

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2020.20.6.71>  
JIIBC 2020-6-11

## IoT를 활용한 스마트 독서실 책상의 설계 및 구현

# Implementation and Design of Smart Reading Room Desk using IoT

하혜주\*, 이기영\*\*

Hye-Ju Ha\*, Ki-Young Lee\*\*

**요약** 최근에 독서실 이용의 증가로 독서실 시장이 계속 성장하고 있다. 그러나 기존 독서실 업체들은 청결 문제와 도난 사고가 빈번하게 발생하고, 이를 실시간으로 처리할 수 없는 문제가 있다. 또한, 독서실에서는 조명을 사용하는데, 사용자가 조명을 켜 상태로 오랜 시간 자리를 비워, 전력 낭비가 심한 문제도 있다. 그리하여 본 논문에서는 아두이노를 통해 도난사고를 방지하고 자동으로 책상을 청소해주며 사용자의 상태에 따라 조명 밝기를 조정할 수 있는 서비스와 안드로이드를 통해 사물을 통해 얻은 정보를 기반으로 분실물이 발생하거나 다른 사용자가 해당 책상에 접근하는 경우 단말기에 알림 전송할 수 있는 시스템을 설계하고 구현하고자 한다.

**Abstract** Recently, the market of private study room continues to grow due to increased usage of private study room. However, old study room operators often have problems with cleanliness and theft, and cannot handle them in real time. Also, there is a problem of wasting power since users usually leave their desk for a long time with the lights on. Thus, in this paper, we intended to design a service which can prevent theft, clean up the user's desk, and adjust lighting system according to the user's condition based on Arduino system. Also, we tried to design a system which sends notifications from information of android-based IoT(Internet of Things), to the terminal when other people approach to the user's desk or try to steal user's item.

**Key Words** : Arduino, Android, Database, Bluetooth, Wi-Fi

### 1. 서 론

최근 실시한 교육부 통계에 의하면 현재 대한민국의 독서실 시장은 전년 대비 11%가 늘어난 5500여 개로 집계 되었으며 2015년 4400여 개였던 독서실 시장은 3년 동안 26%가 증가하였다. 업계에서는 독서실 시장 규모를 8000억원 이상으로 추산하고 있다<sup>[1]</sup>.

독서실의 경우 사용자가 한 자리를 오랜 기간 금액을 지불하여 그 자리를 이용하기 때문에 본인의 자리를 직접 깔끔하게 처리하는 반면 공공열람실을 이용하는 경우 많은 사람이 본인의 자리를 청소하지 않거나 깔끔하게 사용하지 않는 경우가 많아 그 이후 사용하는 사용자들이 불편을 호소하는 경우가 많다. 또한 독서실이나 공공 열람실에서 분실물이 발생했을 때 이를 다시 찾는 것은

\*준회원, 을지대학교 의료IT학과 학생

\*\*종신회원, 을지대학교 의료IT학과 교수(교신저자)

접수일자 2020년 11월 2일, 수정완료 2020년 11월 30일  
게재확정일자 2020년 12월 4일

Received: 2 November, 2020 / Revised: 30 November, 2020 /

Accepted: 4 December, 2020

\*\*Corresponding Author: kylee@eulji.ac.kr

Dept. of Medical IT, Eulji University, Korea

필기구의 경우 특히 어렵다. 공공열람실의 경우 도난사고에 취약하다는 문제가 있다. 기존의 독서실과 공공열람실의 경우 독서실 주변 환경을 개선한 경우들은 많아도 독서실 책상 자체에 기능을 추가하여 부착하는 경우는 없다.

본 논문은 시스템을 구현하기 위해 상대적으로 저렴한 아두이노를 사용하였다. 블루투스 모듈을 통해 사물 간 소통을 가능하게 하고 특정 상황이 발생했을 때 와이파이 모듈을 통해 사용자와 관리자에게 어플리케이션으로 알림과 신호를 보낼 수 있게 하며 동시에 독서실 책상에 자동으로 책상을 청소해줄 수 있는 미니청소기와 분실물을 상시 확인해 줄 수 있는 사물 인식 카메라를 부착한 시스템을 제시하고자 한다<sup>[2][3]</sup>.

