# Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering

한국정보통신학회논문지(J. Korea Inst. Inf. Commun. Eng.) Vol. 21, No. 9: 1771~1776 Sep. 2017

## 실시간 데이터 분류 기반 상황별 작업 제어 시스템

송현옥<sup>1</sup> · 김학진<sup>2</sup> · 정회경<sup>1\*</sup>

## Situation-specific Task Control System based on Real-time Data Classification

Hyunok Song<sup>1</sup> · Hakjin Kim<sup>2</sup> · Hoekyung Jung<sup>1\*</sup>

<sup>1\*</sup>Department of Computer Engineering, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

#### 요 약

최근 IoT(Internet of Things)는 다양한 분야에 활용되어 특정 장소에 스마트 환경을 구성함으로써 사용자들에게 서비스를 제공하고 있다. 그러나 기존 시스템은 주변 환경의 변화에 따라 디바이스의 동작과 작업이 변화하지 않기 때문에 사용자는 환경 및 상황이 변화할 때마다 수동적으로 동작해야 한다. 이에 본 논문에서는 실시간 데이터 분류기반 상황별 작업 제어 시스템을 제안한다. 센서 데이터를 서버로 전송하고 실시간, 비 실시간 데이터로 분류한 뒤 의사 결정 트리에 삽입하여 상황에 따른 작업을 식별한다. 또한 위험상황을 가스 누출 및 화재 발생과 같이 2단계로 나눠 경고 메시지를 전송한다. 이에 따라 전력의 낭비와 오작동 발생을 감소시킬 수 있으며 작업 효율이 증대된 서비스를 제공받을 수 있을 것으로 사료된다.

#### **ABSTRACT**

Recently, IoT(Internet of Things) has been utilized in various fields provide a service to users by configuring a smart environment in a particular place. However, since the existing system does not change the operation and the task of the device according to the change of the surrounding environment, the user must operate passively every time the environment and the situation change. In this paper, we propose Situation-specific Task Control System based on real-time data classification. Sensor data is sent to the server and classified into real-time and non-real-time data, and then inserted into the decision tree to identify tasks according to the situation. In addition, the danger situation is divided into two stages, such as gas leakage and fire, and a warning message is sent. Therefore, it is possible to reduce the waste of electric power and the occurrence of malfunction, and it can be expected that the service with increased work efficiency will be provided.

**키워드** : 센서, 실시간 데이터, 의사 결정 트리, 작업 제어, IoT

Key word: Decision tree, IoT, Real-time data, Sensor, Task Control

Received 23 May 2017, Revised 30 May 2017, Accepted 10 June 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 https://doi.org/10.6109/jkiice.2017.21.9.1771

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/li-censes/ 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.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup>Industry-academic Cooperation Foundation, Paichai University, Daejeon 35345, Korea

#### Ⅰ. 서 론

현재 IoT는 자동화 시스템을 중심으로 단일 네트워크에 사물들을 연결하여 사람과 상호 소통을 돕는 지능화 시스템으로 진화하고 있다. 이에 따라 사용자에게 맞춤형 상황인식 서비스를 제공하기 위한 작업의 효율성 및 동작의 정확성은 자동화 시스템의 해결해야 할과제로 주어지고 있다. 또한 사물 간 정보 교환을 통해사물 스스로 상황을 판단하여 동작하거나 수집된 데이터를 분석하고 사용자에게 제공함으로써 의사결정을도울 수 있는 연구도 진행되고 있다[1,2]. 이와 같은 서비스를 제공하기 위해서는 실시간으로 환경 데이터를 수집하는 센서의 사용이 필수적이다[3].

그러나 기존 IoT 시스템은 주변 환경이 변화함에 따라 사물의 동작이 변화하지 않으며 사용자가 수동으로 동작을 변경해야 한다[4-6]. 또한 진행 중인 작업이 존 재하면 사용자의 개입이 원활하게 이루어지지 않아 사물의 상태를 변경하기 어려운 문제점이 있다[7-9].

