

다중 센서 데이터를 활용한 시약장 위험상황 식별 시스템

이현주 · 최형욱 · 정회경*

Reagent Cabinet Hazard Situation Identification System Utilizing Multiple Sensor Data

Hyunju Lee · Hyungwook Choi · Hoekyung Jung*

Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

요 약

최근 실험실에서 발생하는 안전사고가 다양한 형태로 발생함에 따라 실험실의 안전사고를 줄일 수 있는 시스템이 요구되고 있다. 기존 시스템은 온도, 습도의 변화에 따라 위험상황을 식별하지만 위험상황의 유형을 알 수 없고 기기의 동작이 수동으로 이루어지는 단점이 있다. 이에 본 논문에서는 다중 센서를 활용하여 시약장의 위험상황을 식별하고 기기를 자동으로 동작시키는 시스템을 제안한다. 시약장의 내부 환경은 센서들을 통해 실시간으로 측정되며 센서 데이터는 위험상황을 식별하는 것에 활용된다. 또한 위험상황이 식별되었을 경우 이에 맞는 기기를 선택하고 자동으로 동작시킨다. 이와 같이 시약장의 위험상황을 식별하고 기기를 자동으로 동작시킴으로써 시약장에서 발생하는 안전사고를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

ABSTRACT

Recently, safety accidents that occur in laboratories have occurred in various forms, so that a system that can reduce safety accidents in laboratories is required. The existing system identifies the danger situation according to the change of the temperature and the humidity, but the type of the danger situation is not known and the operation of the device is manually performed. Therefore, in this paper, we propose a system that identifies the danger situation of a reagent cabinet using multiple sensors and automatically operates the device. The internal environment of the reagent cabinet is measured in real time through the sensors and the sensor data is used to identify the danger situation. Also, when a danger situation is identified, the appropriate device is selected and operated automatically. In this way, identification of the danger situation of the reagent cabinet and automatic operation of the device will reduce the safety accidents occurring in the reagent cabinet.

키워드 : 관리 시스템, 센서, 위험상황 식별, 임베디드 시스템

Key word : Embedded, Identify the Danger Situation, Management System, Sensor

Received 10 October 2017, Revised 11 October 2017, Accepted 16 December 2017

* Corresponding Author Hoekyung Jung(E-mail:hkjung@pcu.ac.kr, Tel:+82-42-520-5640)

Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkice.2018.22.1.63>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©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.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

최근 다양한 환경을 측정할 수 있는 센서들이 개발됨에 따라 특정 공간의 환경을 측정하는 시스템이 연구되고 있다[1,2]. 온도, 습도처럼 주변 환경을 측정하는 센서들을 환경 센서라 하며 이러한 환경 센서들은 실내 공기질 측정, 특정 공간 관리, 스마트 홈 등에서 활용되고 있다. 환경 센서들을 통해 측정된 센서 데이터들은 관리자에게 실시간으로 제공되며 관리자들은 이러한 센서 데이터를 활용하여 주변 환경들을 제어한다[3-5].

기존 시약장 안전 관리 시스템에서는 내부 환경을 측정하기 위해 온도, 습도 등의 환경 센서와 가스 센서를 활용하여 시약을 관리한다. 이러한 경우 온도, 습도, 가스 센서를 통해 측정된 센서 데이터가 임계값을 벗어났을 때 위험상황이 발생한 것을 확인할 수 있지만 어떤 위험상황이 발생했는지 식별할 수 없다. 또한 30초 주기마다 센서 데이터를 갱신하거나 위험상황이 발생했을 때 기기의 동작을 관리자가 수동으로 제어해야 하는 단점이 있다[6-8].

이를 해결하기 위해 본 논문에서는 다중 센서를 활용하여 시약장 내부에서 발생하는 위험상황을 식별할 수 있는 시스템을 제안한다. 시약장의 내부 환경은 온도, 습도, 가스, 화재 감지, 연기 감지, 마그네틱 센서를 통해 실시간으로 측정한다. 측정된 센서 데이터들은 데이터베이스에 적재되며 위험상황을 식별하는데 활용된다. 관리자가 설정한 임계값을 벗어나는 상황이 발생했을 경우 위험상황으로 판단한 후 어떤 위험상황이 발생했는지에 대해 식별하고 위험상황에 맞는 기기를 자동으로 동작시킨다.

