

<https://doi.org/10.7236/IIBC.2018.18.1.1>

IIBC 2018-1-1

# 도시철도 차량 이용자 냉난방 만족도 제고를 위한 IoT 기반 IOS 어플리케이션

## IoT-based IOS Application to Improve Heating and Cooling Satisfaction Level of Urban Railway Passenger

김동학\*, 박부식\*\*, 김병서\*\*\*

Dong-Hak Kim\*, Pu-Sik Park\*\*, Byung-Seo Kim\*\*\*

**요약** 도시철도의 이용량이 매년 증가하고 있으며 승객들의 불편한 사항들 또한 이에 비례하여 증가하고 있다. 하지만 철도 관계자들은 해당 민원사항들에 대해 신속하게 조치하지 못하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 철도 관계자들과 승객들 간의 소통을 원활하게 하고 이로 인한 신속한 처리를 수행하기 위한 사물인터넷 기반의 IOS 어플리케이션을 제안한다. 본 제안 시스템에서는 전동차량 내에 온습도 센서를 적합한 장소에 설치하고 이렇게 측정된 측정치를 실시간으로 원격 서버에 전송함과 동시에 승객들은 자신의 희망온도를 IOS 기기 어플리케이션을 통하여 요청하도록 하였다. 이렇게 수집된 데이터들을 기반으로 실시간 도시철도 관계자들이 전동차량의 온습도를 조절할 수 있는 시스템을 제안한다. 제안 시스템은 광주광역시 도시철도 1호선에 구현을 통하여 그 효율성을 검증하였다.

**Abstract** While the number of passengers using urban railroads is increasing day by day, the number of complaints from passengers is also increasing. In order to resolve problems caused by poor communication between urban railroad officials and passengers in this paper. An IOS application using the Internet of Things (IoT) technology is proposed for providing safety and comfort temperature service(s) and for taking prompt action(s) of passengers complaints. In this proposal system, the temperature & humidity sensors were placed in a suitable location within the train. At the same time, transferring measurements to the remote server, allowing passengers to request their desired temperature through the IOS Application. Like this based on the collected data, I suggest a system that urban railroad officials can control temperature & humidity of the train. The proposed system was implemented by the Gwangju Metro Line 1 to validate its effectiveness.

**Key Words** : IOS Application, Urban Railway Passengers, Complaints

### 1. 서론

도시철도를 이용하는 승객들에게 항상 안전하고 쾌적한 냉난방 서비스를 제공하는 것은 도시철도를 운영하는

관계자들뿐만 아니라 전국 모든 지방자치단체에 근무하는 사람들의 공통된 관심사이다. 도시철도 역사 30년이 넘는 긴 세월 동안 수많은 도시철도 승객들로부터 제기된 불편한 민원사항은 여러 가지가 있다. 차량 내부 불쾌

\*정회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

\*\*정회원, 전자부품연구원

\*\*\*중신회원, 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과

접수일자: 2017년 12월 6일, 수정완료: 2018년 1월 6일

게재확정일자: 2018년 2월 9일

Received: 6 December, 2017 / Revised: 6 January, 2018

Accepted: 9 February, 2018

\*\*\*Corresponding Author: jsnbs@hongik.ac.kr

Dept. Computer & Information Communications Engineering,  
Hongik University, Korea

한 악취, 출입문의 오작동, 객실 내부 승객들 간의 소음 등 여러 가지 민원요인 중에서도 차량 객실 내부의 온도 조절은 단연 손꼽히는 민원요인 사례 중 하나이다.<sup>[1]</sup> 객실 내부 온도조절에 관한 민원 사례는 꾸준히 증가하고 있으며 승객들에게 지속적으로 불편함을 주고 있다. 도시철도 관계자들은 이 같은 민원 사례를 해결하고자 여러 가지 방안을 마련하고 있지만<sup>[2]</sup> 숭한 노력에도 불구하고 객실 내부의 온도 조절에 관한 민원 건수는 줄어들지 않고 있으며 오히려 민원 건수가 증가하고 있는 추세이다.<sup>[3]</sup>



