

# 위치기반서비스를 활용한 효율적인 수액 모니터링 단말기 디자인에 관한 연구

이효승\* · 오재철\*\*

Studies on Effective Fluid Monitoring Terminal design with the Use of  
location-based service

Hyo-Seung Lee\* · Jae-Chul Oh\*\*

## 요 약

수액은 일반적으로 환자에게 특정 주사를 일정 시간동안 주입하기 위해 사용되어진다. 환자나 보호자는 수액의 투입종료 시점을 예상하여 의료진을 호출하여야 하는 경우가 많고, 취침시간 등 특정 시간에 수액투여가 종료될 경우 환자나 보호자에게 더 많은 피로를 줄 수 있다. 또한 의료진은 수액의 투입종료시점을 확인하기 위하여 몇 번이고 현장에 찾아가 수액의 양을 모니터링 해야 하는 수고로움으로 업무의 비효율성을 가져올 수 있을 것이다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해서 수액의 수위를 감시하는 최소한의 장비와 능동형 RFID를 결합한 형태의 위치기반 서비스 시스템을 제안하고, 환자별 수액의 양과 환자의 위치를 실시간 파악하여 환자나 보호자 또는 의료인(간호사)에게 정확한 정보를 제공하여 수액 투여가 마무리될 시점에 의료진이 환자의 위치로 찾아가는 서비스로 의료서비스의 질을 향상시킬 수 있을 것으로 기대한다.

## ABSTRACT

Fluid is normally used so that certain drug can be administered to patients for certain period of time. There are many incidents in which patients or guardians need to call upon medical staff after estimating the time of fluid injection termination. In case fluid injection is terminated during certain period such as sleeping time or others, it may cause more fatigue for either patients or guardians.

Also, it may lead to ineffective work as medical staff needs to monitor the quantity of fluid several times in order to check the time of fluid injection termination. Therefore, the purpose of this study is to propose LBS system combined of minimum equipment and active RFID to monitor the level of fluid in order to solve abovementioned problems. Also, it is expected to enhance the quality of medical service with service in which real-time monitoring of fluid quantity and patient location is conducted to provide accurate information to either patients, guardians, or medical staff(nurse) so that medical staff can locate and see patients at the time of fluid injection termination.

## 키워드

Location Based Service, Active RFID, Arduino, Linger  
위치기반 서비스, 능동형 RFID, 아두이노, 수액

\* 순천대학교 컴퓨터과학과(hodol0@naver.com)

\*\* 교신저자 : 순천대학교 컴퓨터공학과

• 접수일 : 2016. 03. 08

• 수정완료일 : 2016. 04. 13

• 게재확정일 : 2016. 04. 24

• Received : Mar. 08, 2016, Revised : Apr. 13, 2016, Accepted : Apr. 24, 2016

• Corresponding Author : Jae-Chul Oh

Dept. of Computer Science, Suncheon National University,

Email : ojc@suncheon.ac.kr

## I. 서론

수액은 삼투압, 수소이온농도, 무기염류 조성 등을 혈청과 같은 수준으로 만든 체액의 대용 액으로, 혈액이나 수분을 보충하기 위해 사용하는 액체이다.

수액은 링거라고도 부르며 링거는 “오래 머물다.”라는 사전적 의미를 가지고 있다.

수액의 주사 방식은 길이 1.8m의 거치대에 수액을 걸어 투여하는 방식으로 수액과 주사위치 간의 높이 차이(위치에너지)를 이용하여 수액이 환자에게 지속적으로 투여된다[1].

이처럼 수액의 투여와 관련된 특성상 단시간에 투여가 완료되는 형태가 아닌 일정 시간동안 지속적인 투여가 필요한 처치이다. 일반적으로 수액은 간호사의 직감과 경험에 의해 정량의 수액을 주입하고 투여 완료 시간을 예측한다[2].