이를 해결하기 위해 본 논문에서는 실시간 데이터 분류 알고리즘 기반 상황제어 시스템을 제안한다. 본 시스템은 아두이노(Arduino)에 환경 데이터를 수집하는 센서를 부착한다. 실시간으로 측정된 환경 데이터를 서버로 전송하고 서버에서는 화재, 침입, 가스 누출 등 실시간 성 작업과 온도 조절, 환기, 원격 제어 등 비 실시간 작업으로 분류하고 각 의사 결정 트리에 삽입하여 상황에 따른 작업을 식별한다. 또한 위험상황 식별은 온도와 가스 센서 데이터를 활용하여 가스 누출과 화재발생 2단계로 구분하여 사용자에게 알림 메시지를 전송하도록 구현하였다.

## Ⅱ. 상황제어 시스템 설계

본 시스템은 실시간으로 발생하는 센서 데이터를 통해 상황을 식별하고 작업을 분류하여 환경 변화에 따른 작업 및 디바이스의 동작이 변화하는 시스템이다. 또한 실시간과 비 실시간 작업을 식별하여 동작함으로써 서버의 부담을 줄인다. 이를 통해 사용자의 수동 제어가 감소함으로써 편의성이 향상된 서비스를 제공한다. 그림 1은 상황제어 시스템의 구성도이다.

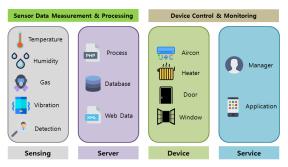


Fig. 1 Situation Control System Configuration Diagram

실시간으로 측정된 센서 데이터는 서버로 전송되며 작업을 분류 및 우선순위에 따라 동작한다. 사용자는 변경된 디바이스의 상태를 어플리케이션을 통해 모니 터링 할 수 있으며 디바이스에 대한 제어 명령이 가능 하다. 그림 2는 상황제어 시스템의 구조를 나타낸다.

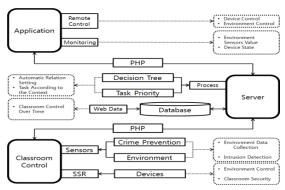


Fig. 2 Situation Control System Architecture

센서 및 디바이스는 환경제어, 방범제어로 분류되고 각 센서를 통해 측정된 데이터는 서버로 전송한다. 서버는 웹 데이터 추출을 통해 사용 날짜와 시간을 분류하여 디바이스에게 명령을 전달한다. 데이터베이스에는 센서 데이터, 타입, 디바이스의 정보, 사용자 구분 정보, 위험상황 시 알림 메시지를 전송하기 위한 토큰 정보들이 적재되어 있다. 어플리케이션에서는 관리 장소의 현재 상태를 모니터링하고 원격으로 제어할 수 있다. 작업 우선순위는 사용자의 원격제어가 자동 작업 진행보다 높은 우선순위로 설정하였고 사용자가 직접 상태를 변경한 디바이스는 사용자가 대기 상태로 변경하기전까지 현재 상태를 유지한다. 그림 3은 실시간 데이터분류 알고리즘의 흐름도를 나타낸다.

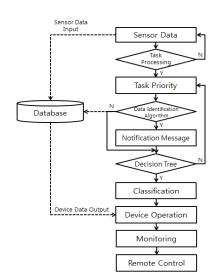


Fig. 3 Real-time Data Classification Algorithm

서버로 전송된 센서 데이터는 임계값을 통해 작업이 발생하였는지를 판단한다. 작업이 발생된 경우에는 기존에 동작하고 있는 작업과 우선순위를 판단하며 실시간과 비 실시간 데이터로 식별한다. 실시간 데이터의 경우 위험상황으로 식별하여 사용자에게 알림 메시지를 전송한 후에 데이터베이스에 작업 데이터를 적재한다. 비 실시간 데이터의 경우 사용자에게 알림을 제공할 필요가 없으며 의사 결정 트리에 입력한다. 각 센서의 의사 결정 트리에서는 날짜와 센서 데이터를 통해계절을 분류하고 계절에 따른 작업을 분류한다. 트리를통해 각 계절에 대한 임계값을 다르게 설정함으로써 사용자에게 환경의 변화에 따른 서비스를 제공할 수 있다. 분류를 마친 데이터를 통해서버에서는 각 디바이스에게 명령을 전달하여 동작하며 사용자는 어플리케이션을통해모니터링하거나 원격제어가 가능하다.