그림 1. 사물인터넷 기술이 적용되는 분야의 예<sup>[4]</sup>  
Fig. 1. Example of Fields covered by IoT Technology

최근 IT기술 분야에서는 각종 사물에 센서와 통신 기능을 내장하여 인터넷으로 연결하는 사물인터넷(IoT: Internet Of Things) 기술이 급속히 발달되고 있으며 끊임없는 연구가 진행되고 있다.<sup>[3]</sup> 이 기술은 21세기에 가장 각광받고 있는 정보기술 중 하나이며 특정 사물에만 한정되지 않고 가전제품, 모바일 장비, 웨어러블 디바이스 뿐만 아니라 헬스 케어, 원격검침, 스마트 홈, 스마트 카 등 다양한 분야에 걸쳐 사물들 간의 네트워크를 구축하여 정보를 교환하고 취합함으로써 새로운 정보를 창출해낼 수 있다. 또한 생활, 의료, 건축, 환경 등 다양한 분야에 걸쳐 사용될 수 있는 기술이라는 장점을 가지고 있다. 따라서 사물인터넷 기술을 통해 일상생활이 자동화되기 때문에 스마트 기기에 대한 모니터링이 수월해질 것이며 편리함과 관리 효율성을 증대시킬 수 있는 측면을 통해 다양하고 긍정적인 효과를 누릴 수 있다.

본 연구에서는 MQTT(Message Queue Telemetry Transport) 프로토콜과 Z-Wave 프로토콜을 활용하여

앞서 언급한 도시철도에서의 문제점으로 지적되어온 냉난방 제어를 사용자 편의성과 효율성을 고려한 시스템 구현에 초점을 두고자한다. 2장에서는 도시철도에 관해 사전에 연구한 자료들을 중점적으로 기술하고 MQTT 기술, Z-WAVE 기술과 더불어 IOS 프로그래밍에서 빈번하게 사용한 JsonSerializer 클래스에 대해 설명한다. 3장에서는 시스템의 구성을 세부적으로 설명하며 각 장치 간 통신방법에 대해 기술하며 4장에서는 제안시스템을 검증한 것에 대해 설명한다. 끝으로 5장에서 차후 기대효과와 IOS 어플리케이션 구체화 계획과 함께 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

### 가. 철도 관련 사전 연구

전동차량 객실의 냉난방 민원인자들을 파악하고 요인 분석 및 예측을 통하여 고객의 만족도를 극대화시키기 위한 연구가 보고되었다.<sup>[5]</sup> 이 연구에서는 여러 냉난방민원요인에 대한 다변량 변수를 제시하고 이 중 민원제기 고객이 승차한 현 객실의 온도와 춥고더움 민원의 상관관계를 파악한 뒤 지하철 객실 냉난방 민원발생 요인들의 다변량 분석을 시행하였다. 또한 민원을 제기한 승객들을 춥다고 하는 그룹과 덥다고 하는 그룹으로 분류하고 그 두 그룹을 서비스품질특성과 객실온도 변수에 따라 4가지 가설을 세워 승객들의 유의적인 차이를 분석하였다. 그 결과, 냉난방 시설의 적절한 온도조절 여부가 승객들의 만족을 극대화시킬 수 있다는 결론을 도출해내었다.

이와 유사한 다른 연구로 전동차량 내 화장실 위생설비 개선에 관한 연구가 있다.<sup>[1]</sup> 이 연구에선 위생설비의 구조에 따라 단점을 분석하고 이에 느끼는 승객들의 불편함에 대해 파악하였다. 그 이후 저렴하고 소재의 특성을 극대화시킬 수 있는 소재로 위생설비를 재구성하였으며 위생설비 부품의 개수를 최소화하여 고장율을 감소시킬 수 있는 방향으로 위생설비를 개선하였다.

