

비접촉 IoT 링거 교체 자동 알림 시스템 설계 및 구현

이효승* · 오재철**

Design and Implementation of Non-contact IoT Ringer Replacement Automatic Notification System

Hyo-Seung Lee* · Jae-Chul Oh**

요 약

의료기관에서 사용하는 링거는 몸에 수분을 공급하여 열이나 탈수 상태에 있던 몸의 상태를 회복시켜 주는 데 도움을 주는 주사제 중 하나로 의료진이 해당 환자에게 처방된 링거의 양을 수시로 점검하여 링거의 교체 시기를 확인하여야 한다. 하지만 현재 간호사 인력은 매우 부족하고 부여된 업무량도 적지 않아 업무에 부하가 발생하게 되고 이로 인하여 환자 및 보호자에게 양질의 의료서비스를 제공하지 못하게 된다는 문제점이 발생하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 비접촉식 센서와 WiFi통신방식을 이용한 IoT 디바이스와 OCS 연동을 통한 링거 교체 시기 관제 시스템을 설계하고 구현함으로써 의료진에게 해당 환자의 링거 자동 교체 타이밍을 알려 과거 비효율적이던 중간 단계를 생략함으로써 링거 교체 업무를 효율적으로 운영하고 환자 및 보호자에게 양질의 의료서비스를 제공할 수 있기를 기대한다.

ABSTRACT

The Ringer's Solution used in medical institutions is one of the injections helpful for recovering the body condition from fever or dehydration by supplying the water to the body. The medical staffs frequently check the amount of Ringer's Solution prescribed for the relevant patient to check the time for replacing the Ringer's Solution. However, currently, many nurses experience the excessive workload because of the insufficient workforce and lots of workload assigned to each of the nurses; so the they cannot provide the high-quality medical services to patients and guardians. In order to solve this problem, this thesis designed and realized the Ringer's Solution replacement time control system through the non-contacting sensor, IoT device using WiFi, and OCS interlock. Thus, this study is expected to be able to efficiently operate the Ringer's Solution replacement work and also to provide the high-quality medical service to patients and guardians by automatically notifying the timing of Ringer's Solution replacement to medical staffs, and omitting the inefficient intermediate step in the past.

키워드

Ringer, Non-Contacting Sensor, IoT, Monitoring System
수액, 비접촉식 센서, 사물 인터넷, 관제 시스템

* 순천대학교 컴퓨터공학과(hodo10@naver.com)

** 교신저자 : 순천대학교 컴퓨터공학과

• 접수일 : 2018. 10. 13

• 수정완료일 : 2018. 11. 13

• 게재확정일 : 2018. 12. 15

• Received : Oct. 13, 2018, Revised : Nov. 13, 2018, Accepted : Dec. 15, 2018

• Corresponding Author : Jae-Chul Oh

Dept. Computer Engineering, Suncheon National University,

Email : ojc@suncheon.ac.kr

I. 서론

2017년 기준으로 대한민국의 경우 간호사의 인력이 OECD 평균의 절반 수준으로 인구 1000명당 활동 간호사의 수는 5.2명이다. 이는 스위스와 덴마크 등과 비교 하였을 때 3배 이상의 차이를 보일 정도로 간호사의 수가 매우 부족한 상황에서 링거 상태를 확인하는 매우 단순하고 반복적인 작업은 업무의 비효율성을 가져올 수 있다. 이로 인해 환자나 보호자가 수액의 투입 종료 시점을 예상하여 의료진을 호출하여야 하는 경우가 대부분을 차지[1]하고 있다. 이러한 상황에서 간혹 링거 교체시기를 놓치게 되면 링거액 저장 용기 내의 압력차이로 환자의 혈액이 링거액 용기 내로 역류되는 문제가 발생[2]하기도 하여 환자나 보호자로부터 불만이 발생하게 된다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 지금까지 여러 가지 방안이 제시되었고 연구되었으나 장비 및 장치의 크기나 비용 관리적 측면 등을 이유로 실제 의료기관에서 테스트 하거나 사용된 경우가 거의 없었다. 그래서 본 연구에서는 링거의 수위를 감지하는 방식과 데이터를 전달하는 방식에 사물인터넷을 접목하여 저비용 고효율을 제공할 수 있도록 비접촉식 링거 교체시기 확인을 위한 장비와 모니터링 시스템 개발을 통해 링거 교체시기에 대한 정보를 간호사에게 실시간으로 제공할 수 있는 시스템을 개발하여 의료진의 업무환경에 대한 개선뿐만 아니라 환자 및 보호자에게도 양질의 의료 환경을 제공할 수 있기를 기대한다.

