

IoT platform 기반 실내 대기 위험 물질 감지 모바일 시스템 설계 및 구현

(Design and Implementation of Indoor Air Hazardous
Substance Detection Mobile System based on IoT Platform)

양 오 석¹⁾, 김 영 옥²⁾, 이 흥 로^{3)*}
(Oh-Seok Yang, Yeong-Uk Kim, and Hong-Lo Lee)

요약 최근 몇 년간 실내 환경에서 발생하는 대기 위험 물질에 관한 피해사례가 많이 있었으며, 이에 대해 빠른 대처를 하지 못하여 큰 피해가 발생하곤 했다. 이에 관해 본 시스템은 대기 위험 물질 농도 안전 수치 초과시 사용자의 Mobile에 Push Message로 전송하는 시스템을 구축하고자 한다. 본 시스템은 아두이노(Arduino), 라즈베리 파이(Raspberry PI)와 같은 IoT System으로 데이터를 추출하고 Cloud Computing System에 구현된 MongoDB, MySQL을 통하여 Database를 구축하였다. 해당 Database는 NodeJS를 이용한 Application Server를 통해 데이터를 가져오며, Application에 전송하여 시각화하였다. 또한, IoT System에서 위험 상황에 관한 신호를 받으면 Google FCM 라이브러리를 이용하여 Push Message를 보낸다. Mobile Application은 Android Web View를 이용하여 개발하며, Web View에 들어갈 Page는 HTML5 (HTML, Javascript CSS)를 이용하여 개발한다. 본 시스템의 Application을 통하여 사용자가 실내 대기 위험 물질을 실시간 모니터링하며, 위험 상황 시 사용자의 Mobile에 실내/외 검출 위치와 농도에 대한 실시간 정보를 Push Message로 전송하여 사용자의 빠른 대처에 도움이 될 것이라 기대할 수 있다.

핵심주제어: 실내위치서비스, 실시간 모니터링, IoT, 실내 대기 위해 물질, 모바일 인터페이스

Abstract In recent years, there have been many cases of damage to indoor air hazardous materials, and major damage due to the lack of quick action. In this regard, the system is intended to establish for sending push messages to the user's mobile when the concentration of hazardous substances is exceeded. This system extracts data with IoT system such as Arduino and Raspberry Pi and then constructs database through MongoDB and MySQL in cloud computing system. The database is imported through the application server using NodeJS and sent to the application for visualization. Also, when receiving signals about a dangerous situation in IoT system, push message is sent using Google FCM library. Mobile application is developed using Android Web view, and page to enter Web view is developed using HTML5 (HTML, Javascript

* Corresponding Author : leehongro@daum.net
Manuscript received August 23, 2019 / revised September
26, 2019 / accepted October 03, 2019

1) 군산대학교 컴퓨터정보공학과, 제1저자

2) 군산대학교 컴퓨터정보통신공학부, 제2저자

3) 군산대학교 컴퓨터정보통신공학부, 교신저자

CSS). The application of this system enables real-time monitoring of indoor air-dangerous substances. In addition, real-time information on indoor/outdoor detection location and concentration can be sent to the user's mobile in case of a risk situation, which can be expected to help the user respond quickly.

Keywords: Interior location service, Real-time monitoring, IoT, Indoor air hazardous substance, Mobile interface

1. 서 론

2012년 구미 불산 누출 사고, 2018년 일산화탄소 중독 사고 등 최근 몇 년 사이에 많은 화학 물질 누출 사고가 있었다 (Kim et al., 2018). 일부 사고는 빠른 대응을 통해 조속히 처리되었지만, 일부 사고는 대응이 되지 못해 큰 피해가 발생하였다. 만일 사고가 일어나기 전에 미리 대응할 수 있었다면 피해량은 현저히 줄어들 수 있을 것이다 (Bortolin, 2016; Mothershead, 2016). 그래서 본 논문은 사고가 일어나기 전에 미리 실내의 대기 위험 물질 농도를 확인하고 예방하는 방법을 제시하고자 한다.

본 논문에서 제시한 시스템은 객체지향 모델링을 이용하여 설계한다. 객체지향 모델의 기능을 프로세스를 구현하고 Database 구축하는 구조를 분석, 설계하고, 통합 관리하는 데 있다. 이와 같은 프로세스와 Database의 설계를 통합하는 것은 객체지향 모델링이 갖는 아주 중요한 이점 중의 하나이다. 즉 데이터와 처리의 일원 관리라는 측면에서 효과가 있다 (Ha and Sim, 2005).