이처럼 도시철도 승객들의 만족도 기반의 조사는 이루어진 반면 이를 해결하기 위한 시스템 개발관련 연구 내용은 찾아보기 힘들다. 따라서 본 논문에서는 사물인터넷 기반 기술을 활용하여 도시철도 이용 승객들의 불편함과 현 객차의 상황을 실시간으로 파악하여 승객들의

불편을 최소화하기 위한 시스템을 제안하고자 한다.

#### 나. MQTT

MQTT(Message Queue Telemetry) 프로토콜<sup>[6]</sup>은 IoT 통신을 위하여 개발된 프로토콜들 중의 하나로 발행(publish) 과 구독(subscribe)기반의 메시지 전달로 구성되어 있는 M2M/IoT 커넥티비티(Connectivity) 프로토콜이다. MQTT는 낮은 대역폭 또는 비경제적인 연결 상의 소형 디바이스 사이에서 메시지를 교환하고 전송할 수 있도록 설계된 프로토콜로 TCP/IP 프로토콜을 사용하고 프로토콜의 작은 헤더크기와 바이트 배열 메시지 페이로드로 인하여 메시지 용량이 작기 때문에 안정성을 확보할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 따라서 본 시스템에선 MQTT 프로토콜의 이러한 장점을 활용하여 MQTT Broker라는 중계 서버를 두고 온·습도 정보 Topic에 대해 서버에서 구독을 신청하면 해당 Topic에 대해 MQTT Broker에서 발행해주고 발행받은 정보를 MongoDB에 저장하게 된다.

#### 다. Z-Wave

Z-Wave 기술<sup>[7]</sup>은 가정 자동화와 센서 네트워크와 같은 저전력과 저대역폭을 요구하는 장치를 위해 덴마크 회사인 Zensys와 Z-Wave 얼라이언스에서 개발한 무선 통신 프로토콜로서 무선계층, 네트워크 계층, 응용계층 총 세 개의 계층에 대하여 정의하고 있다. Z-Wave 기술은 낮은 대역폭의 반 이중 방식의 프로토콜로서 낮은 비용의 제어 네트워크에서 신뢰할 수 있는 무선통신으로 디자인되어 있다. Z-Wave 프로토콜은 Controlling device와 Slave node의 2 종류의 노드들로 구성되며 Controlling device들은 제어 명령을 설정 및 초기화와 다른 노드에게 명령을 전달하는 역할을 수행하며, Slave node는 다른 노드에게 명령을 다시 전달할 수 있도록 하고 있어 통달 거리를 벗어난 노드에게도 Controller node의 데이터가 전달이 가능하게 한다. Gaussian Frequency-Shift Keying (GFSK) 기반의 모듈레이션을 사용하여 9,600bits/s, 40kb/s 데이터 전송속도를 지원하며 사용하는 주파수 대역은 860 ~ 920MHz이다. 전송파워는 1mW로 제한하고 있다. 저전력 메쉬(Mesh) 네트워크 기술과 더불어 벽이나 층을 통해서 명령할 수 있고 중개 노드가 발생할 수 있는 전파 방해지역이나 집안 가전을 피할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 그러므로 본 시

스템에선 도시철도 차량 내부에 저전력으로 운영되는 온·습도 센서들 간 통신에 적합하고 전파 방해지역이나 장애물에 구애받지 않는 장점을 고려하여 Z-Wave 프로토콜을 사용하였다.

```
func dataRequest() {
    let url = URL(string: urlToRequest)!
    let session = URLSession.shared
    let request = NSMutableURLRequest(url: url)
    request.httpMethod = "POST"
    request.cachePolicy = NSURLRequest.CachePolicy.reloadIgnoringCacheData
    let jsonData = try?JSONSerialization.data(withJSONObject: dict, options: .prettyPrinted)
    request.httpBody = jsonData
    request.addValue("application/json", forHTTPHeaderField: "Content-Type")
    let task = session.dataTask(with: request as URLRequest) { (data, response, error) in
        guard let _ : Data = data, let _ : URLResponse = response, error == nil else {
            print("*****error")
            return
        }
        let dataString = NSString(data: data!, encoding: String.Encoding.utf8.rawValue)
        print(dataString!) //JSONSerialization
        server_message = dataString! as String
    }
    task.resume()
}
```

