

<https://doi.org/10.7236/IIBC.2017.17.3.183>

IIBC 2017-3-22

SAW 태그를 이용한 재택환자 종합관리시스템 구현

Implementaion of Home Healthcare System for a Patient using SAW Tag

송재철*

Jai-Chul Song*

요 약 본 논문은 SAW태그를 이용하여 환자의 위치를 파악하고, 바이오 센서를 활용하여 재택환자의 상태를 집안의 사람들에게 쉽게 전달하며, 위급상황에 대처가능한 시스템의 개발에 관한 것이다. 일반적으로 집안에서 환자가 가장 많이 다치는 장소는 화장실이고, 개인의 프라이버시가 지켜져야 하는 점과 환자의 상태를 확인하고 위급시 대처해야 하는 부분이 첨예하게 대립하는 지점이므로, 개인의 프라이버시를 지키면서 재택환자의 상태를 모니터링가능한 방법을 고안하였고, 관련 시스템을 제안한다. 또한 SAW 태그를 이용하여 사용자의 위치도 확인가능한 위치 확인 시스템도 연동할 수 있도록 제안하였다. SAW태그는 송신기에서 오는 전파를 그대로 전송하며 자신의 고유 아이디를 전달할 수 있어 3차원 위치 측정에 유용하고, 이를 사용자의 의복에 부착할 경우 입체적인 위치를 측정할 수 있어 생체신호와 같이 정보를 전달할 경우 요양원 같이 많은 환자를 관리하는 종합적인 환자관리 시스템으로 활용이 가능한 장점이 있다. 본 연구에서는 상기의 상태 및 위치 측정 시스템을 구현하여 정상적으로 구동되는 것을 확인하였다.

Abstract This paper is for the a study on home healthcare system for a patient using SAW Tag. This system is useful when there's a patient in home. Many patients are wounded in restroom. But restroom is very private place and nobody want to be disturbed here. The place where the patient is most injured in the house is the toilet, and it is the point where the privacy of the individual should be kept and the patient's condition should be checked and cope with in case of emergency. And using saw tag, we can calculate position and ID through reflected rf signal. Therefore we propose a general home healthcare system. The management system utilized a seat bed system to monitor at-home patients. The system mounts a bio-signal measuring unit on a toilet seat, measures a bio-signal from the bio-signal measuring unit, and the measured bio-signal is transmitted to the main server through the user's smart phone. With proposed system, we can expand operation area to silver town where many patients are cared. In this paper we developed sensor system and saw tag positioning system and showed the result.

Key Words : Home healthcare, SAW Tag, position, sensor, patient, management system

I. 서 론

고령화 사회로 변화하면서 고령환자에 대한 관리 및 보호시스템에 대한 수요가 지속적으로 증가하고 있다.

이와 관련하여 많은 연구가 진행되고 있고, 많은 제품들도 많이 출시되고 있는 상황이다. 출시 제품들은 주로 집에서 환자를 보호할 수 있도록 배변 및 목욕을 쉽게 해주는 제품들로, 항상 보호자가 있는 경우에 초점을 맞춰서

*정회원, 인덕대학교 정보통신과

접수일자: 2017년 4월 19일, 수정완료: 2017년 5월 19일

게재확정일자: 2017년 6월 9일

Received: 19 April, 2017 / Revised: 19 May, 2017 /

Accepted: 9 June, 2017

*Corresponding Author: jcsong@induk.ac.kr

Dept. of Information and Communication Eng., Induk University, Korea

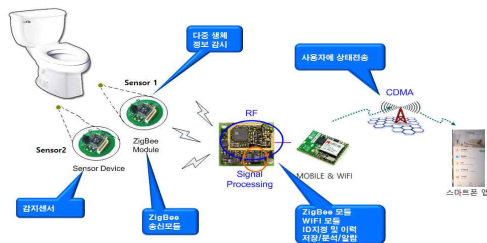
개발되고 있어, 보호자가 출타하거나 잠시 자리를 비운 상황에 대처가능한 시스템이 부족한 상황이다.

본 논문에서는 집안에 기거하는 만성질환자들의 건강 상태를 모니터링을 하는 재택환자관리시스템을 제안하였다. 재택환자의 경우 기력이 약해진 상태에서 거동을 통해 기력을 회복하려고 하는데 이때 제일 문제되는 지점이 화장실의 이용이다. 기력이 부족한 상태에서 화장실을 이용할 때 가장 많이 부상을 입게되고, 회복을 더디게 만든다. 이런 이유로 환자의 상태를 지속적으로 측정하고 싶어하지만 화장실의 경우 개인의 프라이버시와 환자 보호에 대한 부분이 충돌하는 가장 민감한 장소여서, 환자의 프라이버시를 방해하지 않으면서 환자의 상태를 확인하는 방법에 대한 요구가 많다. 또한 규모가 있는 요양 시설에서 개개인의 상황을 체크하기 힘든 경우가 있는데, 이에 대응하는 시스템에 대한 요구도 증가하고 있어 종합관리시스템을 제안한다.

