

스마트 기기를 이용한 화점 표출 시스템의 설계 및 구현

김상기* · 김동현**

The Design and Implementation of the Fire Spot Display System Using s Smart Device

Sang-Gi Kim * · Dong Hyun Kim **

요 약

화재가 발생하면 효율적인 화재 진압을 위하여 소방관은 화점 정보를 포함한 화재 관련 정보가 필요하다. 그러나 기존의 화재 감지 시스템은 현장의 소방관에게 화재 정보를 시각적으로 전달하지 못하는 문제가 있다. 이 논문에서는 이를 해결하기 위하여 클라우드 서버를 이용한 화점 표출 시스템을 제안한다. 제안한 시스템에서 각 건물에 설치된 센서들은 온도 및 가스 정보를 수집하고 무선 네트워크를 통하여 클라우드 데이터베이스에 저장한다. 현장의 소방관을 위하여 클라우드 데이터베이스에 저장된 특정 건물의 도면과 함께 화점 데이터의 상세와 시간에 따른 이력을 스마트 기기에 표출한다.

ABSTRACT

In case of fire, the information related with the fire need to be provided to fire fighters in order to extinguish the fire efficiently. However, existing fire detection systems have the problem not to provide the data of the fire to fire fighters visually. In this paper, we propose the fire spot system using a cloud server to solve this problem. In the proposed system, the sensors installed in a building collect the gas and temperature data and store them into the cloud database using a wireless network. For fire fighters in the field, the details and history of the fire spot are displayed visually on top of the blue print retrieved from the cloud database using a smart device.

키워드

Fire, Cloud, Fire initiation spot, Fire data management, Sensor
화재, 클라우드, 화점, 화재 데이터 관리, 센서

1. 서 론

소방청 국가화재정보센터 화재통계[1]에 따르면 매년 4만 건 이상의 화재가 발생하며 2,000명 이상의 인명피해가 발생한다. 피해액이 1,000만 원 미만의 화재

가 주를 이루지만, 1,000만 원 이상의 화재도 꾸준히 발생한다. 특히 유동인구가 많은 건물에 화재가 발생하면 대형화재로 직결된다. 2017년 2월 4일 발생한 경기도 화성시 메타폴리스 B블록 상가 화재 당시, 뽀로로 파크 철거 작업 도중에 가스 절단기를 사용하여

* 동서대학교 컴퓨터공학부(gfce00@gmail.com)

** 교신저자 : 동서대학교 컴퓨터공학부

• 접수 일 : 2018. 08. 20

• 수정완료일 : 2018. 10. 17

• 게재확정일 : 2018. 12. 15

• Received : Aug. 20, 2018, Revised : Oct. 17, 2018, Accepted : Dec. 15, 2018

• Corresponding Author : Dong-Hyun Kim

Div. of Computer Engineering, Dongseo University,

Email : pusrover@dongseo.ac.kr

금속 용단 작업 중에 발생한 불뚱이 인테리어용 가연성 물질에 튀어 발화했다. 2017년 12월 21일 발생한 제천 노블휘트니스 & 스파 화재 스포츠센터 화재 당시 직원이 주차장 천장의 화염을 목격하여 신고한 화재로 고드름 제거 및 배관 해빙 작업 중 화재가 발생했다.

각 건물에는 각종 사고에 대비하여 관리실을 운영하며 내부에서 운영한다. 화재의 시작 및 상황을 알려주는 화재 데이터를 건물 관리실의 서버 컴퓨터에서 확인할 수 있다. 그러나 화재 발생 후 초기 진압에 실패하면 관리실에 접근할 수 없다. 화재가 지속 되면 건물 내부 전체가 불타거나 유독가스 때문에 화재 데이터의 확인이 불가능하기 때문이다. 119안전센터의 인터뷰[2]에 따르면 화재가 발생하면 출동 중 개복하고 현장에 도착 후 바로 화재 진압을 시작하기 때문에 서버 컴퓨터를 확인할 여유가 없다. 소방관은 진압 시작 후 화점을 먼저 찾는다. 화점을 완벽히 진화하지 못하면 계속해서 불길의 번져나간다. 화점의 확인은 화재를 효과적으로 진압하기 위해 가장 중요하다. 한 예로 제천 스포츠센터 화재에서 도면이 현장에 없어 수작업으로 그려가며 진화했다. 도면과 화점 등의 화재 데이터가 없으면 화재 진압 시간이 길어지기 때문에 화재가 길어져도 건물 외부에서 화재 데이터를 확인할 수 있는 시스템이 필요하다.