그림 2. JSONSerialization 클래스의 사용 예  
Fig. 2. Example of Using JSONSerialization Class

#### 라. JSONSerialization

JSONSerialization<sup>[8]</sup>은 iOS 개발 언어 중 Swift 3.0에 포함된 내부 라이브러리 함수 중 하나이다. 이 함수는 JSON 데이터를 생성하거나 본 시스템과 같이 웹서버에 있는 json 데이터를 iOS App에 사용하기 위해 디서너리나 배열에 저장하기 위한 용도로 사용할 수 있다. 따라서 iOS App에서 서버로 민원을 전송할 때와 전동차량 실시간 운행 목록을 받아올 때 각각 사용하였다. 그림 2는 iOS App에서 서버로 민원을 전송하기 위해 JSONSeiralization 클래스를 사용하여 HTTP / POST 통신을 기반으로 만든 dataRequest 함수이다.

### III. 시스템 구성 및 App 개요

IoT 기술을 이용하여 전동 차량 실내 온도·습도 정보를 파악하기 위해선 먼저 센서가 필요하다. 따라서 본 시스템에선 온도·습도 정보 파악을 위해 안전성과 편의성을 추구하기 위하여 AEOTEK사에서 개발한 MultiSensor 6<sup>[9]</sup>를 사용하였다.

#### 가. 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 시스템은 초기에 개발한 시스템 구조에 비해 많은 변화를 거쳐 그림 3에서 보이는 바와 같은 구조를 갖추게 되었다. 이 시스템은 4가지 측면을 고려하여 구성하였다. iOS 어플리케이션 뿐만 아니라 다른 어플리케이션도 추가로 구축하였기 때문에 이 단말 기기들과 통신하기 위해 확장성 측면을 고려하여

MQTT 프로토콜을 사용하였으며, 온·습도 정보를 실시간으로 송수신해야하므로 빅 데이터를 지원하는 mongoDB를 사용하였다. 또한, HTTP와 URL 기반으로 데이터에 접근할 수 있도록 REST(Representational State Transfer)<sup>[10]</sup>의 웹 기반 인터페이스를 사용하였으며 아울러, 이러한 시스템을 쉽게 유지보수하기 위하여 Python과 같은 현대 프로그래밍 언어를 기반으로 설계하였다.

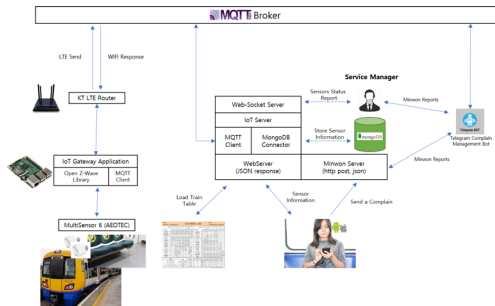


그림 3. 시스템의 구성 모식도  
Fig. 3. Configuration diagram of System

(1) Multi Sensor 간 통신

그림 4는 실제 전동차량 내부에 부착한 멀티 센서다. 멀티 센서는 제한 시스템의 구조 상 적은 전력으로 근거리 통신을 해야하는 필요성을 가지고 있다. 따라서 멀티 센서에 전력을 공급하기 위해 휴대용 보조 배터리를 함께 부착하여 전동차량 내에 설치하였으며 Z-Wave 기술을 기반으로 통신하도록 구성하였다.

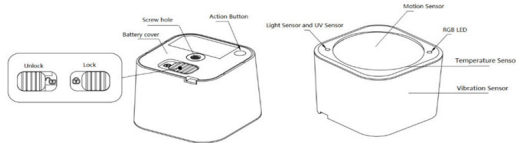


그림 4. Multi Sensor 6 (AEOTEC) 의 구조도  
Fig. 4. Multi Sensor 6 Specifications

그림 5는 실제 전동차량 내에 부착한 센서들의 위치를 각각 나타내어 네트워크 구조를 보여주고 있다. Z-Wave 기술을 구성하고 있는 계층 중 라우팅 계층에서 네트워크의 범위를 최대화하고 메시지를 대상 노드에게 전달하기 위해 Mesh 토폴로지 망을 구축하는 역할을 수행한다. 또한, 만약 송신 노드의 직접적인 통신 연결 범위를 벗어났을 경우 그림 6과 같은 원리로 추가 노드를 거쳐 통신하여 메시지를 재전송하게 된다.

