

## IoT 기반의 효율적인 스마트도서관 자원 관리 시스템 개발

이 주 화\* · 이 명 숙\*\*

### *Development of efficient smart library resource management system based on IoT*

Lee Joo-hwa · Lee Myung-suk

#### 〈Abstract〉

In this study, we constructed a system to operating and manage the resources of the Smart Library Reading Room automatically using the Internet of things. The persistent problem of smart library or unattended library is electric energy waste and efficient seat management. The electricity and seat layout management method of the existing library reading room is being treated as concentrated management in the central system. However, this approach results in wasting electricity and seats do not provide a fair opportunity for each user. In this study, IoT sensor was used to turn off electricity and empty seat for about 20 minutes, so that it could be marked as vacant and managed efficiently, so that opportunities for seats were evenly maintained. In the future, we will improve this and construct a model in the reading room of actual village library or school library, and analyze and reflect the result.

Key Words : Smart Library, Internet of Things, Arduino, Bluetooth Communication

### I. 서론

4차 산업혁명시대의 도래와 함께 사물인터넷, 인공지능, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅 등의 첨단정보 기술이 주목받고 있다. 이러한 정보통신기술이 적용되어 다양한 분야에 데이터 수집 및 분석과 활용에 응용되고 있다.

스마트 도서관[1]은 인쇄매체 중심의 전통적 도서관에서 전자도서관 디지털도서관을 거쳐 스마트도서관으로 진보하고 있다. 최근 전자책 성장과 정보통신 기술 발달로 전통적인 출판 환경은 급속하게 변함에

따라 도서관의 패러다임도 디지털 도서관으로 바뀌어 가고 있다. 누구나 쉽게 자료를 찾고 탐색할 수 있는 공간으로 탈바꿈하기 위해 현재 도서관의 변화는 계속되고 있다. 이용자의 다양한 니즈를 수용할 수 있는 하나의 공간에서 복합적으로 정보의 열람, 학습장, 문화향유, 휴게기능, 커뮤니티, 체험 등의 기능을 지원하는 미래의 도서관 공간을 만들기 위해 새로운 도서관 플랫폼 개발에 대한 연구들이 나오고 있다[2].

도서관의 정보시스템은 클라우드 컴퓨팅과 아키텍처를 활용하고 있고, 열람실은 무인으로 제공되고 있기도 한다. 이러한 무인으로 운영되는 스마트도서관은 비콘을 이용한 자동 대출서비스, 자동 좌석 예약 서비스 등이 운영되며, 자가 대출 반납기, 장서점검로

\* 계명대학교 컴퓨터공학과 박사과정

\*\* 계명대학교 타볼라라사 조교수(교신저자)

봇, 스마트 서가 등이 운영되어 스마트도서관으로 분류되고 있다[3]. 그러나 현재 운영되고 있는 스마트도서관은 단순히 정보시스템을 클라우드 컴퓨팅으로 만든다거나 열람실을 무인으로 운영되는 단순한 방법이 이용되고 있다.

4차산업혁명 기술에 맞는 변화를 시도하는 분야를 보면 스마트도서관 플랫폼의 변화로 접근하고 있다[4]. 그러나 스마트기기를 활용한 에너지와 관련된 연구[5], 효율적 자원관리 등의 대한 연구들은 찾아보기 어렵다.

디지털도서관으로 전환되면서도 변화하지 않는 고질적인 문제점에서 낭비되는 전기 에너지와 비어있는 좌석은 효율적 자원관리가 제대로 되지 못하는 점을 자주 지적된다. 이는 IoT 기술이 발전하기 전까지는 연구방식들이 조명방식에 대한 연구[6-7], 갈등 해결 방안 연구[8]로 접근하고 있다.

