

IoT기반 스마트 소화기 구현

김재경, 오하빈, 김민수, 최영숙, 안은지, 김수인, 조경록, 이은서*
 안동대학교 컴퓨터공학과
 e-mail : dongji_11@naver.com, dhdudgns80@naver.com, susoo01@naver.com,
 young_s52@naver.com, enji25@naver.com, tndls0258@naver.com,
 chokr0216@naver.com eslee@andong.ac.kr*

Production Of IoT-based Smart Fire Extinguisher

Jae-Gyeong Kim, Ha-Bin Oh, Min-Su Kim, Young-Sook Choi,
 Eun-Ji Ahn, Su-In Kim, Gyeong-Rok Jo, Eun-Ser Lee
 Dept of Computer Engineering, Andong National University

요 약

사물인터넷을 기반으로 실시간으로 소화기 주변의 상태와 화재 발생 여부, 소화기의 상태를 확인할 수 있는 웹 시스템과 화재 알람을 받을 수 있는 애플리케이션을 설계하였다. 소화기 주변의 온도와 습도를 측정하여 화재 유무를 판단하고, 화재를 감지했을 시에 LED 불빛과 경고음을 출력한다. 자이로센서를 이용하여 소화기의 쓰러짐 상태를 파악한다. 웹페이지에서 소화기의 상태 및 소화기 주변의 온습도 상태, 화재 여부를 확인할 수 있다. 사용자는 애플리케이션을 이용하여 회원가입, 로그인을 수행할 수 있으며 화재 알람을 받을 수 있다.

1. 서론

전국 곳곳 일어나는 화재로 많은 인명피해와 재산피해가 끊임없이 이어지고 있다. 2018년 한 해 동안 무려 4만 4천 여 건의 화재사고가 발생하였고 전체 화재사고 중 약 37%에 해당하는 화재가 사람들이 하루의 대부분을 머무는 주거공간이다. [1] 실내에서 쉽게 볼 수 있는 소화기를 응용하여 화재를 미리 방지하고자 생각해낸 것이 스마트 소화기이다. 본 연구를 통하여 온도, 습도, 각도를 읽어내는 라즈베리파이를 소화기에 부착함으로써 실시간을 수치를 측정할 수 있다. 또한 핸드폰에 알람을 보냄으로써 화재를 빠르게 감지하고, 화재에 즉각 대응하여 화재를 미리 예방할 수 있다. 이러한 효과로 인명피해와 재산피해를 줄여줄 수 있을 것으로 예상된다.

2. 관련연구

2.1 라즈베리파이

라즈베리파이(Raspberry Pi)는 싱글보드형 컴퓨터로 마이크로프로세서, 메모리, 입출력 연결단자 등을 하나의 회로로 구성되어 있다. [2] 라즈베리파이는 교육용 목적으로 개발된 초소형 컴퓨터로 저렴하고 성능이 뛰어나며 손바닥만한 크기로 편리함까지 갖추고 있다. 또한 저렴한 하드웨어 가격과 네트워크 인터페이스 지원이 충분하여 일반 가정용 데스크탑에서도 용이하게 사용된다. 이러한 라즈베

리파이의 장점을 응용하여 IoT기기 활동 또는 IoT 기기의 개발 플랫폼을 사용할 수 있다. 라즈베리파이에 각종 장치나 센서를 부착하여 네트워크로 전송하면 실시간으로 확인할 수 있는 효과를 볼 수 있다. 현재 라즈베리파이는 여러 버전이 출시 되었으며 새 버전마다 네트워크 속도나 전력, CPU 기능 등이 개선되고 있다.