본 논문의 구성으로 II장에서는 링거 교체와 관련된 기존의 연구내용을 소개하고 III장에서 비접촉식 링거교체 IoT 장비의 설계 및 모니터링 시스템에 대한 설계 내용을 제안하고자 한다. IV장에서는 비접촉식 링거 교체 IoT 장비 및 모니터링 시스템을 개발하고 마지막으로 V장에서는 개발한 내용을 바탕으로 하는 결과를 통해 결론을 맺고자 한다.

II. 관련연구

2.1 링거액 잔량 검출에 대한 연구

현재까지 링거의 잔량을 확인하기 위한 방안은 계속해서 연구되어 왔다. 예를 들어 무게 분석을 통한

방법, 영상분석을 통한 방법, 낙하 시간을 분석한 방법 등이 있다.

무게를 측정하여 링거의 잔량을 분석하는 연구에서는 무게를 측정하기 위한 로드셀과 신호검출을 위한 회로부로 구성되어 링거액 중량의 변화에 따라 로드셀 감지부의 탄성에 대한 변형을 감지하여 발생된 저항의 변화를 측정함으로써 링거의 잔량을 확인[3]한다.

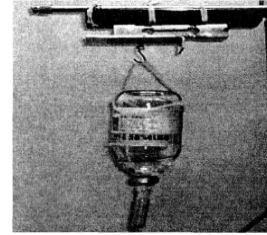


그림 1. 로드셀 및 링거 병
Fig. 1 Loadcell and a ringer bottle

하지만 이러한 경우 링거의 종류 및 용기에 따라 초기 무게가 다르기 때문에 별도의 선행작업이 필요하고 환자 이동 시 발생할 수 있는 로드셀의 탄성 변화에 따라 잘못된 값이 전달될 수 있다는 단점이 존재할 것이다. 두 번째로 영상을 분석하는 방법으로 링거 잔량 검출 하는 연구에서는 Self Quotient Image 알고리즘을 통해 링거의 잔량을 검출[4] 할 수 있다.

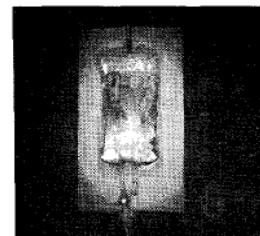


그림 2. 영상분석을 통한 연구
Fig. 2 Image analysis study

영상분석을 통한 방법 역시 링거를 촬영하기 위한 카메라가 별도로 존재하여야 하고 링거와의 거리를 70cm로 고정하여야 한다는 점에서 현장에서 사용하기에는 어려울 것으로 예상된다. 낙하되는 링거액의 속도와 시간을 분석하는 방법은 링거액 감지기의 본체는 챔버에 부착하고 가시광선을 발광하는 투광부와

이를 수용하기 위한 수광부로 이루어진다[5]. 낙하되는 링거액이 세팅된 시간을 초과한 경우에도 낙하되지 않거나 링거액이 모두 소모되면 비정상 작동으로 판단하여 데이터를 출력[6] 하는 방식이다.

