

# ISM 소출력 무선통신을 이용한 수액세트 감시 시스템 개발에 관한 연구

조영석<sup>o</sup>

<sup>o</sup>극동정보대학 컴퓨터 정보과

e-mail : yscho@kdc.ac.kr

## A study on IV-set Monitoring System Development using by ISM Band

youngseok cho<sup>o</sup>

<sup>o</sup>Dept. of Computer information, Keukdong College

### ● 요 약 ●

본 연구에서는 ISM 밴드 소출력 무선 통신을 이용한 수액세트 감시시스템 개발에 대하여 연구하였다. 사회가 발전하면서 복지 수요가 증가되고 있으며 특히 의료 서비스에 대한 수요의 증가가 예상되고 있다. 유비쿼터스를 이용한 각종 의료장비들이 개발되고 있다. 본 논문에서는 병원의 응급실이나 중환자실과 같이 수액공급시 수액의 주입여부, 종료여부를 감시하는 수액세트 자동 감시시스템을 개발하고자 한다.

수액세트 감시장치는 센서부와 수신부로 구성되며, 센서부는 수액 백으로부터 수액이 공급중인지 여부를 검출하고 검출된 신호를 처리한 후 447MHz ISM 밴드의 무선주파수를 이용하여 중앙통제실로 전송한다. 센서부는 동전형 리튬전지를 이용하여 3개월 사용하도록 설계 구현하였고 실내에서최대 65m까지 전송이 가능하였다. 수신부는 센서부에서 전송된 데이터를 표시하는기능을 한다.

키워드: 수액세트, 감시시스템, 유비쿼터스, ISM밴드, 특정소출력 무선통신

### 1. 서론

현대 사회는 유무선 통신 기술의 발전과 더불어 모든 정보화기가 통합되는 컨버전스와 시간과 장소에 제약없이 원하는 정보를 얻을 수 있는 유비쿼터스 시대로 발전하고 있다. 이러한 유비쿼터스 환경은 인간의 삶의 질 향상에 관한 관심이 증대되어 의료분야, 복지 분야, 환경 분야에 대한 유비쿼터스 기술적용이 현실화되고 있다.[1].

특히 다양한 센서를 이용하는 유비쿼터스 기술의 한 분야인 무선 센서네트워크(USN : Ubiquitous Sensor Network)는 생태계 감시, 지진, 대기 및 해양 감시, 물류, 의료장비 분야에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

한편 복지에 대한 수요 증진과 인구 고령화로 의료에 대한 서비스가 증가되고, 농어촌이나 노령자와 독거노인에 대한 사회적 관심 증가로 인하여 더 의료 서비스 요구가 증가하고 있다[2][3]. 이러한 요구에 따라 유비쿼터스 기술을 서비스는 독거노인에 대한 자동감시, 어린이 보호, 등의 분야에 이미 적용되고 있다. 현재 중환자실이나 응급실의 경우 소수의 인원이 신속한 처치가 요구되는 곳이라 할 수 있다. 많은 환자들이 처치와 약물공급을 위하여 장치

간에 걸쳐 수액을 공급하는 경우가 빈번히 발생된다. 이러한 경우 소수의 간호사로 운영되는 중환자실이나 응급실의 경우 수액공급이 종료되더라도 즉시 수액을 추가 투입하거나 제거하는 등에 대한 처치가 신속하게 이루어지기 어려운 것이 현실이다. 따라서 수액의 공급이나 종료여부 또는 기타 환자의 처치상황에 대한 정보를 알려주는 의료용 센서네트워크를 개발이 요구된다[4][5][6].

본 연구에서는 ISM 소출력 무선통신을 이용한 수액세트 감시 시스템 개발에 관한 연구하고자 한다.

수액세트 감시 시스템의 요구사항을 살펴보면 크게 센서부와 수신부로 구성되며, 센서부는 현재 수액의 상황을 정확히 검출할 수 있는 검출부와 검출된 신호를 무선으로 전송하기위한 송신부 그리고 신호의 처리 및 제어기능을 담당할 제어부가 필요하다. 또한 수신부는 RF장치를 통하여 센서부에서 전송된 수액의 상태를 표시하고, 수신정보를 저장하거나 전송할 수 있는 기능을 가진다. 본 연구에서는 정확한 수액진행상황을 검출하고, 최소한의 전력을 사용하여 수액세트 감시시스템 운영할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다. 2장에서는 수액세트의 구성과 수액 검출부 및 무선통신 방식 대하여 논하였고, 제 3장에서는 시스템 구현에 대하여, 4장에서 결론으로 구성 하였다.

