

센서를 통한 재난 탐지 및 네트워크 기반 재난 대응 시스템의 설계 및 구현

홍성욱·임현일*
경남대학교 컴퓨터공학부

Design and Implementation of Disaster Detection and Response System through Sensors

Seong-Uk Hong · Hyun-il Lim*

Department of Computer Engineering, Kyungnam University, Gyeongsangnam-do 51767, Korea

[요 약]

일상생활의 다양한 환경에서 지속적으로 재난이 발생하고 이에 따른 인명 피해와 재산 피해가 증가하고 있다. 따라서, 이로 인한 피해를 줄이기 위한 대책이 필요하다. 재난 발생을 감지하고 재난이 발생했을 때 효과적으로 대처한다면 재난으로 인한 피해를 줄일 수 있을 것이다. 본 논문에서는 일상생활에서 발생 가능한 재난을 감지하고 위험 상황을 경고하고 안내함으로써 재난으로 인한 피해를 줄일 수 있는 재난 탐지 및 재난 대응 시스템을 설계하고 구현한다. 본 시스템은 재난 발생 위험 경고와 대응 방법을 사용자에 실시간으로 제공함으로써 재난으로부터 재산과 인명을 보호하는데 도움을 줄 것이라고 기대된다.

[Abstract]

As disasters occur in various environments of daily life, the consequent loss of life and property is also increasing. Detecting the occurrence of a disaster and coping effectively in the event of a disaster could reduce the damage caused by the disaster. In this paper, we design and implement a disaster detection and disaster response system that can reduce the damage caused by disasters by detecting real potential disasters and alerting and guiding the hazardous situation. This system is expected to help protecting property and human lives from disasters by providing users with real-time disaster warnings and response methods.

색인어 : 재난 대응 시스템, 재난 탐지, 재난 대응 서버, 재난 탐지 시스템

Key word : Disaster response system, Detection of disaster, Disaster response server, Disaster detection system

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2019.20.4.877>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 28 March 2019 ; Revised 13 April 2019

Accepted 26 April 2019

*Corresponding Author; Hyun-il Lim

Tel: +82-55-249-2650

E-mail: hilim@kyungnam.ac.kr

I. 서론

오늘날 다양한 시설의 발전과 산업화에 따라 시설로부터 유래하는 재난이 증가할 뿐만 아니라 예기치 못한 자연 재해 또한 지속적으로 발생하고 있다. 이런 다양한 재난으로 인한 피해는 인류 사회에 엄청난 물질적 피해와 정신적 고통을 안겨주고 있다. 이런 피해를 줄이기 위해서 정부 뿐만 아니라 다양한 기관에서 안전을 강화하기 위해서 노력하고 있으며, 재난이 발생하였을 때 재난으로 인한 피해를 줄이기 위한 다양한 해결 방안을 제시하고 있다[1, 2]. 이런 노력에도 불구하고, 갑작스러운 재난이 발생하였을 때, 사회는 혼란스러운 환경에 빠지게 되고 이런 혼란스러운 상황으로 인해 재난으로 인한 피해는 더욱 더 커질 수 있다.

최근에는 사회 시설이 발전하고 대형화됨에 따라 재난으로 인한 피해는 지속적으로 늘어나고 있는 추세이다. 재난은 발생을 예방하고, 발생할 경우에 효과적인 대처를 통해 피해를 줄일 수 있으며, 이를 위해 정부는 다양한 매체를 통해 재난에 따른 행동 요령 및 안전 지침을 제공하고 있다. 이런 노력에도 불구하고 갑자기 발생하는 재난에 대해서 많은 사람들은 혼란에 빠지고, 효과적인 초동 대처에 실패함에 따라 재난으로 인한 인명 피해와 재산 피해가 증가하게 된다. 이런 현황에서 재난 상황을 사용자에게 신속하게 안내하고, 재난으로 인한 피해에 대비할 수 있는 정보를 제공할 수 있다면 재난으로 인해 생길 수 있는 다양한 인명과 재산 피해를 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 본 논문에서는 일반적인 가정에서 발생 할 수 있는 재난 상황을 모니터링하고, 재난 발생이 의심되는 사고가 발생하면, 이를 감지하고 인터넷을 통해 이용자에게 안내 경보와 대처 요령을 알림으로써 피해를 최소화할 수 있는 재난 대응 시스템을 소개한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 발생할 수 있는 다양한 재난과 재난에 따른 대처 요령을 소개하고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 재난 대응 시스템의 구성 및 설계를 보여준다. 4장에서는 시스템의 구현 및 실험 결과를 보여주고, 5장에서는 결론 및 향후 계획을 소개한다.