하지만, 의료진이 환자의 옆에서 수액의 상태를 지속적으로 모니터링 하는 것은 효율적이지 못할 뿐 아니라 소수의 의료진이 다수의 환자에게 의료서비스를 제공하여야 하는 상황에서는 지속적인 모니터링은 거의 불가능하다고 할 수 있다. 또한 장시간 투여하여야 하는 방식이기 때문에 환자는 해당 위치에서 지속적으로 대기할 수 없고 불가피하게 환자의 이동이 발생 할 수 있다. 환자의 이동시 휴대용 수액거치대를 이용하여야 하며 해당 위치에서 다른 위치로 이동한 환자의 위치를 파악하지 못할 경우 의료진이 수액의 상태를 확인 할 수 없다.

이러한 단점을 보완하기 위해 본 논문에서는 능동형 멀티 RFID를 이용한 실내 위치기반 서비스를 수액 모니터링 시스템과 융합하여 환자의 위치파악과 동시에 수액의 투여 상태를 확인할 수 있는 시스템의 단말기에 대하여 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 II장에서는 능동형 RFID와 실내 위치기반 서비스, 아두이노에 대하여 소개한다. III장, IV장에서는 수액 모니터링 단말기를 제안, 설계 및 구현하고, V장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

## II. 관련연구

### 2.1 능동형 RFID

RFID(Radio Frequency Identification)는 태그를 사물에 부착하여 태그의 고유정보를 무선으로 전송하여 사물의 정보를 수집하거나, 가공하여 다양한 서비스를 가능하게 한다[3].

RFID 시스템의 구성은 RFID태그, 안테나, 리더기, 호스트로 이루어져 있다. 일반적으로 리더는 태그에게 요청 메시지를 브로드캐스트하고 요청을 받은 태그들은 리더에게 데이터를 전송하게 된다[4].

RFID 태그는 전원공급 여부, 주파수대역, 쓰기기능 유무 등으로 분류할 수 있다. 태그의 읽고 쓰기기능의 유무에 따라 Read Only, WORM, Read/Write로 분류되며 태그의 전원공급 여부에 따라 수동형(passive), 능동형(active), 반수동형(semi-passive)로 분류 할 수 있다[5].

수동형은 별도의 전원이 없기 때문에 배터리가 없으며, 보통 가까운 인식범위 내에서 사용이 가능하고 가격이 저렴하며 수명이 길어 반영구적으로 사용할 수 있다. 능동형의 경우 태그에 배터리가 부착되어 신호를 전송하는 방식으로 별도의 배터리가 필요하며 인식범위가 넓어 다양한 분야에 활용이 가능하다.

사용 주파수의 대역에 따라 크게 LF(Low Frequency), HF(High Frequency), UHF(Ultra High Frequency), Microwave 등으로 구분할 수 있다.

LF는 물, 금속과 같은 환경에 강하여 출입통제 등에 사용되나 인식거리가 짧고 데이터 전송 속도가 낮아 수동형이 주로 생산되고 있다[6].

UHF는 433MHz(능동형) & 860-960MHz(수동형)의 대역을 사용하며 10m 가량의 장거리 인식에 용이한 특징을 가지고 있다. 그렇기 때문에 UHF 대역 RFID가 물류유통 및 환경감시, 군수, 과학, 의료등 보다 다양한 분야에 사용되어진다.

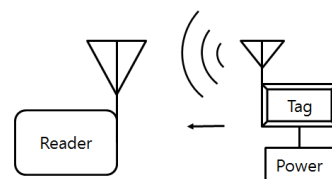


그림 1. 전자기파 방식

Fig. 1 Electromagnetic wave

또한 RFID의 무선통신 접속 방식으로는 상호유도(Inductively coupled)방식과 전자기파(electromagnetic wave)방식이 존재한다.

상호유도방식은 코일안테나를 사용하여 근거리 송수신에 사용되며 별도의 전원장치가 없고 수동적으로 동작한다. 반면 전자기파 방식은 고주파 안테나를 사용하여 중장거리용으로 사용된다. 또한 태그의 Chip을 구동하기 위해 별도의 전원장치를 포함하여야 한다. 이러한 RFID의 분류를 바탕으로 본 논문에는 의료시설 및 환경을 고려하여 위치기반 서비스를 활용한 효율적인 수액 모니터링 시스템의 환자 위치 파악 및 수액 모니터링 도구로 UHF 능동형 RFID를 선정하였다.

