

첨단센서 제어 기반 시약장 모니터링 시스템

양새동 · 장재명 · 정회경*

Advanced Sensor-based Control Reagent Cabinet Monitoring System

Xitong Yang · Jaemyung Jang · Hoekyung Jung*

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

요 약

최근 연구실 내의 시약장의 경우 센서를 통해 현재 내부 환경을 나타내기만 할 뿐 시약장 내부의 상태를 실시간으로 확인할 수 없다. 또한 시약장 내부에 이상상황 발생 시 사전에 발견하지 못할 경우 큰 사고가 발생할 수 있다. 이러한 문제점을 해결하고자 본 논문에서는 시약장과 ICT를 융합한 시약장 모니터링 시스템을 제안하였다. 실시간으로 측정된 센서의 데이터를 모니터를 통해 사용자에게 실시간으로 보여주고 데이터베이스에 저장한다. 또한 저장된 데이터를 활용하여 위험 상황 시 등록된 관리자에게 실시간으로 메시지를 전달하여 위험상황을 알려줄 수 있고 원격에서 확인, 제어할 수 있도록 한다. 이는 시약장 내부의 상태를 어디에서라도 제어 및 확인 할 수 있어 안전성을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

ABSTRACT

Recently, the reagent in the laboratory can not only confirm the internal environment through the sensor but also check the status inside the reagent cabinet in real time. Also, if an abnormality occurs in the inside of the reagent cabinet, a serious accident may occur. To solve these problems, this paper proposes a reagent monitoring system that integrates reagent and ICT. The sensor data measured in real time is displayed to the user in real time through the monitor and stored in the database. In addition, by using the stored data, it is possible to inform the registered administrator in real time of the dangerous situation by informing the dangerous situation in case of danger, and to be able to check and control remotely. This can improve safety by making control and confirmation of the state of the inside of the reagent everywhere.

키워드 : 시약장, 센서, 실시간 관리 시스템, 임베디드 시스템, USN, GCM

Key word : Reagent Cabinet, Sensor, Real-time Management System, Embedded Systems, USN, GCM

Received 30 October 2016, Revised 14 November 2016, Accepted 17 November 2016

* 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.2017.21.1.199>

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 정보통신기술의 발달로 기기의 성능이 향상되고 있으며 이를 활용해 다양한 방향으로 활용되고 있다. 특히 임베디드 기술의 발달로 성능은 향상되고 크기가 소형화되면서 이를 활용해 새로운 플랫폼이 제안되고 있다[1]. IoT기술이 발달해 스마트홈, 스마트 팩토리 등 다양한 분야에서 효율성을 향상시키는 플랫폼들을 개발하고 있다[2,3]. 화학 연구실, 실험실에서도 기존 다루고 있는 기기, 장비들을 IoT기술과 융합해 새로운 시스템을 개발하는 연구가 진행 중이다. 그 중 시약을 보관하는 캐비닛을 효율적으로 관리하기 위한 연구가 진행되고 있다[4]. 시약장은 사용용도에 따라 냉장기능 밀폐 등 다양한 기능을 가진 시스템을 가지고 있다. 최근 들어 PCB(printed circuit board)를 활용해 온도 데이터를 제어하는 등 많은 기능을 가진 시약장들이 개발되고 있다. 하지만 시약장 내부의 시약이 유출되어 유해가스(VOC)가 발생하였을 때 사용할 경우 사용자가 위험에 노출되는 문제점이 발생할 수 있다. 또한 원격에서 실시간으로 시약장 환경을 확인하지 못해 내부의 위험 상황이 발생할 경우 인지하지 못해 사고로 이어질 수 있다[5,6].

이를 해결하고자 본 논문에서는 임베디드 보드와 센서들을 융합하여 스마트 시약장 시스템을 제안한다. 실시간으로 측정된 센서 데이터를 데이터베이스에 저장하면서 사용자에게 실시간으로 현재 시약장 내부 환경의 정보를 나타낸다. 또한 임계치에 도달 시 저장된 데이터를 활용해 사용자의 스마트기기로 상황에 맞는 경고 메시지를 전달한다. 원격으로 시스템과 연동하여 장소에 구애받지 않고 시약장 내부의 환경을 관리/제어하는 시스템이다.