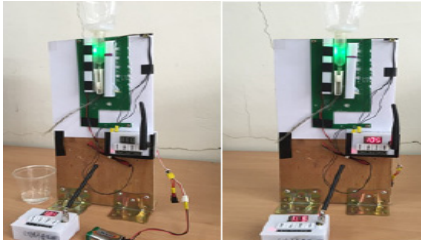


그림 3. 낙하시간 분석을 통한 링거 솔루션 연구
Fig. 3 A Study on ringer solution through fall time analysis

링거액이 모두 소진된 상태에서 의료진에게 정보를 전달하게 되면 의료진이 도착하기 전까지 링거액 저장 용기내의 압력차이가 발생하여 환자의 혈액이 링거액 용기로 역류되는 문제가 발생할 수 있다. 지금까지의 연구 내용은 링거 내부에 특정 장치를 설치할 경우 발생할 수 있는 내용물의 오염을 방지하기 위해 다양한 방법을 이용하여 링거의 잔량을 확인하고자 하였다. 하지만 실제 의료기관에서 적용하기에는 적절하지 않은 것으로 판단되어 본 논문에서는 비접촉 센서를 통한 검출방식을 통해 시스템을 단순화 하여 의료기관에서 사용이 가능한 시스템에 대한 연구를 진행하고자 한다.

2.2 아두이노를 이용한 IoT 관련 연구

아두이노는 오픈소스플랫폼으로 다수의 센서로부터 값을 받아들여 사람들의 상상력만큼이나 다양한 분야에서 상호작용이 가능한 물건을 제작할 수 있다[7].

그 예로 시각 장애인들의 실외 보행에 있어 존재할 수 있는 위험요소로부터 안전한 보행을 제공하기 위한 시각장애인 보행 보조시스템[8]을 개발하거나, 식물의 성장에 필요한 환경 요소에 대한 기준을 토대로 적정하게 대응할 수 있도록 식물재배시스템[9]을 구축하기도 한다. 또한 자전거의 속도를 조절하거나 자전거의 도난 위험을 알려줄 수 있는 자전거 운전자 안전 향상 시스템[10]을 구축하여 자전거 운전자의 안전

및 자전거의 안전을 도모하거나 자이로센서와 PID 시스템을 제어하여 드론의 자율 주행과 안정화에 도움을 줄 수 있는 연구[11]가 진행되는 등 아두이노를 이용한 IoT에 관한 연구는 현재 초기 단계이며 앞으로 더욱 계속될 것으로 예상된다.

III. 시스템 구성 및 설계

본 연구에서는 링거의 교체시기를 의료진에게 자동으로 전달하기 위해 IoT Device를 개발하여 시스템과 연동하도록 설계 하였으며 구성도는 그림 4와 같다.

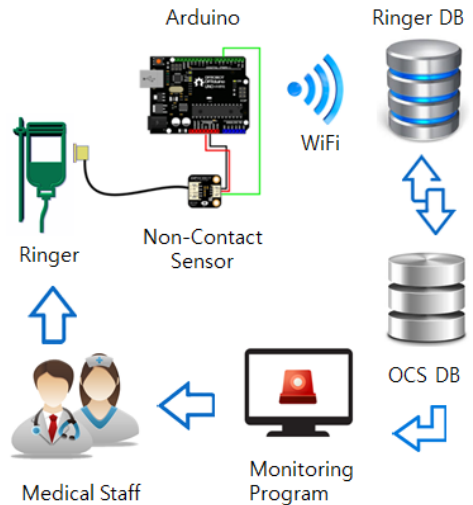


그림 4. 비접촉 IoT 링거 교체 자동 알림 시스템 구성도

Fig. 4 Non-contact IoT ringer replacement automatic notification system configuration diagram

링거의 외부표면에 비접촉식 수위 센서를 부착하여 아두이노 상에서 해당 자료를 분석하고 수위가 일정 높이가 미만으로 떨어졌을 경우 해당 IoT 장비의 일련번호와 시간과 같이 디바이스 상에서 확인한 데이터를 전송하기 위해 WiFi 통신을 이용하여 링거 교체 자동 알림 시스템의 DB에 정보를 저장하게 된다. 이때 의료기관의 OCS DB와의 연동을 통해 해당 링거를 투여중인 환자의 정보와 처방 정보를 함께 제공함으로써 의료진에게 신속한 대응을 요청할 수 있게 된다.

이러한 구성이 올바르게 구동되기 위해 IoT 디바

이스, DB구성 및 연동, 데이터 전달을 위한 미들웨어 구성, 모니터링 프로그래밍 등 다양한 시스템의 구성이 필요하게 되며 그 각각에 대한 설계는 다음과 같다.