II. 재난과 대처 요령

2-1 일상생활 속의 사회 재난 발생 현황

일상생활에서 화재, 산불, 가스사고, 폭발 등과 같은 다양한 형태의 재난이 지속적으로 발생하고 있다. 행정안전부의 재난 안전사고 발생 통계에 따르면 지난 5년(2013년~2017년)간 유형별 사고 발생 현황을 보면 월평균 도로교통 92,349건, 화재 17,924건, 산불 208건, 철도 68건, 가스 38건, 폭발 20건 등 월 평균 125,220건의 사고가 발생하였다[1]. 이중에서도 일상생활에서 접할 수 있는 사고는 화재, 가스 누출, 감전 사고, 추락 등의 사고가 많이 발생하고 있다. 표 1은 지난 5년간 유형별 사고 발

생 현황을 보여주고 있다.

표 1. 최근 5년간 사회재난 안전사고 발생 현황 (출처: 행정안전부 2019년 3월) [1]

Table 1. Occurrence of social disaster in the last five years (Ministry of the Interior and Safety, March 2019)

재난 유형	화재	산불	가스	폭발
발생 건수	17,924	208	38	20

2-2 재난 별 대처 요령

1) 화재 발생시 행동 요령

화재가 발생하면 인명 피해를 줄이기 위해 먼저 화재경보 비상벨을 누르고, 다른 사람에게 신속하게 알려야 한다. 화재 장소로부터 대피하기 위하여, 낮은 자세로 계단을 이용하여 화재 발생 지역으로부터 대피한다. 화재로 인한 연기가 많을 때에는 열기층 아래에 맑은 공기를 최대한 이용할 수 있도록 낮은 자세로 팔과 무릎으로 기어서 대피해야 한다[2].

2) 가스 누출시 행동 요령

가스가 누출되면 가스에 포함된 냄새로부터 누출을 감지할 수 있다. LPG(Liquid Petroleum Gas)는 바닥으로 먼저 쌓이고, LNG(Liquid Natural Gas)는 천정으로 모이기 때문에 냄새를 통해 가스 누출 여부를 확인하고, 만약 가스 냄새가 난다면 신속하게 창문을 열어 신선한 공기로 실내를 환기시키고, 가스로 인한 추가 피해가 발생하지 않도록 대처해야 한다[2].

3) 지진 발생시 행동 요령

지진이 발생하면 땅이 흔들리고, 건물이 흔들리는 등 흔들리는 현상을 느끼게 된다. 지진이 진행되는 중에는 위에 있는 물건이 떨어지거나, 건물이 부서지는 등의 사고가 생길 수 있으므로, 떨어지는 물건이나 건물로부터 몸을 보호하기 위해 책상 등의 밑에 들어가 몸을 숨겨야 한다. 또한 지진으로 인해 화재가 발생할 수 있는데, 이때는 화재를 조기에 진압하여 화재로 인한 피해를 줄일 수 있도록 한다. 그리고, 추가적인 피해를 줄이기 위해 전기와 가스를 차단하고, 출구를 통해 건물 밖 안전한 장소로 대피한다[2].