II. 시스템의 설계

본 장에서는 첨단센서 안전 시약장 시스템의 설계 내용을 다룬다.

2.1. 시스템 설계

그림 1은 시스템의 구조를 나타낸다.

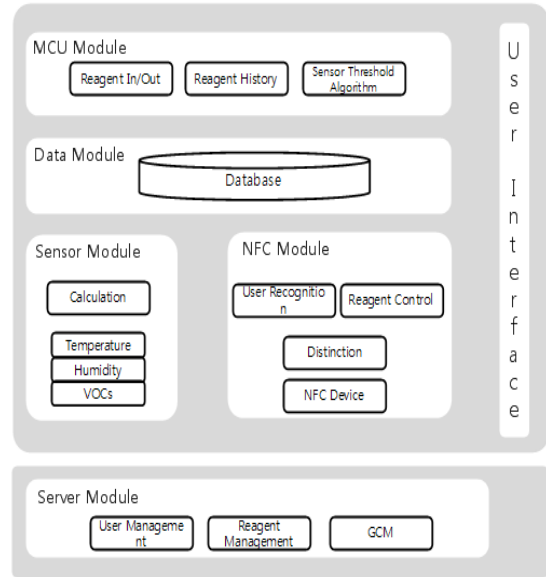


Fig. 1 System Structure

임베디드 보드에 센서와 기기내부 제어를 위한 장치들을 연동하고 관리하는 시스템을 제안한다. **Sensor Module**에서는 센서들의 데이터를 가져와 **MCU Module**과 연동한다. **NFC Module**에서는 태그에 태깅된 데이터를 시약정보와 유저 데이터를 판별하여 **MCU Module**로 전달한다. **MCU Module**는 입력된 데이터들을 기록하고 센서 데이터를 사용자에게 나타낼 수 있도록 한다. **Server Module**는 유저, 시약 관리 및 관리자에게 데이터를 전달하는 기능을 설계한다. **Data Module**에서는 센서 데이터들을 저장하고 사용자 정보를 저장하여 실시간으로 데이터를 전달하는 기능을 설계하였다.

2.2. 센서 제어 흐름도

그림 2는 시스템 가동 시 센서 데이터 흐름도를 나타낸다. 처음 가동 시 데이터베이스에 저장된 기본 정보를 가져와 저장한다. 그리고 보드와 연동된 센서들의 아날로그 데이터를 디지털 데이터로 변환하여 사용자에게 보여준다. 변환된 데이터는 데이터베이스에 저장된다. 또한 센서 데이터를 확인하여 사용자가 각 센서마다 경고를 확인 할 수 있도록 설계한다. 필터의 데이터가 임계치를 넘어선 경우 필터의 경고메시지를 나타낸다. 그리고 특수시약이 임계치를 넘어설 경우 특수시

약 경고 메시지를 나타낸다. 센서 데이터의 종류를 판단하고 상황에 맞는 경고메시지를 나타낼 수 있도록 설계하였다.