최근 실내 측위 기술의 필요성이 높아지고 있으며, 실내 공간에서 더욱 다양한 서비스를 위해 기존의 위치기반서비스(Location based service: LBS)에 관련한 시스템 및 서비스들은 점차 밀접한 의존도를 가지도록 진화하고 있다 (Yoo, 2013; Yoo and Cho, 2014). 최근 인터넷을 기반으로 사물을 연결하여 사람과 사물 간의 정보 소통을 가능하게 하는 지능형 서비스로써 라즈베리 파이(Raspberry PI)나 아두이노(Arduino)와 같은 IoT 플랫폼에 관한 관심이 증가하고 있다. 특히 스마트 기기의 발전과 더불어 실내 위치 기반 서비스에 대한 수요는 급격히 증가하고 있다(Sichitiu and Ramadurai,

2004). 실내위치 정보 측정을 위한 블루투스(Bluetooth low energy: BLE) 기술은 iBeacon이 제공하는 RSSI 신호를 이용하여 비콘(Beacon)과 단말기의 거리 정보를 연산하여 단말기의 위치를 계산하는 기법이나, RSSI 신호를 이용한다는 점에서 신호 간섭과 날씨 등의 영향으로 인해 실내위치 정보를 얻기가 어렵다는 문제점을 갖는다(Yoon and Hwang, 2015). 본 논문에서는 실내에서 움직이지 않는 센서들의 위치 인덱스 값(x, y, z) 좌표)을 적용하여 대기의 위험 물질 노출을 감지하고, 사용자에게 이에 대한 노출 위치를 좀 더 정확히 알려주어 대처할 수 있는 시스템을 더욱 쉽고 낮은 비용으로 구축하는 데 있다.

기존 IoT System에서 실시간 센싱 데이터를 표시하는 방법으로 Chart만을 활용하는 System이 많다 (Park et al., 2018; Syafrudin et al., 2017). 본 논문에서는 실내 위험 물질을 탐지를 위한 센서를 활용하여 얻은 데이터를 3d cube를 이용하여 센서의 실내위치에 따른 실시간 센싱 데이터를 확인할 수 있게 하였으며, 해당 데이터가 임계치 이상의 대기 위험 물질이 탐지되었을 때 사용자에게 신속 정확하게 알려주는 객체지향 모바일 인터페이스를 분석, 설계 및 구현 등을 하고자 한다. 본 논문의 시스템에 대한 설계로는 클래스 다이어그램(Control class, entity class, boundary class), 시퀀스 다이어그램과 활동 다이어그램을 통해 모바일 인터페이스를 설계한다 (Chae, 2009). 본 논문의 구현을 위해 사용하는 각 센서의 실내 위치 정보는 고정적인 인덱스 위치 정보를 활용하며, 아두이노를 이용하여 대기 위험 물질 센싱 데이터값과 위치 정보를 수집한다. 아두이노를 Serial 통신으로 라즈베리파이에 데이터를 전송하고, 라즈베리파이에서 받은 데이터를 MongoDB에

저장한다. 또한 Python을 이용하여 MongoDB에서 비정형 데이터를 정규화하여 MySQL로 이전하며 (Delisle, 2006; Hong and Choi, 2016), 효율적인 자원 관리를 위하여 MongoDB와 MySQL은 Cloud Computing System (Openstack)에 탑재하여 운영한다 (Jackson et al., 2018).

본 논문의 시스템 Application Server는 Node.js를 이용하여 구축하였으며, 사용자의 Application을 제작하기 위하여 Android WebView Application을 사용하고, 핸드폰에 Push Message를 보내기 위하여 Google FCM을 이용하여 모바일 알림 시스템을 구축한다 (Delisle, 2006; Apress, 2014; Chunnun and Pritam, 2018).

본 논문이 제시하는 불산, 일산화탄소, 메탄가스와 같은 대기 위험 물질 감지를 위한 모바일 시스템은 실내의 상황을 실시간으로 웹과 모바일을 통하여 확인하고 만일 실내 대기 위험 물질이 누출되었을 때 사용자에게 모바일 알림을 보냄으로써 빠른 대응 하도록 하는 시스템이다. 하지만 불산 화학 성분은 일반 실험실에서 다루기 힘든 물질이므로 본 논문에서는 일산화탄소와 메탄가스를 대상으로 실험을 진행하고자 한다.

본 논문의 구성으로 제2장에서는 실시간 IoT 플랫폼 기반 실내위치 정보를 활용한 환경 위험 감지 모바일 시스템에 대해 분석 설계하고, 제3장에서는 실내위치 정보를 활용한 환경 위험 감지 모바일 시스템 구현을 기술하고, 제4장에서는 구현한 시스템에 대해 결과 및 고찰에 관해 기술하며, 마지막으로 결론 및 향후 연구 방향에 관해 기술하고자 한다.

2. 실시간 IoT 플랫폼 기반 실내위치 정보를 활용한 환경 위험감지 모바일 시스템

2.1 실시간 IoT 플랫폼 기반 실내위치 정보 모바일 시스템 개요

실시간 위치 정보 시스템(Real time location system: RTLS)의 보편적인 예는 GPS(Global Position System)이다. 하지만 실내에서는 GPS의 위

성 신호를 받을 수 없어 모든 추적 및 위치 기능을 제대로 사용하지 못하기 때문에 RTLS를 창고 자재 관리, 공장 자동화, 건축물 실내 위치 기반 서비스 및 건설 터널 시공 관리 등의 광범위한 산업 분야에서 정확한 위치 정보를 사용하지 못하였다. 따라서 위 서술한 분야에 RTLS를 사용하면 많은 경우 해당 비즈니스를 변화시키거나 비용을 크게 개선할 수 있다. 이런 이유로, 실내 측위 기술의 필요성이 높아지고 있다 (Christian et al., 2010).

