

전기차 화재 피해 최소화를 위한 스마트 IoT 주차장

박소현¹, 안서영¹, 이경준²

¹동양미래대학교 컴퓨터소프트웨어공학과, ²고려사이버대학교 정보관리보안학과
외래교수(강사)

nownuu98@gmail.com, asy047@naver.com, kjune83@cuk.edu

Smart IoT parking lot for minimize EV fire damage

So-Hyeon Park¹, Seo-young An, Kyung-June Lee²

¹Dept. of Computer Software Engineering, Dongyang Mirae University

²Dept. of Information Management and Security, the Cyber University of Korea

요 약

‘환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률’에 따라 주거지역 내의 전기차 충전기 설치 및 보급이 빠르게 확산 중이다. 전기 자동차는 충전 중 화재 시 리튬이온 배터리 열폭주(thermal runaway) 현상 때문에 쉽게 진압하지 못한다는 단점이 존재한다. 이에 따라 지하 주차장에서의 전기 자동차 충전 중 화재 시 피해 최소화를 위한 스마트 IoT 주차장을 기획하고 개발하였다.

1. 서론

최근 정부는 탄소 중립 정책을 핵심가치로 설정하고 기존 화석연료 에너지를 사용하던 내연기관 자동차들을 친환경 자동차로 전환해나가고 있다. 그중 대표라 할 수 있는 전기 자동차 증가와 함께 화재 발생 건수도 매년 증가하고 있는데 그 중 충전 또는 주차 중에 발생한 화재사고는 16건(36.7%)으로 높게 나타났다[1].

2. 기획

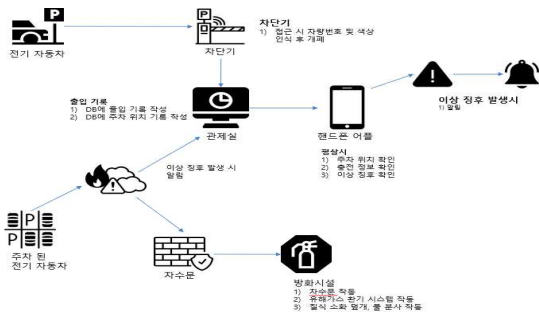
실내/지하주차장은 주로 콘크리트와 철근으로 시공되어 있고 옥외주차장 대비 폐쇄적인 환경이기 때문에 환기지배형 화재특성을 지니고 있다. 전기차 화재는 기존의 내연기관 차량 화재 진압 방법으로 대응할 수 없고, 진압 장비 또한 부족하다[2]. 이에 전기 자동차 화재 사고 발생 시 초기 진압을 위한 스마트 IoT 주차장을 설계하였다.

3. 구현

개발을 위한 통합개발환경(IDE)은 IntelliJ, VScode를 사용하였다. 프론트엔드는 React Native, React.JS, SCSS(Sassy CSS) 백엔드는 SpringBoot를 사용해 구현하였다. 또, Git 및 Slack을 통해 개발자 간 소스코드 공유 및 형상 관리를 수행하였다.

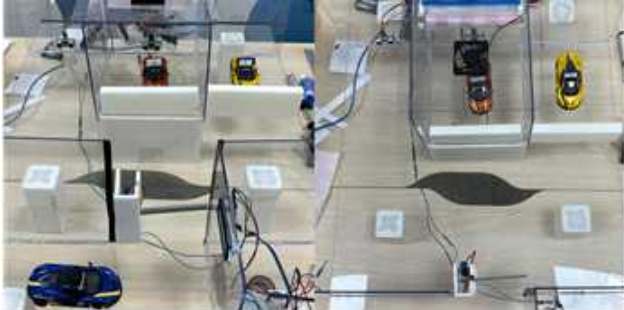
3.1 Hardware

스마트 IoT 주차장 실물 모형의 각 칸은 인명 피해와 주변 차량 재산 피해를 차단할 수 있도록 내화성 재질로 밀폐된 상자 형태로 제작하였다. 이를 통해 복사열과 인화열로 인한 연쇄 반응을 방어할 수 있다. 또 화재 불꽃 감지, 유해 가스 감지 센서를 사용하여 이상 신호가 감지되는 경우 전기차의 충전을 즉시 끊는다. 이후 즉시 주차칸 상부의 환기 시스템을 가동해 자동으로 화재 연기를 배출한다. 환기 시스템이 가동됨과 동시에 주차장 관리실, 인근 소방서로 해당 정보를 전송한다. 추가적으로 초기 화재 진압 및 피해 최소화를 위해 3가지 액추에이터가 작동한다. 첫째, 모터와 톱니를 사용해 차수문이 올라온다. 둘째, 서버모터를 사용해 화재 질식 소화포를 가이드라인에 따라 펼쳐 차량 상승부를 덮는다. 셋째, 소화 펌프를 활용해 주차칸 하단부에서부터 물이 올라와 주차칸 입구의 차수문으로 인해 해당 주차칸이 수조(水槽)가 된다. 부가기능으로는 미리 전기차량으로 등록된 전기차 번호판을 허스키렌즈로



(그림 1) 스마트 IoT 주차장 서비스 개념도

인식해 일반 내연기관 차량은 해당 주차칸을 이용할 수 없고 초음파 센서를 적용해 전기차 주차칸의 이용현황을 표시할 수 있다.