### 2.2 실내 위치기반 서비스

최근 스마트 폰의 GPS를 기반으로 하는 위치 기반 서비스가 폭발적으로 증가하고 있지만, 실내의 경우 GPS를 이용한 정확한 측위를 할 수 없기 때문에 실내 위치기반서비스 제공을 위한 여러 가지 기술이 연구 되고 있다[7].

실내 위치기반서비스(Indoor LBS, Indoor Location Based Service)란 실내에서의 다양한 형태의 위치정보를 기반으로 제공되는 서비스를 말한다[8].

대표적인 실내 위치기반 기술로 Wi-Fi 방식과 블루투스 비콘 방식, RFID를 이용한 방식 등이 존재한다.

Wi-Fi방식으로는 Cell-ID, Fingerprint, Weighted Centroid 위치추정 기법 등이 있다.

Cell-ID 방식은 주로 해당 영역 내에 단말기가 존재하는지를 판단하는 정도로 사용되어 진다.

Fingerprint 방식은 주요 위치에 Wi-Fi AP를 설치하고 그 AP로 부터의 신호를 주기적으로 측정하여 Fingerprint map을 구축[9] 하는 방식으로 좁은 지역에서는 위치의 정확도가 높지만 넓은 지역에서는 정확도가 낮아지는 문제가 발생한다.

Weighted Centroid 방식은 Wi-Fi AP의 위치를 정확히 알고 있다고 가정하고 신호의 세기를 측정하여 위치를 추정하는 방식으로 Wi-Fi AP가 둘러싸여 있지 않은 지역에서는 정확도가 낮아지는 문제가 발생한다.

비콘 방식은 BLE(Bluetooth Low Energy)라는 블루투스 4.0을 기반으로 한 저전력 근거리 통신 기술

로써 주변에 있는 임의의 단말에게 각종 데이터를 포함한 패킷을 전송하고 이를 수신한 단말은 그 데이터를 기초로 위치를 계산하는 방식으로 배터리 소모가 작고 최대 50m의 거리에서도 실내 위치를 정확하게 파악 할 수 있다는 장점이 있다.

RFID를 이용한 방식으로는 장치의 배치 방법에 따라 태그가 고정되어 있고 리더기가 이동하는 방식과 리더기가 고정되어 있고 태그가 이동하는 방식으로 구분할 수 있다.

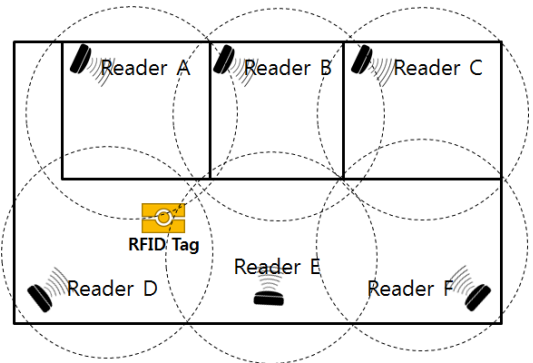


그림 2. RFID 태그 이동 방식  
Fig. 2 Moving method of RFID Tags

태그 이동 방식은 고가의 리더기가 해당 위치에 고정되어야 하기 때문에 많은 비용이 들것으로 예상되지만, 병원에서의 수액 사용량을 예측하였을 때 이동되어지는 양이 훨씬 더 많기 때문에 리더기 이동 방식보다 태그 이동방식이 더욱 효율적이고 경제적이라 할 수 있다.

본 논문에서는 RFID 태그이동 방식을 이용한 실내 위치기반 서비스를 설계하고자 한다.

### 2.3 아두이노(Arduino)

아두이노는 오픈소스로 개발되어진 저사양의 마이크로컨트롤러 보드로서 전문가뿐만 아니라 일반인 누구나 자신의 아이디어를 제작 가능하게 만들어 제품화할 수 있는 오픈소스(IDE)를 지향하는 전자 플랫폼이다[10].