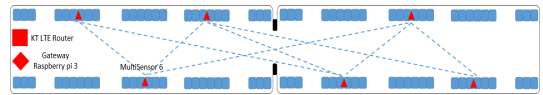


그림 5. 전동차량 내 부착한 센서 간 네트워크 구조  
Fig. 5. Network Structure between sensors attached to a Train

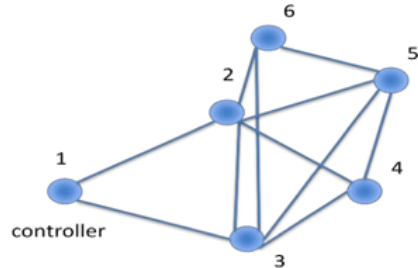


그림 6. Z-Wave 프로토콜의 Mesh 네트워크 구조  
Fig. 6. Mesh Network Structure of Z-Wave Protocol

(2) Gateway

게이트웨이는 본 시스템에서 가장 중요한 모듈이다. 게이트웨이는 라즈베리파이 3으로 구성하였으며 전동차량 내 센서들과 Z-Wave 프로토콜을 이용하여 연결한 뒤 온·습도 정보를 수집하여 MQTT Broker에게 전달하는 중개기 역할의 모듈이다. 또한 게이트웨이 근처에 LTE Router를 두어 wifi로 연결하고 이 수집된 온·습도 정보를 MQTT Broker에게 전달한다. 전동차량 내 센서들과 통신을 위해 OpenZWave 라이브러리를 사용하였고 본 시스템을 지속적으로 개발하기 위해 Python 프로그래밍 언어를 사용하여 개발하였다. 게이트웨이 동작 절차는 그림 7과 같다.

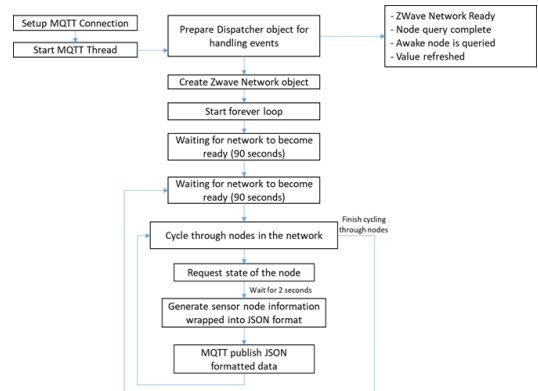


그림 7. 게이트웨이 동작 구성도  
Fig. 7. Gateway Workflow

### (3) 서버와 IOS 어플리케이션 간 통신

승객들의 냉난방 만족도 제고를 위한 앱은 IOS 기반으로 개발하였으며 서버는 MongoDB 데이터베이스로 사용하였다. Multi Sensor로부터 받아온 온도·습도 정보를 서버에 저장한 뒤 웹 서버(3001번 포트)에 JSON 형식으로 출력한다. 이 때 출력하는 정보는 차량 열 번, 지하철의 위치, 상·하행선 구분, 각 전동차량 별 ID 값과 온도·습도 정보를 출력한다. 또한 민원은 동일한 웹 주소 3002번 포트에 JSON 형식으로 type, 민원을 접수한 시각, 차량 열 번, 현재 객차 내 온도·습도, 요청하는 온도, 만족도 지수, 민원메시지 내용을 전송한다. 그림 8는 앱의 실행 초기화면을 보여주고 있다.