#### Ⅲ. 시스템 구현

본 장에서는 제안하는 실시간 데이터 분류 알고리즘 기반 상황제어 시스템의 구현을 다룬다. 사용자의 어플 리케이션과 프로토타입을 통해 구현하였다.

시스템의 어플리케이션은 사용자가 현재 상태를 모 니터링하고 원격제어하기 위한 모듈이다. 그림 4는 어 플리케이션 로그인 및 회원가입 페이지를 나타낸다.



Fig. 4 Login & Register Page

로그인 페이지에서는 사용자가 ID와 PW를 입력하면 데이터베이스에 적재되어 있는 정보와 비교하여 일치하는 경우 로그인을 진행한다. 정보가 없는 경우에는 회원가입을 통해 데이터베이스에 정보를 적재한다. 그림 5는 연구실 선택 및 상태 모니터링, 원격제어 페이지를 나타낸다.



Fig. 5 Laboratory Selection & Monitoring Page

사용자가 로그인을 진행하면 모니터링 및 원격제어할 연구실을 선택한다. 사용자가 선택한 연구실의 번호는 데이터베이스에 적재되며 이는 해당 연구실을 관리하는 사용자에게만 위험상황 알림 메시지를 전송하기위함이다. 모니터링 페이지는 선택한 연구실의 사용 유무와 현재 온도 및 습도를 확인할 수 있으며 디바이스를 클릭하면 사물 모니터링 페이지로 넘어간다.

SELSECT LAB 버튼은 연구실 선택 페이지로 돌아가는 버튼이다. 그림 6은 사물의 상태 모니터링 및 원격제어 페이지를 나타낸다.



Fig. 6 Device State Monitoring & Remote Control Page

디바이스 상태 모니터링 페이지는 현재 디바이스의 동작 여부를 확인할 수 있다. 디바이스의 상태는 데이터 베이스에 적재하며 어플리케이션 화면에 실시간으로 업데이트한다. 사용자는 모니터링을 통해 불필요한 작업이 동작하고 있는지 확인이 가능하다. 제어 페이지에 서는 사용자가 원격으로 디바이스를 제어할 수 있으며 ON, OFF, WAIT 3가지의 디바이스 상태 제어로 구성되어 있다. ON을 선택하는 경우 연계 작업이 동작하고 있어도 우선적으로 디바이스가 동작한다. OFF를 선택하는 경우도 마찬가지로 사용자의 명령이 우선적으로 처리되어 동작한다. WAIT는 사용자가 수동적인 제어를 중단하는 경우를 나타내며 자동 제어 작업에 포함시켜상태를 변경하는 것이다. 이를 통해 사용자의 요청에 따른 개입이 원활하며 자동제어 서비스 또한 제공받을 수있다. 그림 7은 위험상황 알림 메시지를 나타낸다.

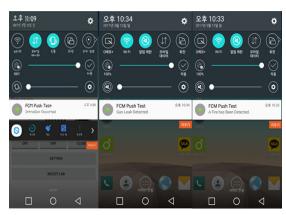


Fig. 7 Danger Situation Notifications Message

알림 메시지는 침입 감지, 가스 누출, 화재가 발생하는 경우에 데이터베이스에 적재하기 전 사용자 어플리케이션에 전송하는 메시지를 나타낸다. 침입 감지는 인체감지와 진동 센서를 통해 침입을 감지하여 알림 메시지를 전송한다. 가스 누출과 화재 발생의 경우 온도, 가스 센서를 활용하여 1차적으로 가스 누출 경고 메시지를 전송하고 화재로 식별될 만큼 온도 데이터가 상승하면화재로 식별하여 화재 알림 메시지를 전송한다. 그림 8은 센서와 디바이스 프로토타입의 구성을 나타낸다.