마이크로컨트롤러란 입출력 모듈과 마이크로프로세서를 하나의 칩으로 만들어 특정 기능을 수행할 수 있도록 하는 작은 컴퓨터라 할 수 있다.

아두이노는 Linux, Mac OS, Windows 등 다양한 운영체제에서 작동이 가능하고, 프로그래밍 개발 환경이 단순하여 초보자에게는 쉬운 접근성을 제공하고, 고급자에게는 다양한 라이브러리를 제공하여 보다 획기적인 아이디어 도출을 유도한다.

저비용을 투자해 다양한 스위치나 센서로부터 입력값을 받아 다양한 기능을 하는 제품을 생산할 수 있는 장점이 있다.

### III. 수액 모니터링 단말기 제안

본 장에서는 환자의 위치와 수액의 수위를 파악하기 위한 방법으로 능동형 RFID를 이용한 실내 위치 기반 서비스를 제안 한다.

수액은 일반적으로 위치에너지를 이용하여 투여하므로 투여 시간에 따라 위에서 아래로 수위가 변화하게 된다.

수위의 센싱 방법으로는 수액의 외부에 비접촉식 수위센서를 도입하는 방식과 수액의 내부에 소형 수위 센서를 도입하는 방식이 존재한다.

병에 수액이 들어있는 경우 외부에서의 비접촉식 센서의 사용이 가능하지만 수액의 포장 재질과 형태가 매우 다양하기 때문에 수액 외부에서의 비접촉식 수위센서를 이용하는 방안은 효율적이지 못하다고 판단하여 수액의 내부에 수위 센서를 도입하는 방식을 적용하는 것이 효율적이라 판단된다.

또한 각각의 수액에 단말기 전체를 고정하여야 한다면 그 비용 또한 적지 않을 것이고 필요 이상의 자원이 소모될 것이다. 그렇기 때문에 수액의 내부에는 최소한의 수위측정 장치만을 삽입하고 나머지 배터리, RFID 시스템 등은 교체 가능하게 설계 되어야 할 것이다.

첫 번째 제안 내용은 수액 내부에 그림 3과 같은 가장 간단한 장치만을 추가하고 수위를 파악한 다음 3개의 RFID 태그를 이용하여 고, 중, 저 수위를 판단하고 그림 4와 같이 해당 수위에 맞는 능동형 RFID에 전원을 공급하는 방식으로 리더기는 상황에 맞는 능동형 RFID의 신호만을 전송받아 수액의 수위와 환자의 해당 위치를 파악하는 방식이다.

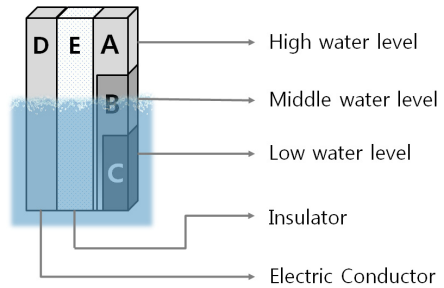


그림 3. 수액 내부의 수위 검출 방식

Fig. 3 Detection scheme the water level of the internal linger

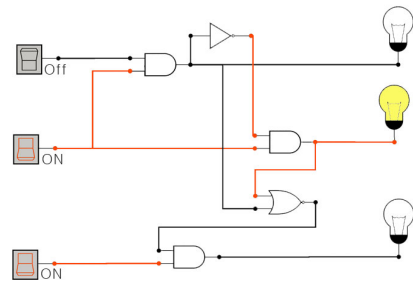


그림 4. 수액 모니터링 단말기 논리회로도

Fig. 4 Logic circuit diagram of linger monitoring Client

이와 같은 방식은 하나의 수액에 3개의 능동형 RFID를 적용하여야 하므로 비용이 높아질 뿐만 아니라 시스템이 복잡해지고 수액의 대략적인 수위만을 판단할 수 있으며, 시스템에 3개의 RFID Tag의 값을 시스템에 등록하여 데이터 처리를 하여야 하므로 수액 처리에 있어서 의료진의 관리 포인트가 많아지는 단점이 있을 것으로 예상된다.