본 논문에서는 실내에 있는 센서의 데이터를 가져오기 위하여 센서를 아두이노에 연결하였으며, 아두이노를 라즈베리 파이에 연결하여 센서의 실내 위치 정보를 덧붙인 센싱 데이터를 Database Server (MySQL, MongoDB)에 보냄으로써 RTLS를 구축하였다. 이에 대한 전체 시스템 흐름은 다음과 같다.

- 1) 아두이노에서 센서값을 가져온다.
- 2) 아두이노에서 센서값에 센서의 실내위치 정보를 덧붙여 라즈베리 파이에 전송한다.
- 3) 라즈베리 파이에서 센싱 데이터를 Cloud Computing System에 있는 Database Server에 전송한다.
 - 센서값이 일정 수준 이상이면 Cloud System에 있는 Application Server에 위험 신호 전송한다.
 - Application Server가 위험 신호 수신 시 Application에 위험 알림을 보내어 사용자가 신속하게 확인한다.
- 4) 사용자가 Application을 이용하여 접속 시 Application Server에 실시간 센싱 데이터를 요청한다.
- 5) Applications Server에서 MySQL에 접속하여 실시간 센싱 데이터를 받아와 Application Server에 전송한다.
- 6) Application에서 받아온 실시간 센싱 데이터를 Chart에 표시 및 실내위치에 맞게 3차원 Cube에 표시한다.

2.2 실시간 IoT 플랫폼 기반 실내위치 정보를 활용한 환경 위험감지 모바일 시스템 설계

2.2.1 IoT 플랫폼 기반 안전 환경 Mobile App UX를 위한 Class Diagram

Fig. 1에서 사용자가 Application 패키지에 있는 실시간 대기 위험 물질 농도 확인 경계 클래스(Boundary class)를 통해 실내위치, GPS 위치, 그리고 센서의 로그 상태를 규정하고, 실시간 대기 환기 상태를 보여주기 위해 환기 제어 화면 경계 클래스를 규정하고 있다.

이에 대한 데이터를 받기 위해 Application Server 패키지에 있는 대기 위험 물질 자료 송수신과 외부환기 제어를 통해 JSON 형태로 GIS, IPS 및 센싱 데이터 등을 받아오며, IoT 플랫폼 패키지는 외부환기 제어 클래스(Control class)를 통해 환기를 제어하고 대기 위험 물질 자료 송수신 제어 클래스를 통하여 대기 센싱 자료를 수집하고 MySQL Database에 저장한다. MySQL에 있는 대기 환경 센싱 Database를 구축하기 위해 실체 클래스(Entity class)를 규정한다. 이를 위해 Application Server 패키지에서는 MySQL에 Query 문을 통해 센싱 데이터들을 가져온다. 또한 Application 패키지에서 환기 제어하기 위해 Application Server 패키지에 신호를 보내며, Application Server 패키지에서는 라즈베리 파이로 신호를 보낸다.

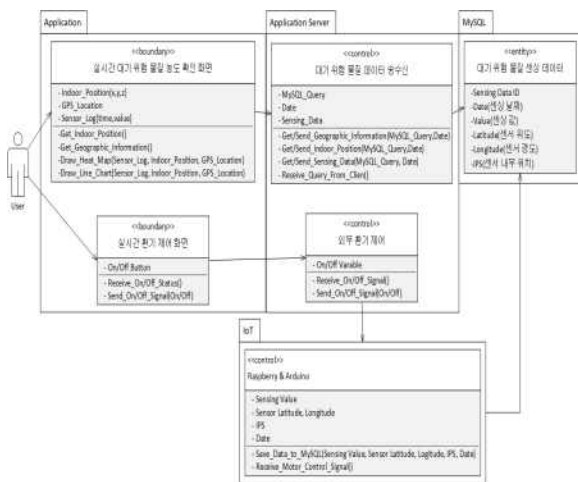


Fig. 1 Class Diagram Design for Mobile App UX Based on IoT Platform

2.2.2 IoT 플랫폼 기반 안전 환경 Mobile App UX를 위한 Sequence Diagram

Fig. 2에서 사용자가 대기 위험 물질 농도 확인을 위하여 Application 객체를 작동하면 Application 객체는 Chart를 그리기 위하여 Application Server 객체에 센싱 데이터를 요청한다. Application Server 객체에서는 Database (MySQL) 객체에 SQL 질의문을 Socket 통신을 활용하여 전송하고, 센싱 데이터를 받은 후에 Application 객체에 센싱 데이터를 보내어 Application 객체가 Chart를 표시한다.

라즈베리파이에서 대기 위험 물질에 대한 농도 센싱 데이터의 농도 값이 기준치 초과일 경우 환풍기를 작동시키며, Application Server 객체에 대기 위험 물질 기준치가 초과했다는 알림을 Socket통신을 활용하여 보낸다. Application Server 객체에서는 Android Application 객체에 Google FCM을 활용하여 경고를 Push Message로 보내며, 이를 사용자가 신속, 정확하게 어느 위치에 대기 위험 물질 성분의 기준 농도 치가 초과하였는지 확인할 수 있도록 한다.