## II. 관련 연구

### 1. 아두이노(Arduino)

아두이노는 오픈 소스를 기반으로 한 단일 보드 마이크로컨트롤러로 완성된 보드와 관련 개발 도구 및 환경을 의미한다. 아두이노는 다수의 스위치나 센서로부터 값을 받아들여, LED나 모터와 같은 외부 전자 장치들을 통제함으로써 환경과 상호작용이 가능한 물건을 만들어 낼 수 있다. 임베디드 시스템 중의 하나로 쉽게 개발할 수 있는 환경을 제공한다<sup>[4]</sup>.

### 2. 안드로이드(Android)

안드로이드는 휴대 전화를 비롯한 휴대용 장치를 위한 운영 체제와 미들웨어, 사용자 인터페이스 그리고 표준 응용프로그램, MMS 등을 포함하고 있는 소프트웨어 스택이자 모바일 운영체제이다. 안드로이드는 개발자들이 자바와 코틀린 언어로 응용프로그램을 작성할 수 있게 하였으며, 컴파일된 바이트코드를 구동할 수 있는 런타임 라이브러리를 제공한다<sup>[5]</sup>.

### 3. 블루투스(Bluetooth) 모듈

블루투스는 디지털 통신 기기를 위한 개인 근거리 무선 통신 산업 표준이다. ISM 대역에 포함되는 2.4~2.485GHz의 단파 UHF 전파를 이용하여 전자 장비 간의 짧은 거리의 데이터 통신 방식을 규정하는 블루투스는 비교적 낮은 속도로 디지털 정보를 무선 통신을 통해 주고 받는 용도로 채용되고 있다<sup>[6]</sup>.

## 4. 와이파이(Wi-Fi) 모듈

와이파이는 전자기기들이 무선랜(WLAN)에 연결할 수 있게 하는 기술로서, 주로 2.4GHz UHF 및 5GHz SHF ISM 무선 대역을 사용한다. 무선랜은 일반적으로 암호로 보호되어 있지만, 대역 내에 위치한 어느 장치라도 무선랜 네트워크의 자원에 접근할 수 있도록 개방도 가능하다<sup>[7][8]</sup>.

## III. 시스템 설계

본 논문에서는 아두이노 보드를 사용하고, 책상을 청소하기 위해 아두이노를 부착한 청소기와 분실물을 감지하는 카메라를 책상에 부착하였다. 블루투스 모듈을 통해 사물 간 소통을 가능하게 하고 특정 상황이 발생했을 때 와이파이 모듈을 통해 사용자와 관리자에게 어플리케이션을 통해 알림과 신호를 보내는 시스템을 제작했다. 이러한 스마트 독서실 책상 시스템을 이용해 스마트폰 상에서 책상에 대한 정보, 알림을 사용자에게 보낼 수 있는 시스템을 제안한다. 이에 대한 시스템 설계도를 그림 1에 나타내었다. 본 설계도는 아두이노를 이용하여 사물을 인식할 수 있는 카메라와 자동주행 기능을 가지고 있는 청소기를 사용하였고, 블루투스와 와이파이 통신을 이용이기에 대한 정보를 어플리케이션에서 확인하고 신호를 전달할 수 있는 시스템을 제시한다.