Fig. 8 Sensors and Device Prototype

본 시스템의 프로토타입은 아두이노, WiFi Shield, 온도, 습도, 가스, 진동, 인체감지 5가지 센서로 구성하였다. 사용하는 디바이스는 가습기, 라디에이터, 선풍기, 히터로 구성하여 환경을 제어하고 방범제어는 도어락과 창문을 활용한다. 또한 디바이스를 사용자가 원격제어하거나 자동제어하기 위해 아두이노에 SSR을 연결하여 전력을 제어한다.

#### Ⅳ. 고 찰

Table. 1 System Comparative Analysis

Data Set	Description
Dataset A	Temperature = $17^{\circ}$ C Date = $2017/02/02$ Season = Winter
Dataset B	Temperature = $29^{\circ}$ C Date = $2016/12/20$ Season = Winter

표 1은 동작 검증 실험에 사용한 데이터 셋을 나타낸다. Dataset A는 기존 시스템과 제안하는 시스템의 정상동작을 비교하기 위해 활용하였으며 온도가 17℃로 설정되어 있기 때문에 온도 상승 작업이 진행되어야 한다. 그림 9는 Dataset A의 온도 조절 작업을 그래프로 나타낸 것이다.

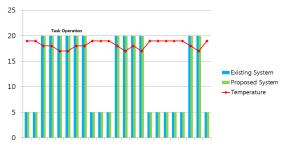


Fig. 9 Dataset A Temperature Operation Graph

온도 상승 작업이 19℃ 미만에서 시작되어 라디에이 터, 히터가 동작하여 작업이 진행된다. 또한 온도가 19도에 도달하면 라디에이터, 히터가 정지하며 온도 상승작업이 정지한다. 이에 따라 기존 시스템과 제안하는시스템의 정상 동작을 확인하였다. 그림 10은 오작동검증을 위한 Dataset B를 그래프로 나타낸 것이다.

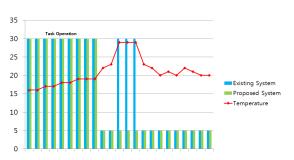


Fig. 10 Dataset B Temperature Operation Graph

Dataset B는 겨울이기 때문에 에어컨, 선풍기의 동작은 오작동으로 판별한다. 기존 시스템은 온도가 17℃에서 온도 조절 작업을 시작하고 온도가 29℃에 도달하면 선풍기와 에어컨이 동작하여 온도 하락 작업이 발생하였다. 그러나 제안하는 시스템은 에어컨과 선풍기가 동작하지 않기 때문에 오작동이 발생하지 않는다.

기존 시스템은 디바이스의 동작이 임계값을 통해 진행되기 때문에 오작동이 발생하여 전력이 낭비될 수 있

다. 이에 반해 제안하는 시스템은 상황에 따라 작업을 분류하기 때문에 오작동의 감소를 실험을 통해 증명하 였다.

## Ⅴ. 결 론

기존 시스템은 관리 장소의 디바이스들이 하나의 네트워크에 연결되어 자동 동작한다. 하지만 이와 같은 시스템은 관리 장소의 주변 환경 및 상황이 변화하는 경우에 따른 동작 변화가 없어 사용자가 수동으로 디바이스의 구성 및 작업을 변경해야하는 문제점이 있었다.