2.2.3 IoT 플랫폼 기반 안전 환경 Mobile App UX를 위한 Activity Diagram

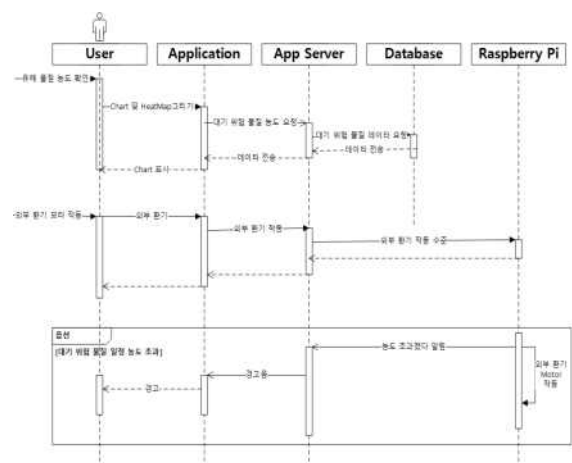


Fig. 2 Sequence Diagram Design for Mobile App UX Based on IoT Platform

1) Android Application Activity Diagram

Fig. 3에서 사용자가 Application 객체를 실행하면, Application 객체는 사용자에게 Dashboard를 보여주기 위해 다음과 같은 동작을 한다.

- Application Server 객체에 AJAX 요청을 하여 대기 위험 물질(일산화탄소, 메탄가스) 센싱 데이터와 기상(풍향, 풍속) 센싱 데이터를 JSON 형태의 객체로 받아 온다.
- 대기 위험 물질 농도의 센싱 데이터에서 실내위치에 따라 분류 후 사용자가 보기 편하게 3차원 Cube 형태로 실내 Heat map을 생성한다.
- 대기 위험 물질 농도의 센싱 데이터에서 GPS 값에 따라 분류 후 지도에 Heat map을 그려 준다.
- 기상 센싱 데이터는 Spark line chart를 이용하여 표시한다.

- IoT 플랫폼 객체에서 실시간 센싱 데이터를 받아와 MongoDB Server 객체에 저장한다.
- MongoDB에 저장한 데이터를 받아와서 정규화를 한 후 MySQL에 보내어 저장한다.
- Application Server 객체에서 MySQL에 SQL Query 문으로 데이터 요청 시 데이터를 전송한다.

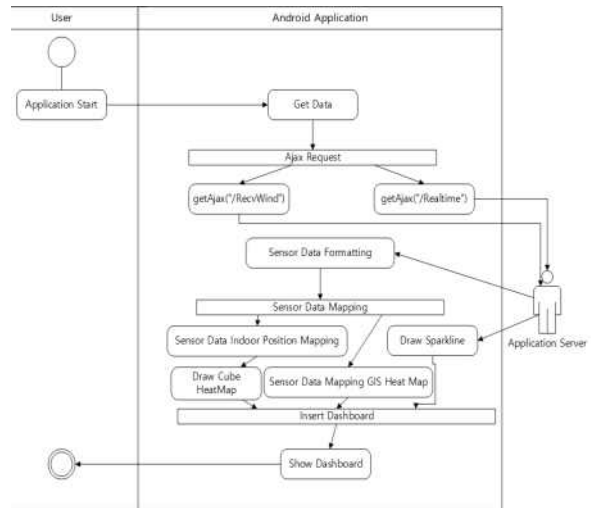


Fig. 3 Android Application Activity Diagram

2) Application Server Activity Diagram

Fig. 4에서 Application Server 객체에 대한 내부 동작은 다음과 같다.

- Real Time 센싱 데이터를 Server 객체에서 가지고 있기 위하여 3초에 1번씩 Database Server (MySQL) 객체에 SQL 문을 보내어 데이터를 받아온다.
- Application 객체에서 "/RealTime" 주소에 get 방식으로 요청 시 Real Time 센싱 데이터를 JSON String 객체 형태로 변환하여 Application 객체에 전송한다.
- Application 객체에서 "/RecvWind" 주소에 get 방식으로 요청 시 Database Server (MySQL) 객체에 기상 센싱 데이터를 받아 오기 위한 2가지 SQL 문을 보낸다
- Database Server (MySQL) 객체에서 받은 기상 센싱 데이터를 JSON String 형태로 변환하여 Application 객체에 전송한다.

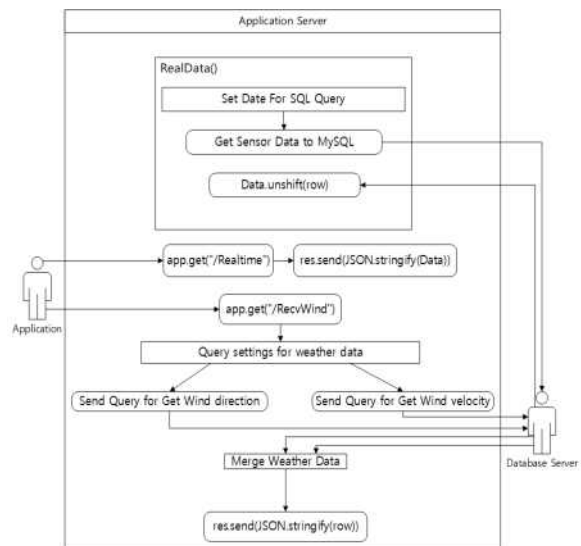


Fig. 4 Application Server Activity Diagram

Fig. 5에서 Database Server 객체와 IoT 플랫폼 객체의 유기적 관계에 의한 각 상태의 동작은 다음과 같다.