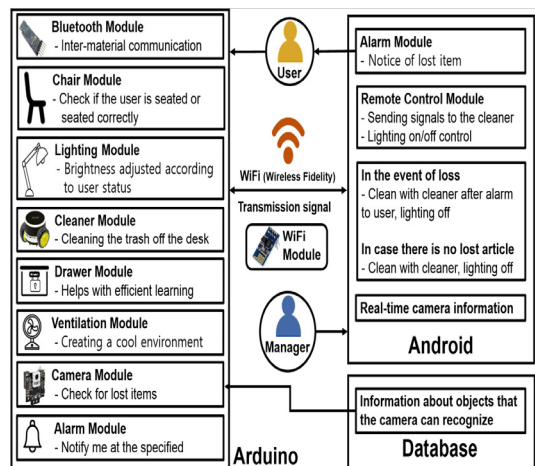


그림 1. 시스템 설계도  
Fig. 1. System Architecture

또한 의자에 감압식 압력센서 406-FSR을 부착하여

사용자가 현재 자리에 착석한 상태인지 자리를 비운 상태인지 실시간으로 확인하고 그에 대한 정보를 조명에 부착한 아두이노로 블루투스 통신을 이용하여 전달한다<sup>9)</sup>. 조명이 부착한 아두이노는 해당 정보를 받게 되면 전원 버튼에 부착된 서보모터를 작동시켜 자동으로 조명을 끄는 것을 구현한다. 자율주행이 가능한 청소기는 책상을 깔끔히 청소하기 위해 입력된 책상의 범위를 2번을 반복하여 청소한다. 사물을 인식할 수 있는 코딩을 적용한 카메라를 책상 위에 부착하여 실시간으로 책상의 상태에 대한 정보를 파악하고 분석한다. 또한 해당 정보들을 스마트폰 어플리케이션으로 전송하여 관리자가 독서실을 손쉽게 관리하는 것을 도와준다.

어플리케이션은 와이파이 통신과 블루투스 통신을 이용해 아두이노와 연동된다. 이 어플리케이션은 작동기능을 통해 청소기로 해당 버튼을 클릭하면 와이파이모듈을 이용하여 책상을 청소할 수 있도록 신호를 보낸다. 또한 사용자가 독서실 사용을 종료한 후 책상에 분실물이 있을 때 카메라를 통해 해당 정보를 얻으면 알림기능을 이용해 사용자에게 분실물이 발생하였다는 알림을 전송한다.

#### IV. 시스템 구현

##### 시스템 알고리즘

본 논문의 시스템은 Microsoft Windows 10 pro 64bit 운영체제에서 구현되었으며, pixyMon2 v2라는 프로그램을 통해 사물 인식 카메라를 구현하였다.

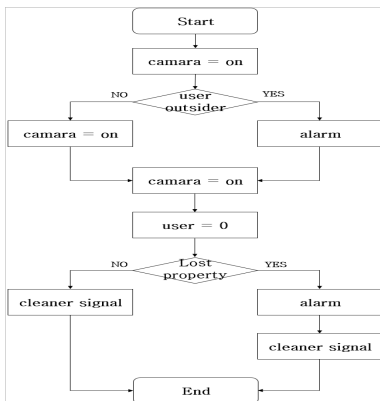


그림 2. 아두이노 사물인식 카메라 알고리즘  
 Fig. 2. Arduino Object Recognition Camera Algorithm

위 그림 2는 아두이노를 이용한 사물 인식 카메라다. 다음 알고리즘을 통해 처음에는 카메라를 작동하고, 그 후 사용자가 없는 상태에서 외부인이 있다면 알람을 관리자와 사용자에게 보낸다. 그 후 카메라를 정상적으로 작동시킨다. 사용자가 없는 상태에서 외부인이 없다면 그대로 카메라를 작동시킨다. 사용자가 사용을 종료하고, 만약 분실물이 발생한다면 알람을 관리자와 사용자에게 보낸다. 그 후 청소기에 신호를 전달하여 작동할 수 있도록 한다. 분실물이 발생하지 않는다면 바로 청소기에 신호를 전달하여 작동할 수 있도록 한다.

아래 그림 3은 아두이노를 이용한 자율주행이 가능하게 구현된 청소기 알고리즘이다. 다음 알고리즘을 통해 처음 청소기는 0의 상태로 작동을 하지 않는 상태로 책상에 배치된다.