그러나 기존의 화재 감지 시스템은 화재 발생 후에 외부 기기의 도면에서 화재 데이터를 실시간으로 확인할 수 없는 문제점이 있다. 왜냐하면, 화재 데이터가 화재 발생 지점과 같은 위치에 있는 서버에 저장되기 때문이다. 또한, 도면의 데이터가 래스터 형식의 이미지 데이터이기 때문에 도면과 화재 데이터를 시각적으로 함께 표시하기 어려운 문제가 있다.

화재 수신 원격 감지 시스템은 화재 발생 시 화재 수신기를 통해 화재를 감지하게 되면 경종 및 지구 경종이 울리게 되고 각종 화재 경보를 알리는 시스템이 제안되었다[3]. 사물 인터넷 망을 이용한 모질식 화재감지 시스템 개발은 화재 감지기에 센서 이상 여부를 통한 소방대의 진입 경로를 선택에 도움을 준다[4]. U-건물 화재안전관리 시스템 개발에서 화재 감지기의 고유번호를 스마트폰에 입력하여 감지기에서 화재가 발생 시 스마트폰으로 화재 발생 상황을 전파하는 기법이 제시되었다[5]. 초고층 건물 화재에서

USN 메쉬 라우팅을 이용한 피난유도 시스템 설계에서는 화재 발생 시 네트워크를 이용하여 유도등을 통해 대피 및 진입로를 표시하는 기법을 제안하였다[6]. USN 지그비센서노드 기반의 화재감지시스템 개발에 관한 연구[7] 기반 지능형 자동화재탐지설비 개발 및 모니터링 프로그램 설계에서는 모니터링 프로그램과 원격제어용 마이크 시스템을 이용하여 자동화재탐지를 설비하여 재해 상황에 적합한 방재진압용 제어 설비들을 작동하는 시스템이 제시되었다[7]. USN 지그비센서노드 기반의 화재감지시스템 개발에 관한 연구에서는 지그비 센서 노드 기반의 화재감지시스템을 제안하였다[8]. 화재감지를 위한 로봇 설계 및 데이터 처리에서는 화재 진압을 위한 자율 이동로봇이 제안되었다[9]. 광역 화재감지를 위한 적외선 레이저 연기검출 시스템의 설계 및 구현에서는 적외선 레이저를 이용한 감지 시스템이 제시되었다[10]. 아두이노를 이용한 소규모 서버 룸 환경 모니터링 시스템의 설계 및 구현에서는 아두이노를 이용하여 소규모 서버실에서 환경 모니터링을 실시간으로 수행하는 기법이 제안되었다[11].

본 논문에서는 클라우드 데이터베이스와 스마트 기기를 이용하여 도면과 화점 데이터를 동시에 표출하기 위한 시스템을 제안한다. 각 건물의 방에 설치된 센서를 이용하여 화점 데이터를 측정하고, 데이터가 일정 수치가 되면 클라우드로 전송한다. 화점 데이터는 클라우드 데이터베이스에 저장하며, 도면 데이터와 함께 관리한다. 소방관이 소지한 스마트 기기에서 데이터 요청 시 클라우드 데이터베이스에 접속 및 동기화를 통해 도면과 화점 데이터를 받아와 도식화하여 표출한다.

이 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 관련 연구에 관해 기술한다. 3장에서는 클라우드 데이터베이스와 스마트폰을 이용한 화점 표출 시스템의 설계를 제안하고, 4장에서 제안한 시스템의 구현 결과를 제시한다. 그리고 마지막으로 5장에서 결론을 기술한다.