II. 위험상황 식별 시스템 설계

본 시스템은 시약장에 부착한 다양한 센서들을 통해 내부에서 발생할 수 있는 위험상황을 식별하고 위험상황에 맞는 기기들을 자동으로 동작시키는 시스템이다. 제안하는 시스템에서는 온도, 습도, 가스, 문에 대한 위험상황을 식별할 수 있도록 설계하였다. 온도와 습도는 관리자가 설정한 임계값을 통해 위험상황을 식별하고 가스는 세 가지의 기준을 통해 위험상황을 식별한다. 또한 문에 대한 위험상황은 문이 열려 있는가를 확인한

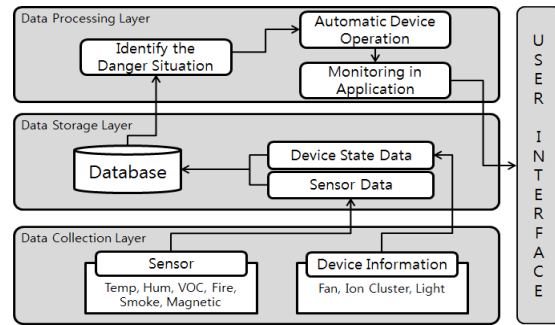


Fig. 1 System Architecture

다. 위험상황 발생 시 자동으로 기기를 동작시켜 위험상황에 대해 신속히 대처할 수 있도록 한다. 그림 1은 시스템의 구조를 나타낸다.

데이터 수집 계층에서는 센서 데이터와 기기의 상태를 수집한다. 센서는 온도, 습도, VOC, 화재 감지, 연기 감지, 마그네틱 센서들을 활용하며 시약장의 내부 환경을 실시간으로 측정한다. 기기는 현재 동작 상태를 확인한다. 센서와 기기에 대한 정보는 데이터 저장 계층으로 전송되어 데이터베이스에 저장된다. 데이터베이스에 저장된 센서 데이터들은 데이터 처리 계층에서 시약장에서 발생할 수 있는 위험상황을 식별하는 것에 활용된다. 시약장에서 위험상황 발생 시 식별된 위험상황에 맞는 기기들을 자동으로 동작시킨다. 기기의 동작 및 시약장의 실시간 상태 정보는 어플리케이션을 통해 관리자에게 제공된다.

그림 2는 온도 변화에 따른 위험상황 별 기기 동작 과정을 나타낸다. 온도에 대한 위험상황은 온도가 임계값보다 높거나 낮을 때 위험상황이 발생한 것으로 식별하며 온도가 임계값보다 높은 경우 세 가지의 상황을 확인한다.

첫 번째로 화재 감지 센서와 연기 감지 센서를 통해 화재 상황인지를 식별한다. 화재 및 연기가 감지되었을 경우 화재에 의한 위험상황으로 식별한다. 기기는 팬과

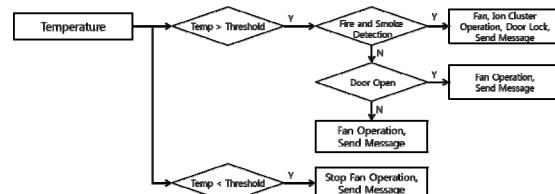


Fig. 2 Device Operation according to Temperature

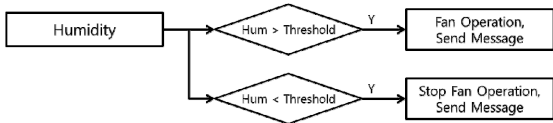


Fig. 3 Device Operation according to Humidity

이온 클러스터를 동작시키며 화재 상황에 대한 경고 메시지를 전송한다. 두 번째는 문이 열려 있는지 확인한다. 시약장의 문이 열려 있을 경우 외부의 공기에 의해 시약장의 온도가 상승할 수 있기 때문에 팬을 동작시키고 관리자에게 알림 메시지를 전송한다. 마지막으로 첫 번째와 두 번째의 위험상황을 제외한 시약장의 내부 온도가 상승했을 경우를 식별한다.

그림 3은 습도 변화에 따른 기기 동작을 나타낸다. 관리자가 설정한 임계값보다 습도가 높을 경우 팬을 동작시키고 관리자에게 알림 메시지를 전송한다. 습도가 임계값보다 낮을 경우 팬의 동작을 멈추고 관리자에게 알림 메시지를 전송한다.

그림 4는 VOC 변화에 따른 기기 동작을 나타낸다. VOC는 공기 중에 포함되는 양에 따라 사람에게 치명적인 영향을 줄 수 있다. 이러한 기준을 식별하는 임계값은 AEPRC(건축환경계획연구센터)에서 참고하였으며 안전, 경고, 위험의 세 단계로 나누었다.