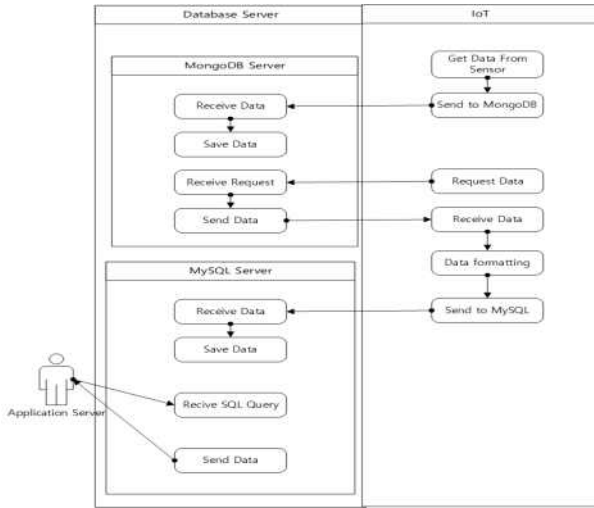


Fig. 5 Database Server and Migration Activity Diagram

3) Environmental warning Mobile System Activity Diagram

Fig. 6에서는 IoT 플랫폼에서 대기 위험 물질 센싱 데이터를 읽어올 때 값이 기준치 이상일 경우 실내 인덱스 위치 정보를 포함한 센서값 정보들을 이용하여 Warning Data를 설정하여 Application Server에 전송한다. Application Server에서 먼저 Google Firebase System을 초기화한 후 IoT 플랫폼에서 위험 알림 데이터를 전송하면 그 데이터를 이용하여 위험 알림 메시지를 생성 후 FCM에 전송한다. FCM에서 Application에 Warning Message를 전송하면 Application은 그것을 받아 사용자가 신속 정확하게 확인할 수 있도록 Push Message를 띄운다.

3. 실내위치 정보를 활용한 환경 위험감지 모바일 시스템 구현

3.1 시스템 구현 사양

Fig. 7에서 대기 위험 물질 농도를 센싱을 하기 위해 센서와 아두이노를 사용한다, 또한 라즈베리 파이에서 아두이노의 센싱 데이터를 Serial 통신으로 받아와 Python으로 처리하여 Database Server

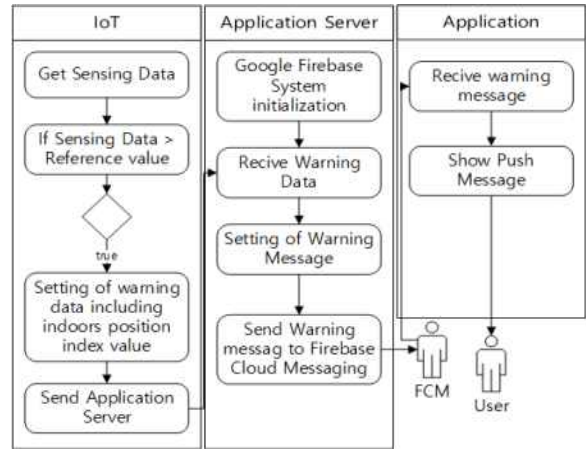


Fig. 6 Activity Diagram of Mobile System for Environmental Warning

에 전송하며, 라즈베리 파이에 Relay Module을 연결하여 환풍기 제어를 한다. 하드웨어 재원 절약을 위해 OpenStack 클라우드 컴퓨팅 시스템에 Database Server와 Application Server를 구축한다. Database Server는 실시간 데이터 저장을 위한 MongoDB와 정규화된 데이터 저장을 위한 MySQL을 사용하여 구축하며, Application Server는 Node.js를 사용하여 구축한다.

본 논문에서는 Mobile Application 인터페이스를 분석, 설계 및 구현 등을 하였으며, Mobile Application 내부에는 센서 GPS 위치에 따른

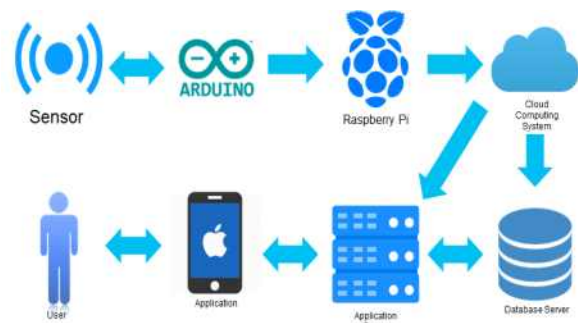


Fig. 7 Composition of Interior Location Information Mobile System based on Real-Time IoT Platform

Heat Map과 센서 실내위치에 따른 3차원 Cube Heat Map을 개발한다. 또한, 환경 위험 알림을 위하여 Firebase Cloud Messaging API를 이용하여 사용자에게 신속 정확하게 확인을 할 수 있도록 한다.