이에 본 연구에서는 사물인터넷을 활용하여 자동으로 도서관 열람실을 운영할 수 있는 플랫폼을 구축하였다. 스마트도서관의 에너지를 절약하고 앱을 통해 좌석을 자동으로 예약가능하며 자리차지로 인한 좌석 낭비 문제는 IoT 센서들을 이용하여 효율적으로 자원을 관리할 수 있는 시스템을 개발하였다. 이를 통해 무인으로 운영되는 도서관 열람실의 보조적 역할과 인력낭비 및 비용을 줄이는 효과를 가져 올 수 있다.

## II. 관련연구

### 2.1 선행연구

김석호 외[6]의 연구에서 대학도서관 열람실의 에너지를 절약하기 위한 방법으로 조명방식 리모델링에 대한 연구가 있다. 국부전반용조명방식을 제안하였고 이 방식으로 변경할 경우 전반조명의 조도수

준을 600 lx에서 200 lx로 낮추고 부족한 조도를 작업 면에서 국부조명을 적용함으로써 21.4%의 절감효과를 예측하였다. 추가적으로, 적용된 국부조명은 재실자가 있을 경우 재실자가 점멸하는 경우 59.7%의 절약 효과를 가져왔다. 이는 재실자가 일일이 점멸해야 하는 불편함이 있다.

도서관 좌석 부족에 대한 연구[9]에서는 '대학 도서관 열람실은 좌석이 학생 수에 비해 턱없이 부족하여 취업준비, 시험준비, 자기계발 등을 위한 학생들간 치열한 자리 경쟁이 원인이 되어 학내 갈등으로까지 번지는 양상을 보이고 있으며[8], 사서 인력의 단순 업무 경감 및 이용자 편의에 목적을 두고 RFID 전자도서관을 운영하는 곳도 많아지고 있다고'하였다.

대교연 통계[10]에서는 대학 도서관은 직원, 학생, 교수들의 교육과 연구 활동을 촉진하기 위해 도서와 열람식 좌석을 충분하게 갖추어 있어야 한다는 게 기본원이나 조사결과 국공립대와 사립대 모두 법정 기준을 준수하지 않았고 학생수가 2010년보다 오히려 늘어났으나 열람실 좌석수는 오히려 줄어든 결과를 보이고 있었다.

이렇게 도서관의 환경은 시대에 변화에 따라가기도 어려울뿐더러 점점 열악해 지고 있는 실정이었다. 이를 해결하기 위하여 도서관의 구조를 바꿀 수 있는 것보다 현재의 상황에서 전기 에너지를 절약하거나 열람실 좌석을 효율적으로 관리할 수 있도록 IoT를 활용하고자 한다.

### 2.2 스마트 도서관

미래의 도서관은 스마트폰, 태블릿PC, 비콘, NFC, 무인 스마트도서관, 노트북 및 태블릿 PC자가 대출반납기 등 혁신적인 스마트기술과 디지털 장서를 활용한 이용자 중심과 협업을 지원하는 스마트서비스로 도서관의 사회적 역할과 공동체 역할을 강조하는 방향으로 진행될 것이다[2].

스마트 도서관의 정의는 태블릿 PC, 스마트폰에서 도서관 정보서비스를 이용할 수 있는 스마트 미디어 기반 정보서비스를 제공하고 도서관 시스템 전반에 RFID가 지원되며, 디지털 콘텐츠 관리시스템이 구축되어 있는 도서관을 의미 한다[11].

### 2.3 사물인터넷

사물인터넷(Internet of Things)이란 세상에 존재하는 유형 혹은 무형의 객체들이 다양한 방식으로 서로 연결되어 개별 객체들이 제공하지 못했던 새로운 서비스를 제공하는 것을 말한다[12].

ICT의 급속한 발전을 통해 인터넷과 사물이 모바일을 통해 서로 연결되어 소통하는 사회로 거듭나기 시작하면서 사물인터넷 시장은 센서, 네트워크, 단말기 등의 하드웨어를 비롯하여 IoT 관련 서비스 분야도 국내에서 빠르게 성장하고 있다.