일반적으로 진행되는 연구는 환자가 생체신호 측정장치를 몸에 장착해야 하는 경우가 대부분이며, 이는 상당히 불편한 일이다. 또한, 집안에 생체신호를 취합하여 메인서버로 전송하기 위한 별도의 장치를 필요로 한다.

이런 연유로 사용자의 위치 파악이 가능하고, 화장실에서도 별도의 장치를 몸에 부착하지 않고서도, 환자의 의식하지 못하게 생체신호를 측정하기 위해, 생체신호 측정부를 변좌에 장착하여 생체신호를 취합하고, 관련 정보를 응급시 메인서버와 사용자 단말로 상태를 전송하는 종합관리시스템을 제안한다. 사용자의 위치는 소형 SAW태그를 이용하여 위치를 측정 가능하고, 시스템과의 연동을 통해 위치 및 상태 정보를 제공할 수 있어, 대형 요양 시설에도 사용할 수 있는 장점을 가진다.

II. 제안 시스템 설계



(a) 사용자 모니터링 시스템
(a) User Monitoring System



(b) 태그를 이용한 측위
(b) Position Measurement using Tag

그림 1. 제안 시스템 구성도
Fig. 1. Proposed System

제안시스템은 문제를 해결하기 위해, 그림 1과 같은 시스템을 제안하였다. 본 연구의 SAW태그를 이용한 위치측정기능이 강화된 재택환자 관리 시스템은, 화장실의 좌변기를 활용한 센서와 통신 모듈을 기본형태로 가진다. 이를 위해 심전도센서를 포함하는 생체신호 검출부를 포함하며, RFID태그 또는 지문검출부를 구비하여 현재의 사용자를 판단하고, 상기 사용자의 스마트폰과 페어링을 행하여 상태정보를 전송한다. 또한 SAW 태그를 이용하여 측정된 위치정보를 같이 메인서버로 전송하는 구조를 가지도록 설계하였으며, 24시간 사용자의 상태를 확인하고, 관리할 수 있도록 전송하게 하는 안정적인 시스템 구현에 집중하였고, 통신을 위한 프로토콜 스택과 알고리즘은 아래와 같다.

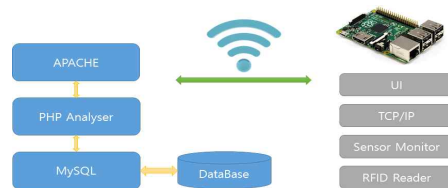


그림 2. 서버와 장비간 통신
Fig. 2. Server/Device Communication

‘단말기’는 접속 ID를 DB에 저장하고, 인증을 통해 로그인 한다. 로그인 한 후, 사용자 정보를 전송 할 수 있다. 사용자의 단말기로 RFID를 통해 사용자 인증을 수행하고 수행된 정보를 이용하여 DB에 저장되어 있는 사용자의 정보를 검색 및 확인할 수 있다. 서버와 단말기 간의

통신은 Wi-Fi 로 연결되어 서버와 단말기사이는 소켓을 이용하여 통신한다.

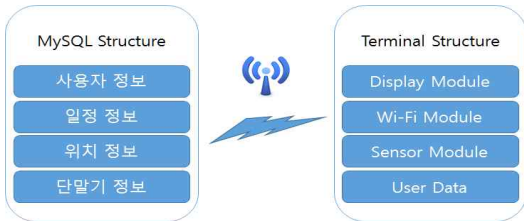


그림 3. 단말기와 데이터베이스 구조
 Fig. 3. Database Structure

데이터베이스에는 사용자 정보, 날짜별 이력, 사용자 위치 정보, 전송된 단말기 정보, 기타 사진과 같은 정보를 DB에 저장하고, 단말기는 디스플레이, 와이파이, 센서 모듈에 대한 정보를 가지고 있고, 필요시 서버로 전송하여 저장하는 구조로 되어 있다.