3.2 시스템 구현 결과

3.2.1 Indoor Position Map

Fig. 8에서는 Fig. 1에서 기술한 MySQL 객체의 Indoor Position Map Database 구축을 위해 센서 로그와 센서의 개체에 대한 E-R Diagram을 설계하였다. 센서 개체에 대한 정보로 센서의 이름, 센서의 실내위치 인덱스 정보, 센서의 지리 좌표계인 위도 경도를 저장하며, 센싱 데이터값들로 센서의 ID, 농도 Value, 센싱 데이터의 날짜를 저장한다. Sensor_log 개체의 Sensor_ID는 농도 값에 해당하는 센서의 ID로 sensor 테이블에서의 id 속성값이다.

Fig. 9는 센서의 위치를 3차원적으로 표시해 주는 Map으로서, 전면은 실내위치 (0, 0, 0), (1, 0, 0), (0, 1, 0), (1, 1, 0)에 대한 실시간 대기 위험 물질 농도를 Heat Map 색상 방식을 나타내고, 윗면은 실내위치 (0, 1, 0), (1, 1, 0), (1, 1, 1), (0, 1, 1)에 대한 실시간 대기 위험 물질 농도를 Heat Map 색상 방식을 나타내며, 왼쪽 면은 (0, 0, 0), (0, 1, 0), (0, 1, 1), (0, 0, 1)에 대한 실시간 대기 위험 물질 농도를 Heat Map 색상 방식을 나타낸 것이다.

세부적으로 Fig. 8에서 Sensor 객체의 Sensor_Position 값을 3차원 Cube에 Mapping 하여 센서의 실내위치를 표현했으며, 각 위치는 전면 오른쪽 아래 끝을 기준으로 (0, 0, 0) ~ (1, 1, 1)이다. 각 위치의 실시간 대기 위험 물질 센서값을 Heat Map 형식으로 3차원 Cube에 색을 입혀 사용자가 위험 지역을 좀 더 편히 알 수 있도록 하였다.

3.2.2 실내위치 정보를 활용한 환경 위험감지 모바일 시스템 구현

Fig. 10에서는 대기 위험 물질 농도에 대한 Mobile Application 화면에서 Dashboard Page

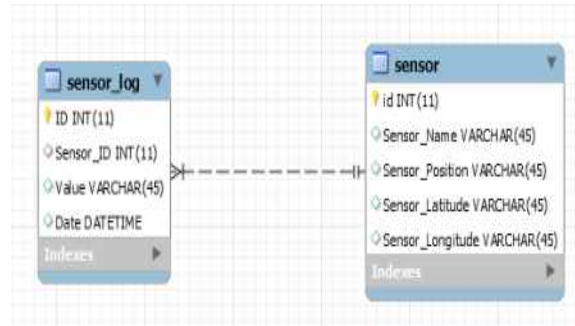


Fig. 8 E-R Diagram for Sensor Logs and Sensors



Fig. 9 Sensor Indoor Position 3 Dimension Cube Map



Fig. 10 Air Hazardous Mobile Application Implementation Screen (Dashboard)

로 (a)는 해당 지역의 실시간 대기 위험 물질의 농도를 Heat map으로 표시한 화면이며, (b)는 실내의 실시간 대기 위험 물질을 Heat map으로 표시하였으며, (c)는 모든 실내의 실시간 대기 위험 물질을 Area Chart를 이용하여 표시한 화면이다. 해당화면은 맨 위에 메뉴바가 있으며, Dashboard 글씨 옆에 Spark line Chart를 이용하여 해당 지역의 풍향, 풍속을 나타내며, 그 밑에 환기구 on/off 버튼이 있다. 해당 Page의 주요 화면으로는 Google Map API를 이용한 Heat Map 지도, 3차원 Cube Heat Map, Area Chart가 있다(Dincer, 2013).

Fig. 8에서 설계한 E-R Diagram에서 Sensor 객체의 Sensor_Latitude, Sensor_Longitude를 이용하여 해당 지역의 좌표에 따라 평균대기 위험 물질 농도를 Google Map API를 이용하여 Heat Map 지도로 표시하였으며, Fig. 9와 같이 실내위치에 따른 대기 위험 물질 농도를 3차원 Cube에 Mapping 하여 Heat Map으로 표시했으며, 실시간 대기 위험 물질 농도를 표시한 Area Chart가 있다.

Fig. 11에서 (a)는 실내의 실시간 대기 위험 물질을 Heat map으로 표시하였으며 각 꼭짓점에 버튼을 추가하여 실내위치를 자세히 볼 수 있도록 하였으며, (b)는 (a)에서 클릭한 버튼 위

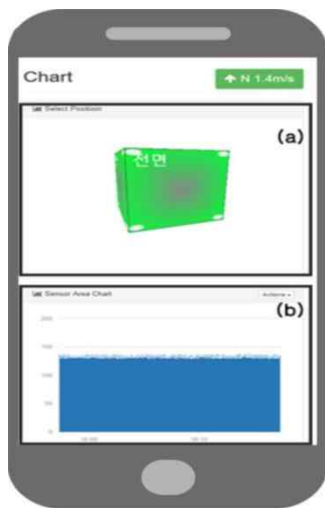


Fig. 11 Air Hazardous Mobile Application Implementation Screen (Area Chart based on indoor location)

치의 대기 위험 물질을 Heat map으로 표시한 화면이다. 주요 기능으로 3차원 Cube를 이용한 Heat Map과 위치에 따른 Area Chart이다.