2.2 IoT의 개념

사물인터넷(Internet of Things, IoT)은 사물에 센서를 부착해 실시간으로 데이터를 인터넷으로 주고받는 기술이나 환경. 즉 인터넷을 기반으로 모든 사물을 연결해 정보를 상호 소통하는 지능형 기술 및 서비스를 의미한다. 사물인터넷은 센서, 연결성, 데이터 처리, 사용자 인터페이스로 구성되어있다. 이 구성요소의 작동원리는 WiFi나 블루투스 등의 무선통신망을 통해 연결이 되고 센서를 이용하여 데이터가 수집된다. 데이터가 클라우드로 넘어가면 소프트웨어에서 데이터를 처리 및 가공을 하게 된다. 가공된 데이터들은 사용자에게 알람 등으로 전달된다. IoT 응용 프로그램을 통해서 작업을 수정하고 시스템을 통해 사용자 인터페이스에서 클라우드로 전송한 후 센서로 다시 전송되는 방식으로 변경 가능하다. [3] 케빈 애쉬튼 컴퓨터 과학자는 기업의 인사 결정권자가 공급망 내에서 데이터를 수집하는데, 센서를 사용하도록 설득하려 했는데 이 제안서에 사용된 용어가 IoT였다. 이것이 IoT의 시작이다. 이 개념을 기반으로 한 사물인터넷은 현재 우리 실생활에도 많이 찾아볼 수 있다. 서울특별시에서 전통시장에 지능형 화재 감지 시스템을 도입해 센서가 화재를 감지하면 서울 종합방재센터에 시장, 점포명, 점포주 연락처 등의 내용을

* 본 논문의 교신저자임.

“본 연구는 2021년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 연구결과로 수행되었음”(2019-0-01113)

실시간으로 전송한다. 이처럼 재난재해와 같은 부분에서도 적용해 미리 알고 예방 및 더 큰 사고를 막을 수 있다.

3. 요구사항 분석

요구 분석은 소프트웨어 개발 생명주기의 첫 단계로, 현재의 상태를 파악하고 사용자가 잠재적으로 또는 명시적으로 원하는 요구를 파악한 후, 소프트웨어에 반영할 사용자의 요구를 결정하는 것이다. [4] <표-1>은 스마트 소화기 알림의 요구사항을 분석한 후, 표로 만든 것으로 기능 요구사항을 정리하였다.

유형	상세설명	중요도	난이도
기능	온습도 측정	상	중
	경고음	상	하
	화재 감지	상	중
	LED 출력	상	하
	소화기 각도 측정	중	중
	회원가입	상	중
	로그인	상	중
	화재 알림	상	하
	화재 유무 확인	상	중
소화기 각도 변화 알림	하	중	

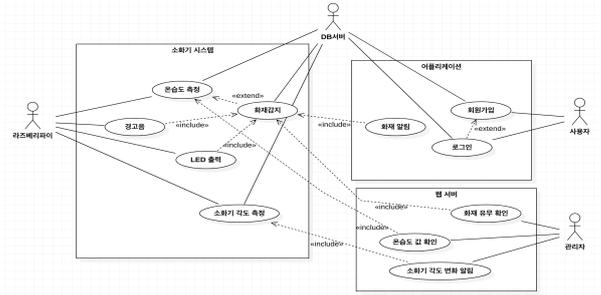
<표-1> 기능 요구사항

요구사항 명		온습도 측정		
개요		온습도를 측정하여 DB서버로 정보를 보낸다.		
요구사항 내역	상세 설명	- 라즈베리파이에 달린 센스헷의 온습도 센서가 주변의 온습도를 측정하여 DB서버로 정보를 보낸다.		
	유형	기능		
	중요도	상	난이도	중

<표-2> 요구사항 명세서

다음의 <그림-1>은 위의 요구사항 명세서를 기반으로 작성한 유스케이스 다이어그램이다. 유스케이스란 UML의 행위자와 액터가 요구하여 시스템이 수행하는 일의 목표이다. 유스케이스의 행위자와의 관계를 구조적으로 나타내며 시스템의 정적 유스케이스 뷰를 다룬다. [5] 액터는 라즈베리파이, DB서버, 사용자, 관리자로 설정하였다. 라즈베리파이는 센스헷의 센서를 이용해 온습도 값과 소화기 각도값을 측정하여 DB서버로 데이터를 전송한다. 온습도 값이 정상치에서 벗어나면 화재감지로 인지해 라즈베리파이에서 경고음과 LED를 출력한다. 사용자는 애플리케이션에서 회원가입을 하면 입력한 사용자 정보가 DB로 전송된다. 사용자가 입력한 정보를 DB에 저장되어있는 데이터를 이용해 검증하여 로그인을 진행한다. 애플리케이션에

서 화재 알림을 사용자에게 전송한다. 관리자는 웹서버에서 라즈베리파이의 온습도 값 확인 및 화재 유무 확인, 소화기 각도 변화를 조회할 수 있다.