먼저 IoT 디바이스는 아두이노 우노를 기반으로 비접촉식 수위센서인 XKC-Y25-T12V SKU: SEN0204를 이용하여 링거의 수위를 관측하여 WiFi 통신모듈인 ESP8266을 이용하여 해당 정보를 전송할 수 있도록 설계 하였다. 단, WiFi 모듈의 특성상 많은 전력을 소모하는 경향이 있어 수위센서를 통해 교체 관련 이벤트 값이 발생할 경우 WiFi 모듈에 전원을 공급하는 방식으로 설계하여 전력 소모를 최소화 하였다.

두 번째로 아두이노를 통해 생성된 데이터를 Oracle DB에 저장하기 위해 Tomcat을 이용해 웹서버를 구성하였고 미들웨어의 작업을 수행할 수 있도록 설계하였다. 이를 통해 IoT 장비에서는 해당 자료를 DB에 입력하기 위해 해당 웹페이지를 호출하여 링거 교체와 관련된 정보를 저장할 수 있게 된다.



그림 5. 데이터 저장방식 구성도
Fig. 5 Data storage method configuration diagram

세 번째로 모니터링 프로그램은 IoT 장비에서 전달된 데이터와 해당 의료기관의 OCS DB를 연동하여 환자의 링거 처방에 관한 내용 및 환자의 병동 병실 등과 같은 위치 정보를 확인할 수 있도록 설계하였다.

기본적으로 10초에 한번 씩 Retrieve를 자동으로 수행하여 데이터를 조회하도록 설계하였으나 사용자의 특성에 따라 Retrieve 타이밍을 조절할 수 있도록 설계하였고, 차후 모바일 또는 스마트워치를 이용한 알림을 받을 수 있도록 DB를 설계하였다. 하지만 본 연구에서는 모바일 및 스마트워치에 대한 알림을 제외한 관제프로그램에 국한하여 개발을 진행하였으며 차후 연구에서 그 범위를 확장 하고자 한다.

IV. 시스템 개발

4.1 비접촉 IoT 링거 교체 신호 전송 디바이스

해당 IoT 디바이스 개발을 위해 먼저 아두이노와 센서, 통신모듈, LED 간의 회선연결이 필요하며 이때 WiFi 통신을 위한 ESP8266은 반드시 3.3V를 인가하여야 한다는 점에 주의하여야 한다.

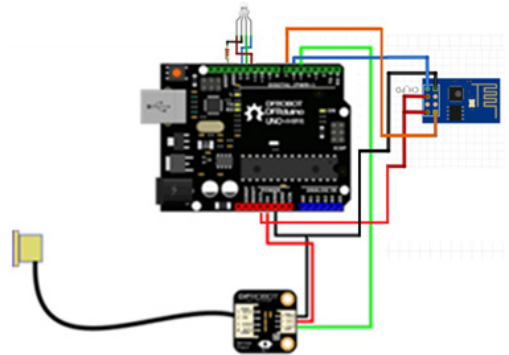


그림 6. 비접촉 IoT 링거 교체 신호전송 디바이스 회로도

Fig. 6 Non-contact IoT ringer replacement signal transmission device circuit diagram

이렇게 구성된 회로에 스케치를 통해 장비의 역할을 부여하게 된다. 앞서 설계에서 언급한 것과 같이 아두이노에서는 DB에 직접 Access 할 수 없기 때문에 웹을 호출하는 방식을 사용하여야 한다.

우선 AT+CWJAP= 명령을 통해 해당 WiFi에 접근하고 정상적인 접근을 확인한 다음 AT+CIPSTART= 명령과 AT+CIPSEND=명령을 통해 해당 페이지를 호출하여 DB에 원하는 데이터를 저장하였다.