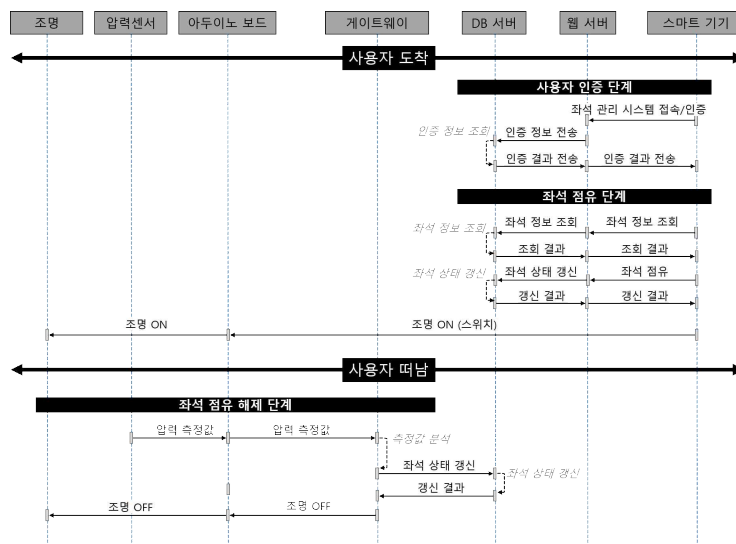
사물인터넷 기술은 실 세계에 존재하는 사물과 사이버 세계에 존재하는 사물들이 인터넷을 통해 연결되므로 이를 기반으로 다양한 서비스를 제공할 수 있

다. 이에 본 연구에서도 4차산업혁명 시대의 핵심기술인 IoT 기술을 도서관에 활용함으로써 전통적인 도서관을 모습에서 새로운 스마트도서관이 될 수 있도록 한다.

## III. 시스템 설계

### 3.1 스마트도서관 자동화모델 흐름도

스마트 도서관 자동화 모델[13]의 전체 동작 과정은 사용자 인증 단계, 좌석 점유 단계, 그리고 좌석 점유 해제 단계로 구분된다. 사용자 인증 단계는 특정 사용자가 좌석 관리 시스템에 접근할 수 있는 권한을 판단하는 단계로, 스마트 기기를 통해 전송된 사용자 인증 정보를 바탕으로 데이터베이스 서버에 질의하여 인증 여부를 판단하는 단계이다. 좌석 점유 단계는 조회된 전체 좌석 중 비어있는 좌석을 사용자가 선택하여 점유하는 단계이다. 좌석 점유 해제 단계는 사용자가 떠나거나 일정 시간 이상 자리를 비울



<그림 1> 스마트 도서관 자동화 모델의 전체 흐름도

경우 해당 좌석의 점유를 자동으로 해제하는 단계이다. 각 단계에서의 상세 동작 흐름은 <그림 1>과 같다.

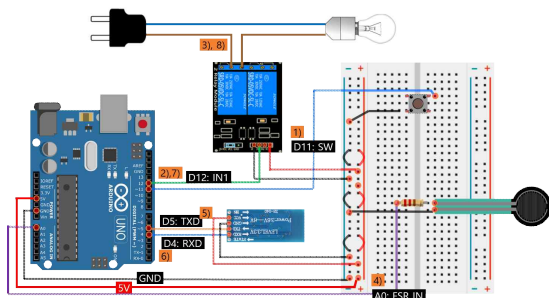
### 3.2 시스템 구성도

#### 3.2.1 하드웨어 구성도

본 논문에서 제안하는 스마트 도서관 자동화 모델의 하드웨어 구성은 <그림 2>와 같다. 스마트 도서관 자동화 모델의 하드웨어 측면에서 살펴보면 다음과 같다.

