무선통신에 기반한 병실 환경 모니터링 시스템

이승철[1] · 김남호[1*]

[1]부경대학교

Hospital Room Environment Monitoring System based on Wireless Communication

Seung-Chul Lee[1] · Nam-Ho Kim[1*]

[1]Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

최근 COVID-19의 변종으로 다시금 확진자의 수가 증가하고 있다. 특히 빠르게 증가하는 확산을 막기 위해 격리를 권고하는데, 타인과의 접촉을 최소한으로 하는 등의 환경을 제어하여 안전성을 높일 수 있기 때문이다. 그뿐만 아니라 특정 조건에 따라 면회가 금지되는 등 보호자의 입장에서 환자의 상태를 확인할 수 없을 때가 종종 있다. 이때 병원에서 사용되는 의료용 가스인 산소, 이산화탄소의 농도와 온습도, 알코올의 센서 데이터값을 지그비 무선통신 기술을 활용하여 원격으로 데이터 수집 후 전처리 과정을 거쳐 데이터베이스에 저장하고 모니터링할 수 있는 시스템을 설계하고자 한다. 관리되고 있는 환경에 대한 데이터를 병원 측에서 확인 후 피드백이 가능하게 설계하고 더 나아가 보호자들에게도 신뢰성을 줄 수 있는 시각화 시스템인 환경 모니터링 시스템을 제안한다.

ABSTRACT

Recently, the number of confirmed cases has increased again with the new variant of COVID-19. Quarantine is recommended, especially to prevent the rapidly increasing spread, as environmental controls, such as minimizing contact with others, can increase safety. In addition, there are often cases in which the patient's condition cannot be confirmed from the standpoint of a guardian, such as visitation being prohibited under certain conditions. At this time, the sensor data values of oxygen, carbon dioxide concentrations, temperature and humidity, and alcohol, which are medical gases used in hospitals, are collected remotely using ZigBee wireless communication technology. Design a system that can be stored and monitored in a database. We propose an environmental monitoring system, which is a visualization system designed to allow hospitals to check and feedback data on the managed environment, and to give reliability to parents.

키워드

가스, 무선통신, 데이터베이스, 모니터링 시스템

Ⅰ. 서 론

다시금 코로나바이러스의 변종이 확산하면서 발열, 피로, 기침, 인후통 등의 증상들이 나타나고 있다. 더 나아가 미각 또는 후각의 상실, 가슴 통증과 같은 위험한 수준의 증상을 보이는 사례들도 있다. 이로 인한 감염 시 자가격리, 면회 금지 등 강한 전염성을 대비한 폐쇄적인 상황들이 발생하는데 보호자 또한 접근이 힘들어지게 된다. 직접적인 접촉이 감소할 수밖에 없지만, 정보통신기술(ICT)을 활용하여 일부 제한을 줄여보려고 한다[1].

본 논문에서는 그중 격리자의 상태에 영향을 끼칠 수 있는 환경적인 측면에 대해 원격으로 모니터링이 가능한 시스템을 제안한다. 특히 의료용 가스로 사용되는 산소(O_2), 이산화탄소(CO_2)의 농도를 파악하고, 미세먼지, 온습도 등의 센서 데이터를 받고, 전처리하여 실시간으로 모니터링할 수 있는 시스템을 설계하였다.

* corresponding author

II. 시스템 설계

격리자의 환경 요소 중 온습도, 의료용 가스 농도, 미세먼지 농도 수치를 센서로 검지하고 무선통신을 활용하여 데이터를 원격으로 송수신할 수 있도록 한다. 또한 원격으로 받은 데이터를 전처리하여 데이터베이스에 저장하고 이를 실시간 모니터링이 가능한 소프트웨어와 연동하여 원격 모니터링을 구현한다[2].