III. 재난 대응 시스템의 설계

3-1 시스템 개요도

본 장에서는 본 논문에서 제안하는 재난 대응 시스템의 구성 및 설계에 대해서 설명한다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 재난 대응 시스템을 구성하는 구성 요소와 이를 통한 재난 대응

시스템의 전체적인 구조를 보여주고 있다. 본 시스템에서 감지하고자 하는 재난의 유형은 화재, 가스 누출, 지진 및 진동 등이다. 이런 재난을 예측하고 감지하는 시스템 및 센서와 재난 발생 정보를 알리고, 관리하는 재난 대응 시스템 서버, 그리고, 재난 발생을 실시간으로 전송할 수 있는 통신 모듈을 포함하고 있다. 그리고 재난 상황을 모니터링하고, 재난 발생 상황을 알리고 정보를 관리하는 서버 시스템은 외부로 송신한 데이터를 저장하고 재난 상황을 원격으로 확인하고 관리할 수 있는 기능을 제공한다.

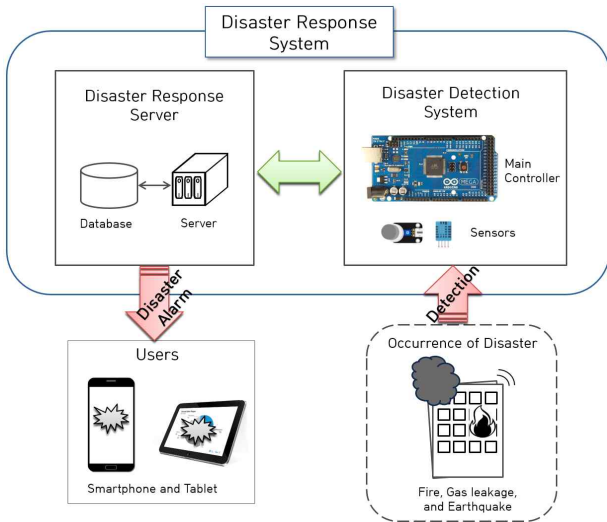


그림 1. 재난 대응 시스템의 구조
Fig. 1. The structure of disaster response system

3-2 재난에 따른 감지 기법

1) 화재 감지

화재는 초기의 작은 불꽃에서 시작하여 대형 화재로 발전하기까지 발화기(incipient), 성장기(growth), 최성기(fully developed), 감쇠기(decay) 순으로 4 단계에 걸쳐서 진행된다 [3]. 발화기 단계는 촛불과 같은 작은 불씨에서 시작하여 발화되므로 불꽃감지 센서나 적외선 센서를 이용하여 불꽃 또는 열 발생을 통해서 감지할 수 있다. 성장기 단계는 화재가 커지는 단계이므로, 주변에 있는 물건들이 불 타고 화재가 진행되는 과정에서 이로 인한 연기 및 먼지가 급격하게 증가하는 시기이다. 따라서 성장기 단계에서는 화재로 인한 먼지를 모니터링하는 먼지 센서를 이용하여 갑자기 증가된 먼지 수치의 값을 측정하여 감지할 수 있으며, 온도 센서를 이용하여 급격히 증가하는 온도를 통해 화재로 인한 온도의 한계치를 기준으로 큰 화재로 성장하고 있다는 것을 감지할 수 있다. 화재가 계속 커지고 플래시오버 단계로 이르게 되면 빠른 속도로 큰 화재로 성장하게 된다. 플래시오버가 발생된 시점부터는 최성기단계가 되고 온도도 최고로 올라간다. 감쇠기 단계는 화재로 인해 물건들이 거의 타거나, 화재가 진압되면서 정상범위의 온도가 측정되면 화

재가 서서히 수그러지는 것을 감지할 수 있다. 이런 화재의 성장 단계에 따라 불꽃, 먼지, 온도 센서 등을 활용하며 화재를 감지할 수 있다. 그림 2는 화재로 인한 재난 탐지 대응 과정을 단계 별로 보여주고 있다.