<표 1> 하드웨어 상세 구성도

HW	Model	Specifications
Arduino board	CH340 Arduino Uno R3	ATmega328, 32K Memory
Bluetooth module	HC-06	Bluetooth 2.0, 10M
Pressure sensor	FSR Square	1MΩ, Pressure recognition range 100g~10kg
Light	LED Light	30W, 220V, 60Hz
Relay	Tongling 2 Relay	Maximum 250ACV, 30DCV, 10A



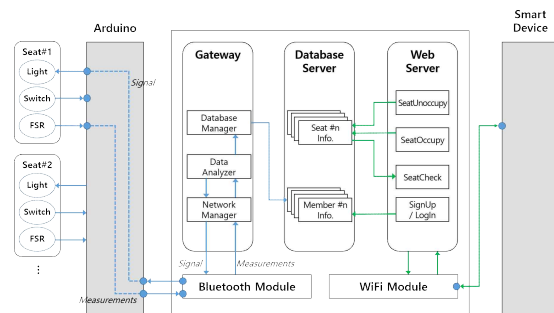
<그림 2> 스마트도서관 자동화 모델 HW 구성도

Step 01. 사용자가 스위치 버튼을 누르면, 'PUSH' 신호가 D11번 핀으로 입력된다. Step 02. 아두이노 보

드는 조명을 켜기 위해 'HIGH' 신호를 D12번 핀으로 전송한다. Step 03. 'HIGH' 신호를 수신한 릴레이는 릴레이 내부 스위치를 닫아 조명기기에 전원을 인가한다. Step 04. 압력 센서로부터 수신된 신호는 A0번 핀을 통해 아두이노 보드로 입력되고, 아두이노 보드는 입력된 값을 토대로 압력 값을 계산한다. Step 05. 블루투스 모듈의 TXD 핀과 연결된 D5번 핀으로 계산된 압력 값을 전송하면, 블루투스를 통해 좌석 관리 시스템의 게이트웨이로 전달되고, 게이트웨이는 압력 값을 토대로 비 착석 상태를 판단 및 확정된 후 조명을 끄기 위한 신호를 아두이노 보드로 전송한다. Step 06. 게이트웨이로부터 수신된 신호가 블루투스 모듈을 통해 아두이노 보드의 D4번 핀으로 입력된다. Step 07. 아두이노 보드는 조명을 끄기 위해 'LOW' 신호를 D12번 핀으로 전송한다. Step 08. 'LOW' 신호를 수신한 릴레이는 릴레이 내부 스위치를 열어 조명기기에 전원을 차단한다.

#### 3.2.2 소프트웨어 구성도

본 논문의 스마트 도서관 자동화 모델은 게이트웨이, 데이터베이스 서버 그리고 웹 서버로 구성되며 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 스마트도서관 자동화 모델 SW 구성도

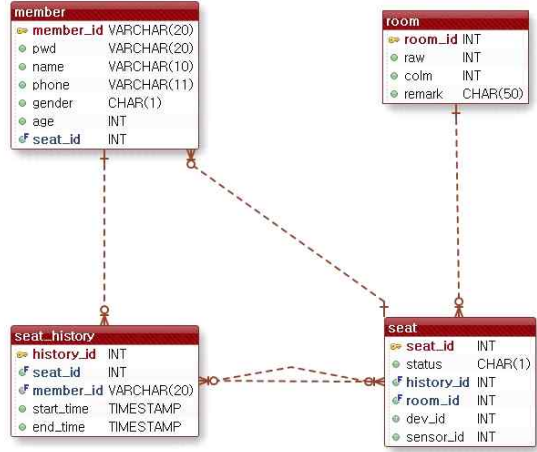
게이트웨이는 블루투스 모듈을 통해 아두이노 보

드와 통신하는 네트워크 매니저 모듈, 아두이노 보드로부터 수신된 측정값을 분석하고, 조명 제어 요청 메시지를 생성하는 데이터 분석기, 그리고 측정값 분석 결과에 따라 데이터베이스를 갱신하기 위한 쿼리를 생성 및 전송하는 데이터베이스 매니저로 구성된다.

### 3.2.3 데이터베이스 설계

본 시스템의 데이터베이스는 Mysql을 사용하였고 데이터베이스의 E-R 다이어그램은 <그림 4>와 같다.