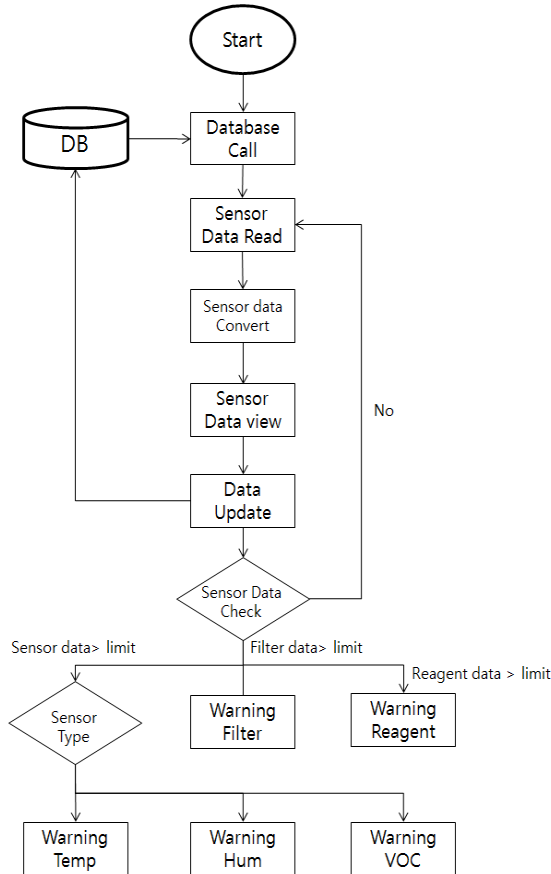


Fig. 2 Sensor monitoring flow chart

2.3. 관리 시스템 클래스 다이어그램

그림 3은 전체 시스템의 클래스 다이어그램을 나타낸 것이다. 모든 클래스와 연결된 Main frame 클래스에서는 시스템 가동 시 기능들을 체크하고 확인하는 부분이다. 실선 화살표를 표기하였고 시스템 가동 시 시약장 내부의 데이터를 가져오기 위해 데이터베이스 연결을 체크하고 설정 값을 읽어와 변수에 저장하였다. 또한 다른 페이지 클래스를 호출하여 스택에 저장한 뒤 사용자에게 보여줄 수 있고, 사용자가 원하는 페이지로 이동 시 화면을 전환할 수 있도록 설계하였다. Main page에서는 보드와 연동된 센서 데이터나 데이터베이스

스에서 받아온 상태 데이터를 사용자에게 보여준다. 온도, 습도, VOC(Volatiile Organic Compounds) 데이터를 가져와 디지털 데이터로 변환하여 보여줄 수 있다. Login page에서는 NFC 태그의 데이터를 읽어오고 데이터베이스의 데이터와 비교하여 사용자를 판별 할 수 있도록 설계하였다. In/Out page는 현재 시약장 내부의 데이터를 데이터베이스로부터 시약 데이터를 가져와 저장하고 사용자에게 데이터를 View로 나타낸다. 또한 사용자 혹은 관리자가 NFC 태그로 시약 입/출고 시 시약 상태를 읽어 데이터베이스의 데이터와 비교하여 일치하는 데이터의 상태를 비교하여 현재 상태와 수량을 변경하여 다시 데이터베이스에 저장하는 시스템이다. Reagent list page는 상세 시약의 데이터를 보여주는 기능이다. In/Out page은 등록된 시약의 이름, 특성 수량과 같이 간단한 정보만 보여주지만 Reagent list page에서 하나의 시약의 유통기한, 제조일자, In/out 상태 등을 확인 할 수 있도록 설계한다. History page에서는 어떤 사용자가 언제 어떤 시약의 입/출고를 기록하여 사용자에게 보여준다.

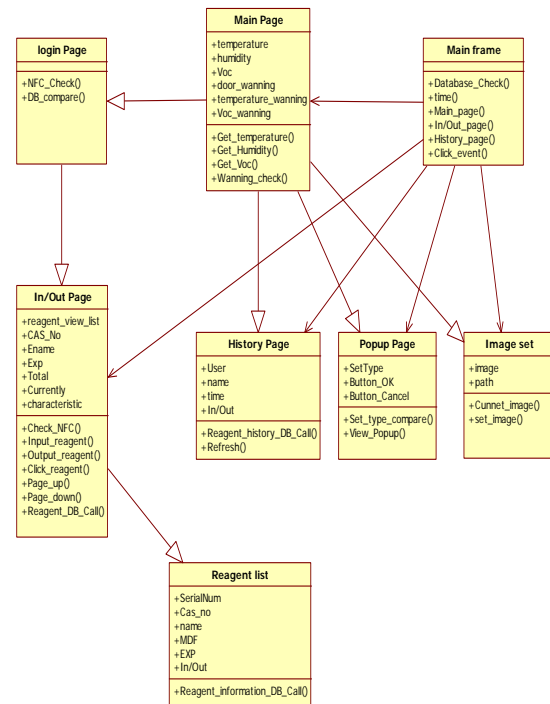


Fig. 3 Reagent Management Class Diagram

III. 시스템 구현

본 장에서는 스마트 시약장 시스템의 구현내용을 다룬다.