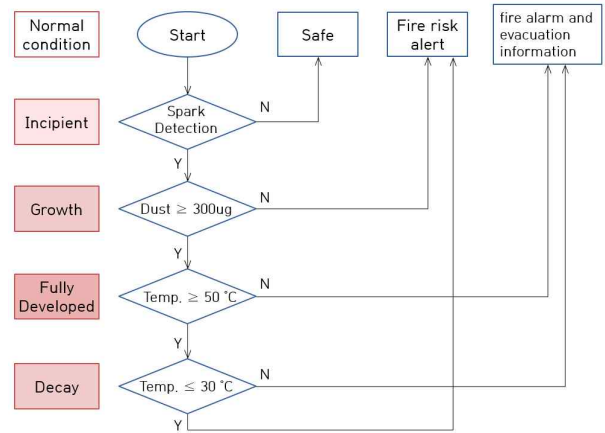


그림 2. 화재에 의한 재난 탐지 및 대응 과정
Fig. 2. Disaster detection and response process by fire

2) 가스 누출 감지

가스 누출 사고는 가정과 공장 등 가스를 사용하는 환경에서 발생 할 수 있으며, 가스 누출이 폭발로 이어지는 경우 큰 재산 피해와 인명 피해를 가져온다. 일반적인 가정에서는 LNG 또는 LPG를 사용하고 있으며, 해당하는 가스의 누출을 감지할 수 있는 센서를 이용하여 가스 누출 상황을 감지할 수 있다. 가스 누출 사고 중 인화성 가스 누출로 인한 폭발사고는 큰 인명피해가 발생시킬 수 있으므로 안전하게 관리할 필요가 있다.

그림 3은 가스 누출 단계별 센서의 감지 및 대응 과정을 단계 별로 보여주고 있다. 초기 누출 단계에서는 가스 센서의 값이 200 이상 증가하며 가스 검출량이 증가함으로써 누출을 감지하고 이에 대한 대처를 안내한다. 가스 누출량이 증가하면서 500 이상의 값이 감지가 되면 위험 단계에 해당하고 가스 누출에 따른 경고 및 위험을 예방할 수 있는 대응 방법을 안내한다.

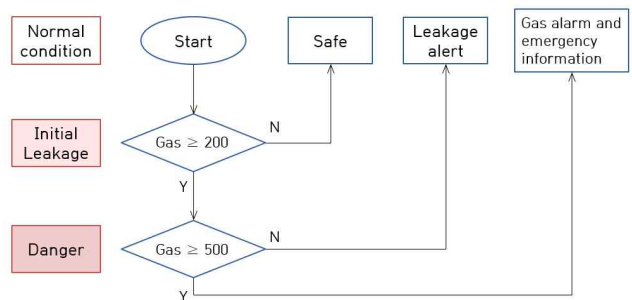


그림 3. 가스 누출에 의한 재난 탐지 및 대응 과정
Fig. 3. The process of detecting and responding to disasters caused by gas leakage

3) 지진 및 건물 기울기 감지

지진이 발생하면 건물이 흔들리고 기울어지는 현상이 발생한다. 따라서, 지진의 감지를 위해서 지진으로 인한 진동을 감지하거나 건물 및 물체가 기울어지는 것을 감지함으로써 지진의 발생을 감지할 수 있다. 진도 3이상의 지진이 발생하면 보통 사람이 느낄 수 있는 정도의 흔들림이 발생하게 되고, 진도 5이상의 지진이 발생하면 오래된 건물 또는 내진 설계가 안된 건물은 무너질 수 있는 정도의 흔들림이 발생한다. 본 시스템에서는 지진 발생을 감지하기 위해서 이로 인한 흔들림을 감지할 수 있는 가속도 센서와 자이로 센서를 이용한다. 지진으로 인한 흔들림이 발생하면 흔들리는 강도에 따라 움직임의 가속도 값이 커지게 되는데, 이 때 변화되는 값을 이용하여 지진 발생을 감지한다. 또한 지진으로 인한 변화는 건물이나 물체가 기울어지는 현상이 발생한다. 건물이 크게 기울는 경우 육안으로 쉽게 파악할 수 있지만 미세한 기울어짐은 육안으로 느낄 수 없는 경우도 있다. 하지만, 건물이 기울어짐에 따라 건물 바닥의 자이로센서 값이 변화하는데, 이 변화하는 값을 인식하면 건물의 기울어짐과 기울어진 각도를 구할 수 있다.