의료용 가스로 사용되는 산소와 이산화탄소는 농도에 따라 인체에 영향을 끼칠 수 있기에 적정 기준을 두고 관리해야 한다. 산업안전보건법에 따르면 실내에서 18~23.5[%]를 적정 산소 수치로 규정하고 있으며 실내 산소 농도가 18[%] 미만으로 떨어질 경우, 산소결핍으로 인해 질식사까지 이를 수 있게 된다. 또한 이산화탄소의 경우, 실내 기준으로 1,000[ppm], 환기 중인 상태에서 450[ppm]을 권장한다. 하지만 2,000[ppm]부터는 두통, 졸림 등의 영향이 나타나기 때문에, 이로 인한 2차 피해를 최소화할 수 있는 시스템이 필요하다.

미세먼지의 농도 또한 건강과 직결되어있다. 입자의 크기에 따라 분류되는 초미세먼지($PM_{2.5}$)와 미세먼지(PM_{10})는 코의 점막을 투과하여, 인체로 침투하기 때문에 장기적인 노출 시 호흡기와 관련된 질병이 유발될 수 있다. 이후 의료용 가스와 마찬가지로 미세먼지와 온습도 등을 모니터링할 수 있는 시스템을 설계하였다.

2.1 무선통신

IEEE 802.15.4를 기반으로 한 저전력 통신 모듈인 ZigBee를 활용하여 센서에서 계측된 데이터값이 무선으로 송수신될 수 있는 네트워크를 구현하였다. ‘XBee S2C’ 모델을 사용하여 실내 60[m] 통신 범위로, 하나의 중계기를 추가하여 원격데이터 수집 모델을 설계하였다. 그림 1은 ZigBee 네트워크의 구성요소를 나타낸 것이다.

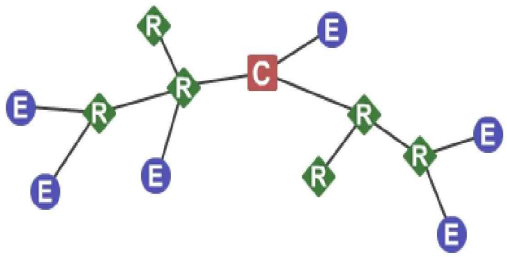


그림 1. ZigBee sensor network

2.2 Database

네트워크 간 통신을 통해, 지그비 코디네이터와 연결된 PC에서 MySQL 데이터베이스를 구축하고 계측된 데이터값을 수집한다. 그림 2는 데이터베이스의 내부 테이블 명을 나타낸 것이다.

```
mysql> show tables;
+----------------------+
| Tables_in_hospitaldb |
+----------------------+
| alcohol              |
| co2                  |
| dht11                |
| o2                   |
| pm2008               |
| pm2008m              |
+----------------------+
6 rows in set (0.01 sec)
```

그림 2. Database ‘hospitaldb’

수신한 센서값과 시간을 Python으로 데이터를 가공하여, SQL 문으로 MySQL 데이터베이스에 저장한다.

III. 시스템 구현

센서노드에서 중계기(Router)를 거쳐 목적지 노드에 수신된 센서 계측값을 데이터베이스에 저장하고 시각화하는 모니터링 시스템을 구현하였다. 그림 3은 실내 온습도를 파악할 수 있는 인터페이스를 나타낸 것이다.

(a) (b)

그림 3. Interface of monitoring system (a) Temperature (b) Humidity

그림 4는 실내 산소 및 이산화탄소의 농도를 파악할 수 있는 인터페이스를 나타낸 것이다.

(a) (b)

그림 4. Interface of monitoring system (a) O_2 (b) CO_2

좌측 산소의 경우 20.6[%] 즉, 적정 산소 수치인 18~23.5[%]를 만족한다. 18[%] 미만 23.5[%]가 감지되었을 때, 붉은색으로 변경되며 게이지가 가득 차오르게 된다. 우측의 이산화탄소(탄산)는 단위를 PPM(parts per million)으로 사용하며 1500[ppm]을 초과할 시, 색상 변경과 게이지의 차오름을 구현하

였다. 그림 5는 소독용 알코올이 유입된 경우의 가스센서의 출력 그래프를 나타낸 것이다.