몇가지 중요한 속성을 표현하고 개체와 개체간의 관계를 표현하였다. 데이터베이스 서버는 사용자 정보(이름, 아이디, 비밀번호, 이메일 등)를 저장하고 있는 멤버 정보 테이블과 좌석 정보(좌석 번호, 좌석 상태 등)를 저장하고 있는 좌석 정보 테이블로 구성된다. 데이터베이스 서버는 게이트웨이와 웹 서버의 요청에 따라 테이블을 조회 및 갱신한다.

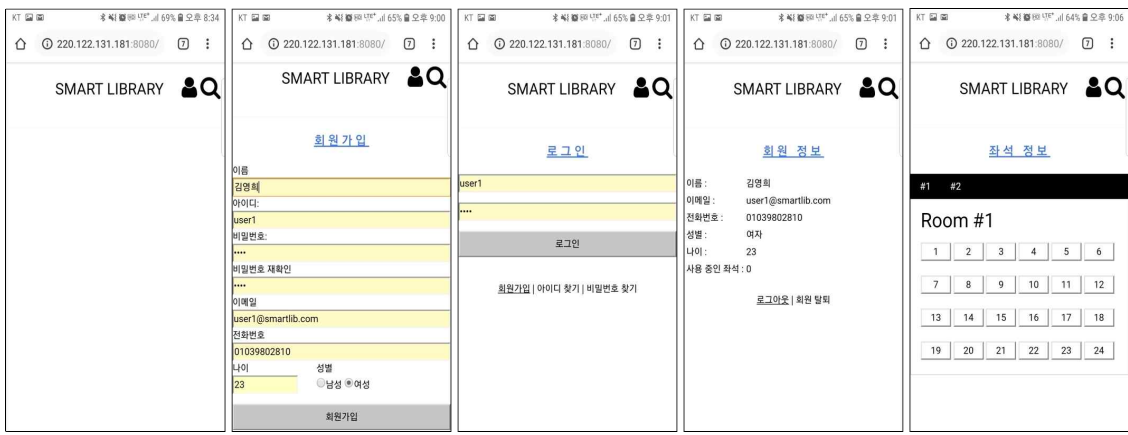


<그림 4> E-R 다이어그램

바일 기기를 통해 좌석 관리 시스템을 조작할 수 있는 인터페이스를 제공해주는데 회원가입, 로그인, 좌석 조회, 좌석 점유, 점유 해제 등과 같은 메뉴를 제공한다. 웹 서버는 사용자의 요청에 따라 데이터베이스를 조회 및 갱신하기 위한 쿼리를 생성하여 데이터베이스 서버에 전송하고, 데이터베이스 서버로부터 수신된 정보를 사용자에게 제공한다.

### 3.2.4 웹 서버 화면

웹 서버는 Apache 서버를 사용하여 사용자에게 모



(a) 메인화면

(b) 회원가입

(c) 로그인

(d) 회원정보

(e) 좌석정보

<그림 5> 사용자 스마트기기에 접속한 웹 서버 화면

<그림 5>는 사용자 스마트기기에서 스마트 도서관 자동화 모델의 모바일 웹 서버에 접속한 화면을 나타낸다. 모바일 웹 서버에 접속하면, 메인화면<그림 5(a)>이 가장 먼저 출력되고, 회원 가입<그림 5(b)> 과정을 거치면 회원 정보가 데이터베이스 서버에 저장된다. 이 후 로그인<그림 5(c)>이 정상적으로 이루어지면 회원 정보<그림 5(d)>가 출력되고, 좌석 조회 시 잔여 좌석 정보<그림 5(e)>가 출력된다. 좌석 정보 화면에서 사각형 안의 번호는 좌석 번호를 의미하며, 배경이 흰색으로 표시된 좌석은 공석을, 회색으로 표시된 좌석은 점유 중임을 뜻한다.