## II. 수액세트의 구성

### 1. 수액세트의 구성

수액이란 혈관에 주입하기위한 생리식염수를 말하며 각종 약품이나 포도당을 주사하기위하여 사용된다. 일반적인 수액세트의 구성은 그림 1과 같다.

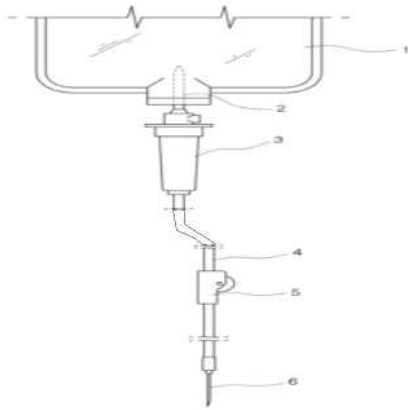


그림 1. 수액세트의 구성

그림 1에서 (1)은 링거용기이고, (2)는 링거용기에 삽입하여 수액을 공급받기위한 삽입봉이며, (3)은 수액의 투여상태를 확인하기위한 수액 확인용기이다. 또한 (4)는 수액 공급호스로서 수액을 공급하며,(5)는 수액량을 조절하기 위한 수액 조절구이며, (6)은 환자의 체내에 삽입되어 수액을 투여하기 위한 주사 바늘이라고 한다.

수액의 공급 상태는 환자 본인이나 간호사가 수액확인용기를 통하여 떨어지는 수액방울을 확인한다. 만약 수액이 떨어지면 수액세트를 제거하거나 새로운 수액을 공급하여야 한다. 만약 조치를 취하지 않으면 혈액이 역류하여 주사 바늘이 막히는 등 문제가 발생하게 되며 특히 환자에게는 큰 문제를 발생될 수 있다. 따라서 수액의 공급이 종료되는 시점의 파악이 중요하다.

### 2. 수액 검출부

수액의 종료의 검사는 수액공급 호스상에 수액이 존재여부를 확인하는 것으로 일반적으로 파이프 내에 물체유무를 판별하는 방법이 이용된다. 대표적인 방법으로 초음파를 이용하는 방법, 적외선이나 자외선을 이용하는 방법, 기계적인 원리를 이용하는 방법 등이 있다.

이들 방법 중 적외선이나 자외선에 의한 검출방법은 일부 약제가 광선에 반응기 때문에 수액시스템에 적용하기 어려우며, 초음파를 이용하는 경우 장시간 동안 수액이 공급된다는 점을 고려하면 휴대용 수액 검출 시스템에 사용하기에는 전력소비가 많은 단점이 있다. 본 연구에서는 기계적으로 접점이 ON/OFF 되어 수액의 진행 상태를 확인하는 구조를 이용하여 수액 진행여부를 검출하고자 하며, 검출부의 이름을 볼록부라고 정하였고 그림 2와 같다.

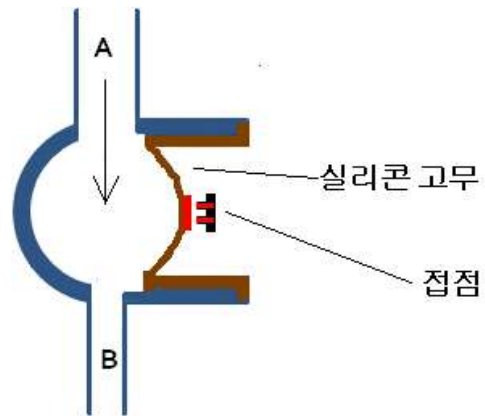


그림 2. 수액세트의 검출부

수액이 A에서 B 방향으로 흐르면 실리콘 고무가 중력에 의하여 바깥쪽으로 팽창하여 접점이 on 되고 수액이 모두 공급되면 접점이 떨어져 off 되는 구조를 이용한다. 본 연구에서 이용하는 기계적인 방식의 수액검출방식은 기계적인 접점을 이용하기 때문에 채터링 현상이 발생할 수 있는 단점이 있다.