3.1. 구현 환경

표 1은 시스템 구현에 사용된 기기들의 명세를 나타낸다. 시스템 서버로 활용하기 위한 Server PC를 구축하고, 소형 임베디드 보드인 Beaglebone black을 사용해 데이터를 관리가 가능하게 구현하였다.

Table. 1 Implementation Environment

Type	Composition
Tools	PHP, APMSetup, MySQL, Qt, Eclipse
PC	Window 7 Enterprise Intel i7-2600, 8GB RAM
BeagleBone Black	Linux, Sitara AM3359AZCZ100 1GHz

3.2. 구현 화면

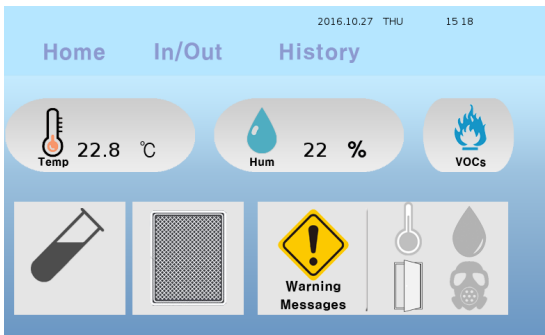


Fig. 4 Main Page GUI

보드와 연결된 센서들을 시약장 상부에 배치하였고 ADC 값을 받아 디지털 데이터로 변환하였다. 그림 4는 시스템 메인화면을 나타낸 것이다. 첫 화면에는 온도, 습도, VOCs와 경고를 확인할 수 있도록 구현하였다. 상단에 현재 날짜와 시간을 표기하여 실시간 시간을 확인할 수 있도록 하였고 Home, In/Out, History 버튼을 구현하여 어떤 페이지 상에서도 사용자가 원하는 위치로 이동 할 수 있도록 구현하였다. 또한 다른 화면에서 300 초 이상 이벤트가 없을 경우 자동으로 메인 화면으로

이동 할 수 있도록 하였다. 시스템이 시작되면 데이터 베이스와 시리얼 통신연결을 확인하고 각종 센서, 모듈의 데이터를 받아 사용자에게 보여준다.

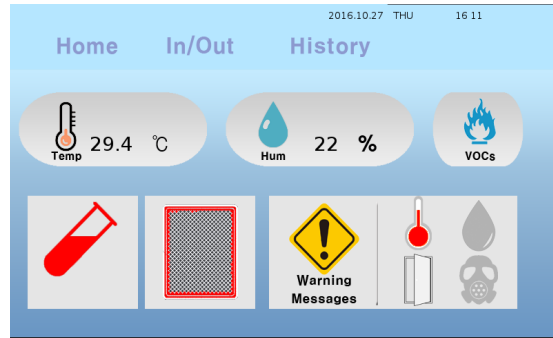


Fig. 5 Warning Main Page GUI

그림 5는 경고발생 시 사용자에게 경고 화면을 나타내어 실시간으로 데이터를 확인해 보여줄 수 있도록 구현하였다. 또한 시약의 정보를 읽어 한 시간 마다 체크하여 특수 시약이 임계시간 이상 사용 중일 때 경고 이미지로 변경되면서 사용자에게 알려준다. 필터 체크 시 필터의 시간을 체크하여 필터의 기간이 얼마 남지 않았을 경우 사용자에게 알려줄 수 있도록 구현하였다. 또한 센서 값이 임계값을 넘어설 경우 경고 센서의 이미지가 변화되면서 사용자가 문제 발생 시 한눈에 알 수 있도록 구현하였다. 그림 6은 시약장 내부의 시약 관리화면이다. 사용자가 시약을 쓰고 입고시켜 시약을 NFC 태그로 인식 하였을 때 해당하는 시약 데이터의 사용가능 수량과 입/출고 상태가 변경되는 것을 확인할 수 있다.

