

# RF 모듈을 활용한 노약자 및 장애인을 위한 무선 배변 경보기 정보통신 기술

양윤기, 이용찬, 장희주, 호상현  
수원대학교 정보통신공학과

ygyang@suwon.ac.kr, lee019427@suwon.ac.kr, heejoo1017@suwon.ac.kr,  
hosh0943@nate.com

## Wireless defecation alarm for the elderly and the disabled person using RF module

Yoon-Gi Yang, Yong-Chan Lee, Hee-Joo Jang, Sang-Hyun Ho  
Department of Information and Communication Engineering

The University of Suwon.

### 요 약

Changing diapers for the infants, disabled or elderly person is one of the disgusting and tedious tasks. Most of the people take much time to find the appropriate time for the changing diaper, that is, people frequently touching diaper to detect moisture or other biological materials extracted by infants or patients. To alleviate the labor associate with detecting diapers, we have introduced a novel automatic diaper detecting devices that can alert the guardians. The proposed device has a electric moisture sensing schemes which have much simple and low cost device. Also, the RF (radio frequency) device is attached to the sensing device, sending RF signal to the main receiver. Thus, with the main receivers, the guardians can detect the optimal time that the diapers should be changed. The main receivers are composed of very low cost 8-bit micro-processor <sup>1</sup>

### I. 서 론

본 논문에서는 최근에 영유아 관리와 노령인구의 증가에 따라, 물리적으로 취약한 인간의 기본 생리활동인 대/소변의 관리에 따른 비용이 크게 증대되고 있다. 현재 전통적인 방법으로 기저귀를 가는 방식은, 보호자가 환자의 상태를 알 수 없으므로, 주기적으로 유아나 환자의 기저귀를 손으로 만져서 소변 유무를 측정하거나, 대변의 경우 냄새 유무를 가려서, 교환하는 방식이다. 그런데, 이 경우 환자의 배변과 동시에 이를 검출하기에도 어려울 뿐 아니라, 자주 어린이나, 환자의 기저귀를 모니터링 해야 하므로 매우 힘든 노동과 비 생산적인 노동이 부수되게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서, 본 과제에서는 RF 태그를 활용한 배변 경보기를 통해, 거동이 불편한 노약자, 장애인의 대/소변을 효율적으로 관리하는데 그 의도가 있다.

기존에 이러한 문제를 해결하기 위하여 여러가지 시도가 있었으나, 아직 완성도가 높은 시스템이 소개되고 있지 않고 있고, 대부분 과거의 근거리 통신 기술 (PAN, personal area network)을 적용하여, 최신 무선통신 기술이 채용되고 있지 않다. 그래서, 본 연구에서는

최근에 급격히 발전한 IOT (internet of things) 기술을 이러한 문제에 적용하고 실험하여 추후에 상용화에 도움을 주는 연구를 진행하였다.

본 연구의 핵심은 상용화를 위해 본 연구의 의도에 적합한 저가의 습도 센서 (humidity sensor)를 실험을 통해 검증하고, 이를 최신의 저가이지만 훌륭한 8-bit 마이크로 프로세서를 사용하여, 매우 효율적인 시스템을 설계, 실험하는 것이다. 본 연구 결과, 매우 간단하면서도 효율적인 시제품을 제작할 수 있게 되었다.

### II. 무선 배변 경보기의 개요

본 논문에서 다음의 그림 1 에 무선 배변 경보기의 개요도가 제시되어 있다. 무선 경보기의 기저귀 부분에 일회용 기저귀에 클립으로 부착된 경보기 (사람의 경우 이에 대한 착용감을 고려하여 부드럽게 제작)에 배변 센서와 소형 RF 송출기가 embedded 되어있다.

그림에서 육각형에 해당하는 것이 main 수신기로 이것이 보호자가 항상 휴대하고 있는 소형 수신기이다. 우측 하단의 기저귀에서 대/소변의 현상이 발생되면, 센서에서 정해진 알고리즘에 의하여,

<sup>1</sup> Keyword : IOT, BIO-IT, RF-module

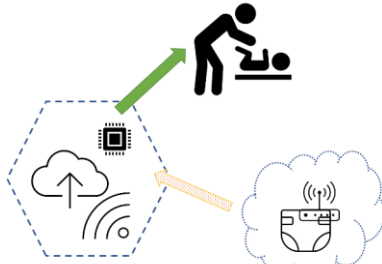


그림 1. 무선 배변 경보기 개요

센서값을 추출하고 이에 대한 센싱값을 좌측의 보호자의 무선 수신 모듈로 보내면, 보호자에 그 상황에 적절한 조치를 취하는 장치이다. 다음절에는 본 연구의 핵심인 센싱 기술에 대해서 소개하려 한다.