그림 4는 가속도 센서를 이용한 지진 감지 및 대응 과정을 보여 준다. 진도 1정도의 아주 미미한 지진은 가속도 센서 0.1 정도에서 감지되면 거의 피해를 주지 않으므로 안전한 상태로 대응하지만, 가속도 센서 0.5 이상에 해당하는 진도 3이상의 지진이 발생하는 경우 지진으로 인한 피해를 줄일 수 있도록 지진 발생 가능성을 안내하고 피해를 줄일 수 있도록 대응한다.

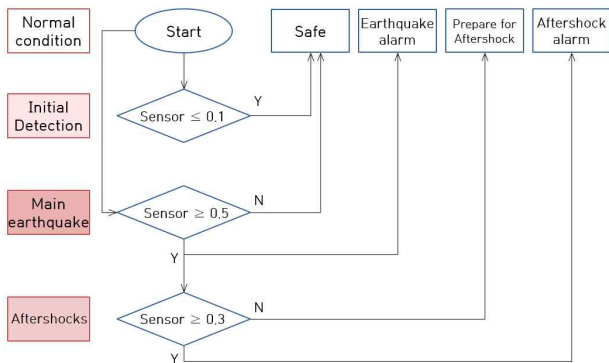


그림 4. 가속도 센서를 이용한 지진 탐지 및 대응 과정
 Fig. 4. Earthquake detection and response process using an acceleration sensor

그림 5는 자이로 센서를 이용한 지진 감지 및 대응 과정을 보여주고 있다. 자이로 센서는 건물의 기울어짐을 감지하기 때문에 지진으로 인한 건물의 흔들림이 심한 경우 피해를 줄이기 위해서 기울어지는 정도에 따라 건물이 심하게 기울는 경우 붕괴 등의 추가 피해가 발생하기 전에 신속하게 대피할 수 있도록 안내한다.

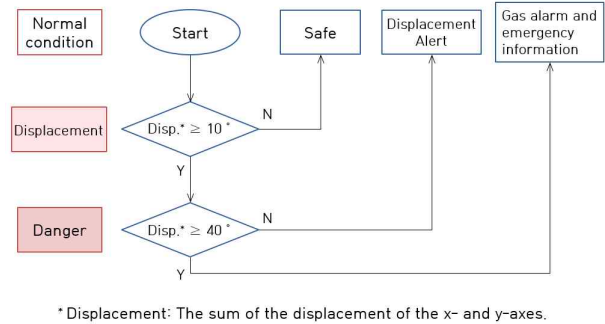


그림 5. 자이로 센서를 이용한 지진 탐지 및 대응 과정
 Fig. 5. Earthquake detection and response process using a Gyro sensor

IV. 재난 대응 시스템의 구현

4-1 구현 환경

본 절에서는 본 논문에서 설계한 재난 대응 시스템의 서버 및 재난 탐지 시스템에 대해서 소개한다.

표 2는 네트워크를 통해 재난 발생을 안내하고, 정보를 처리하는 재난 대응 시스템의 서버 구현 현황을 보여 준다. 본 시스템의 서버는 Intel Atom D510에 메모리 4GB를 가진 하드웨어 환경에서 윈도우 서버 2003을 운영체제로 사용하였으며, SQL(Structured Query Language) 서버 2008 express 버전의 데이터베이스를 사용하여 서버를 구성하고 있다. 서버 개발을 위한 언어로 ASP(Active Server Pages) [5]와 HTML5(Hypertext Markup Language 5) [6]등을 이용하였고, 재난 감지 및 대처법을 확인하는 클라이언트 시스템은 안드로이드 운영체제 기반 스마트폰을 지원한다.

표 2. 재난 대응 시스템의 서버 구성

Table 2. The configuration of disaster response system server

Server Specifications	
CPU	Intel Atom D510
RAM	4GB
Network	Wi-Fi, TCP-IP
Operating System	Windows Server 2003
Database	Microsoft SQL Server 2008 Express
Development languages	ASP, HTML5, CSS3

표 3은 재난 탐지 및 알람을 위한 시스템의 구성을 보여주고 있다. 재난 감지를 위한 메인 장비는 아두이노 메가[4]를 이용

하고 있으며, 화재 감지를 위해서 온습도 센서, 먼지 센서 불꽃 감지 센서를 사용한다. 그리고, 가스 누출 감지와 지진 감지를 위해서 가스 센서와 자이로 가속도 센서를 사용하고 있다. 또한, 재난 발생 정보를 확인할 수 있는 3.5인치 디스플레이가 장치와 통신을 위해 Wi-Fi 및 Bluetooth 모듈을 사용하고 있다.