II. 관련 연구

현재 대부분 건물에는 화재 수신 원격 감지 시스템에서 제시한 화재 수신기 원격 감지 시스템이 설치되

어있다. 화재 수신기 원격 감시 시스템은 화재 발생 신호를 감지 받아 수신 반을 통해 경보형태의 알람을 준다[3]. 발생한 화재 데이터를 메인 서버로 전송하며, 서버에서 현재 화재 발생한 위치를 알려주게 된다. 사물 인터넷 망을 이용한 모듈식 화재감지 시스템 개발에서는 모듈형 화재 감지기, 서버와 감지기를 중계해주는 중계기, 데이터베이스 서버, 사용자 애플리케이션으로 이루어진다[4]. 시스템을 사용하기 위해 사용자는 모듈형 화재 감지기의 소유 번호를 스마트폰의 애플리케이션에 입력하여 사용자와 화재 감지기를 데이터베이스 서버에 등록해준다. 스마트폰 애플리케이션에서 등록된 화재 감지기의 데이터 값을 확인할 수 있다. 수집한 데이터는 주기적으로 서버에 저장하며, 화재를 감지하면 서버에 화재 발생을 알린다. 서버는 화재 상황을 감지하고 해당 고유번호가 등록된 스마트폰에 화재 발생 상황을 전파한다. 두 시스템에서는 서버와 화재 데이터가 건물 내 관리실에서 관리하며 위치한다. 이는 화재가 발생하게 되어 초기 진압이 실패할 경우 전체 시스템 관리가 불가능하며, 화재 및 건물 붕괴로 인한 서버 작동 불능상태가 되면 확인 및 원격으로 접속이 안 되는 문제점이 있다.

U-건물 화재안전관리 시스템 개발에서는 유비쿼터스 센서 네트워크(USN¹⁾)를 활용하여 실시간 관리 및 점검을 제공하는 건물화재 안전관리 시스템이다[5]. 필요한 소방시설에 식별태그와 센서를 부착하고 이를 통한 사물의 인식정보 및 환경정보를 탐지하여 디지털 자료화한다. 측정된 데이터를 실시간으로 건물주, 소방안전관리자 등에 전송함으로써 이상 징후나 고장과 같은 정보를 전송하여 신속한 판단 및 대응처리로 점검 및 관리를 가능케 한다. 초고층 건물 화재에서 USN 매쉬 라우팅을 이용한 피난유도 시스템 설계에서는 화재 발생 시 건물 내에 발화 및 화재지점의 위치를 자동으로 인식하여 가장 안전한 대피 경로를 통해 사람을 대피시키는 시스템으로 USN 기반의 안전한 피난 경로를 유도하는 최적 경로 탐색과 매쉬 라우팅을 이용한 지능형 피난 유도시스템이다[6]. 실시간 화재 상황 파악을 위한 센서망 구조 및 유도등과 탈출구에 연결된 센서 노드들의 매쉬 라우팅을 이용해 안전한 최적 경로를 찾는다. 그러나 두 시스템은

화재가 발생하면 가스 연기로 인해 유도등이 안 보인다는 소방관의 의견과 같이 실 화재 상황에서 화재 진압 및 대피에 필요한 정보를 제공하기 어려운 문제점이 있다.

IT기반 지능형 자동화재탐지설비 개발 및 모니터링 프로그램 설계에서는 지능형 자동화재탐지설비와 원격제어용 모니터링 프로그램을 개발하여 기존의 자동화재탐지설비가 가지는 문제점을 해결하였다[7]. 화재 및 재해를 감지하여 현지에 설치된 방재설비들을 자동으로 동작시켜 초기 진압은 물론이고, 유선·무선 및 이더넷 통신을 이용하여 원격지 상황실 또는 관리실의 중앙관리시스템을 통해 실시간으로 상황을 모니터링하고, 컴퓨터 모니터링 상에서 재해 상황에 적합한 방재진압용 제어 설비들을 작동시킬 수 있는 양방향성 제어 알고리즘을 가졌다. USN 지그비센서노드 기반의 화재감지시스템 개발에 관한 연구에서는 화재감지용 지그비 센서 노드의 개발과 USN 기술의 WPAN 구축, 중앙관제를 위한 모니터링 프로그램 개발, 화재발생장소 소방 진화 장비 원격제어를 위한 원격제어 프로그램 구현, 화재발생지역 거주자에게 신속 대피를 위한 현장경보장치와 중앙관제 모니터링 장소에 관리자 부재를 위한 문자 상황전파 기능 등을 갖춘 USN 지그비 센서 노드 기반의 화재감지시스템을 연구하였다[8]. 두 시스템에서는 화재 상황을 실시간 모니터링을 통해 화재 데이터를 확인할 수 있다. 하지만 화재 데이터가 도면과 연동되지 않아서 소방관이 이용하기엔 부적합하다.