### III. 젖은 패드의 임피던스 측정을 통한 배변활동 감지

본 연구의 핵심은 저가의 방법으로, 일회용 패드에서 인간의 생리적 현상으로 발생된 오염물질의 발생을 빠르고 정확하게 검출하여 이를 무선으로 전자 기기에 전송하는 기술이라고 할 수 있다. 상용 시장에서 패드와 같은 tissue 형 물질의 습도 (humidity)를 검출하는 센서가 여러 개 알려져 있으나, 이 센서를 사용할 경우 소모품인 패드에 비 전문가가 일일이 센서를 부착하는 번거로움이 따르게 되고, 센서의 오염이 묻었을 경우 교체비용이 상당히 비싸고, 착용감 등에서도 불리할 것이라고 유추된다.

이러한 것을 고려해서, 본 연구에서는 종이와 유사한 물성을 갖는 패드에 생리적 액체가 스며 들었을 때, 서로 다른 두 지점의 전기적 저항 값의 변화가 있을 것이라는 추론을 근거로 인간의 배변활동을 감지하는 방식을 고안하게 되었다. 이러한 추론을 검증하기 위해서 실제 사용 패드에 여러가지 액체를 흡수시키고, 이경우 패드의 서로 다른 두 지점 사이의 임피던스를 측정하는 실험을 수행하였다. 이러한 내용이 다음의 그림 2, 3에 제시되어 있다.

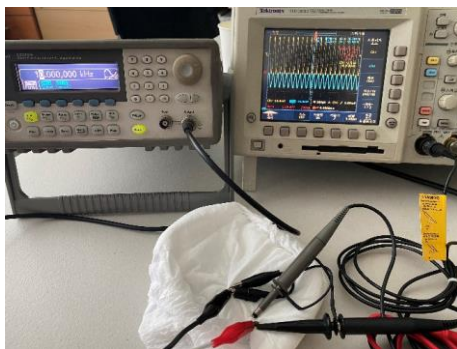


그림 2. 패드의 임피던스 측정

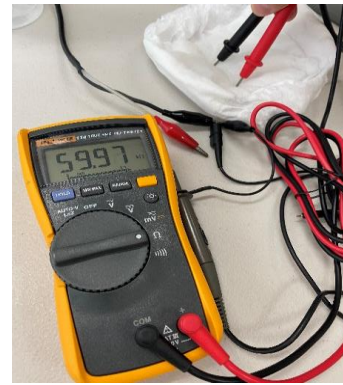


그림 3. 패드의 저항값 측정

위 실험그림은 상용 패드에 물, 이온 음료 등 여러가지 액체의 농도를 바꾸고 각각 물질의 두 포인트에서의 저항값과, 입력 주파수에 따른 임피던스를 측정하는 그림이다. 실험에서 고려된 점은 다음과 같다.

- 패드의 물성에 대한 차이점 (예, 제품의 성분, tissue의 물성)
- 액체의 농도에 따른 임피던스 변화
- 패드의 흡수성에 따른 임피던스의 변화
- 두 측정 지점의 거리 (예, 5mm, 10mm 등)
- 입력신호의 주파수에 따른 임피던스 감쇄특성

본 실험에서는 이러한 다양한 경우에 대한 데이터를 수집하였으며, 이를 근거로 실제 배변활동에 따른 패드의 두 지점사이의 임피던스 변화를 관찰하였다. 다음의 차트에 30mm x 30mm (약 10cm<sup>2</sup>의) 패드에 액체 5cc, 10cc, 15cc의 액체를 부었을 경우, 패드의 거리 5mm ~ 30mm 사이 두 지점 간의 측정 저항 값이 제시되어 있다.

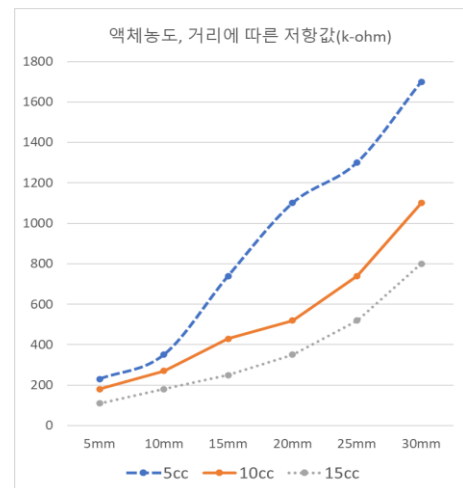


그림 4. 액체 농도와 거리 변화에 따른 저항값 변화

측정 실험결과를 보면 두 지점 사이의 거리가 15mm 일 경우 액체의 농도에 따라서 약 300~800 K $\Omega$  정도 인 것을 알 수 있다. 또 다른 실험에서는 주파수에 따른 저항값, 즉 임피던스를 오염물의 저항값을 구해보았는데, 10KHz ~ 10KHz 범위에서는 큰 변화가 감지되지 못했다. 본 연구에서는 위와 같은 논거를 근거로 시스템을 설계하고 구현하였는데 자세한 내용은 다음절에서 제시한다.

