버를 통해 컴퓨터의 MySQL에 저장한다. 그리고 WiFi에 연결된 ESP-01이 HTTP 통신으로 MySQL에 저장된 데이터들을 받아오고 시리얼 통신으로 아두이노 나노 보드로 송신한다.

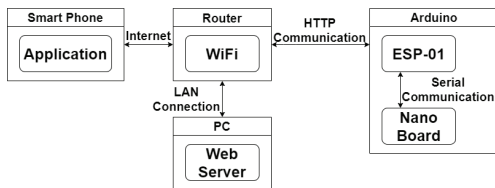


그림 3. 서버 구성도
Fig. 3 Server configuration diagram

III. 스마트 커피머신 제작

3.1 회로 설계

스마트 커피머신의 작동을 위해 애플리케이션을 통해 사용자가 설정을 입력하도록 하여 커피머신을 제어한다. 커피머신의 구동을 위해 아두이노를 활용하여 디지털 제어를 수행하며, 커피머신에 입력되는 220V 교류전압을 제어하기 위해 릴레이 모듈(SZH-EK082)을 사용한다. 표 1은 커피머신의 전력을 공급한 상태와 전력을 차단한 상태로 각 결선에 따라 전압값을 측정한 결과이다. 이 측정 결과를 통해 위 그림 4와 같이 해당 커피머신의 전류의 흐름과 스위치의 위치를 찾았다. 커피머신 3P 스위치의 1번과 2번 사이에 스위치가 존재하고, 2번과 3번 사이에 LED와 저항이 존재한다. 그리고 2번과 3번을 통해 커피머신의 히팅 플레이트가 작동한다. 이 측정을 통해 커피머신의 작동 흐름을 알 수 있었고, 릴레이 모듈과 연결 시 커피머신 구동에 알맞은 배선을 찾아낼 수 있었다.

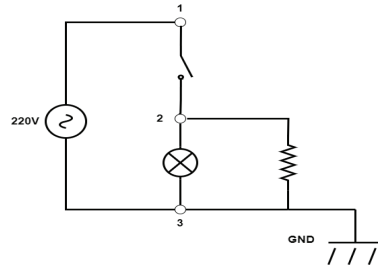


그림 4. 커피머신 회로도
Fig. 4 Coffee machine circuit diagram

표 1. 단자 연결별 On/Off에 따른 전압
Table 1. On/Off voltage for each terminal connection

Terminal	Power On	Power Off
1 - GND	105V	105V
2 - GND	120V	120V
3 - GND	120V	120V
1 - 2	0V	220V
2 - 3	220V	0V
1 - 3	220V	220V

3.2 아두이노 회로 구성

스마트 커피머신을 개발하기 위해 사용자가 원하는

시간에 맞춰 커피와 알람을 울리기 위해 현재시간을 실시간으로 불러오기 위해 RTC 고정밀 리얼타임 클럭 모듈(DS3231)을 사용한다. DS3231 모듈과 기존에 많이 사용하는 DS1302, DS1307 모듈과 차이점은 내부에 크리스탈이 탑재되어 있어 온도에 따른 오차값을 보정해주는 장점이 있다. 또한 CR2032 리튬배터리가 장착되어 메인 시스템의 전원이 차단되어도 시간을 계속해서 진행하게 한다. 이러한 결과가 정확한 시간을 알려준다. 음악을 출력하기 위해 다양한 음악을 저장할 수 있는 DFPlayer Mini(DFRO299)를 사용한다. DFPlayer Mini MP3 모듈은 microSD에 저장된 음악을 스피커에 출력한다. LM386 디지털 앰프 모듈(ELB060302)은 하드웨어 상에서 전위차계 출력 볼륨을 미세 조정할 수 있다. 회로 설계에서 측정한 값과 아두이노 회로를 이용하여 하드웨어를 구성할 수 있었으며 이를 그림 5에 나타냈다.

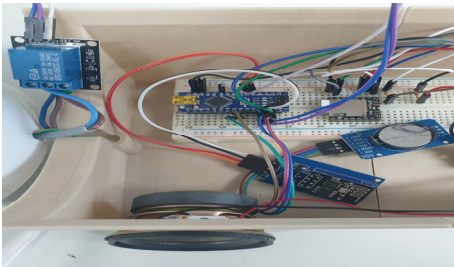


그림 5. 아두이노 회로
Fig. 5 Arduino circuit

그림 6은 커피머신과 아두이노 회로를 결합한 스마트 커피머신의 하드웨어를 나타낸다.