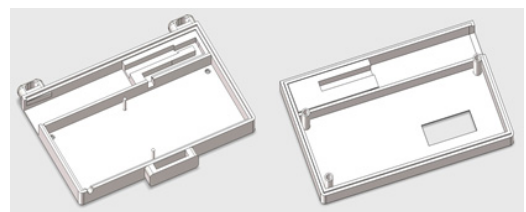


그림 7. 비접촉 IoT 링거 교체 신호전송 디바이스 케이스 3D 설계

Fig. 7 Non-contact IoT ringer replacement signal transmission device case 3D design

다음으로 해당 디바이스의 케이스를 설계하고 출력 하였다. 케이스는 전원부의 탈부착을 염두 하여 설계 하였으며 앞뒤를 조립할 수 있도록 설계 하였다.

실제 출력 시 설계도와 보유하고 있는 3D 프린터의 실제 출력 크기를 계산하여 108%의 비율로 출력 하였다.

이렇게 출력된 케이스와 디바이스를 결합하여 비접촉 IoT 링거 교체 신호전송 디바이스를 개발하였고 해당 이벤트 발생 시 신호를 발생시키고 실시간으로 DB에 그 정보를 저장하는 일련의 과정을 테스트를 통해 확인할 수 있었다.

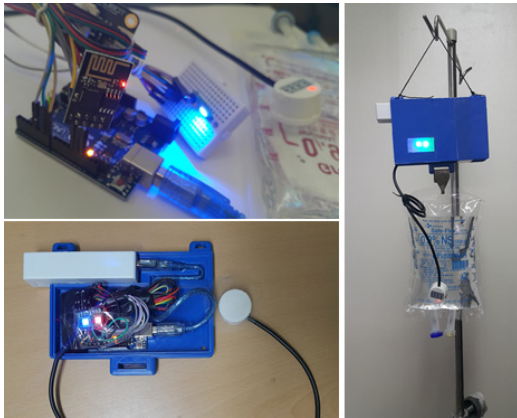


그림 8. 비접촉 IoT 링거 교체 신호전송 디바이스
Fig. 8 Non-contact IoT ringer replacement signal transmission device

4.2 링거 교체 알람 모니터링 시스템 개발

비접촉 IoT 링거 교체 신호전송 디바이스에서 발생한 데이터는 DB에 저장되고 이를 OCS의 환자정보 및 링거 처방 정보와 Join 하여 의료진의 확인이 용이하도록 모니터링 시스템을 개발하였다.

본 논문에서는 관제 모니터링 프로그램에 국한하여 개발을 진행하였기 때문에 이벤트 발생에 따른 인지방법이 필요하였고 이러한 이유로 링거 교체가 필요한 환자가 발생할 경우 모니터링 시스템에서 알람 소리 또는 음성기능을 이용하여 의료진을 호출하고 처리할 수 있도록 하였다.

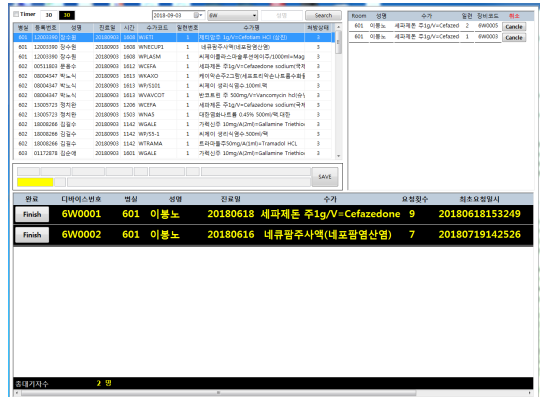


그림 9. 비접촉 IoT 디바이스
Fig. 9 Non-contact IoT ringer replacement automatic notification system configuration diagram

기본 세팅 값으로 운영할 경우 DB에 데이터가 저장되고 이를 Retrieve 하는 과정에서 모니터에 알람을 표시하기 까지 평균적으로 약 20초 정도의 Delay가 발생하게 되는데 이는 수액의 낙하 속도와 비교하여 수액의 용량에 큰 영향을 미치지 못하기 때문에 충분히 용인이 가능한 수치일 것으로 판단된다.