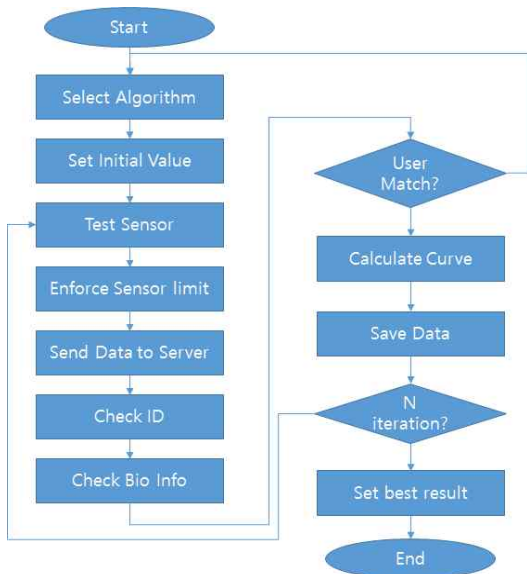


그림 4. 사용자 상태 점검 알고리즘
 Fig. 4. User Status Check Algorithm

단말기는 생체신호 검출부로부터 검출된 심전도 신호를 포함하는 생체신호를 받아들이고 생체신호에 포함된 노이즈데이터로부터 정확한 사용자 정보를 받아들이기 위해, 다중 데이터 수신 및 필터링을 통해 정보를 가공하여 정보의 정확성을 높이는 방식을 이용하였고, 그림 4에 알고리즘을 보였다.

SAW 디바이스는 그림 5 같은 구조를 가지고, 그림 6의 설계 값을 바탕으로 그림 7과 같이 제작되었다. 태그는 패턴을 통해 ID를 전송하도록 하며, 관리 시스템은 전파 전송 시간의 분석을 통해 4차원 위치 측정과 더불어 ID를 계산할 수 있도록 개발되었다.

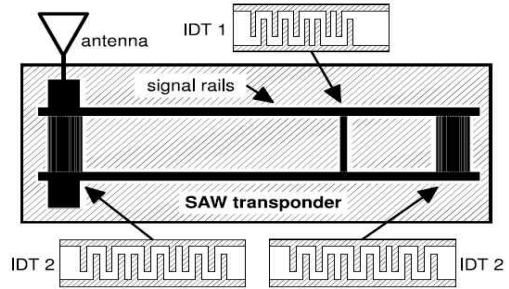


그림 5. SAW 디바이스 구조
 Fig. 5. SAW Device Structure

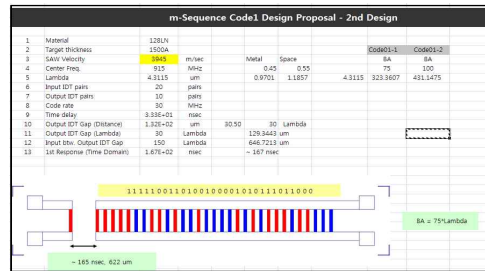


그림 6. SAW 태그 설계
 Fig. 6. SAW Tag Design

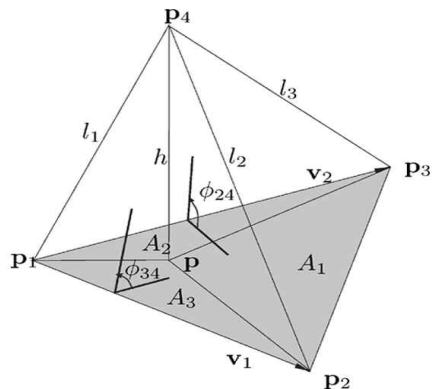


그림 7. P1, P2, P3이 위치한 공간상에서 P4 밀면의 무게 중심 좌표

Fig. 7. Barycentric coordinate in 3D

$$P_{target} = p_1 + \frac{1}{D(p_1, p_2, p_3)} \cdot (- D(p_1, p_2, p_3; p_1, p_3, p_4) \cdot v_1 + D(p_1, p_2, p_3; p_1, p_2, p_4) \cdot v_1 \pm \sqrt{D(p_1, p_2, p_3, p_4)} \cdot (v_1 \times v_2))$$