그림 6. 스마트 커피머신
Fig. 6 Smart coffee machine

3.3 통신 및 서버구축

사용자가 외출 시에도 앱을 통해 제어할 수 있도록 WiFi 통신을 사용한다. WiFi 모듈로는 간단한 데이터 통신만을 필요로 하기에 ESP-01을 사용한다. 커피머신과 애플리케이션의 통신에서 ESP-01을 서버로 만들어 사용해 보았지만, 그 방법은 블루투스 통신과 다른 점이 없었다. 이러한 방식은 사용 거리에 제한이 있으므로 먼 거리에서 앱의 알람 시간에 대한 데이터를 아두이노에 보낼 수가 없다. 이러한 단점을 보완하기 위해 웹서버를 제작한다. 웹서버 구축은 APM을 사용한다. 웹 서버를 구성하는 주요 도구인 Apache, PHP, MySQL을 통틀어 APM이라 한다. Apache는 무료로 사용할 수 있는 웹 서버이며, 전 세계적으로 가장 많이 사용된다. 유닉스를 비롯하여 매킨토시, 윈도 NT, 운영체제의 각 운영체제에서 작동하고, 모듈의 추가와 삭제 및 각종 기능을 편리하게 사용할 수 있는 웹 서버이다. 그리고 포트 포워딩으로 서버로 사용할 컴퓨터의 포트를 지정하면 사용자가 밖에서 앱으로 알람 설정이나 커피 추출 설정을 하게 되었을 때 웹서버에서 그 데이터를 받아 컴퓨터의 MySQL에 저장하고 아두이노로 보내게 된다. 아두이노에서는 받은 데이터로 RTC의 시간과 비교해 알람을 울리고 커피 추출을 하도록 한다.

3.4 애플리케이션 제작

스마트 커피머신의 애플리케이션은 기존의 커피머신들과 비교해 확실한 차별점을 찾을 수 있기에 스마트 커피머신을 개발하는 데 있어 가장 핵심적인 부분이라고 할 수 있다. 애플리케이션 개발환경은 안드로이드 스튜디오를 사용하고 개발언어는 안드로이드 공식 프로그래밍 언어인 코틀린을 사용한다. 애플리케이션 구성요소로는 홈 화면, 알람 설정, 앱 설정으로 이루어져 있다. 알람 설정 페이지에서는 리사이클러 뷰(Recycler view)를 이용하여 다수의 알람을 설정할 수 있게 하고, Card view를 이용하여 알람 각각에 대한 접근을 용이하게 한다. 알람 추가 버튼을 누르면 시간 설정 활동으로 화면이 전환되어 Time picker와 Date picker를 이용하여 날짜와 시간을 설정하고 넘어가 사용자가 원하는 알람 이름, 요일, 커피 온도, 알람음과 커피 추출 여부를 선택 후 이 데이터를 리사이클러 뷰가 있는 프라그먼트로 전달한다. 또한, 시간

설정 프라그먼트에 있는 카드 뷰를 클릭해도 시간 설정 활동으로 화면이 전환되어 입력된 데이터를 수정할 수 있다. 그림 7은 시간 설정 프라그먼트와 시간 설정 활동에 대한 구성화면을 나타냈다. 이때 설정 완료 버튼을 누르면 사용자가 입력한 데이터들을 HTTP 통신을 통해 MySQL의 'time' database의 'daytime' table에 저장한다. 또한, 시간 설정 프라그먼트의 리사이클러 뷰에도 데이터가 전달되어 그림 7(a)과 같이 카드 뷰가 생성된다. 이때 요일을 선택하면 카드 뷰 안에 날짜 대신 선택한 요일이 표시된다.

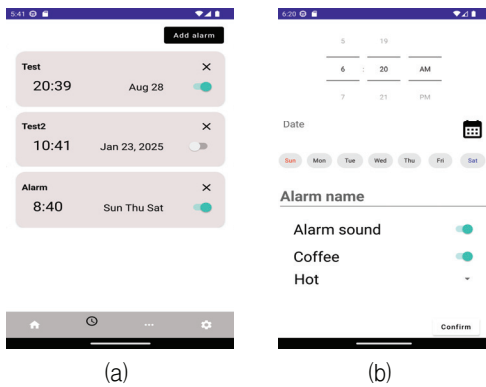


그림 7. 알람 설정 페이지
 (a) 시간 설정 프라그먼트 (b) 시간 설정 활동
 Fig. 7 Alarm settings page
 (a) Time set fragment (b) Time setting activity

3.5 온도 조절 기능 구현

사용자가 원하는 온도에 커피를 마실 수 있도록 커피포트 옆에 비접촉 온도센서(GY-906)를 설치한다. 비접촉 온도센서는 물체에서 방사되는 적외선을 측정하여 전기적 신호로 변환 후 온도로 계산하는 방식을 사용한다. 해당 온도센서의 사양을 확인하면 '센서 온도 범위'와 '개체 온도 범위'로 두 가지로 나누는 것을 알 수 있다. 커피 온도를 확인하기 위해 70~380℃의 범위를 측정할 수 있는 '개체 온도 범위'를 사용하여 온도를 확인한다. 커피가 추출되면 아두이노에서 실시간으로 커피 온도를 측정한다. 커피 온도제어를 위해 온도센서를 이용하여 커피가 원하는 온도까지 도달하는 데 걸리는 시간을 측정하여 그림 8에 나타냈다. 그림 8(a)는 커피머신의 최대용량인 600ml에서의 측정값이고 그림 8(b)는 300ml에서의 측정값이다.