화재감지를 위한 로봇 설계 및 데이터 처리에서는 화재감지를 위한 자율 이동로봇을 설계하였다[9]. 열감지 센서로 A2TPMI를 사용하였고 화재감지를 위한 데이터 처리 방법으로 AD 컨버터와 칼만 필터를 사용하였다. 광역 지역의 화재감지를 위하여 적외선 레이저를 사용한 시스템이 광역 화재감지를 위한 적외선 레이저 연기 검출 시스템의 설계 및 구현에서 제시되었다[10]. 제안한 시스템은 적외선 레이저 송수신기와 가시광선 레이저 그리고 지그비 무선 네트워크로 구성되었다. 그리고 광역 연기 검출을 위하여 적외선 레이저를 이용하고 효율적인 정합을 위하여 가시광선을 사용하였다. 아두이노를 이용한 소규모 서버

1) 유비쿼터스 센서 네트워크(USN, Ubiquitous Sensor Network)

룸 환경 모니터링 시스템의 설계 및 구현에서는 아두이노를 이용한 환경 모니터링 시스템이 제안되었다 [11]. 제안된 시스템은 소규모 서버실에서 환경 모니터링을 위하여 데몬 프로세스와 아두이노를 이용한 장비를 연동하여 특정 이벤트가 발생하였을 때 관리자에서 실시간으로 환경 데이터를 제공한다.

III. 화점 표출 시스템 설계

3.1. 스마트 기기를 이용한 화점 표출 시스템

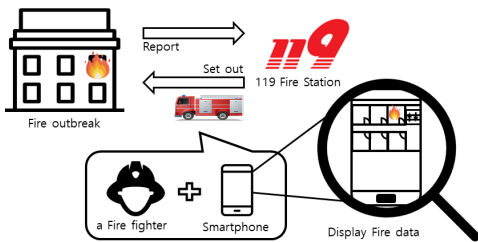


그림 1. 시스템 개념도
Fig. 1 System concept diagram

그림 1은 이 논문에서 제안하는 스마트 기기를 이용한 화점 표출 시스템의 개념도이다. 평소 건물의 각 방에 설치된 센서에서 데이터를 측정하여 정상가동 정보를 만들고, 센서들의 수치 변화에 따라 화재와 고장을 판단, 데이터를 클라우드 데이터베이스로 전송한다. 클라우드 데이터베이스에서는 전송받은 데이터를 저장한다. 소방안전관리자는 클라우드 데이터베이스를 통해 데이터를 확인하여 신고 및 정비를 한다. 전송받은 화점 데이터를 기반으로 소방안전관리자가 화재를 신고하게 되면 소방지휘관은 출동하는 과정 또는 현장에 도착하여 건물의 클라우드 데이터베이스에 접속한다. 그리고 화점 데이터와 도면 데이터를 스마트 기기로 전송받은 후에 전송 데이터를 토대로 스마트폰에서 화재 상황을 표시해준다.