두 번째 제안 내용은 하나의 능동형 RFID 태그를 이용하여 환자의 위치를 파악하고 해당 태그의 값과 수위센서의 측정 값을 토대로 해당 환자의 수액 수위를 모니터링 하는 방식이다.

이와 같은 방식은 각각의 수액에 모니터링을 위한 수위센서가 적용되어야 하는 단점이 있지만, 하나의 RFID 태그를 이용하기 때문에 시스템이 단순하고 센서를 이용한 정확한 값을 제공받을 수 있어 신뢰성 있는 모니터링 시스템이 될 수 있을 것으로 예상된다.

#### IV. 수액 모니터링 단말기 설계 및 구현

III장에서 제안한 수액 모니터링 제안 중 두 번째 제안인 아두이노에 수위센서와 능동형 RFID를 결합한 형태로 수액 모니터링 단말기를 설계하고자 한다. 아두이노에 전원이 인가되면 능동형 RFID에 전원이 인가되어 능동형 RFID 태그의 신호를 송출하게 되고 초록색 LED가 발광하게 된다.

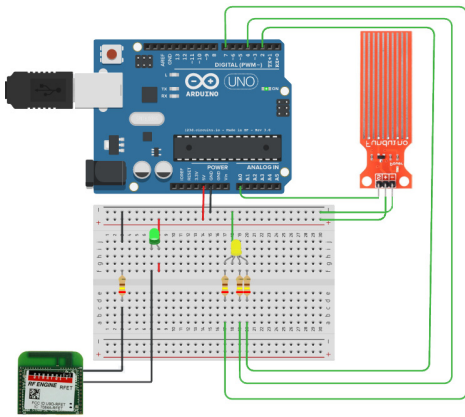


그림 5. 아두이노를 이용한 회로 설계  
Fig. 5 Circuit design using Arduino

이 상태에서 수위센서의 아날로그 형식으로 제공되는 수위 센서의 값을 아두이노가 수신하여 수위에 따라 삼색 LED의 색상이 초록, 노랑, 빨강의 순서로 변화하여 수액을 투여 받고 있는 환자 및 보호자에게 어두운 공간에서도 LED의 색을 이용하여 수액의 수위를 확인할 수 있도록 한다.

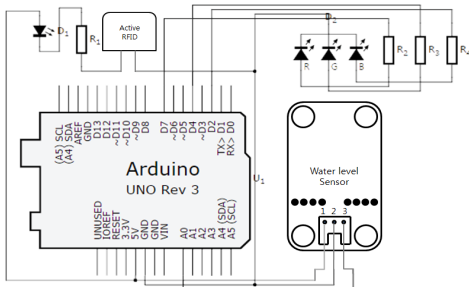


그림 6. 전자회로 설계  
Fig. 6 Electronic circuit design

또한 수액의 수위 데이터를 RFID 태그 값과 함께 간호사 스테이션 및 관리 담당자에게 제공함으로써 각 환자별 수액의 수위를 실시간으로 파악할 수 있다.

수액 투여 및 제거를 위한 환자의 위치파악을 위해서 II장의 실내 위치기반 서비스에서 기술한 것과 같이 각 위치에 리더기를 설치하고 단말기에 능동형 RFID를 적용하여 능동 RFID의 신호를 이용하는 방식으로 업무의 특성상 환자의 위치를 정확하게 파악할 필요성 보다 특정 범위에 환자가 위치하는지 파악할 수 있게 시스템 하여야 하기 때문에 하나의 해당 리더기에서 태그의 값을 수신할 경우 해당 위치에 환자가 위치하여 있는 것으로 인식하고 2개 이상의 리더기에서 태그의 값이 수신 될 경우 리더기의 수신지역이 겹치는 위치에 환자가 위치하고 있다고 예상하여 환자의 위치를 쉽게 파악할 수 있게 한다.