<그림-1> 유스케이스 다이어그램

<표-3>은 스마트 소화기 시스템의 유스케이스 시나리오로써, 유스케이스 명, 액터, 선행조건, 선행입력, 이벤트 흐름, 후행조건, 후행 입력, 제약사항으로 나누어 작성하였다.

유스케이스 시나리오 : 라즈베리파이에 달린 센스헷의 온습도 센서가 주변의 온습도를 측정하여 DB로 정보를 보낸다.

유스케이스명	온습도 측정
액터	라즈베리파이, DB서버
선행조건	라즈베리파이에 달린 센스헷이 레디 상태가 되어있다.
선행입력	라즈베리파이에 달린 센스헷의 온습도 센서가 주변의 온습도를 측정한다.
이벤트흐름	1. 라즈베리파이에 달린 센스헷의 온습도 센서가 주변의 온습도를 측정한다. 2. 온습도 센서가 측정한 온습도 정보를 DB서버로 전달한다.
후행 조건	라즈베리 파이와 DB서버가 통신이 가능하다.
후행 출력	센스헷의 온습도 센서가 측정한 온습도 정보를 DB서버로 전달한다.
제약사항	

<표-3> 유스케이스 시나리오

4. 설계

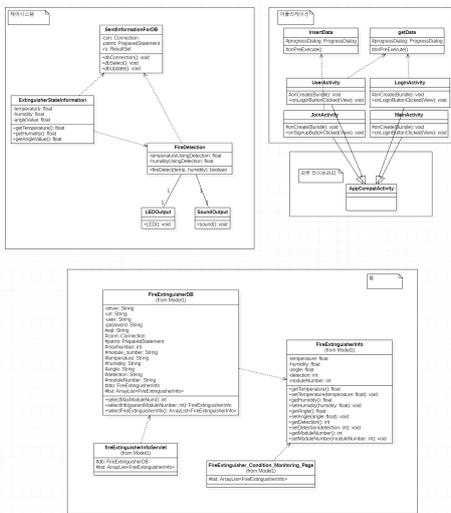
설계 부분에서는 UML 기법 중 클래스 다이어그램과 시퀀스 다이어그램을 이용하였다.

클래스 다이어그램은 클래스들 간의 관계와 클래스의 속성, 기능, 객체 사이의 관계를 표현한다. [6] 클래스의 정적인 정의와 관계를 표현하며 객체지향 소프트웨어 시스템을 분석하고 설계하는데 사용하는 핵심적인 다이어그램이다.

<그림-2>은 프로그램에 대한 클래스 다이어그램을 작성한 것이다.

제어시스템 부분에서 ExtinguisherStateInformation, SendInformationForDB, FireDetection, LEDOutput,

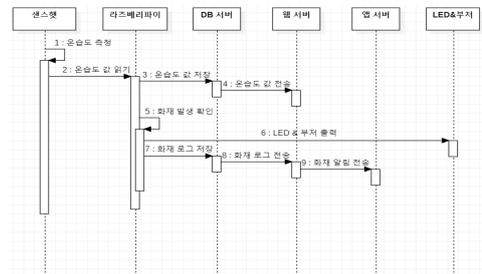
SoundOutput 클래스가 있다. ExtinguisherStateInformation 클래스와 SendInformation, FireDetection 클래스는 의존관계이다. FireDetection 클래스와 SendInformationForDB도 의존관계이며 FireDetection 클래스와 LEDOutput, SoundOutput은 연관 관계를 가진다. 웹 클래스 다이어그램은 FireExtinguisherDB, FireExtinguisherInfo, fireExtinguisherInfoServlet, FireExtinguisher_Condition_Monitoring_Page 클래스를 포함하며 FireExtinguisherDB 클래스와 FireExtinguisherInfo, fireExtinguisherInfoServlet 클래스는 연관관계에 있고, FireExtinguisherInfo 클래스와 FireExtinguisher_Condition_Monitoring_Page 클래스도 연관관계에 있다. 애플리케이션 시스템은 LoginActivity, JoinActivity, MainActivity, InsertData, getData 클래스를 포함한다. InsertData 클래스와 LoginActivity 클래스는 의존관계를 가지며 LoginActivity, JoinActivity 클래스는 getData 클래스와 의존관계를 가진다. LoginActivity, JoinupActivity, LoginActivity, MainActivity 클래스는 AppCompatActivity 라는 외부 라이브러리와 일반관계에 있다. <그림-2>에서 알 수 있듯이 제어시스템에서 필요한 데이터 값을 DB서버로 전송을 하고 웹에서 해당하는 DB값을 표시한다.