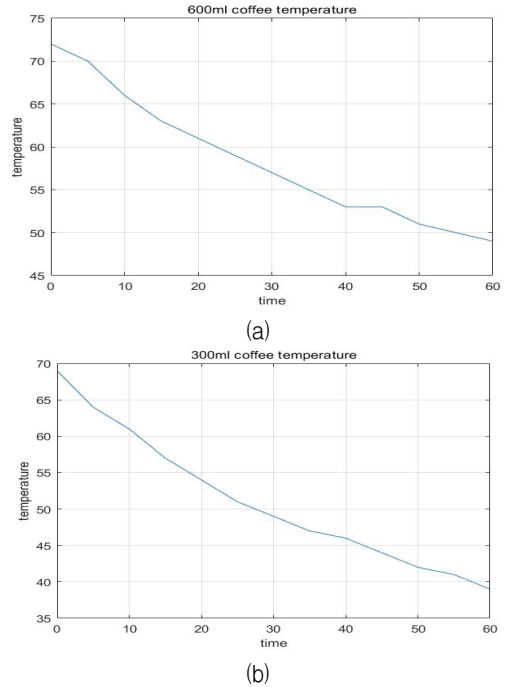


그림 8. 물의 양과 시간에 따른 커피 온도 변화 실험
 (a) 600ml에서 온도 변화 (b) 300ml에서 온도 변화
 Fig. 8 Experiment on coffee temperature changes according to water amount and time
 (a) Temperature change at 600ml
 (b) Temperature change at 300ml

그림 8(a)와 8(b) 모두 최고온도는 70℃ 정도로 나타난다. 그러나 그림 8(a)에서는 60분이 지나도 커피 온도가 50℃ 정도로 유지되는 반면 그림 8(b)에서는 40℃ 아래로 내려간다. 이를 보완하기 위해 사용자가 커피 온도를 선택할 수 있게 한다. 조사에 따르면 선호하는 음용 온도로 52.27%가 65℃~75℃를 꼽았고 뒤를 이어 34%가 55℃~65℃를 선호했다. 이를 기반으로 사용자가 “뜨거움” 단계를 선택하면 커피머신을 계속 켜두어 70℃ 이상의 온도를 유지하고 “따뜻함”을 선택하면 55℃ 이하로 온도가 내려가면 커피머신을 작동시켜 커피를 덥힌다. 마지막으로 “미지근함”을 선택하면 커피가 추출되는 최대시간인 7분 후에 커피머신의 전원을 끈다. 만약 사용자가 커피포트를 꺼내면 비접촉 온도센서의 주변 온도탐지 기능을 이용하여 주변 온도가 객체 온도보다 높으면 전원을 끈다.

IV. 결 론

본 논문에서는 IoT 기술을 활용한 커피머신을 설계하였다. 또한, IoT를 활용하여 커피머신에 대한 접근성을 높이기 위해 목적에 맞는 애플리케이션도 개발하였다. 스마트폰이라는 플랫폼을 활용하기 위하여 포트 포워딩을 이용해 웹서버를 구축하고 근거리뿐만 아니라 인터넷이 연결된 환경이라면 애플리케이션을 실행해 웹서버에 접근하여 커피머신에 접근할 수 있게 하였다. 웹서버에서는 애플리케이션에서 알람에 필요한 데이터를 입력하면 HTTP 통신을 해 MySQL에 데이터를 저장한다. WiFi 모듈이 HTTP 통신을 해 MySQL에 저장된 데이터를 수신하고 아두이노로 보낸다. RTC에서 받아오는 현재시간 데이터와 WiFi 모듈로 받아온 데이터를 비교한다. 이 연산을 바탕으로 릴레이 모듈을 이용해 커피머신을 제어하여 커피를 내리고 알람을 울린다. 이전 연구에서 나아가 비접촉 온도센서를 사용한 실험을 통해 시간에 따른 온도 변화에 대한 관계를 찾을 수 있었고 이를 이용하여 사용자가 원하는 온도에 커피를 마실 수 있게 하였다.

하지만 커피양의 변화에 따른 커피의 온도 유지가 신속하지 못한 어려움이 있었다. 본 스마트 커피머신은 가열기능이 있는 제품으로서 가열과정에서 에너지 소비 최소화를 위한 효과적인 온도제어 기능이 적용되면 에너지 효율적인 측면에서 완성도가 높게 개선될 것으로 보인다. 그리고, 별도의 제어기 구성에 따라 가격이 증가하는 부분에 대해서 보다 저렴하게 구성된다면 합리적인 IoT 시스템으로 이바지하게 될 것이다.