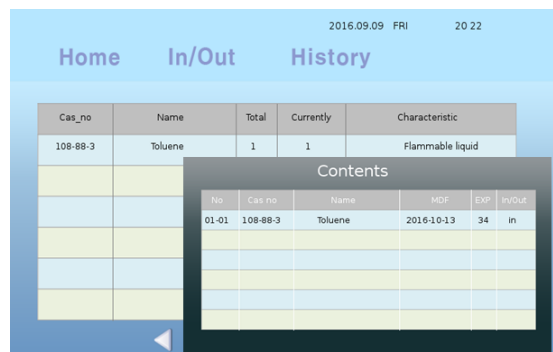


Fig. 6 In/Out Page GUI

3.3. 어플리케이션 구현

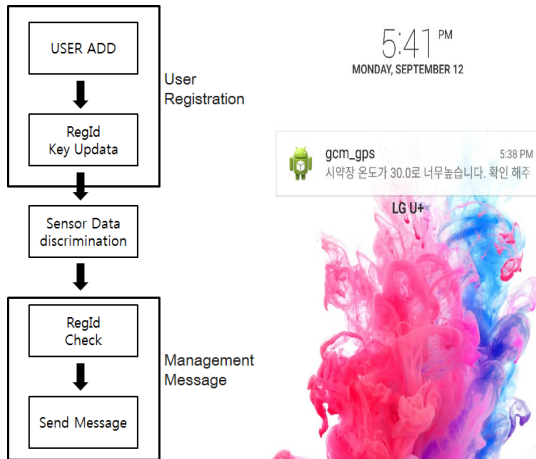


Fig. 7 GCM Service Class Diagram / Warning Messages

관리자에게 경고메시지를 보내기 위해서는 그림 7과 같이 GCM(Google Cloud Messaging)을 통하여 서버에서 관리자에게 메시지를 전송해야하고, 관리자는 내부 데이터를 실시간으로 확인 할 수 있어야한다. 이를 위해 스마트 기기에 관리자 어플리케이션을 구현하였다. 처음 스마트 기기에서 메시지를 받기위해 받은 기기의 ID값을 저장하고 있어야 한다. 어플리케이션 내부에서 버튼을 이용하여 사용자 기기 ID값을 데이터베이스에 저장한다. 서버에서는 실시간으로 업데이트되는 데이터들을 체크하고 이상상황 발생 시 데이터베이스의 RegID Key 값을 가져와 해당하는 대상에게 상황에 맞는 경고메시지를 전달한다.

3.4. 고찰

현재 시중에서 판매되고 있는 시약장은 주로 온도 센서 데이터를 사용자에게 보여주고 내부 환경을 환기하는 환기장치로 구성되어 있다. 시약장은 밀폐형, 냉장형, 환기형 등 여러 가지 기능을 가지고 있었다. 이 처럼 기존의 시약장과 이를 관리하는 시스템들은 시약을 보관하기 위한 환경을 관리하도록 사용되어지고 있다.

본 논문에서 제시하는 방법은 표 2와 같은 특징을 가진다. 다양한 센서들을 연동하여 시약장 내부에서 발생하는 유해가스를 측정하여 사용자에게 실시간으로 확

인할 수 있도록 하였다. 또한 유해가스 발생시 GUI를 통해 실시간으로 경고화면을 나타내 사용자가 인식할 수 있도록 하고 관리자의 모바일기기로 해당 경고메시지를 전달하여 실시간으로 받을 수 있어 시약장 효율적인 관리가 가능해 기존 시약장에 비해 관리의 편의성과 효율성이 향상될 것으로 사료된다.