수식 1. 위치 측정 좌표
Eq. 1. Position Measuring Coordinates

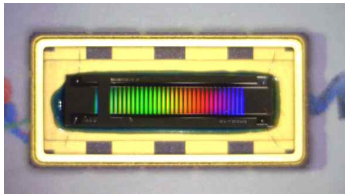


그림 8. SAW 태그 모습
Fig. 8. SAW Tag

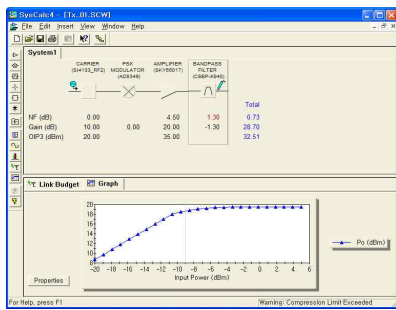


그림 9. 송신부 링크 설계
Fig. 9. Tx Link Design

```
static void obj_position_to_localize_thomas(real_T em1_landmark[], real_T em1_distance[], real_T em1_robotPose)
{
    em1_x1 = em1_distance[0];
    em1_x2 = em1_distance[1];
    em1_x3 = em1_distance[2];
    for (em1_j = 0; em1_j < 3; em1_j++)
    {
        em1_a = em1_landmark[0] * em1_j;
        em1_b = em1_landmark[1] + 3 * em1_j;
        em1_c = em1_landmark[2] + 3 * em1_j;
        em1_d[em1_j] = em1_x1 - em1_a;
        em1_e[em1_j] = em1_x2 - em1_a;
        em1_f[em1_j] = em1_x3 - em1_a;
        em1_g[em1_j] = em1_c - em1_b;
        em1_h[em1_j] = em1_c;
        em1_i[em1_j] = em1_c;
    }
    em1_a = leonhardtfrmpb_norm(em1_g);
    em1_b = leonhardtfrmpb_norm(em1_h);
    em1_c = leonhardtfrmpb_norm(em1_i);
    for (em1_j = 0; em1_j < 3; em1_j++)
    {
        em1_gv2[em1_j] << 2;
        em1_hv2[em1_j] << 2;
        em1_iv2[em1_j] << 2;
    }
    em1_gv2[0] = 1.0;
    em1_hv2[0] = 0.0;
    em1_iv2[0] = 0.0;
    em1_gv2[1] = em1_b * em1_b;
    em1_hv2[1] = em1_c * em1_c;
    em1_iv2[1] = 0.0;
    em1_gv2[2] = em1_c * em1_c;
    em1_hv2[2] = em1_c * em1_c;
    em1_iv2[2] = 0.0;
    em1_hv2[3] = leonhardtfrmpb_norm(em1_gv2);
    em1_iv2[3] = leonhardtfrmpb_norm(em1_hv2);
    em1_area = leonhardtfrmpb_norm(em1_gv2);
    em1_area = -0.25 * em1_b;
}
// *C22p112222*
for (em1_j = 0; em1_j < 3; em1_j++)
```

그림 10. 3차원 위치 추적 알고리즘
Fig. 10. 3D Position Tracking Algorithm

위치 좌표는 그림 7과 같은 구조에서 식1로 구해지며 송수신기 구조는 그림 9와 같은 설계 데이터를 바탕으로 그림 10의 알고리즘으로 구현하여 실험하였다. 알고리즘에서는 위치 측정을 빠르고 정확하게 하도록 위치와 ID를 동시에 측정할 수 있도록 하는 이중 알고리즘 계산방법을 적용하였다.

III. 실험 및 결과

구현은 전극을 통해 사용자 데이터를 모으는 단말기와 전극에서 정확한 데이터를 추출한 알고리즘 로직, 상태를 분석하고 이상이 발생시에 데이터를 서버로 전송하는 모듈, 수신된 데이터를 사용자에게 알리고, 화면에 표시하는 장치로 구성하였다. 그리고 위치 측정의 정밀도도 입체적으로 측정하여 같이 시험하였고, 정상동작을 확인하였다. 상기 시스템은 안방, 거실, 화장실 등의 거울로 확장 적용이 가능하도록 설계하였다. 구현된 시스템의 시험은 센싱의 정확도, 응답시간, 소비전류, 전송범위, 인식정확도 등에 대해서 수행하였고 결과는 표1에 보였다.

표 1. 시험데이터
Table 1. Test Data

평가항목 (주요성능/Spec)	단위	개발 목표치	시험결과
센싱 정확도	%	95	96
응답시간	초	1	1
소비전류	mA	10	6.58
전송범위	m	10	8~10
인식정확도	%	95	95