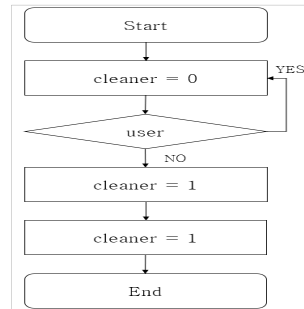


그림 3. 아두이노 청소기 알고리즘  
 Fig. 3. Arduino Cleaner Algorithm

이후 사용자가 사용을 종료한다면 청소기는 1의 상태로 작동을 하여 전원 버튼에 부착된 서보모터를 작동시켜 청소기의 전원을 켜고 아두이노를 통해 입력된 책상의 범위를 작동한다. 깔끔한 청소를 위해 입력된 책상의 범위를 2번 반복하여 청소한다. 사용자가 사용을 종료하지 않으면 계속해서 청소기를 전원이 꺼진 상태를 유지하며 카메라로부터 신호를 받을 때까지 대기한다.

그림 4는 서보모터와 아두이노를 이용한 잠금 기능이 있는 서랍과 압력센서와 서보모터, 아두이노를 이용한 조명 알고리즘이다. 처음 서보모터는 0의 값으로 설정하여 서랍을 자유롭게 사용할 수 있는 상태를 가진다. 서랍은 사용자가 자유롭게 소지품을 넣는 장소로 사용하거나 공부의 능률을 향상하기 위해 잠금 기능을 이용해 공부에 방해가 되는 요소들을 서랍에 보관하는 기능으로 사용한다. 서랍에 보관할 소지품을 넣고 어플리케이션을 이용하여 잠금 기능을 이용하고 싶다면 서보모터를 작동시켜 서랍을 잠근다. 잠금 기능을 이용하고 싶지 않다면 초깃

값으로 설정된 서보모터의 값을 유지한다. 이후 사용자가 사용을 종료하거나 자리를 비우는 경우 자동으로 서보모터의 값을 초깃값으로 변경되며 잠금 기능이 풀린다. 처음 압력센서를 통해 압력이 주어지면 사용자가 책상 사용을 시작함을 의미하므로 조명을 작동시킨다. 이후 압력센서를 통해 사용자가 자리에 앉아있는지를 계속해서 확인하고 만약 사용자가 없다면 조명의 전원장치에 부착한 서보모터를 사용하여 조명을 끈다. 사용자가 있다면 조명을 계속해서 작동상태를 유지한다.

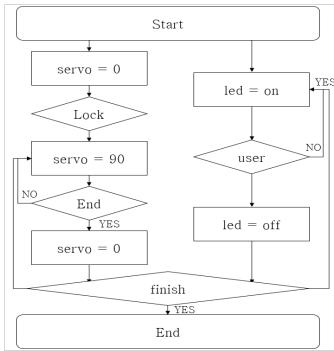


그림 4. 잠금 서랍과 조명 알고리즘  
Fig. 4. Lock Drawer and Lighting Algorithm

## 2. 구현 결과

본 논문에서 제안하는 시스템의 구현 결과는 그림 5, 그림 6, 그림 7, 그림 8과 같다. 아래 그림 5는 책상에 카메라를 부착한 사진과 오른쪽은 책상에 부착한 카메라가 사물을 인식하고 해당 사물이 어떤 사물인지까지를 인식하는 모습을 확인할 수 있는 화면이다.

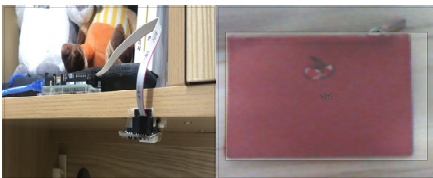


그림 5. 시스템 구현 결과 1  
Fig. 5. System Implementation Results 1

아래 그림 6은 아두이노를 이용해 구현한 책상 청소용 로봇청소기로 사용자가 사용을 종료했다는 것을 카메라를 통해 신호를 받아 청소기를 작동시킬 수 있다. 이를 통해 책상의 청결한 상태를 유지할 수 있다.