그림 2는 제안한 시스템의 시스템 구조도를 보여준다. 화점 표출 시스템은 크게 센서 모듈, 데이터베이스 그리고 스마트 앱으로 구성된다. 센서 모듈은 화재 데이터 측정을 위한 화재 데이터 측정 및 관리를 위해 2가지 모듈로 구성되며 온도 센서와 가스 센서를



그림 2. 시스템 구조도
Fig. 2 System structure

이용한다. 구성 모듈(setup)에서 클라우드 데이터베이스와 데이터 통신을 위하여 초기화하고, 각종 센서에 대한 정상적으로 작동되는지 확인 및 평소 데이터를 측정한다. 타이머 라이브러리를 통하여 시간 설정을 한다. 루프 모듈(loop)에서 클라우드 데이터베이스와 접속이 정상적으로 작동되는지 실시간으로 확인하며 온도 및 가스 데이터를 전송한다. 평소 작동 중 오류 및 기타 문제로 인한 정상적으로 측정이 안 되면 클라우드 데이터베이스로 데이터 전송을 통해 정비할 수 있도록 한다. 측정된 온도, 가스 데이터가 일정 수치를 넘겨 화재라 판단하면 클라우드 데이터베이스로 데이터를 전송하여 화재를 알린다.

클라우드 데이터베이스에서는 권한 설정을 통해 접속을 관리한다. 아두이노와 안드로이드와 통신 할 수 있도록 구성된다. 아두이노에서 받은 데이터 위치를 기준으로 데이터베이스를 구성하여 저장 및 검색을 지원한다. 관리자 접속을 통해 디지털타이저가 된 도면 데이터를 관리한다.

스마트 앱에서는 3가지 모듈로 구성된다. 메인액티비티(Main Activity)에서는 클라우드 데이터베이스에서 받아온 데이터를 화면 출력할 수 있도록 구성한다. 이를 위해 커넥트클라우드(connectCloud)에서 클라우드 데이터베이스와 데이터 통신하도록 구성한다. 드로잉(Drawing)에서 클라우드 데이터베이스에서 받은 도면 데이터를 알고리즘을 적용하여 사용하는 기기에 맞게 도면과 화재 데이터를 연동하여 표출한다.

IV. 시스템 구현

본 시스템의 구현을 위해 Node MCU 아두이노를 통해 모듈을 제작했다. 구글 클라우드 데이터베이스로 구현했다. 안드로이드 스튜디오로 애플리케이션을 제작했다. 화재 발생 가상환경을 제작하였으며 열과 가스 농도가 높아지면 아두이노에서 화재를 판단, 클라

우드 데이터베이스로 데이터를 전송한다. 애플리케이션에서 클라우드 접속코드를 입력하면 화재 데이터에 접근한다. 접근된 화재 데이터는 도면에 표시가 된다. 도면은 디지털타이저 작업이 되어 있으며, 각 방의 왼쪽 위, 오른쪽 아래 모서리의 점을 알려준다. 두 점의 중간값을 구하여 화재 데이터를 표시한다.

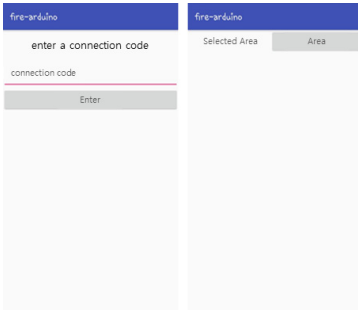


그림 3. 접속코드
Fig. 3 Connection code

그림 3은 제안한 화재 표출 시스템의 구현화면을 보여준다. 화재 표출 시스템의 제안한 센서 모듈은 아두이노 보드를 이용하여 가스과 온도 센서를 이용하여 구현하였고 클라우드 서버는 구글 클라우드 데이터베이스인 파이어베이스를 이용하여 구현하였다. 그리고 스마트 앱은 안드로이드 애플리케이션으로 구현하였다. 초기 화면에서는 클라우드 데이터베이스에는 화재 데이터 접근을 위한 접속코드가 있다. 지정된 접속코드 입력을 통해 화재 데이터에 접근하며, 구역별 도면과 데이터를 확인한다.

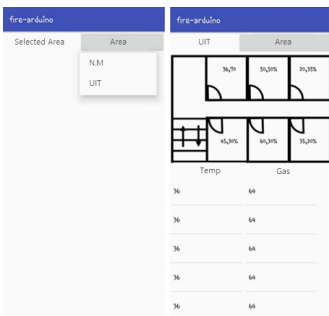


그림 4. 화재 표출
Fig. 4 Firespot display

그림 4는 접속코드 입력 후의 화면을 보여준다. 먼저 표출하고자 하는 건물을 선택하면 선택된 건물의 도면과 도면상의 화재 데이터를 표출한다. 도면상에서 특정 방을 선택하면 해당 방의 화재 상세 데이터 및 시간별 이력을 하단에 표출한다.