V. 결 론

본 연구에서는 지금까지 환자와 보호자 그리고 의료진이 지속적으로 신경을 써야 했던 링거의 잔량확인과 관련된 행위들을 비접촉 IoT 링거 교체 자동 알람 시스템의 설계 및 구현을 통해 보다 효율적으로 운영할 수 있도록 하였다.

현재 본 연구에서 개발한 IoT 디바이스와 모니터링 프로그램의 실무 적용이 가능함을 확인하기 위해 한 의료기관에서 테스트 준비 중에 있으며 긍정적인 결과를 기대하고 있다.

실무 적용이 가능하다는 판단이 이루어지면 이후 스마트워치 등에서 실시간으로 확인이 가능하도록 기능을 ADD-ON하여 더욱 효율적인 시스템으로의 발전을 위해 연구하고자 하며 이를 통해 의료진의 불필요한 업무가 감소하고 환자와 보호자에게 보다 질 높은 의료서비스가 제공되기를 기대한다.

This paper was supported by(in part) Sunchon National University Research Fund in 2018.(Grant number: 2018-0181)

References

[1] H. Lee and J. Oh, "Studies on Effective Fluid Monitoring Terminal design with the Use of Location-based service," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 11 no. 4, 2016, pp. 421-426.

[2] J. Jang, "A sensor to ringer's solution of remain," *Utility Model Registration* no. 20-0297177, Dec. 11, 2002.

[3] K. Ha, J. Kwon, O. D. gelral, and H. Kim, "Develop mentofa Remote Mon ito ring System of the Residual Amount of Ringer's Solution at Hospitals Using a Microprocessor," In *Proc. The Korean Institute of Electrical Engineers Conf.*, Yong-in Korea, Oct. 2005, pp. 279-282.

[4] C. Kim, S. Woo, Z. Din, C. Won, J. Hong, and J. Cho, "An Algorithm for Detecting Residual Quantity of Ringer's Solution for Automatic Replacement," *J. of the Korea industrial information systems society*, vol. 13, no. 1, 2008, pp. 30-36.

[5] T. L. Floyd, *Electronic Devices(9th Edition)*. London: Pearson Education, 2011.

[6] H. Song, I. Lee, and Y. Lee, "Ringer"s solution detector and transceiver design for efficient manage of patient," *J. of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 17 no. 9, 2016, pp. 45-50.

[7] J. Kim, H. Lim, and S. Lee, "Implementation of a reading room management system by using arduino and distance sensing," In *Proc. The Institute of Electronics and Information Engineers Summer General Conf.*, Jeju, Korea, 2014, pp. 298-300.

[8] H. Park, Y. Ko, S. Lee, J. Jang, and B. Lee, "Walking Assistance System for Visually Impaired People using Multiple sensors," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 4, 2017, pp. 533-538.

[9] G. Lee, H. Kim, Y. Jeong, H. No, and Y. Pakr,

"Plant Cultivation System Using the IoT," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 4, 2017, pp. 657-666.

[10] Y. Bae, J. Kang, J. Park, B. Kim, and B. Lee, "Improving Safety of Bicycle Driver System using Arduino," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 4, 2017, pp. 525-532.

[11] D. Yoon, K. Lee, S. Han, Y. Kim, and S. Lee, "A Study on Flight Stabilization of Drones by Gyro Sensor and PID Control," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 4, 2017, pp. 591-598.

저자 소개



이호승(Hyo-Seung Lee)

2005년 동국대학교 정보통신공학과 졸업(공학사)
2008년 순천대학교 산업대학원 정보통신공학과(공학석사)

2018년 순천대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
2013년 ~ 현재 청암대학교 컴퓨터정보보안과 강사
2016년 ~ 현재 순천대학교 컴퓨터공학과 강사
※ 관심분야 : 의료정보시스템, u-헬스케어, IoT



오재철(Jae-Chul Oh)

1978년 전북대학교 전기공학과 졸업(공학사)
1982년 전북대학교 컴퓨터공학과(공학석사)

1988년 전북대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
1984년~1986년 기전대학교 전자계산학과 전임강사
1986년~현재 순천대학교 컴퓨터공학과 교수
※ 관심분야 : 임베디드시스템, USN, 네트워크 설계 및 분석