4. 결과 및 고찰

GPS를 이용하여 실내위치를 가져오면 큰 오차가 발생하여 정확한 위치를 알 수 없다. GPS 대신 실내위치 정보 시스템을 이용하려는 방법으로 BLE 기술을 활용하는 방법(Yoon and Hwang, 2015; Kim et al., 2017)과 IEEE 802.15.4 UWB (초광대역, Ultra-Wideband) 표준을 기반으로 하는 OPEN RTLS (Ha and Sim, 2005)가 있으나 해당 기술은 움직이는 대상의 실내위치 추적을 할 시 유용한 방법이다. 본 논문에서는 센서의 위치가 고정되어 있어서 해당 센서의 실내위치에 대한 고정적인 인덱스 값을 활용하였으며, 기존의 공장이라면 아두이노와 라즈베리 파이를 블루투스나 같은 무선연결을 통하여 하나의 라즈베리 파이에 여러 대의 아두이노를 연결하여 통합 관리하지만, 현재 연구실에 준비된 시험대의 크기가 협소하여 시리얼 통신으로 관리하는 방식으로 사용하였다.

본 논문의 시스템은 클래스 다이어그램, 시퀀스 다이어그램, 활동 다이어그램 등을 이용하여 설계하였으며, HTML5 (CSS, Javascript, HTML), Android Web View Application을 이용하여 Application을 개발하고, Node.js를 이용하여 Application Server를 개발하였다. IoT 플랫폼은 라즈베리파이와 아두이노를 이용하며, 센서는 기상대(풍향, 풍속), 대기 위험 물질 (일산화탄소, 메탄가스) 센싱 데이터를 이용하였다.

본 논문의 Application은 Fig. 10, Fig. 11과 같이 Dashboard 및 Chart Page로 구성이 되어있다. 해당 지역의 대기 위험 물질 평균 농도를 Google Map API를 이용하여 해당 지역을 Heat Map 지도로 표시하였으며, 실시간 실내 대기 위험 물질 농도를 3차원 Cube를 이용하여 Heat map 형식으로 표시하고, Area Chart로 실내 대기 위험 물질 농도를 표시하였다. Application과 Application Server의 통신은 Web View를 이용하며, Google Firebase의 FCM을 이용하여 Android Application에 Push

Message를 전송하였다.

본 논문의 시스템의 센서로 대기 위험 물질을 측정된 값이 설정한 임계값을 초과하였을 때 관리자의 스마트폰으로 Fig. 12와 같이 성공적으로 알림이 보내어 졌다. 해당 알림을 클릭하면 어느 위치에서 임계값이 초과하였으며, 언제부터 초과하였는지를 3d cube와 Area Chart를 이용하여 확인할 수 있다.



Fig. 12 Air Hazardous Mobile Application Implementation Push Alarm

이를 통해 위험 물질의 노출로 인한 위험 위치를 체계적으로 구현함으로써 신속 정확하게 대처할 수 있는 대응에 이바지할 수 있다.

5. 결론

본 논문은 시스템 구현을 위해 경계 클래스, 제어 클래스, 실제 클래스를 규정하였고, 시퀀스 다이어그램을 통해 경계 객체(사용자 인터페이스), 제어 객체(서버)와 실제 객체 사이에 순차적 메시지 전달 과정을 설계하였으며, 위험 물질의 노출로 인한 위험 위치를 체계적으로 구현함으로써 신속 정확하게 대처할 수 있게 기여하였다.

본 논문의 시스템 구현에는 아두이노를 이용하여 실내 환경에서 발생하는 불산과 일산화탄소의 센싱 데이터값과 위치 정보를 수집하여

Serial 통신으로 라즈베리 파이에 데이터를 전송하였고, 라즈베리 파이에서 받은 데이터를 MongoDB에 저장하였으며, Python을 이용하여 이전(Migration)하여 Database Server에 있는 MySQL에 정규화된 데이터 저장하였다. 위험 수준의 성분이 발생하면 해당 위치와 센싱 정보를 사용자에게 알려주고 예방할 수 있는 모바일 시스템을 구현하였다.

본 논문의 시스템 UI는 해당 실내의 대기 위험 물질 평균 농도를 Google Map API를 이용하여 해당 지역을 Heat Map 지도로 표시하였으며, 실시간 실내 대기 위험 물질 농도를 3차원 Cube를 이용하여 Heat map 형식으로 표시하였으며, 그리고 Area Chart로 실내 대기 위험 물질 농도를 표시함으로써 사용자에게 체계적으로 현 상황을 볼 수 있게 하였다.

향후 드론 또는 RC Car를 자율 주행할 수 있도록 개발하고 대기 위험 물질 센서를 부착하여 대기 위험 물질 노출 위치를 좀 더 정확한 알 수 있도록 연구할 예정이다.