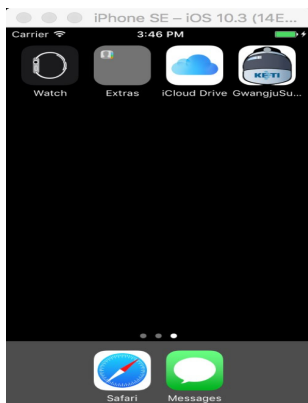


그림 8. 앱의 실행 초기화면  
 Fig. 8. Initial Screen of App

#### 나. IOS App 구동 절차

그림 9는 IOS App이 구동되는 전체적인 수행절차를 도식화하여 보여준다. MongoDB 서버에서 실시간 운행되는 전동차량의 온도·습도, 위치, 차량 열 번, 상·하행선 구분, 전동차량 별 ID 값을 JSON 형식으로 웹 서버에 업로드하면 HTTP / GET 통신을 사용하여 IOS 내부 라이브러리 함수인 JSONSerialization 함수를 통해 Server로부터 데이터 값을 읽어온다. 이 데이터 값을 이용해서 전동차량 열차 상세화면에 출력한다.

Apple App Store에 App을 등재하기 전에 전동차량 열차 상세화면에서 민원 접수 화면으로 전환될 때 Device 기기를 흔드는 동작을 통해 전환하려 하였으나 App 사용자가 불편함을 느낄 우려가 있어 단순하게 본인인 탑승한 전동차량의 이미지를 클릭하면 민원 접수 화면으로 전환되는 방식으로 탈바꿈하였다.

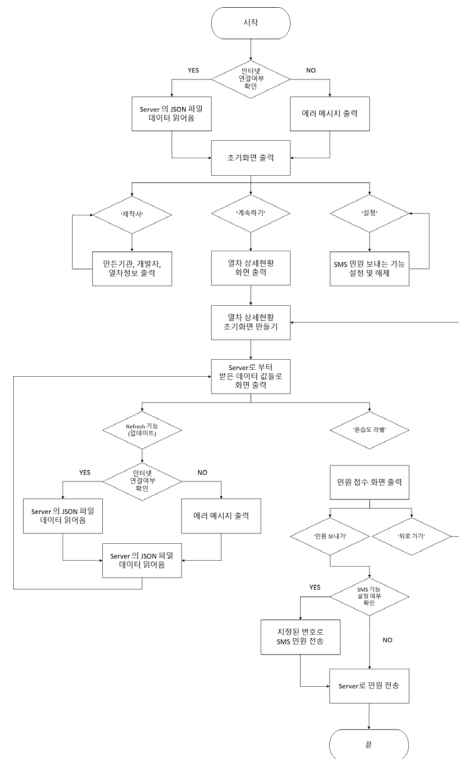


그림 9. IOS 어플리케이션 수행 절차 알고리즘  
 Fig. 9. IOS Application procedure Algorithm

또한 운행되는 전동차량 현황 화면에서 실시간 업데이트하기 위해선 해당 화면을 누른 상태에서 아래로 스크롤하면 열차 현황이 업데이트된다.

민원 접수 화면에서 App 사용자가 민원 작성을 완료하고 서버로 민원을 전송할 때는 전동차량 열차 상세화면을 출력하는 상황과 유사하게 HTTP / POST 방식을 사용하여 IOS 내부 라이브러리 함수인 JSONSerialization 함수를 통해 서버로 JSON 형식 메시지로 변환하여 전송한다. 하지만 이 과정에서 전송하려는 변수의 유형 (String, Integer)이 서버에서 받아들이는 변수의 유형과 동일해야 하며 만약 전송하는 과정에서 메시지 내용이 유실되거나 서버로 도달하지 못할 경우엔 에러 메시지가 출력된다. 즉, 서버로 올바르게 전송이 되었는지 확인하기 위해 요청하는 작업까지 수행한다.

## IV. 제안시스템의 기능 검증

본 장에서는 제안 시스템에 대한 성능 검증을 위하여

광주광역시 도시철도 1호선 차량에 시스템을 구현하고 개발한 앱을 기반으로 민원 접수하는 과정에 대하여 기술한다. 표 1은 시험기기 사양<sup>11)</sup>을 보여주고 있다.