Table. 2 Feature of the Proposed System

Function
1. Efficient reagent management
2. Efficient environmental management
3. Safety management through real-time control
4. Real-time access function using the NFC tag

IV. 결론

임베디드 기술의 발전에 따라 하드웨어의 성능이 발달하여 효율성을 향상시키거나 새로운 기능이 개발되고 있다. 특히 실험실/연구실에서도 새로운 플랫폼들이 제시되고 있는데 특히 스마트 실험실이란 주제로 많은 시스템이 연구되고 있다. 시약장은 실험실에서 많이 사용되고 있으며 이와 더불어 해마다 안전사고가 증가하고 있어 안전사고 예방하기 위한 연구가 진행되고 있다. 기존에 사용되는 시약장과 IOT를 융합하여 스마트 실험실 개발이 필요하다.

본 논문에서는 실험실 안전을 위해 정보통신기술을 융합하여 측정된 센서데이터들을 실시간으로 사용자에게 보여주고 서버에 저장할 수 있도록 하였다. 또한 실시간으로 센서 데이터들을 체크하여 위험상황을 미연에 방지하고 관리자에게 경고메시지를 전달하는 시약을 관리 시스템을 제안하였다. 이는 기존 시약장에 비해 관리의 안전성이 향상 될 것으로 사료되며 실험실의 다른 장비와 융합하여 스마트 실험실에 활용할 수 있을 것이다.

향후 기존 시약장과 논문에서 제시한 시스템과 연동하여 효율성을 검증하는 연구가 진행 되어야 할 것이다. 또한 다른 시약장과 실시간으로 연동하여 안전 시약장 시스템을 구현해야 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

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. 2016H1D5A1911091)

This work was supported by the research grant of Pai Chai University in 2016.

REFERENCES

[1] J. G. Choe, "Domestic and foreign ICT DIY status and meaning," *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, vol.31, no.7 pp.52-58, Jun. 2014.

[2] S. K. Cha, "Smart factory applied IoT M2M Standardization and System Architecture," *Journal of Communications and Networks*, vol. 32, no.5, pp.36-41, May 2015.

[3] Y. J. Park, Y. B. Kim, "On the Accuracy of RFID Tag Estimation Functions," *Journal of information and communication convergence engineering*, vol. 10, no. 1, pp.33-39, Oct. 2012.

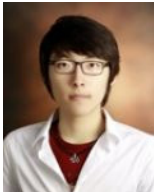
[4] G. H. Chae, G. W. Cho, R. Nagata, J. S. Park, C. H. Hong and J. S. Kang, "A Study on Improving Korea's Regulatory System for Pharmaceutical Safety Management," *Yakhak Hoeji*, vol. 57, no. 3, pp.173-186, Jun. 2013.

[5] T. H. Lee, D. J. Lee, J. D. Park, C. H. Shin, "Study fo the Characteristics Analysis of Laboratory Chemical Accidents," *Journal of digital convergence*, vol. 30, no. 3, pp.110-116, Jun. 2016.

[6] K. W. Lee, Y. R. Choi, "Actual Condition and Realization of Important on Laboratory Safety Management in Chemical Laboratories," *Journal of The Korean Institute of Gas*, vol. 16, no. 2, pp.60-66, Apr. 2012.



양새동(Yang, Xitong)
 2013년 정주대학교 컴퓨터공학과(공학사)
 2016년 배재대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 2016년 ~ 배재대학교 컴퓨터공학과 박사과정
 2016년 ~ 현재 (주)유비테크
 ※ 관심분야 : Bigdata, Hadoop, Recommender System, Machine learning, Deep learning



장재명(Jaemyung Jang)
 2014년 배재대학교 컴퓨터공학과(공학사)
 2015년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과(석사과정)
 ※ 관심분야 : 임베디드 시스템, Ubiquitous Computing, RFID/USN, 스마트 그리드



정회경(Hoekyung Jung)
 1985년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학사)
 1987년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
 1993년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
 1994년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과 교수
 ※ 관심분야 : 멀티미디어 문서정보처리, U-Healthcare, Ubiquitous Computing, USN, IoT, BigData, Embedded System