표 3. 재난 탐지를 위한 시스템 구성
Table 3. System configuration for disaster detection

Purpose	Specification
MCU	Arduino MEGA
Fire detection	Temperature humidity sensor (DHT11) Dust sensor (DM433) Flame sensor (DM436)
Gas detection	MQ-5 LPG Sensor
Earthquake detection	Accelerator Sensor (MPU-6050)
Display	3.5inch Touch screen
Communication	Wi-Fi module Bluetooth (HC-06)
Alarm	Speaker

그림 6은 본 논문의 재난 대응 시스템에서 개발된 재난 탐지 시스템의 모습을 보여주고 있다. 이 시스템은 Arduino MEGA를 중심으로 재난 탐지를 위한 센서와 재난 정보를 인지할 수 있는 화면을 포함하고 있으면 네트워크 모듈을 통해 서버와 통신하며 재난 상황을 실시간으로 전달할 수 있다.



그림 6. 개발된 재난 탐지 시스템
Fig. 6. The developed disaster detection system

4-2 재난 발생 실험

본 절에서는 본 논문에서 설계한 재난 대응 시스템을 이용해서 실제 발생 가능한 재난 환경을 재연하고 동작 결과를 실험하였다. 화재 발생 상황을 재연하기 위해서 불꽃을 일으키는 폭죽을 이용해서 발화를 탐지하는 실험을 하였다. 또한 가스 누출을 재연하기 위해서 부탄 가스의 누출 상황을 이용해서 실험을 하였으며, 지진 상황을 재연하기 위해서 바닥의 흔들림을 이용해서 지진과 기울기를 감지하도록 실험하였다.

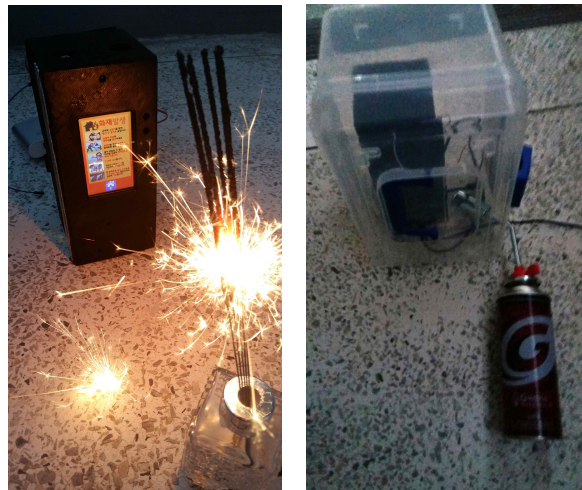


그림 7. 재난 탐지 시스템의 재난 탐지 실험
Fig. 7. The experiment of the Disaster Detection System

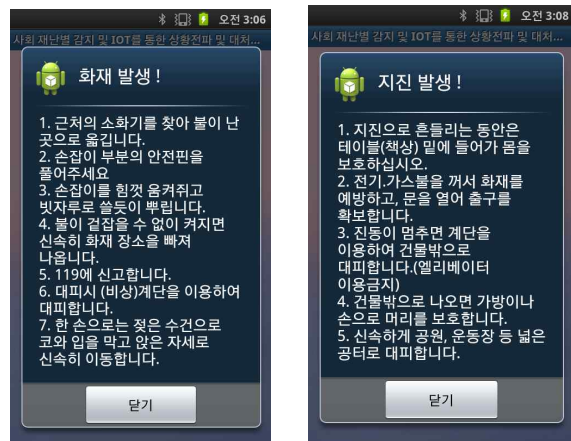


그림 8. 스마트폰을 통한 재난 발생 경보 및 대처 알림 메시지
Fig. 8. Message of disaster alert and response via smart phone

그림 7은 화재 상황을 구현하고 이를 감지하기 위한 실험과 가스 누출 상황을 구현하기 위해 밀폐된 공간에서 부탄 가스를 이용하여 가스 누출을 시연하여 재난 감지 실험을 하는 장면을 보여주고 있다.