### 3.3 시스템 검증 결과

#### 3.3.1 사용자 스마트기기와 웹서버 간 연동 실험

본 장에서는 사용자 스마트기기와 웹 서버 간 연동 결과를 제시한다. 연동 실험을 위해 안드로이드 기반의 스마트폰을 사용하였다.

회원 가입이 끝난 후 데이터베이스 서버의 사용자 정보 테이블(member)을 조회하면 <그림 6>과 같이 회원 가입 시 입력한 사용자 정보가 정상적으로 저장되었음을 확인할 수 있다. 사용자 정보 테이블의 'seat\_id' 필드는 현재 점유하고 있는 좌석의 번호를 뜻하는데, '0'은 공석을, '1'은 점유 중임을 의미한다.

id	pwd	name	phone	gender	age	email	seat_id
admin	admin	관리자	01043581000	남자	30	admin@smartlib.com	0
user1	1234	김영희	01039802810	여자	23	user1@smartlib.com	0

<그림 6> 데이터베이스 서버의 사용자 정보 테이블 조회 화면

좌석 조회 결과 잔여 좌석 정보를 획득한 사용자는 스마트 기기에서 원하는 좌석을 클릭함으로써 좌석

을 점유할 수 있다. <그림 7>은 사용자가 1번 좌석을 점유하기 위해 클릭하였을 때 스마트 기기에 조회된 좌석 정보와 데이터베이스 서버에 저장된 사용자 정보, 좌석 정보 그리고 좌석 히스토리 테이블을 나타낸다. <그림 7(a)>는 사용자가 1번 좌석을 클릭한 이후의 좌석 정보를 나타내는데, 좌석 정보에서 1번 좌석이 회색으로 변경되어 점유 중 상태로 변경되었음을 알 수 있다. <그림 7(b)>는 데이터베이스 서버에 저장된 사용자 정보 테이블을 나타내며, user1의 'seat\_id' 필드가 '0'에서 '1'로 변경되었음을 알 수 있다. 즉, user1은 1번 좌석을 점유하였음을 의미한다. <그림 7(c)>는 데이터베이스 서버에 저장된 좌석 정보 테이블을 나타내며, 1번 좌석의 'status' 필드가 점유 중임을 뜻하는 '1'로 변경되었음을 확인할 수 있다. <그림 7(d)>는 시스템이 구동했을 때부터 현재까지의 모든 좌석 점유 및 점유 해제 상태를 저장하는 좌석 히스토리 테이블로, '1번' 좌석이 'user1' 사용자에 의해 '2018-10-11 21:26:23'에 점유되었음을 알 수 있다. 이를 통해 사용자의 스마트기기를 통한 좌석 관리 기능이 정상적으로 동작함을 검증할 수 있다.