#### IV. 개발된 시스템의 구성도

##### 4.1 본 시스템의 전체 블록 선도

다음의 그림에 본 연구에서 설계 제작한 전체 블록선도가 제시되어 있다.

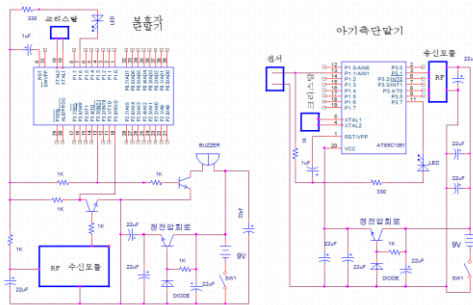


그림 5. RF 통신 모듈을 사용한 블록선도

해당 기기는 목적 상 가급적 작게 만드는데 의미가 있어 MCU 와 건전지 모두 작은 사이즈로 선택하였고 정전압회로를 통해 5V 에 가까운 전압을 넣어준다.

##### 4.2 RF 통신

RF 통신은 일반적으로 30KHz 에서 300GHz 의 통신 주파수 대역을 가진다. RF 통신에선 디지털 신호를 전파에 실어 송신하는데 전파에 전달 기법에는 크게 ASK(Amplitude Shift Keying)와 PWM(Pulse Width Modulation) 등과 같은 기법을 사용한다. IR 통신과 간단히 비교하면 RF 통신은 IR 통신에 비해 더 멀리까지 신호를 전달할 수 있다. 두번째로 RF 통신은 송신기와 수신기 사이 장애물이 있어도 통신이 가능하다. 세번째는 RF 통신은 특정 주파수 대역을 사용하기 때문에 간섭의 영향이 낮다.

##### 4.3 메인 수신기

다음의 그림에 본 연구에서 설계 제작한 하드웨어가 제시되어 있다.

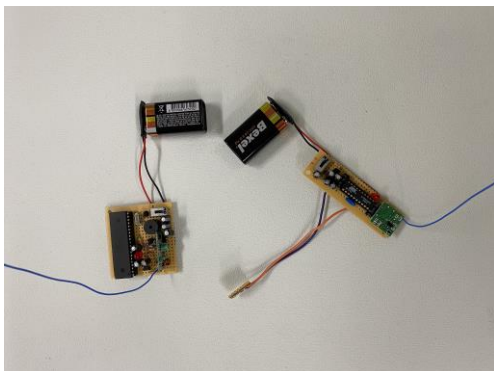


그림 6. 최종 설계한 하드웨어

하드웨어는 보호자측 단말기 (좌측), 아기측 단말기 (우측) 두가지로 구성되어 센서에 수분이 측정 시 두 단자가 쇼트 되어 RF 모듈을 통해 신호를 전달한다.

신호를 받으면 버저와 LED 를 통해 보호자가 확인할 수 있도록 알림을 준다. 일반적인 경우 평균적으로 10m 이상 떨어진 거리에서도 송/수신이 가능하다.

#### V. 결론 및 향후 연구 방향

배변문제는 노약자 및 영유아의 건강과 밀접한 관련이 있으나, 이를 즉각적으로 조치하기 위해 간병인이 항상 곁에 있어야하는 등 번거로움과 피보호자 입장에서 사생활 침해되는 문제가 발생한다. 이를 즉각적인 피드백을 통해 생활하는 공간에서 효율적으로 피보호자의 청결을 관리할 수 있으며, 착용자가 직접 배변 활동을 알리는 것에 대한 심리적 부담을 줄일 수 있다. 본 연구에서는 사용화를 위한 저가의 배변 자동화 장치를 고안하였으며, 실제 실증 시험을 통해 여러 유용한 데이터를 얻어서 추후에 실제 개발품의 개발 과정에 아주 유용하게 사용될 수 있을 것이라고 기대된다.

추후의 연구주제로는 배변 센서에 대한 개선이 요구된다. 보다 정밀한 기저귀의 물성과 접촉 저항 등에 대한 세밀한 연구가 본 연구에서 시도되지 못했다. 이러한 연구는 BIO-IT 의 한 축으로 앞으로 많은 각광을 받을 것으로 기대 된다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 임정원, “무선 배변 배뇨 경보기”, 대한민국특허청 자료, August 2011.
- [2] Stan Gibilisco, Simon Monk, IT CookBook, 전기전자공학 개론, 한빛 미디어, 2017.
- [3] <https://forum.hobbycomponents.com/viewtopic.php?>