그림 8은 본 재난 대응 시스템을 통해서 화재 및 지진 발생을 감지하고 정보를 본 재난 대응 시스템의 서버로 전송한 후 개인 단말기인 안드로이드 스마트폰으로 전송한 화재 및 지진 발생 정보 및 대처 안내 메시지를 보여준다.

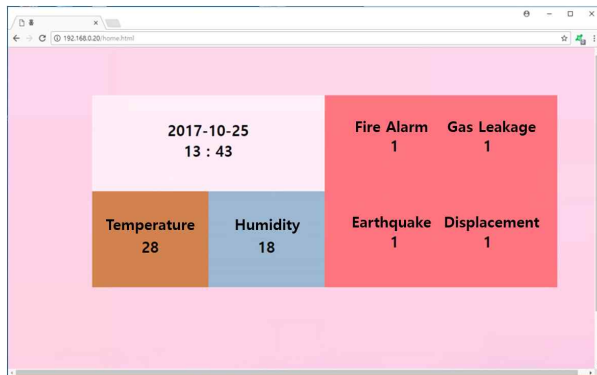


그림 9. 재난 대응 서버에서 실시간 상황을 보여주는 메인 화면
 Fig. 9. Main screen showing real-time situation in disaster response server

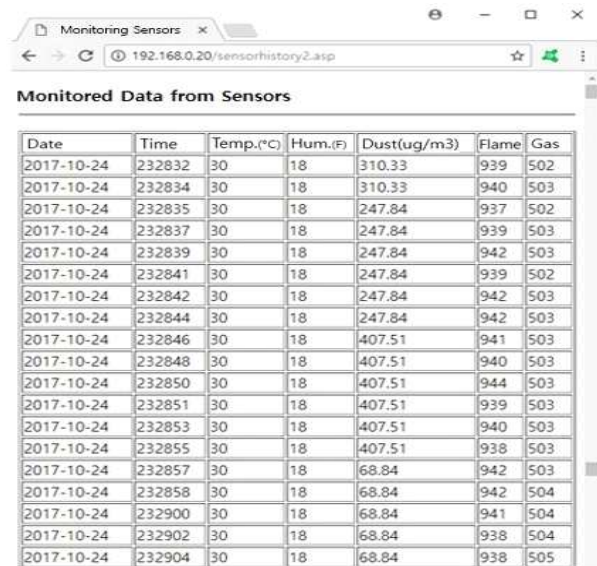


그림 10. 재난 대응 서버에서 모니터링하는 측정 정보
 Fig. 10. Measurement information monitored by the disaster response server

그림 9와 10은 본 시스템의 서버에서 재난 감지 상황을 실시간으로 보여주는 정보와 재난 감지를 위해 측정된 정보들을 종합적으로 관리, 제어할 수 있는 정보를 보여주고 있다. 서버에서는 현재의 온도와 습도 등 기본 정보 뿐만 아니라 화재, 가스 누출, 지진 등의 재난이 감지된 횟수를 종합적으로 파악할 수

있도록 정보를 제공하고 있다. 그리고, 센서로부터 측정된 상세 정보들을 별도로 데이터베이스에서 관리하고 있으며, 모니터링할 수 있도록 화면을 통해 정보를 제공하고 있다.