(a) 좌석 점유 화면

(d) 데이터베이스 서버의 좌석 히스토리 정보 테이블

<그림 7> 좌석 점유 시 스마트 기기와 데이터베이스 서버 화면

#### 3.3.2 아두이노 보드와 게이트웨이 간 연동 실험

본 장에서는 아두이노 보드와 게이트웨이 간 연동 실험 결과를 제시한다. <그림 8>은 아두이노 보드와



#### IV. 결론

아두이노는 오픈 하드웨어와 소프트웨어를 통해 보다 쉽게 제어 장치를 만들 수 있는 개발 보드이다. 이 보드를 통해 다양한 센서를 연결하여 스마트도서관에 필요한 시스템으로 구성하였다. 본 연구는 다음의 문제를 해결하였다. 첫째, 도서관 열람실의 개별 전기를 사물인터넷을 이용하여 조절함으로써 열람실의 전기를 절약할 수 있도록 하였다. 이를 통해 무인으로 운영되는 도서관 또는 학교 열람실의 전기에 대한 비용을 줄이는 효과를 가져 올 수 있다. 둘째, 열람실의 좌석을 스마트폰을 이용하여 예약함과 동시에 빈 좌석을 자동으로 관리해줌으로써 효율적 좌석 배치와 공평한 좌석할당을 시도하였다. 이는 열람실의 좌석을 미리 선점해두는 고질적 문제에 대한 갈등을 해소할 수 있고 관리에 필요한 낭비되는 인적 자원 등 효율적 자원관리를 할 수 있도록 하였다. 향후 제시된 모델대로 구축하여 그 결과를 스마트도서관에 적용하여 그 결과를 분석하고 수정하여 업그레이드된 시스템을 개발할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 장성일, 생활밀착형 작은도서관: 스마트 도서관, 제83권, 2016, pp. 90-103.
- [2] 광승진, "미래의 도서관으로 스마트도서관과 라키비움," 동향/연구보고서, 2016.
- [3] 광승진·손창기·장근영, 무인 스마트도서관에 대한 사용성 평가 연구, 한국문헌정보학회지 제52권 제2호, 2018, pp. 103-123.
- [4] 문희경·한성국, "링크드오픈데이터 기반 스마트 라이브러리의 참조모델에 관한 연구," 한국정보통신학회논문지, 제20권, 제9호, 2016, pp. 1666-1672.
- [5] 서두옥·이동호, "사물인터넷 환경에서 CoAP 기반의 저전력, 신뢰성 향상을 위한 경량 프로토콜," 디지털산업정보학회 논문지, 제15권, 제1호, 2019, pp. 21-28.
- [6] 김석호·서동현, "대학도서관 열람실의 조명방식 리모델링 타당성 분석기법," 한국건축친환경설비학회, 제10권 제1호, 2016, pp. 15-20.
- [7] 이동은·설동열, "제설 기능을 갖는 LED 신호등 렌즈 개발," 디지털산업정보학회 논문지, 제13권, 제4호, 2017, pp. 41-48.
- [8] 충청투데이, <http://www.cctoday.co.kr/?mod=news&act=articleView&idxno=1169323>, 2019년 3월 검색.
- [9] 이지영, "탈공간화를 위한 스마트 도서관 서비스 모델의 설계," 경남대학교 산업대학원, 석사학위논문, 2011.
- [10] 박거용, "대교연통계," 대학교육연구소, 제7호, 2013.
- [11] 강정원·문아영·전경표·유아름·장화희, "스마트 도서관 연구 - 명지대학교 도서관 운영사례를 중심으로," 한국사립대학교 도서관협의회, 사대도협회지 제15호, 2014, pp. 1-15.
- [12] 네이버지식백과, <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3386810&cid=58369&categoryId=58369>, 2019년 3월 검색.
- [13] 이주화·노은실·이명숙, "IoT를 이용한 스마트도서관 모델 연구," Proceedings of KSCI Conference 2019, 제27권 제1호, 2019, pp. 445-447.



■ 저자소개 ■



이주화  
(Lee, Joo Hwa)

2016년 3월~현재  
계명대학교 컴퓨터공학과  
시간강사  
2017년 8월 계명대학교 컴퓨터공학과  
(박사수료)  
2015년 2월 계명대학교 전산교육전공  
(교육학석사)  
2012년 2월 평생교육진흥원 컴퓨터공학과  
(공학사)

관심분야 : 인공지능, 기계학습, 인공지능영양,  
네트워크 보안, 컴퓨터교육  
E-mail : jhlee71@kmu.ac.kr



이명숙  
(Lee, Myung Suk)

2013년 3월~현재  
계명대학교 터블라리사칼리지  
교수  
2009년 8월 계명대학교 컴퓨터공학과  
(공학박사)  
2003년 2월 계명대학교 컴퓨터공학과  
(공학석사)  
2001년 2월 계명대학교 컴퓨터공학과(공학사)

관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 컴퓨터 구조,  
컴퓨터 교육, 인터넷 윤리,  
고등교육, OER, 학습 분석,  
인공지능  
E-mail : mslee@kmu.ac.kr

논문접수일 : 2019년 4월 3일  
수 정 일 : 2019년 5월 7일  
게재 확정일 : 2019년 5월 9일