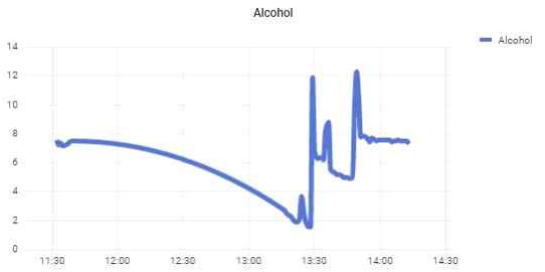
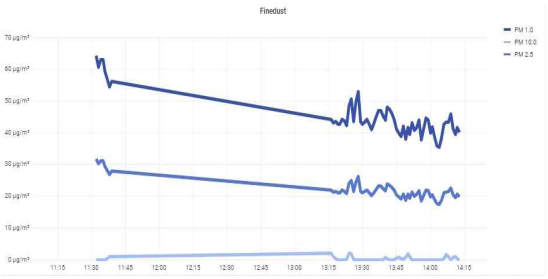


그림 5. Gas sensor graph

소독용 에탄올로 사용되는 알코올은 짧은 시간 피부접촉은 휘발성으로 수분과 열을 빼앗으며 살균 작용하지만, 직접 흡입할 경우, 호흡기 계통에 영향을 줄 수 있으므로 공기 중의 순간적인 농도 변화를 파악하여 위험성에 반응할 수 있도록 한다.

그림 6은 미세먼지 센서로 측정한 대기 중의 미세먼지 농도를 그래프로 나타낸 것이다.



(a)

(b)

그림 6. Fine dust sensor graph (a) PM1.0, 2.5, 10 (b) PM0.3

'PM2008M' 센서를 사용하여 0.3[$\mu g/m^3$] 크기의 미세먼지까지 측정하였다. 환경부 수도권대기환경청에 따르면, PM 2.5와 PM 10 크기의 입자들의 농도를 통해 예보등급을 좋음에서 매우 나쁨으로 나누었다. 또한 PM 0.3의 농도가 다른 입자들과 달리 1,000[$\mu g/m^3$]을 넘어 비교, 관찰하기 쉽도록 PM 1, PM 2.5, PM 10과 구분하여 그림 7과 같이 그래프로 나타내었다.

그림 7. Grafana's GUI

Ⅳ. 결 론

병원에서 사용되는 의료용 가스나 소독용 알코올로 인해 인체에 영향을 미칠 수 있다. 특히나 산소결핍, 이산화탄소로 인한 저산소증, 질식, 지속적인 미세먼지의 흡입은 환자에게 치명적일 것이다. 또한 환자와 지속해서 함께 할 수 없는 상황이 발생하기 때문에, 이를 피드백해줄 시스템을 구현하여 혹시 모를 의료사고나 실내 가스, 미세먼지의 영향을 최소화할 수 있는 결과를 도출하고자 한다.

본 논문에서는 우리에게 친숙하면서도 없어서는 안 될 산소를 비롯하여 이산화탄소, 미세먼지 등의 데이터를 저전력 통신 모듈인 지그비로 통신하고 데이터베이스와 시각화 소프트웨어를 활용한 병실 환경 모니터링 시스템을 제안한다.

Acknowledgement

이 논문은 4단계 BK21 사업(스마트로봇융합응용교육연구단)에 의하여 지원되었음.

References

[1] B. H. Sohn, S. J Oh, S. W. Song, "Long-Term Monitoring of Indoor CO_2 and PM2.5 in an Elderly Care Center," *Proceedings of The Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineer of Korea 2021 Summer Annual Conference*, Korea: Pyeongchang, pp. 1038-1041, Jun. 2021.

[2] H. S. Lee, J. C. Oh, "A Study of Indoor Air Monitoring IoT System Customized for Medical Institutions," *The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 15, no. 6, pp. 1217-1222, Dec. 2020.