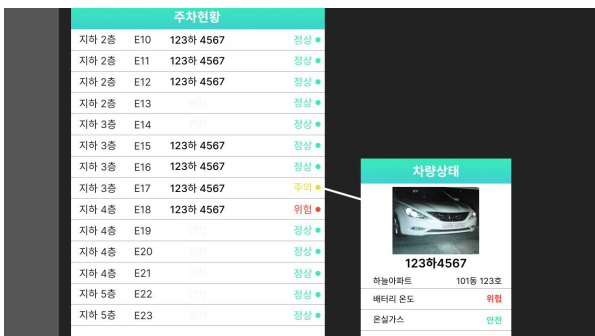


(그림 1, 2) HardWare - 지하 주차장 프로토타입

3.2 Front-End

Front-End를 구현하기 위해서 Android와 iOS를 모두 호환되고 상태 관리 라이브러리 활용이 우수한 React Native를 적용하였다. 또, 가상 DOM 적용에 따라 실시간 데이터 활용성이 우수한 React.js를 적용하였다. 전기차 배터리의 온도, 전기차 전용 주차칸 현황, 불꽃 탐지, 유해 가스 여부 정보를 제공해 평상시 이용자 애플리케이션을 사용하게 함으로써 충전 중 발생한 화재를 알람 기능을 통해 즉시 전기차 소유주에게 알려 신속한 대처가 가능하다.

React.js 기반으로 개발한 관리자 관제 전용 웹 시스템은 여러 주차칸에 대한 동시 모니터링을 통해 차주에게 직접 연락을 취하거나 소방서에 신고할 수 있어 예방 활동을 극대화할 수 있다

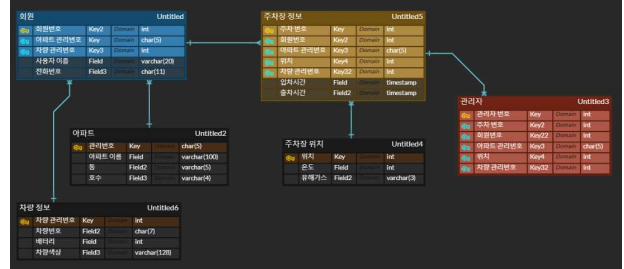


(그림 3) Front-End - 웹 기반 관제 시스템

3.3 Back-End

Back-End를 구현하기 위해 사용한 언어는 Java와 SQL이다. 관계형 데이터베이스 구현을 위해 MySQL을 적용하였다. 또, 기존 Spring보다 간결한 SpringBoot 프레임워크를 사용하였다. Spring Web MVC 모델을 통하여 DTO(Data Transfer Object), Controller, Repository, Service로 나누어 비즈니스 로직과 사용자 인터페이스를 분리하여 유지보수를

위한 변경에 유연할 수 있도록 개발하였다. 또 Spring Data JPA를 사용함으로 관계형 데이터베이스 사용 방식을 정의하였다.



(그림 4) Back-End - Entity Relation Diagram

4. 결론

개발된 전기차 화재 피해 최소화를 위한 스마트 IoT 주차장의 기대효과는 다음과 같다. 전기차 화재 특성상 소화 시간이 많이 필요하고 특히 지하 주차장에서 화재가 발생하는 경우 연기로 인한 인명 피해가 우려되며 이로 인해 소방대원 진입에도 어려움이 크다. 또 지하주차장 특성상 밀집 주차로 인해 재산적 피해 역시 크다.

본 고에서 제안한 스마트 IoT 주차장을 이용 시 초기 화재를 진압 또는 그 확산 속도를 늦춤으로써 피해를 최소화할 수 있을 것이다. 여러 종류의 IoT 센서들과 액추에이터, 그리고 시스템이 결합해 차수문과 소화 펌프를 활용하고 발열 최소화, 자동화 기능이 적용된 질식 소화포 덮개를 통해 산소를 차단하고 환기 시스템을 통해 연기 확산을 최소화해 여러 인명 및 재산 피해 예방 효과가 있다. 또한 이용자 앱과 관리자 관제 전용 웹 시스템을 동시에 운용한다면 보다 적절한 안전 사고 관리 대처가 가능하다.

※ 본 프로젝트는 과학기술정보통신부 정보통신 창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

- [1] 국립소방연구원, “전기자동차 화재대응 가이드”, 4쪽, 2023년 3월
- [2] 이범주, 최경주, 이상호, 정연만, 박영, 조동욱, “리튬이온 및 리튬폴리머 배터리의 폭발과 화재 위험에 관한 연구”, 한국통신학회논문지, 제42권 제4호, 855-863쪽, 2017년