### 3. 무선 통신부

현재 ISM밴드로 특정 소출력 무선통신용으로 지정된 주파수는 여러 종류가 있으나 본 연구에서는 447MHz 대역을 이용하고자 한다. 이주파수는 10mW이하의 전력으로 통신이 가능하며, 변조 7.5Khz의 대역폭을 차지하며 F1D/F2D 여러 채널을 이용한 통신이 가능하다. 또한 도달거리가 멀기 때문에 대형 병원의 입원실에서 사용이 가능하다. 표 2는 통신방식별 전송거리, 사용주파수, 용도 등을 요약한 것 이다.

표 1. 통신방식별 특성요약

| 구분        | 지그비                     | 블루투스            | 무선랜               | CDMA             | ISM밴드 (특정소출력)              |
|-----------|-------------------------|-----------------|-------------------|------------------|----------------------------|
| 주파수       | 896/915 MHz<br>2.4GHz   | 2.4GHz          | 2.4GHz            | 2.4GHz           | 424MHz<br>433MHz<br>447MHz |
| 전송거리 (실내) | 100m이내 (10m이내)          | 100m (10m)      | 100m이내 (10m이내)    | 100m (30-50)     | 수백m (50-100m)              |
| 전송속도      | 250Kbps                 | 1M/2M bps       | 54M/135 Mbps      | 15Mbps<br>60Mbps | 수 Kbps                     |
| 소비전류      | 수십mA                    | 수십mA            | 수십-수백mA           | 수십mA             | 수-수십mA                     |
| 주파수 전이    | 가능                      | 가능              | 가능                | 가능               | 가능                         |
| 용도        | 홀네트워크<br>저속데이터<br>감시데이터 | 데이터<br>음성<br>전송 | 데이터<br>음성<br>영상전송 | 데이터<br>음성전송      | 홀네트워크<br>저속데이터<br>제어/감시    |

### III. 수액 감시 시스템의 구현 및 성능평가

수액 감시시스템은 센서부와 수신부로 구성되며 센서부는 검출부, 송신부, 제어부로 구성되며 그림 3과 같다.



그림 3. 센서부의 구성.

센서부는 PVC 몸체에 박막의 실리콘 고무를 이용하여 제작하였고 실리콘 고무의 돌기부분에 전극을 부착하였다. 그림 4는 구현된 센서부이고 그림 5에 수액세트에 장착된 센서부를 보였다.



그림 4. 구현된 센서부의 예

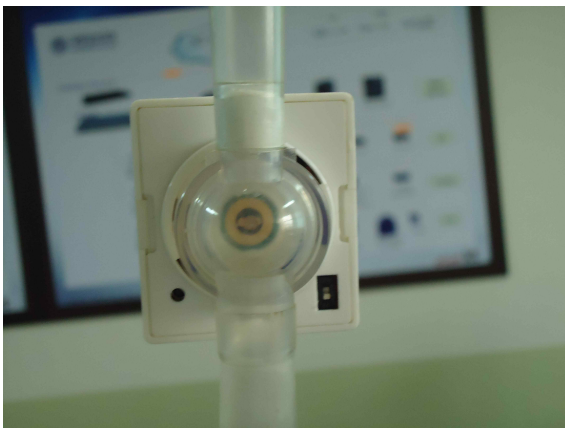


그림 5. 수액세트에 장착된 센서부(블록부)

센서부의 동작 다이어그램은 그림 6과 같다.