V. 결 론

기존의 화재 원격 감시 시스템은 동일 위치의 서버에 화재 데이터를 저장하기 때문에 소방관이 확인하기 어렵다. 또한, 화재 건물에 표시장치를 설치하여 유도하는 시스템은 화재 연기로 인해 실제 적용하기 어려우며 특히 소방관에게 관련 정보를 제공하지 않는다. 이 논문에서는 클라우드에 저장된 화재 데이터를 스마트 기기를 이용하여 확인할 수 있는 시스템을 설계하고 구현하였다. 제안한 시스템은 센서들에서 측정된 데이터를 클라우드 데이터베이스로 전송하여 관련 도면 데이터와 같이 저장한다. 화재 발생 시 소방관은 스마트 기기를 이용하여 클라우드 서버에 저장된 화재 데이터 상세 치 이력 데이터를 확인할 수 있다. 향후 연구로는 소방관이 휴대하여 건물 외부에서 화재 정보를 측정하고 확인할 수 있는 시스템을 연구한다.

감사의 글

본 과제(결과물)는 교육부의 재원으로 지원을 받아 수행된 사회 맞춤형 산학협력 선도대학(LINC+) 육성사업의 연구결과입니다.

본 논문은 2018년도 봄철 학술대회 우수 논문입니다.

References

- [1] National Fire Data System, "2017 Fire Statistical Yearbook," *National Fire Agency*, 2017.
- [2] S. Kim, "2018 Busan Jurae 119 fire station interview report for Fire system," *Technical Report*, June 2018.

- [3] J. Kim, "The Fire Receive Panel Remote Monitoring System," *Korea Patent*, no. 1014476890000, Sep. 29, 2014.
- [4] Y. Kim, "Development of IoT Based Fire Alarm Modular System," Master's Thesis, *Yeonsei University*, 2016.
- [5] J. Kim, "Development of U-Building Fire Safety Management System," *Fire Science and Engineering*, vol. 30, no. 1, 2016, pp. 74-80.
- [6] Y. Choi and I. Joe, "Design of Fire Evacuation Guidance System using USN Mesh Routing in High-Rise Buildings," *Fire Science and Engineering*, vol. 22, no. 3, 2008, pp. 278-286.
- [7] M. Choi, "Development of Smart Type Automation Fire Detection System and Design of Monitoring Program Based on IT," Master's Thesis, *Yeonsei University*, 2013.
- [8] D. Chun, "A Study on the Development of Fire Detection System Based on USN Zigbee Sensor Node," Doctor's Thesis, *Kwangwon University*, 2011.
- [9] Y. Moon, Y. Seo, N. Ko, S. Roh, and J. Park, "Robot Design for Fire Detection and Data Processing," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 4, no. 1, 2009, pp. 31-36.
- [10] J. Park, J. Song, and B. Yoon, "A Design and Development of the Smoke Detection System Using Infra-red Laser for Fire Detection in the Wide Space," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 6, 2013, pp. 917-922.
- [11] H. Lee and J. Oh, "Design and Implementation of a Small Server Room Environment Monitoring System by Using the Arduino" *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 2, 2017, pp. 385-390.

저자 소개

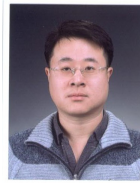
김상기(Sang-Gi Kim)



2013년 동서대학교 컴퓨터공학부 입학

※ 관심분야 : 데이터베이스, 웹, GIS, 시스템엔지니어링

김동현(Dong Hyun Kim)



1995년 부산대학교 컴퓨터공학과 졸업 (공학사)

1997년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2003년 부산대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

2004년 ~ 현재 동서대학교 컴퓨터공학부 교수

※ 관심분야 : 데이터베이스, 공간 데이터베이스, GIS, 센서데이터베이스