측정된 값이 3.0 ppm 이상일 경우에는 인체에 심각한 영향을 줄 수 있다고 식별하여 시약장의 내부 환경을 환기시키기 위해 팬과 이온 클러스터를 자동으로 동작시키고 문을 잠는다. 관리자에게는 유독가스 노출에 대한 경고 메시지를 전송한다. 측정된 값이 0.3 ppm 이상이고 3.0 ppm 미만이면 장시간 노출될 경우 인체에 영향을 끼칠 수 있을 것으로 식별하고 팬과 이온 클러스터를 자동으로 동작시킨다. 또한 관리자에게 경고 상태에 대한 알림 메시지를 전송한다. 측정된 값이 0.3 ppm 미만일 때는 인체에 영향을 끼치지 않기 때문에 기기의 동작은 이루어지지 않는다.

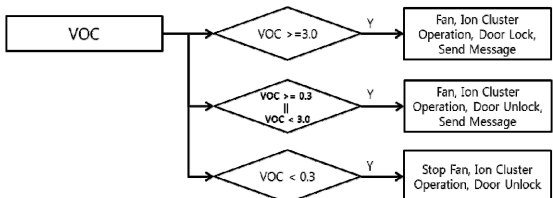


Fig. 4 Device Operation according to VOC

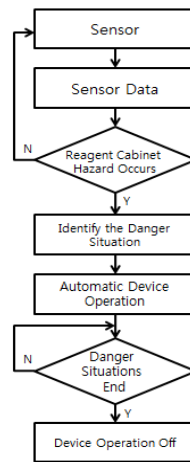


Fig. 5 System Flow Chart

그림 5는 시스템의 흐름을 나타낸다. 센서를 통해 시약장의 내부 환경을 측정한다. 측정된 센서 데이터를 활용하여 시약장에서 위험상황이 발생하였는지 확인한다. 위험상황이 발생하지 않았을 경우 내부 환경을 측정하며 위험상황이 발생했을 경우 어떤 위험상황이 발생하였는지 확인한다. 발생한 위험상황의 식별이 완료되면 위험상황에 맞는 기기들을 자동으로 동작시킨다. 그리고 지속적으로 위험상황이 종료되었는지 확인한다. 위험상황이 종료되면 기기의 동작을 정지한다.

III. 시스템 구현

본 장에서는 시약장에서 발생하는 위험상황을 식별하고 기기를 자동으로 동작하는 시스템의 구현을 다룬다. 이에 따른 시스템 구현환경은 표 1과 같다.

Table. 1 Development Environment from Machine

Type	Composition
Tools	Edit Plus, Android Studio, APM Setup7, Windows CE 6.0, Arduino UNO, FCM
PC	Window 7 Enterprise K 64bit Intel i5-4460, 8GB RAM
Sensor	Temperature, Humidity, VOC, Fire, Smoke, Magnetic
Device	Arduino UNO, Window CE, Galaxy S6

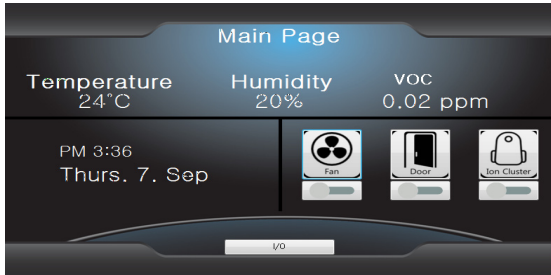


Fig. 6 Window CE Main Page

시약장의 실시간 상태 확인을 위해 Windows CE 6.0 기반의 보드를 사용하였다. 원격 모니터링 및 제어를 위해 Galaxy S6를 통해 안드로이드 어플리케이션을 구현하였다. PC에서는 APM Setup을 통해 데이터베이스를 구축하였고 측정된 센서 데이터를 저장한다. 또한 위험상황에 대한 경고 메시지를 전송받기 위해 FCM을 활용한다. Sensor는 온도, 습도, VOC, 화재 감지, 연기 감지, 마그네틱 센서로 총 여섯 가지를 활용하였다.

그림 6은 Windows CE 보드를 통해 구현한 시스템의 메인 화면을 나타낸다. 시약장의 실시간 온도, 습도, VOC 값을 모니터링하고 팬과 문, 이온 클러스터의 현재 상태를 확인할 수 있다. 위험상황이 발생하여 기기가 자동으로 동작이 될 경우 아래의 Toggle Button이 활성화되어 기기가 동작 중임을 나타낸다. 또한 위험상황이 종료되거나 원격 제어를 통해 기기의 동작을 정지시켰을 경우 Toggle Button이 비활성화 되어 기기가 정되었음을 나타낸다.