References

- Apress, (2014). *Beginning Node.js*, Basarat Ali Syed.
- Bortolin, M. (2016). Disaster Response in Europe A2. Ciottone, G. R., (ed.) *Ciottone's Disaster Medicine*, Philadelphia, Elsevier.
- Chae, H. S. (2009). *Object-Oriented CBD Practical Project Learn by UML and JAVA: Book Management System*, Hanbit Media.
- Christian, S., Jensen, H. Lu., and Yang, B. (2010). Indoor-A New Data Management Frontier, *IEEE Data Engineering Bulletin*, 33(2), 12-17.
- Chunnu, K., and Pritam, S. (2018). Application of Firebase in Android App Development-A Study, *International Journal of Computer Applications*, 179(46). 49-53.
- Delisle, M. (2006). *Creating Your MySQL Database: Practical Design Tips and Techniques*, Packt

- Pub.
- Dincer, A. (2013). *Google Maps JavaScript API Cookbook*.
- Ha, Y. G., and Sim, Y. H. (2005). Object-Oriented Analysis and Design of UML Modeling for Developing Web Applications, *The Journal of Jangan University*, 25(1), 437-451.
- Hong, S. H., and Choi, Y. W. (2016). *Learning from Open Source Mongo DB Node.js and Fluentd*, Seongandang Pub.
- Jackson, K., Bunch, C., Sigler, E., and Denton, J. (2018). *OpenStack Cloud Computing Cookbook*, Packt Pub.
- Kim, D. J., Park, B. K., and Son, J. Y. (2017). A Preliminary Cut-off Indoor Positioning Scheme using Beacons, *KIISE Transactions on Computing Practices*, 23(2), 110-115.
- Kim, S., Park, J. H., Park, J. O., Hong, K. J., Choi, D. S., Kim, T. H., Jeong, J., Song, S. W., Song, K. J., and Shin, S. D. (2018). Characteristics of Mass Casualty Chemical Incidents: a Case Series, *Journal of The Korean Society of Emergency Medicine*, 29(2), 188-196.
- Kim, S., Ro, Y. S., Shin, S. D., Song, K. J., Hong, K. J., and Jeong, J. (2018). Preventive Effects of Motorcycle Helmets on Intracranial Injury and Mortality from Severe Road Traffic Injuries, *American Journal of Emergency Medicine*, 36(2), 173-178.
- Mothershead, J. L. (2016). Disaster Response in the United States A2. Ciottone, G. R., (ed.), *Ciottone's Disaster Medicine*, Philadelphia, Elsevier.
- Park, G.-S. Tin, T. T., Chien, D. V., Gil, K.-D., Shin, Y.-B., Choi, J.-W., and Kim, J. W. (2018). A Development of Real-time Monitoring System in Industrial Factory Based on Cloud Platform Using IoT Device, *IEMEK Journal of Embedded Systems and Applications*, 13(1), 25 - 32.
- Sichitiu, M. L., and Ramadurai, V. (2004). Localization of Wireless Sensor Networks with a Mobile Beacon, Mobile Ad-hoc and Sensor Systems, *International Conference on Institute of Electrical and Electronics Engineers*, pp. 174-183.
- Syafrudin, M., Lee, K., Fitriyani, N. L., Alfian, G. and Rhee, J. (2017). Real Time Monitoring System based on IoT Sensor Data for Assembly Line Process in the Automotive Factory, *Proceedings of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers*, p. 200.
- Yoo, J. J. (2013). *Development Trend of Interior Location-Based Services Technology and Services*, NIPA, Weekly ICT Trends.
- Yoo, J. J., and Cho, Y. S. (2014). Trends in Technical Development and Standardization of Indoor Location Based Services, *Electronics and Telecommunications Trends*, 29(5), 51-61. <https://doi.org/10.1109/MAHSS.2004.1392104>
- Yoon, C. P., and Hwang, C. G. (2015). Efficient Indoor Positioning Systems for Indoor Location-based Service Provider, *Journal of Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 19(6), 368-1373.



양 오 석 (Oh-Seok Yang)

- 군산대학교 컴퓨터정보공학과
- (현재) 군산대학교 컴퓨터정보공학과 석사과정
- 관심분야: 관심분야: 데이터베이스시스템, 객체지향시스템, 위성/드론 영상처리, GIS, IoT, Big Data

처리, Smart-City, Smart Farm, 딥러닝 등



김 영 옥 (Young-Uk Kim)

- (현재) 군산대학교 컴퓨터정보통신공학부 학사과정
- 관심분야: 딥러닝, 데이터베이스시스템, 객체지향시스템, 위성/드론 영상처리, GIS, IoT, Big Data

처리, Smart-City, Smart Farm 등



이 홍 로 (Hong-Ro Lee)

- 정회원
 - 전북대학교 전기공학과(공학사)
 - 전북대학교 전북대학교 대학원 전자계산기전공(석사)
 - 전북대학교 대학원 전산응용공학전공(공학박사)
- (현재) 군산대학교 공과대학 컴퓨터정보통신공학부 교수
- 관심분야: 데이터베이스시스템, 객체지향시스템, 위성/드론 영상처리, GIS, IoT, Big Data 처리, Smart-City, Smart Farm, 딥러닝 등