본 논문에서 설계한 재난 탐지 및 재난 대응 시스템은 센서로부터 측정된 다양한 정보들을 분석하고 이로부터 가정에서 발생할 수 있는 다양한 재난 상황을 인지할 수 있으며, 이상 신호가 발생하는 경우 재난 대응 서버를 통해 재난 상황을 관리할 수 있다. 본 논문에서 설계한 시스템은 재난 상황을 재연한 환경에서 실험을 통해 재난 상황을 적절히 감시하고 위험 상황이 발생하면 실시간으로 대응할 수 있도록 사용자의 스마트폰으로 재난 정보와 위기 대응 방법 등을 안내할 수 있도록 동작한다. 본 논문의 재난 대응 시스템은 기타 다양한 재난 환경에 맞도록 무선 센서 네트워크 [7] 또는 사물 인터넷과 같은 기술을 확장함으로써 재난 상황에서 피해를 줄일 수 있는 대비 시스템으로 활용할 수 있을 것이라 기대된다.

V. 결론

오늘날의 산업 발전 및 환경의 급격한 변화에 의해 다양한 재난이 발생하고 있으며, 사회 시설의 발전 및 대형화에 따라 재난으로 인한 피해는 지속적으로 늘어나고 있는 추세이다. 이러한 재난에 대한 대비를 적극적으로 하지 못하면 재난으로 인한 피해는 지속적으로 증가할 것이라고 예상된다. 재난으로 인한 피해를 줄이기 위해서 정부 기관에서는 다양한 대응 방안을 제시하고 있다. 하지만 이런 노력에도 불구하고, 예기치 못한 재난이 발생하면 혼란에 빠져 재난으로 인한 피해는 더욱 더 커질 수 있다.

본 논문에서는 재난이 발생하는 경우 재난 상황을 사용자에게 신속하게 안내하고, 재난으로 인한 피해에 대비할 수 있는 정보를 제공할 수 있는 재난 탐지 및 재난 대응 시스템을 설계하고 구현하였다. 본 재난 대응 시스템은 가정에서 발생 할 수 있는 재난 상황을 직접 모니터링하고, 재난 발생이 의심되는 사례가 발생하면, 이를 감지하고 인터넷을 통해 이용자에게 안내 정보와 대처 요령을 알림으로써 피해를 최소화할 수 있도록 설계하였다. 본 재난 대응 시스템은 기타 다양한 재난 환경에 맞도록 확장할 수 있으며, 재난 상황에서 피해를 줄이고, 예기치 않은 재난으로부터 생명과 재산을 보호 할 수 있는 응용 기술로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

이 논문은 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. NRF-2017R1D1A1B03034769).

참고문헌

- [1] Ministry of the Interior and Safety, *The report on the occurrence of social disaster in the last five years*, March 2019, https://www.mois.go.kr/ft/bbs/type001/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000336&nttId=69091
- [2] National disaster and safety portal, *Manual on the Guidelines for Action in the event of a disaster*, <http://www.safekorea.go.kr/idsiSFK/neo/main/main.html>
- [3] Jinman Choi, *General Discussion on Fire Investigation*, Sungandang, 2010.
- [4] Arduino Mega, <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega/>
- [5] Daedung Kim, *ASP Web Programming*, Osung Media, 2012.
- [6] Kyunghye Ko, *HTML5+CSS3 Web Standards*, Easys Publishing, 2013.
- [7] Jongwoo Sung, Sungjin Ahn, Taesoo Park, Seonghun Jang, Donghui Yun, Jonggu Kang, Seong-eun Yoo, Pohkit Chong, Daeyoung Kim, "Wireless Sensor Networks for Cultural Property Protection," *IEEE 22nd International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA) Workshops*, March 25-28, 2008.

홍성욱(Seong-Uk Hong)



2018년 : 경남대학교 컴퓨터공학과 (공학사)

2018년~현 재: (주)광성계측기 연구원

※ 관심분야 : 사물인터넷(Internet of Things), 인공지능(Artificial intelligence) 등

임현일(Hyun-il Lim)



1995년 : KAIST 전산학과 (공학사)

1997년 : KAIST 전산학과 (공학석사)

2009년 : KAIST 전산학과 (공학박사)

2009년~2010년: KAIST 전산학과 연구원

2010년~현 재: 경남대학교 컴퓨터공학부 부교수

※ 관심분야 : 소프트웨어 분석, 소프트웨어 보안, 인공 지능, 기계 학습, 소프트웨어 공학, 프로그래밍 언어 등