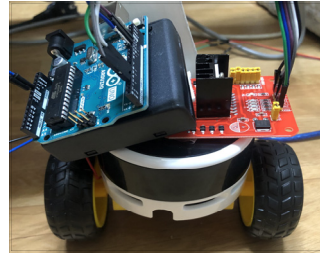


그림 6. 시스템 구현 결과 2  
Fig. 6. System Implementation Results 2

그림 7은 잠금 기능을 사용하고 싶은 사용자가 어플리케이션을 설치하면 나타나는 화면으로 어플리케이션에는 잠금 기능을 작동시키는 자물쇠 모양의 버튼 잠금 기능을 해제시키는 자물쇠 풀어진 모양의 버튼을 확인할 수 있다. 잠금 기능의 버튼을 클릭하면 블루투스 모듈을 사용하여 서보모터를 작동시켜 서랍을 잠그는 것을 수행한다. 잠금 해제 기능 또한 블루투스 모듈을 사용하여 서보모터를 작동시켜 서랍 잠금을 해제한다. 오른쪽 사진은 서보모터와 아두이노를 이용해 구현한 잠금 기능이 있는 서랍의 사진이다.



그림 7. 시스템 구현 결과 3  
Fig. 7. System Implementation Results 3

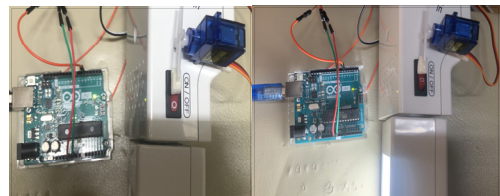


그림 8. 시스템 구현 결과 4  
Fig. 8. System Implementation Results 4

그림 8은 사용자가 의자에 착석을 하고 있는 상태인지 혹은 자리를 비운 상태인지를 확인할 수 있는 압력센서로 일정 이상의 압력이 없는 상태가 3분을 넘어서면 블루투스 모듈을 이용해 조명에 부착된 아두이노로 신호를 전달하고, 조명의 전원에 부착된 서보모터는 아두이노의 신호를 통해 해당 조명의 전원을 관리하는 모습을 나타낸 것이다.

## V. 성능평가

아두이노를 활용한 스마트 독서실 책상 시스템의 성능 평가는 카메라가 사물 인식을 얼마나 정확하게 측정하는 지에 대한 성능 평가는 표 1과 그림 9와 같다. 아래 표 1은 카메라가 인식한 사물의 범위의 넓이와 정확한 사물 측정 범위의 넓이의 값을 구하고 비교한 것이다.

표 1. 사물측정 범위 넓이의 값  
 Table 1. The Value of the Width of the Object Measurement Range

	Measured value	Actual value	Error
1	74.62	68.9472	5.6728
2	96.1587	84.537	11.6217
3	81.0228	87.5321	6.5093
4	94.3239	87.7017	6.6222
5	20.916	18.446	2.47

아래 그림 9는 측정값과 실제값의 넓이를 구한 데이터를 바탕으로 작성된 그래프이다. 그래프를 보면 측정값과 실제값에 차이가 있지만, 값들의 차이가 사물을 인식하는 것에 큰 영향을 주지 않고 또한 이 값의 오차가 미세하기 때문에 실제로 디스플레이 했을 때 차이를 알아보기 힘들 정도의 오차가 있다.

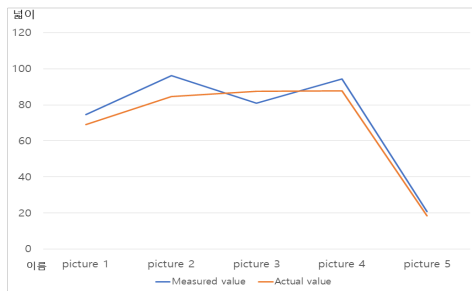


그림 9. 시스템 성능 평가  
 Fig. 9. System Performance Evaluation

## VI. 결론

본 논문에서는 아두이노 보드, 서보모터, 블루투스 통신 모듈, 와이파이 통신 모듈, 안드로이드 통신 모듈을 이용해 스마트 독서실 책상 시스템을 구현하였다. 이 시스템은 기존 독서실과 공공열람실에서 발생하는 청결 문제와 분실물 발생, 도난사고와 같은 문제들을 실시간으로

처리하고 조명의 낭비 사용으로 인해 발생하는 전력 손실의 문제를 해결하기 위해 이 방안을 제시하였다.