그림 7은 안드로이드 어플리케이션의 메인 화면이다. Windows CE 보드와 동일하게 시약장의 실시간 센서 데이터 및 기기 상태를 모니터링 할 수 있다.

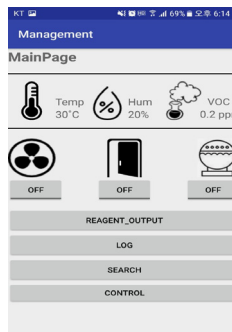


Fig. 7 Android Application Main Page

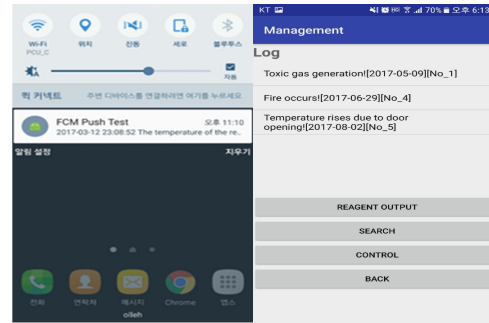


Fig. 8 Warring Message and Android Application Log Page

또한 Reagent_Output, Log, Search, Control 페이지를 통해 시약장의 현재 상태 관리 및 시약의 입고출고 내역 등을 확인할 수 있다. Reagent_Output Page은 관리하는 시약의 입고 또는 출고에 대한 정보를 확인할 수 있다. Log Page에서는 시약장에서 발생한 위험상황에 대한 기록들을 확인할 수 있다. Search Page는 현재 관리 중인 시약들의 목록을 확인할 수 있으며 Control Page는 시약장을 원격으로 제어할 수 있는 페이지이다.

그림 8은 위험상황 발생 시 전송되는 경고 메시지와 전송된 경고 메시지의 기록을 확인할 수 있는 Log 화면을 나타낸다. 경고 메시지를 위험상황 발생 시 FCM을 통해 Push Message로 관리자에게 전송된다. 전송된 경고 메시지를 발생한 위험상황의 유형, 발생 날짜, 발생한 시약장 번호로 구성되어 데이터베이스에 저장된다. 저장된 경고 메시지는 3개월 간 저장되며 3개월 후에는 자동으로 삭제된다.

그림 9는 안드로이드 어플리케이션을 통한 원격 제어 화면을 나타낸다. 관리자는 온도와 습도, 팬, 문, 이온 클러스터의 상태를 실시간으로 변경시킬 수 있다.

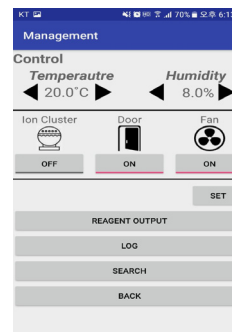


Fig. 9 Android Application Control Page

온도 또는 습도의 값을 변경하고 Set 버튼을 클릭할 경우 기기가 동작하며 변경된 값에 근접했을 때 동작을 정지시킨다. 기기의 제어는 Toggle Button을 클릭했을 시 On 또는 Off로 변경되어 기기를 동작시키거나 정지시킬 수 있다.

IV. 고찰

Table. 2 System Comparison Analysis

System	Description
Temperature and Humidity Sensor based Reagent Cabinet Management System	Measuring Internal Environment of Real-Time Reagent Cabinet Send Warning message After Identifying Danger Situation Manual Control of Device
Indoor Environment Management System based on IoT	Request Sensor Data Every 30 Seconds Automatic Device Control according to Location
Development System	Measuring Internal Environment of Real-Time Reagent Cabinet Identify the Type of Danger Situation Automatic Control of Device

표 2는 시스템의 비교분석을 나타낸다. 온습도 센서 기반 시약장 관리 시스템은 시약장의 내부 환경을 실시간으로 측정하고 위험상황이 식별되었을 시 관리자에게 경고 메시지를 전송하지만 기기의 동작은 관리자의 수동 제어해야 된다. 이에 따라 관리자의 부재 또는 관리 기기의 오작동 등의 문제가 발생했을 경우 위험상황에 대한 신속한 대처가 힘든 문제점이 있다.

IoT 기반 실내 환경 관리 시스템은 실내 공간을 관리하기 위해 온습도, CO2 센서를 사용한다. 30초 주기마다 센서를 통해 측정된 실내 환경 값을 요청하기 때문에 주기 사이에 발생한 위험상황을 신속히 식별할 수 없는 단점이 있다. 또한 온도, 습도, CO2 센서를 통해서 다양한 위험상황을 식별하기 어려운 문제점이 있다.