표 1. 시험기기 사양  
Table 1. Specification of test device

Device	iPhone SE
Processor	Apple A9 chip 64-bit with M9 motion co-processor
Operating System	iOS 11.1.1
Display Size	1,136 x 640 pixels
RAM	2GB



그림 10. 민원 접수화면으로 진입하는 절차  
Fig. 10. Procedure for moving to the Minwon accept Screen

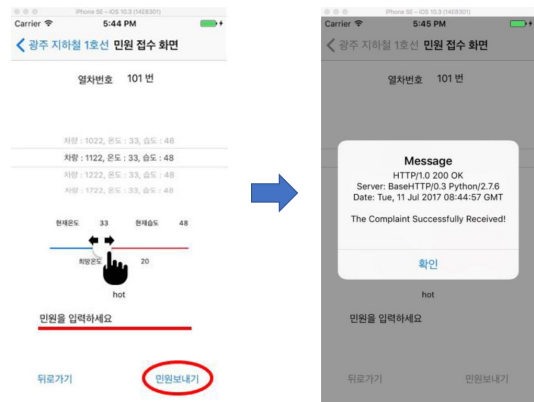


그림 11. 민원 전송 후 발생하는 화면  
Fig. 11. The screen that occurs after sending Minwon Message

민원 접수를 하기 위한 절차는 그림 10, 그림 11와 같다. 현재 운행중인 전동차량 열차 현황 화면에서 좌측이 상행선, 우측이 하행선을 나타내고 있으며 열차 그림 좌우측에 표시되는 라벨은 이 전동차량의 온도·습도정보를 나타낸다. 이 라벨을 클릭하게 되면 해당 위치에 있는 차량번호와 함께 민원 접수 화면으로 전환된다.

자신이 탑승하고 있는 전동차량의 민원 접수 화면으로 진입하면 그림 10의 오른쪽 그림과 같이 전동차량의 네 열량 칸 중 자신이 탑승하고 있는 열량을 선택하고 탑승하고 있는 차량 내 온도를 자신이 원하는 온도로 조절할 수 있게 구현하였다. 추가적인 민원 사항이 있을 경우 그림 10의 오른쪽 아래 그림과 같이 아래에 별도의 입력 칸을 구성하여 도시철도 관계자에게 메시지를 보낼 수 있게 구현하여 승객들의 다른 민원 사항을 조치할 수 있도록 구현하였다. 따라서 이러한 민원 메시지를 작성하여 민원 보내기 버튼을 통해 서버로 메시지를 전송하면 이를 기반으로 서버로부터 요청이 승인 되어 접수가 완료되었다는 메시지를 전달받게 된다.

이 시스템을 통하여 사용자의 민원 사항이 실시간으로 서버로 전송되며 해당 민원 사항이 기관사에게 전송되는 것을 확인함으로써 본 제안 시스템이 정상적으로 동작하는 바를 검증하였다.

## V. 결론

본 논문에서는 도시철도 차량 이용자들의 냉난방 시설 만족도 제고를 위해 IoT 기술을 기반으로 IOS 어플리케이션을 설계하고 개발하였다. 스마트 기기의 앱을 이용하여 현재 전동차량의 운행 위치와 실시간 정보를 쉽게 확인할 수 있으며, 도시철도 차량 승객들의 여러 가지 민원 사항들을 보다 쉽고 빠르게 도시철도 관계자들에게 전달함으로써 그동안 도시철도 관계자들과 승객들 간에 소통이 원활하지 못했던 문제점을 해소할 수 있고 이전 App 서비스에 비해 저용량이며 빠른 App 접근 속도로 App 사용자들에게 저장 공간으로 인한 부담을 완화시킬 수 있다.