다수의 사람이 이용하는 학교나 독서실의 효율적인 운영과 분실물이 발생하는 경우 방지, 독서실 책상 사용자의 효율적인 공부를 도울 것으로 기대한다. 현재 청소기 작동의 경우 관리자가 신호를 청소기 아두이노로 전송해야 작동하도록 구현했으나, 향후에는 카메라에서 직접 신호를 전달하여 관리자가 신호를 전송하지 않아도 작동될 수 있도록 보완해 나갈 예정이다.

## References

- [1] Kang Kyung-joo, "800 Million Reading Room Market...'Quiet Growth' as a Premium Strategy", the Korean Economy, April 11, 2019.
- [2] Yoo In-jun, "Cleaning Robot Using Arduino", AI Marketing Association Conference Vol. 1, No. 1, pp. 162-163, 2014.
- [3] Kim Min-seok, Son Won-deuk, Lee Dong-hyun, Hwang Joon-ho, and Ji Joon-geun, "Development of Robot Cleaner Using Arduino and Raspberry Pie", Journal of Suncheonhyang Industrial Technology Research Institute, Vol. 21, No. 2, pp. 69-74, 2015.
- [4] Dong-Hwan Gong, Seung-Jung Shin, "Analysis of Arduino Timer Callback for IoT Devices", Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication(IIBC), Vol. 18, No. 6, pp. 139-143, 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.7236/IIBC.2018.18.6.139>
- [5] So-Yeon Min, Jae-Seung Lee, "Device Mutual Authentication and Key Management Techniques in a Smart Home Environment", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society(JKAIS), Vol. 19, No. 10, pp.661-667, 2018.  
DOI:<https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.10.661>
- [6] Sanghyun Park, "Superpixel Segmentation Scheme Using Image Complexity", The Journal of KIIT. Vol. 16, No. 12, pp. 85-92, 2018.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.14801/jkiit.2018.16.12.85>
- [7] Dong-Sung Seo, Min-Soo Kang, Yong Gyu Jung, "The Development of Real-time Information Support Cart System based on IoT", International Journal of Advanced Smart Convergence(IJASC), Vol. 6, No. 1, pp. 44-49, 2017.  
DOI: <https://doi.org/10.7236/IJASC.2017.6.1.44>
- [8] Yo-Hoon Hong, Seung June Song, Jungkyu Rho, "Real-time Tracking and Identification for Multi-Camera Surveillance System", International Journal of Internet, Broadcasting and Communication(IIBC), Vol. 10, No. 1, pp. 16-22, 2018. DOI:<https://doi.org/10.7236/IIBC.2018.10.1.3>

- [9] Shin Yoo-jung, Oh Kyung-hee, Ban Hyo-kyung and Kang Hyo-jung, "Attitude correction guidance system using Arduino and pressure sensors", Conference of the Korean Association of Telecommunications, pp. 262-263, 2014.

### 저 자 소 개

#### 하 혜 주(준회원)



- 2018년~현재 을지대학교 의료IT학과 학생
- 주관심분야 : 인공지능, 빅데이터, 데이터베이스 등

#### 이 기 영(종신회원)



- 제 10 권 1호 참조
- 2009년~현재 한국인터넷방송통신학회 부회장
- 2018년~현재 국제문화기술진흥원 부회장
- 1991년~현재 을지대학교 의료IT학과 교수
- 주관심분야 : u-Healthcare, 공간 데이터베이스, GIS, LBS, USN, 텔레매틱스, 빅데이터 등