이에 반해 제안하는 시스템은 시약장에서 발생하는 위험상황을 다양한 센서를 통해 식별하고 이에 대처할 수 있는 기기들을 자동으로 동작시킨다. 또한 시약장의 내부 환경을 지속적으로 측정하며 위험상황이 발생했는지 확인한다. 이에 따라 다양한 위험상황을 식별하고

이에 맞는 기기를 자동으로 동작시킴으로써 안전사고를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결론

기존 시스템들은 온도, 습도, 가스 센서 등을 통해 위험상황을 식별하고 기기를 수동으로 제어하거나 일정 주기마다 센서 데이터를 요청하여 기기를 자동으로 동작시켰다. 이러한 경우 기기의 수동 제어가 불가능하거나 주기의 사이에 위험상황이 발생했을 경우 신속한 대처가 힘든 문제점이 있다.

이러한 문제점들을 해결하기 위해 본 논문에서는 다중 센서 데이터를 활용한 시약장 위험상황 식별 시스템을 제안하였다. 시약장에서 발생할 수 있는 위험상황을 식별하기 위해 온도, 습도, VOC, 화재 감지, 연기 감지, 마그네틱 센서들을 활용한다. 센서들을 통해 측정된 센서 데이터와 관리자가 설정한 임계값을 비교하여 위험상황이 발생하였는지 확인하고 위험상황이 식별되었을 경우 위험상황에 맞는 기기들을 자동으로 동작시킨다. 이와 같이 발생한 위험상황의 유형을 식별하고 이에 맞는 기기를 자동으로 동작시킴으로써 위험상황에 신속히 대처할 수 있다.

향후 연구로는 여러 대의 시약장에서 위험상황이 동시에 발생했을 경우 이에 대처할 수 있도록 연구를 수행해야 할 것이다. 이를 통해 동시다발적인 위험상황에 신속히 대처함으로써 시약장을 안전하게 관리할 수 있을 것으로 사료된다.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by The Leading Human Resource Training Program of Regional Neo industry through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Science, ICT and future Planning(No. 2016 H1D5A1911091). This work was supported by the research grant of Pai Chai University in 2017.

REFERENCES

- [1] N. J. Cho, and Y. G. Ji, "Analysis of Safety Management Condition & Accident Type in Domestic and Foreign Laboratory," *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, vol. 35, no. 2, pp. 97-109, Apr. 2016.
- [2] X. Liu, J. Li, and X. Li, "Study of Dynamic Risk Management System for Flammable and Explosive Dangerous Chemicals Storage Area," *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, vol. 49, pp. 983-988, Sep. 2017.
- [3] Y. H. Cho, "Smart Windows and Doors Platform for Providing Optimized Inner Environment," *Journal of Korean Institute of Intelligent Systems*, vol. 25, no. 5, pp. 464-469, Oct. 2015.
- [4] Y. J. An, D. H. Kim, F. H. Lee, and B. J. Lee, "Indoor Environment Control System Utilizing The Internet of Things," *The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 4, pp. 645-650, Aug. 2017.
- [5] J. H. Kim, "Development of U-Building Fire Safety Management System," *Fire Science and engineering*, vol. 30, no. 1, pp. 74-80, Feb. 2016.
- [6] C. S. Oh, M. S. Seo, J. H. Lee, S. H. Kim, Y. D. Kim, and H. J. Park, "Indoor Air Quality Monitoring Systems in the IoT Environment," *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, vol. 40, no. 5, pp. 886-891, 2015.
- [7] J. W. Park, D. S. Kim, and N. K. Joo, "Indoor Environment Monitoring and Controlling System design and implementation based on Internet of Things," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 20, no. 2, pp. 367-374, Feb. 2016.
- [8] Y. S. Moon, J.W. Jung, S. P. Choi, T. H. Kim, B. H. Lee, J. J. Kim, and H. L. Choi, "Real-Time Management System of Reefer Container based on IoT," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 19, no. 9, 2093-2099, Sep. 2015.



이현주(Hyunju Lee)

1999년 안동대학교 컴퓨터공학 교육과(공학사)
2003년 대전대학교 컴퓨터교육(공학석사)
2017년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과 박사과정
※관심분야 : 데이터 분석, 머신러닝, 직업교육



최형욱(Hyungwook Choi)

2016년 배재대학교 컴퓨터공학과(공학사)
2016년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과 석사과정
※관심분야 : Embedded Systems, Sensor Network, IoT



정회경(Hoekyung Jung)

1985년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학사)
1987년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
1993년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
1994년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과 교수
※관심분야 : 멀티미디어 문서정보처리, XML, Semantic Web, Ubiquitous Computing, USN, IoT