References

[1] C. Jung, S. Lee, and Y. Kim, "Dual Heating Method of Direct Inject Water for Drip-Coffee Machine," *The J. of Korean Institute of Information Technology*, vol. 17, no. 11, 2019, pp. 37-42.
<https://doi.org/10.14801/jkiit.2019.17.11.37>

[2] M. Song, "History of coffee industry in Korea," *Korean Society of Food Science and Technology*, vol. 53, no. 4, 2020, pp. 397-409.
<https://doi.org/10.23093/FSL.2020.53.4.397>

[3] J. Ji, and S. Lee, "Analysis of the Demand for Imported Coffee Bean in Korea," *Korean J. of*

Agricultural Management and Policy, vol. 46, no. 1, 2019, pp. 1-16.
<https://doi.org/10.30805/KJAMP.2019.46.1.1>

[4] D. Hong, J. Lim, J. Yu, S. Beak, and J. Kim, "Study on a Smart Cane for the Visually Impaired utilizing ESP32-CAM for Enhanced Safety," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 18, no. 6, 2023, pp. 1379-1386.
<https://doi.org/10.13067/JKIECS.2023.18.6.1379>

[5] J. Lee, H. Lee, and W. Choi, "A study on iNterface and Interaction using Chatgpt System in Virtual Reality Space," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 18, no. 6, 2023, pp. 1285-1290.
<https://doi.org/10.13067/JKIECS.2023.18.6.1285>

[6] H. Jeon, Y. Na, Y. Youn, K. Kim, H. Ahn, and J. Kim, "Study on Development for Smart Door Lock and App. using Arduino and Infrared Sensor," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 17, no. 6, 2022, pp. 1199-1206.
<https://doi.org/10.13067/JKIECS.2022.17.6.1199>

[7] K. Yong, W. Choe, J. Woo, S. Piao, and J. Lee, "The Impact of Coffee Shop Visits and Coffee Consumption Factors on the Preference for Specialty Coffee," *J. of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 25, no. 4, 2024, pp. 290-298.
<https://doi.org/10.5762/KAIS.2024.25.4.290>

[8] J. Oh, and H. Park, "A Study on the Changes to Residential Space Perception and Use After COVID-19 Pandemic according to the Housing Characteristics of Young Single Person Households," *J. of the Korean Institute of Interior Design*, vol. 32, no. 1, 2023, pp. 135-142.
<https://doi.org/10.14774/JKIID.2023.32.1.135>

[9] A. Sujiwa, and I. Santoso, "Automatic Coffee Maker Machine Based on Internet of Things (IoT)," *BEST J. of Applied Electrical Science & Technology*, vol. 4, no. 1, 2022, pp. 1-5.
<https://doi.org/10.36456/best.vol4.no01.5343>

[10] J. Choi, S. Lee, K. Kang, and H. Suh, "Lightweight Machine Learning Method for Real-Time Espresso Analysis," *Electronics*, vol. 13, no. 4, 2024, pp. 800.
<https://doi.org/10.3390/electronics13040800>

- [11] H. Xu, W. Wei, C. Wu, and Y. Pan, "Positive Experience Design Strategies for IoT Products to Improve User Sustainable Well-Being," *Sustainability*, vol. 15, no. 17, 2023, pp. 13071. <https://doi.org/10.3390/su151713071>

저자 소개



김효찬(Hyo-Chan Kim)

2019년~ 상명대학교 휴먼지능로봇공학과 4학년 재학

※ 관심분야 : 로봇 제어, 휴머노이드



김주현(Ju-Hyun Kim)

2019년~ 상명대학교 휴먼지능로봇공학과 4학년 재학

※ 관심분야 : 비전 프로그래밍, 로봇 제어



지태규(Tae-Kyu Ji)

2019년~ 상명대학교 휴먼지능로봇공학과 4학년 재학

※ 관심분야 : 지능형 로봇, 비전 프로그래밍



최상균(Sang-Kyun Choi)

2019년~ 상명대학교 휴먼지능로봇공학과 4학년 재학

※ 관심분야 : 기계 설계, 지능형 로봇



백수황(Soo-Whang Baek)

2005년 한양대학교 전자컴퓨터공학부 졸업(공학사)

2012년 한양대학교 대학원 전자전기제어계측공학과 석박사통합과정 졸업(공학박사)

2012년~2016년 현대케피코 기술연구소 책임연구원
2016년~2020년 호남대학교 미래자동차공학부 교수

2020년~ 상명대학교 휴먼지능로봇공학과 교수

※ 관심분야 : 친환경미래자동차, 자동차전자제어, 전기기기시스템