#### V. 결 론

본 논문에서 제시한 위치기반서비스를 활용한 효율적인 수액 모니터링 시스템은 수액의 모니터링 단말기를 이용하여 몸과 마음에 고통을 받고 있는 환자 및 보호자에게 수액과 관련해서 조금이나마 신경 쓰지 않게 하고 의료진에게 중복된 수액확인 행위를 중단할 수 있게 하여 의료 인력낭비를 줄이고 의료 서비스의 질을 높일 수 있을 것으로 기대한다.

본 논문에서는 아두이노를 활용한 단말기를 설계 및 구현 하였다. 앞으로 본 논문에서 구현한 단말기를 바탕으로 실제 위치기반 수액 모니터링 시스템을 구축하고자 한다.

또한 이 단말기를 실용화하기 위해서는 단말기의 크기를 대폭 줄여 소형화 할 필요성이 있다. 단말기를 소형화 하고 센서부와 회로부, 전원부를 분리 적용하여 센서부와 회로부의 결합으로 단말기를 사용하는 방식으로 1회용으로 사용되는 수액의 특성상 수액에 삽입되는 센서부를 최저금액으로 구현하여야 할 것이다. 아두이노는 오픈소스를 지향하기 때문에 소형화 작업은 충분히 가능할 것으로 생각되며 RFID 리더기 또한 아두이노를 활용하여 구현함으로써 수액 모니터링 시스템에서 더 나아가 의료사물인터넷에 적용할 수 있는 시스템 등의 확장된 연구가 필요할 것이다.

## References

- [1] D. Yim, S. Kim, S. Lee, J. Song, S. Yim, and M. Kim, "Development of Automatic Ringer Injection System," *Proc. of The Korean Society of Mechanical Engineers Conf.*, vol. 2009, no. 11, Yongpyong, Korea, Nov. 2009, pp. 2039-2044.
- [2] J. Gu, J. Shin, and S. Hong, "Development of Automatic Detection and Monitoring System for the Injection," *Kyungpook National Univ. Sensor Technology Research Center Annual Report*, vol. 1994, 1994, pp. 335-344.
- [3] T. Kim and S. Hwang, "Construction Materials Management System Based on Location Information Using UHF RFID," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 9, 2015, pp. 1027-1032.
- [4] H. Lee and S. Hwang, "High-Tag anti-collision algorithm to improve the efficiency of tag Identification in Active RFID System," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 2, 2012, pp. 235-242.
- [5] S. Lee and T. Cho, "Design of digital Logic for Passive RFID(Type B) Tag," *Proc. of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society Fall Conf.*, vol. 2006, no. 1, Yeosu, S. Korea,, May. 2006, pp. 453-456.
- [6] J. Shin and S. Hwang, "Design of RFID Packaging for Construction Materials," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 6, 2013, pp. 923-931.
- [7] S. Kim and H. Kim, "A study on Indoor Positioning System Based RFID for LBS," *Proc. of The Korea Information Science Society Conf.*, vol. 38, no. 1D, Gyeongju, Korea, June 2011, pp. 48-49.
- [8] J. Yu and S. Park, "Issue and standardization of the indoor location based services," *J. of the Korea Institute of Communication Sciences*, vol. 32, no. 2, 2015, pp. 74-80.
- [9] C. Yun and J. So, "An indoor localization & navigation system using Bluetooth beacons," *Proc. of The Korea Information Science Society Conf.*, vol. 2015, no. 1, Jeongseon, Korea, Jan. 2015, pp. 265-266.
- [10] S. Park, C. Hwang, and D. Park, "Internet of Things(IoT) ON system implementation with

minimal Arduino based appliances standby power using a smartphone alarm in the environment," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 10, no. 10, 2015, pp. 1175-1181.

## 저자 소개



### 이호승(Hyo-Seung Lee)

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

2014년 ~현재 순천대학교 컴퓨터과학과 박사과정  
※ 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