<그림-2> 클래스 다이어그램

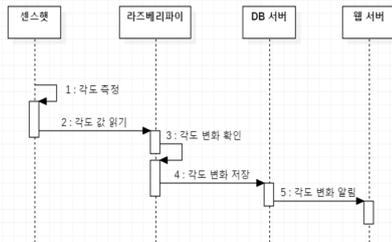
시퀀스 다이어그램은 시스템이 어떠한 순서로 객체들과 상호작용이 이루어지는지 보여준다. 메시지의 시간적 흐름을 강조하고 나타내는 교류이며, 시스템 간 데이터를 어떠한 방식으로 주고받는지 나타내고 표현한 것이다. <그림-3>은 해당 프로그램의 핵심과제인 화재감지에 대한 시퀀스 다이어그램을 작성한 것이다. 화재감지 시퀀스 다이어그램은 라즈베리파이에서 부착된 센스햇 내부 센서에 의해서 온습도를 측정하고 측정값에 따라 화재를 감지하고 그에 따른 동작에 대한 시퀀스 다이어그램이다. 라즈베리파이에서 온습도 값에 따라 화재 유무를 판단하고 DB서

버에 값을 전송한 뒤 DB서버에 저장된 값을 웹에서 볼 수 있고 화재감지 시 앱에서 화재 발생을 알 수 있으며, 해당 장소에서도 LED와 스피커를 통해 화재 유무를 판단할 수 있다.



<그림-3> 화재감지 시퀀스 다이어그램

<그림-4>는 소화기에 부착된 센스햇 자이로센서로 소화기의 쓰러짐 상태를 확인할 수 있는 시퀀스 다이어그램이다. 센스햇 내부 자이로센서를 이용하여 각도를 측정하고 그에 따른 각도를 라즈베리파이에 DB서버로 전송을 해 주고 웹에서 소화기의 상태를 관찰할 수 있도록 해준다.



<그림-4> 소화기 상태 확인 시퀀스 다이어그램

5. 구현

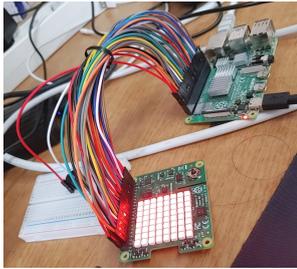
본 논문에서 제안한 설계를 바탕으로 IoT기반 스마트 소화기를 구현하였다. 라즈베리파이와 감지 센서를 이용하여 소화기 주변의 온/습도를 측정하고 소화기의 각도를 읽어 실시간으로 <그림-5>의 웹 서버에 전송한다. 측정된 온/습도가 기준을 넘어서면 화재로 인식하여 <그림-6>처럼 라즈베리파이에 부착된 LED와 부저가 작동해 화재가 일어났음을 알린다. 또한 <그림-7>의 메인화면에서 <그림-8>의 회원가입과 <그림-9>의 로그인을 한 사용자에게 <그림-10>와 같은 화재알람이 전송되어 신속한 대피를 유도할 수 있다. 또한 사용자에게 제공되는 메인화면인 <그림-11>의 버튼을 통해서도 화재의 유무를 알 수 있다.