현재 프로토타입 형태로 개발된 IOS App을 실제 상황에서 활용하는데 문제가 없도록 수정 및 보완하여 Apple App Store에 등록함으로써 많은 사용자들이 활용할 수 있도록 하여 사용자들이 IoT 기술에 관심을 가지게 되는

기대효과를 얻을 수 있다. 또한 열차 운행시간, 정차역 별 편의 서비스 공간 알림, 열차 도착시간 등 추가적인 기능을 덧붙여 프로토 타입 형태의 App을 구체화시키고 있는 중이며 도시철도 이용자들에게 보다 편리하고 만족할 수 있는 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

## References

- [1] Seung-il Lee, Yong-Jun Lee, Young-Kwun Kang, Moon-Shuk Song "Study on the Railway Vehicle Toilet Sanitation Improvements", Autumn conference & annual meeting of Korea society for railway, pp.494-497, 2016
- [2] Min-Heung Park, Jeong-Hun Lee, Hee-Man Kwak, Min-Ho Kim "A Study on the Reliability Analysis of Platform Safety Step System in Urban Railway", The Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society(JKAIS), Vol. 16, No. 6, pp. 3685-3691, 2015.
- [3] Jeongin Kim, Namhi Kang, "Secure Configuration Scheme of Pre-shared Key for Lightweight Devices in Internet of Things", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication(IIBC), Vol. 15, No. 3, pp. 1-6, 2015.
- [4] Field of Applying for IoT(Internet of Things) Technology  
DOI : <http://blog.daum.net/ocf0126/7196612>
- [5] Sang Oh Lee, Jung Su Park, "A study on factors affecting complaints about hot or cold in the cabin in trains", Annual meeting of Korea society for railway, pp. 273-280, 2013
- [6] MQTT V3.1 Protocol Specification, IBM  
DOI : <http://public.dhe.ibm.com/software/dw/webservices/ws-mqtt/mqtt-v3r1.html>
- [7] Communication Technology for Wireless Sensor Network based IoT, Korea Communications Agency, 2014
- [8] Explanation of JsonSerializer Class  
DOI : <https://developer.apple.com/documentation/>

[foundation/jsonserialization](https://developer.apple.com/documentation/foundation/jsonserialization)

- [9] MultiSensor 6: Z-Wave motion, light, temperature sensor - Aeotec  
DOI : <https://aeotec.com/z-wave-sensor>
- [10] Definition of REST Protocol  
DOI : [https://www.service-architecture.com/articles/web-services/representational\\_state\\_transfer\\_rest.html](https://www.service-architecture.com/articles/web-services/representational_state_transfer_rest.html)
- [11] Specification of iPhone SE  
DOI : <https://www.apple.com/kr/iphone-se/specs/>

## 저자 소개

### 김 동 학(정회원)



- 2016년 12월 ~ 2017년 08월 Korea Electronics Technology Institute (KETI) 인턴
- 2017년 11월 ~ 현재 Korea Electronics Technology Institute (KETI) 위촉연구원
- 2012 ~ 현재 University of Hongik, Dept. Computer Information and Communication Engineering Attending Bachelor Degree.
- 관심분야 : IT기술, IoT, WLAN, IOS Programming, etc.
- E-mail : rlaehdgr7@naver.com

### 박 부 식(정회원)



- 2002년 University of Korea Aerospace, Dept. Information and Communication Engineering M.S.
- 2003년 ~ 현재 Korea Electronics Technology Institute (KETI) 책임연구원
- 관심분야 : industrial deterministic network and related issues. etc.
- E-mail : pusik.park@keti.re.kr

김 병 서(종신회원)



- 1998년 인하대학교 전기공학과 공학사
- 2001년 University of Florida, Dept. Electrical and Computer Engineering M.S.
- 2004년 University of Florida, Dept. of Electrical and Computer Engineering Ph.D.
- 2007~현재 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수
- 관심분야 : 유무선 네트워크, CDN/CCN, 전송통신, IT융합, etc.
- E-mail : jsnbs@hongik.ac.kr

※ 본 논문은 2017년도 미래창조과학부의 재원으로 과학벨트기능지구지원사업의 지원을 받아 수행된 연구이며 (2017K000451), 또한 산업통상자원부 에너지기술 수용성 제고 및 사업화 촉진 사업의 지원을 받아 수행 됨.(20169210100150)