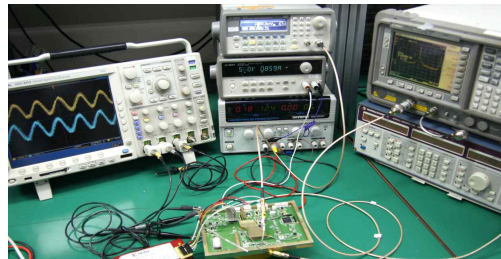


그림 11. Node 성능 실험
Fig. 11. Node Test

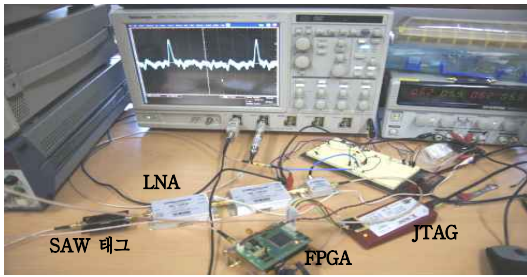


그림 12. 위치 측정 실험
 Fig. 12. Position Measuring Test Setup

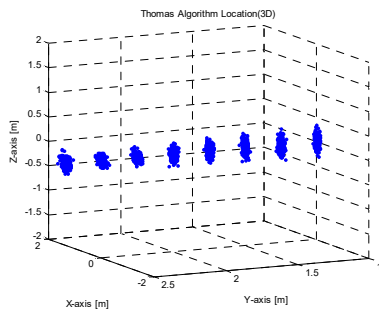


그림 13. 위치측정 결과
 Fig. 13. Test Result

IV. 결 론

본 연구에서는 다양한 형태로 적용이 가능한 재택환자 관리시스템을 개발하였다. 전체 시스템은 센서를 통해 상태를 점검하고, 필요시 관련 내용을 디스플레이하고, 사용자에게 전송할 수 있음을 확인하였다. 또한 많은 환자를 보호하는 요양병원 등에서 활용이 가능한 환자 위치 모니터링 시스템도 같이 연구하여 위치 및 상태를 파악할 수 있는 기반기술을 확보하였다.

본 연구가 적용이 기대되는 가장 큰 분야는 거동이 불편한 노인분들이 많은 요양원, 노인 병동이다. 요양사 1명당 많은 환자를 감당하고, 일일이 환자의 상태를 확인할 수 없으므로 이런 환경에 가장 빨리 적용될 것으로 예상된다. 조사의 의하면 사회복지 분야의 간병인들이 겪는 가장 큰 불편함으로 대소변처리를 들었다. 이를 근거로 예상하면 가장 빨리 이 분야에 적용되고, 그 다음으로 가정에서 간병을 요하는 분들에게 적용될 것으로 예상된다.

향후 태그를 소형화하고 대량생산에 맞게 확대 적용

하고, 다양한 정보를 센싱하도록 할 경우 좀 더 다양한 분야에서 활용이 가능할 것으로 예상된다.

References

- [1] IH. Hong et al., "Design and Implementation of the u-Health Care Services in the Life Environment", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (JIIBC), Vol. 16, No. 3, pp.7-12, 2016.
- [2] S. Khalaf, Health and fitness apps finally take off, fueled by fitness fanatics. Flurry from Yahoo. 2014.
- [3] Chimezie Ogbuji, Karthik Gomadam, and Charles Petrie, "Web Technology and Architecture for Personal Health Records", IEEE Internet Computing, Vol. 15, No 4, pp. 10-13, July, 2011.
- [4] Myung-Kyu Yi, Done-sik Yoo, Taeg-Keun Whangbo, "A Security Labeling Scheme for Privacy Protection in Personal Health Record System", The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol.15, No. 6, pp.173-180, Dec. 31, 2015.
- [5] N. Mohammadzadeh and R. Safdari. "Patient monitoring in mobile health: opportunities and challenges", Medical Archives, Vol. 68, No. 1, pp.57, 2014.
- [6] YH. Yun et al., "The Status of Mobile Personal Health Records of Atopic Dermatitis: An evaluation of features and functionality", Journal of Society of Preventive Korean Medicine, Vol. 19, No. 2, pp.103-112, 2015.
- [7] Asan Medical center, "Basic research for the unification of poison information systems," Ministry of Health and Welfare," 2007.
- [8] J. C. Song, "Real-Time Position Tracking System using SAW-Type Filter", ITC-CSCC 2013, Jan, 2013.

저자 소개

송 재 철(정회원)



- 1985년 2월 : 성균관대학교 전자공학 학사
- 1989년 2월 : 성균관대학교 전자공학 석사
- 1994년 2월 : 성균관대학교 통신공학 박사

- 1996년 ~ 1997년 : 미국 Georgia Institute of Technology 전
기전자 컴퓨터 공학부 Wireless Lab Postdoc
 - 1997년 ~ 2004년 : 삼성그룹 산하 삼성첨단기술연구원 강사
 - 1991년 ~ 현재 : 인덕대학교 정보통신과 교수
- <주관심분야 : 이동통신, 신호처리, 임베디드시스템>

※ 본 연구는 2014년도 인덕대학교 교수학술진흥 연구과제로 수행되었습니다.