← → localhost:8080/FireExtinguisher_Monitoring_System/

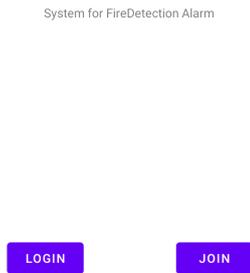
소화기 상태

번호	온도	습도	기울기	화재여부
0	2.2	3.3	4.4	0
1	24.9259	54.7635	104.916	0
2	21.9353	70.9827	192.273	0

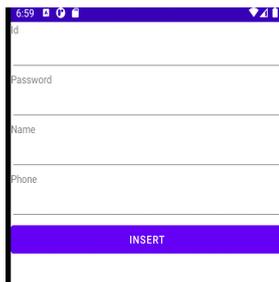
<그림-5> 소화기의 상태 로그를 표시하는 웹 서버



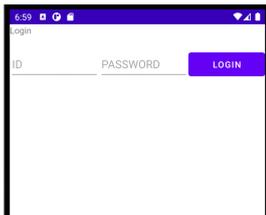
<그림-6> 화재 감지 시 라즈베리파이의 LED, 부저 동작



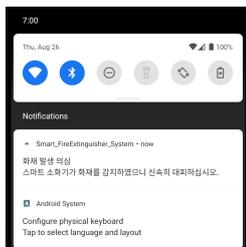
<그림-7> 사용자 애플리케이션 메인 화면



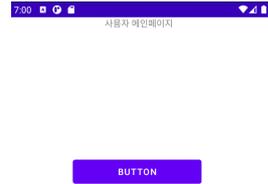
<그림-8> 사용자 애플리케이션 회원가입 화면



<그림-9> 사용자 애플리케이션 로그인 화면



<그림-10> 사용자 애플리케이션 화재 알람



<그림-11> 사용자 애플리케이션 사용자 전용 메인 화면

6. 결론

본 논문에서는 사물인터넷을 기반으로 하여 실시간으로 소화기 상태를 체크하고 그 정보를 웹에서 조회할 수 있으며 화재 발생 시 라즈베리파이를 통해 경고음과 LED를 출력하고 애플리케이션에서 화재 알람을 보내는 스마트 소화기 시스템을 구현하였다. 프로젝트의 안전성과 완성도를 높이기 위해 UML을 활용하여 여러 개의 다이어그램으로 프로그램을 설계하였다. IoT 기반 스마트 소화기는 라즈베리파이 센스햇(SenseHat)을 부착하여 라즈베리파이 내부에서 일정 시간마다 읽어온 온/습도 값을 저장 및 계산하여 화재 여부를 판단하고 DB에 저장한다. 마찬가지로 소화기의 각도 변화를 감지하여 감지 값을 DB에 저장한다. DB에 저장한 정보는 웹 서버에서 조회할 수 있다. 화재가 발생한 경우, 라즈베리파이 부착된 센스햇과 부저에서 LED불빛, 경고음이 출력되며 애플리케이션에서 로그인 상태인 사용자에게 화재 알람을 전송한다.

본 연구에서 구현된 스마트 소화기를 활용하면 화재 발생을 보다 빠르게 파악할 수 있고, 화재 발생 시점 및 장소를 대략적으로 유추해낼 수 있다. 화재 알람을 통해 건물 내부의 사람들에게 신속한 대피를 권고할 수 있으며 이는 화재로 인한 인명피해를 줄이는 데 일조할 것이다. 그리고 관리자가 웹 페이지를 통해 소화기의 상태를 모니터링하여 주변 온도, 습도 값 및 각도, 각도 변화 정보를 알 수 있다. 화재 여부 뿐만 아니라 소화기의 쓰러짐 유무 및 도난 여부를 확인하는 지표로 사용할 수 있을 것이다. 향후에는 애플리케이션에 지정 건물 내부 지도를 표시하고 사용자 위치를 추적하여 화재 발생 시 최적의 대피 경로를 제공하는 기능을 구현할 것이다.

참고문헌

- [1] 이충원, 최근 10년간 대형 화재사건. 사고 일지(종합), 연합뉴스, 2009.11.14.
[https://m.cafe.daum.net/baemilytory/91cb/2034?svc=kakao talkTab&pf=popular_articles](https://m.cafe.daum.net/baemilytory/91cb/2034?svc=kakao%20talkTab&pf=popular_articles)
- [2] [위키백과], '단일 보드 컴퓨터' 2021.06.25.
- [3] 사물 인터넷 기본 개념과 4가지 구성요소 & 작동원리, 2020.04.08. <https://notorius.tistory.com/46>
- [4] 김치수, '쉽게 배우는 소프트웨어공학', 한빛아카데미
- [5] [위키백과], '유스 케이스' 2021.05.20.
- [6] [위키백과], 'Class diagram' 2021.07.25.