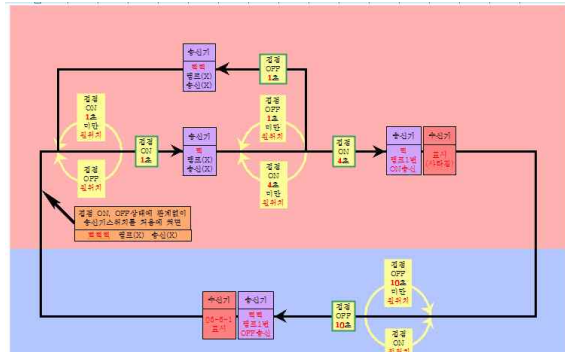


그림 6. 센서부 동작 다이어그램

센서부의 제어시스템은 Atmel ATmega32를 이용하였고, 송신부는 447MHz대역용으로 개발된 TI사의 CC1070이 이용하였다. 또한 센서부의 전원은 CR2450 형식의 560mAh의 리튬이온 전지를 이용하였다. 그림 7은 센서부의 내부를 보이고 있다.



그림 7. 센서부의 내부

수신부는 무선통신부, 제어부, 표시부 키보드부 등으로 구성되며 그림 8과 같다.



그림 8. 수액감시시스템의 수신부 구성

그림 9에서 제작된 수액감시 시스템의 수신부를 보였다.



그림 9. 제작된 수신부.

수신부는 제어부는 ATIMAGE128를 이용하였고, RF부는 CC1020을 사용하였다. 표시장치는 7-Seg를이용하였다. 수액세트 감시장치의 제어 프로그램은 Codevision 으로 작성되었다.

제작된 수액세트 감시 시스템에 대한 통신실험과 도달거리 실험을 수행하였다. 센서부에서는 변형된 loop 안테나를 이용하였고, 수신부에서는 로드 안테나를 사용하여 병원의 병실에서 도달 거리 측정 결과 최대 65m까지 사용가능하였다. 또한 센서부의 상태에 따른 소비전력을 측정한 결과 표3과 같다. 이는 1일 2회 수액의 상태가 변할 경우 약 3개월을 사용할 수 있을 것으로 계산 되었다.

표 2. 수액세트 센서부의 소비전류

| 상태   | 소모전류         |
|------|--------------|
| 슬립모드 | 0.01 $\mu$ A |
| 접점ON | 8 mA         |
| 송신시  | 38 mA        |

또한 수액 접점 ON/ OFF데이터 전송결과 8.4%와 10%의 전송 실패율이 관측되었으나, 전송회수를 동일데이터를 두 번 전송 처리하여 모든 신호를 송수신 가능하였다.

#### IV. 결론

본 연구에서는 ISM 밴드인 447MHz 대역의 특정소출력 무선 주파수를 이용하여 수액 감시시스템을 설계 구현하였다.

수액의 진행 상태는 기계적인 방법인 접점을 이용하여 검출하였으며, 무선주파수를 이용하여 수신기로 전송한다. 실험결과 실내에서 65m까지 통신이 가능함을 확인하였고, CR2450타입의 3V 리튬전지를 이용할 경우 3개월 정도 사용이 가능함을 확인할 수 있었다.

본 수액감시 시스템은 의료용 장비로서 쌍방향 통신 방식을 이용하여 신뢰성을 높이는 연구와 센서부의 건전지 동작시간을 늘리는 연구가 계속되어야 할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 채승기의 “유비쿼터스 환경의 사회안전망 시스템 U-119”, 2007년 한국정보처리학회 추계학술발표대회 논문집 제14권 제2호
- [2] 황인문 유남현 손철수 김원중, “유비쿼터스 환경에서 독거 노인을 위한 위험감지 및 통보 시스템에 관한 연구”, 한국정보처리학회 2007년 추계학술대회, VOL14 NO.02 PP.0880-0888
- [3] 장호, 이명섭, 전우상, “유비쿼터스 센서 네트워크의 매체 접근 제어 기법에 대한 개선 방안”, 한국정보처리학회, 2009, Vol.16, No.3, pp373-382.
- [4] 김종완, 오덕신, 김기천, “유비쿼터스 컴퓨팅에서 RFID 태그 추적을 위한 태그 궤적 생성 기법”, 한국 정보 처리학회 논문지 D, Vol.16, No.1, pp 1-10.
- [5] 채승기, “유비쿼터스 환경에서의 병원전 단계 원격화상응급처치시스템”, 한국 경영학회 통합 학술 대회, Vol.2009, No. 0, pp1-4
- [6] 최병하, 김규철, “해상추락 인명구조용 무선시스템에 관한 연구”, 한국항해학회 논문지 제6권 제1호 2002년 6, pp62-68