이러한 기존 시스템의 문제점을 해결하기 위해 본 논 문에서는 실시간으로 측정되는 데이터를 분류하는 알 고리즘과 이를 통해 상황을 제어하는 시스템을 제안한 다. 센서에서 측정한 서버로 전송하고 임계값을 통해 작업 발생을 확인한다. 작업이 발생한 경우 실시간과 비 실시간 데이터로 식별한 후에 각 센서에 해당하는 트리에 적용한다. 트리는 작업과 디바이스를 분류하고 해당 우선순위에 따라 관계를 설정하여 디바이스에 동 작 명령을 전송한다. 또한 사용자는 필요 시 원격으로 디바이스 상태 변경이 가능하며 이러한 사용자의 명령 은 자동 디바이스 작업보다 높은 우선순위를 갖고 동작 한다. 사용자가 디바이스를 대기 상태로 변경하는 경우 자동 작업에 포함되어 동작한다. 향후 연구로는 본 논 문에서 제안하는 시스템의 작업 분류의 범위를 확장하 고 상황을 세분화하여 구현해야 한다. 이로 인해 사용 자는 지속적으로 변화하는 다양한 환경에서 정확한 서 비스를 제공받을 수 있을 것으로 사료된다.

#### **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. 2016H1D 5A1911091).

This work was supported by the research grant of Pai Chai University in 2017.

#### **REFERENCES**

- [1] J. A. Jeon, N. S. Kim, J. G. Go, T. J. Park, H. Y. Kang and C. S. Pyo, "IoT Devices Product and Technology Trends," *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, vol. 31, no. 4, pp. 44-52, Apr. 2014.
- [2] J. S. Yoon and Y. H. Choi, "IoT service navigation technology," *Information and Communication Open Lecture*, vol. 32, no. 12, pp. 20-26, Nov. 2015.
- [3] S. C. Choi, M. W. Ryu, N. Jin and J. H. Kim, "Internet of Things Platform and Service Trends," *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, vol. 31, no. 4, pp. 20-27, Mar. 2014.
- [4] W. U. Lee, H. M. Ko, J. H. Yu and K. B. Sim, "An Implementation of Smart Dormitory System Based on Internet of Things," *Journal of Korean Institute of Intelligent* Systems, vol. 26, no. 4, pp. 295-300, Aug. 2016.
- [5] Z. Xuezhi, S. K. Garg, P. Strazdins, P. P. Jayaraman, D. Georgakopoulos and R. Ranjan, "IOTSim: A Simulator for Analysing IoT Applications," *Journal of Systems Architecture*, vol. 72, pp. 93-107, Jan. 2017.

- [6] Q. Liu, Y. Ma, M. Alhussein, Y. Zhang and L. Peng, "Green data center with IoT sensing and cloud-assisted smart temperature control system," *Computer Networks*, vol. 101, pp. 104-112, Nov. 2015.
- [7] W. S. Choi and S. K. Choi, "IcT Information Technology Needs for Things Internet-based Smart Energy Control and Management," *The Magazine of the IEEE*, vol. 42, no. 3, pp. 59-64, Mar. 2015.
- [8] Y. S. Moon, J. W. Jung, S. P. Choi, T. H. Kim, B. H. Lee, J. J. Kim, 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, pp. 2093-2099, Sep. 2015.
- [9] J. W. Park, D. S. Kim, 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, Fab. 2016.



## 송현옥(Hyunok Song)

1992년 충남대학교 불어불문학 학사 1992년 ~ 2001년 대전교차로신문사 근무 2001년 한남대학교 사회복지학과 석사 2001년 ~ 2012년 다솜소프트 대전지사장 2002년 ~ 2017년 현재 다솜정보 대표 2015년 ~ 현재 배재대학교 컴퓨터공학과 박사과정 ※관심분야: AR 및 VR, 3D 등



#### 김학진(HakJin Kim)

1978년 한남대학교 화학과(이학사) 1980년 숭실대학교 화학과(이학석사) 1988년 한남대학교 화학과(이학박사) 2010년~현재 배재대학교 산학협력단 교수

※관심분야: 기술창업 및 사업화, U-Health, IT 융합기술



#### 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