

스마트 센서를 이용한 Baby Care 시스템 구현

Implementation of the Baby Care System Using Smart Sensor

정재필* · 이태봉

가천대학교 전자공학과

Jae-Pil Chung* · Tae-Bong Lee

Department of Electronic Engineering, Gachon University, Gyeonggi-do 461-701, Korea

[요 약]

기존의 IT 산업 환경은 인터넷을 중심으로 하는 멀티미디어 콘텐츠 기반이었으나, 최근 센서와 통신 기술을 접목한 유비쿼터스 기술이 부각되고 있으며 이를 USN (ubiquitous sensor network)라 한다. 건강관리 분야는 USN 적용에 매우 적합한 분야의 하나로 여겨지고 있다. 본 논문에서는 USN을 기반으로 영유아의 건강과 안전을 관리하기 위해 스마트 센서를 이용한 baby care 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 낙상 감지 센서, 울음 감지 센서, 발열 감지 센서와 정보 전달을 위한 블루투스 네트워크로 구성되었다. 구현된 시스템은 시현을 통해 실효성을 확인하였다.

[Abstract]

The core of existing IT industry has been multimedia contents based on internet network. But nowadays, ubiquitous technology which combines sensors and network technology is emerging and is called USN (ubiquitous sensor network). Health care industry is one of suitable areas for USN application. In this paper, sensor network for baby care is proposed. The proposed baby care system consists of bluetooth network to transfer information which comes from various sensors like falling detecting, crying and fever detecting sensor to keep infant's status safe from external-potential threats. The effectiveness of the implemented system is showed through demonstration.

Key word : Smart sensor, Baby care, Ubiquitous sensor network, u-Health.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2014.18.6.648>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 2 December 2014; Revised 4 December 2014

Accepted (Publication) 19 December 2014 (30 December 2014)

*Corresponding Author; Jae-pil Chung

Tel: +82-32-820-4255

E-mail: jpchung@gachon.ac.kr

I. 서론

기존의 IT 산업 환경은 인터넷을 중심으로 하는 멀티미디어 콘텐츠 기반이었으나, 최근 유비쿼터스 센서 네트워크(USN; ubiquitous sensor network)을 구축하는 유비쿼터스 기술이 부각되면서 인간·사물·컴퓨터가 융합되어 네트워크를 구성하는 사물인터넷(IoT; internet of things)을 기반으로 한 IT 산업 환경으로 급속도로 전환되는 과정에 있다[1]-[3]. 이에 온도, 가속도, 위치, 정보 등의 각종 센서에서 감지한 정보를 블루투스를 통하여 무선 네트워크를 구성하는 USN 통해 실시간으로 정보를 획득·처리·활용하는 USN 시스템이 도입되고 있다[4-6]. 또한 미국, 유럽, 일본을 중심으로 다양한 USN 관련 시범 사업을 진행 중이며, 일부 상용화 단계에 접근한 서비스가 개발 및 운영 중에 있으므로, 국내에서는 정부 중심의 IT 정책을 통해 USN을 주요 인프라로 선전하고 정부와 지자체에서 USN 시범 사업으로 u-City, u-Health, u-교통, u-환경 등의 사업을 추진 중에 있다.

따라서 IT 기술을 이용하여 시간과 공간에 구애받지 않고 언제 어디서나 예방, 진단, 치료, 사후 관리의 보건 의료 서비스를 제공받을 수 있는 시스템으로 노후의 건강과 생활을 관리하여 건강한 삶을 유지 시키는 u-Healthcare 기술은, “삶의 질 향상 추구”에 있으며, 이를 현실화시키기 위해 기본적으로 센싱, 전송, 분석, 피드백의 과정으로 구성된다. 이와 같은 u-Health Service의 구현을 위해서는 여러 가지 생체정보를 계측하여 이를 연결하는 USN 시스템들은 노후의 건강관리 등의 분야에는 많은 연구가 진행되고 있으나, 영유아를 안전하게 관리하는 시스템이 절실히 요구되고 있다. 따라서, 본 논문에서는 상기 u-Health 측정 기술을 모바일 환경에서 스마트 센서를 이용하여 영유아의 건강을 안전하게 관리하여 양육할 수 있는 USN 시스템, 즉 baby care 시스템을 설계 및 구현을 하고자 한다.

II. 시스템의 구성

제안하고 있는 시스템의 구성은 영유아의 낙상 등의 움직임은 위치를 감지하는 움직임 감지 센서, 아기의 울음 등을 감지하는 소리 센서, 아기의 발열 등을 감지하는 온도 감지 센서로 센서부를 모듈화했고, 이를 알고리즘부에서 각 센서의 입력을 판별을 하여 분석하고, 제어부에서는 분석한 데이터를 처리하여 부저로 알람을 울리고, 블루투스부에서는 분석된 결과를 블루투스로 통신하는 시스템으로 설계를 하여 그림 1에 블록도를 나타내었다.

따라서 모듈화된 센서부에서는 움직임 감지 센서, 소리 감지 센서, 온도 감지 센서로 나누어진다. 움직임 감지 센서는 아날로그 디바이스사의 ADXL 362를 사용하였다. 소리 감지 센서는 고성능 핀 마이크를 사용하여 주변 소리 중 아기 울음소리를 감지하게 된다. 또한 알고리즘부에서는 각 센서에서 획득한

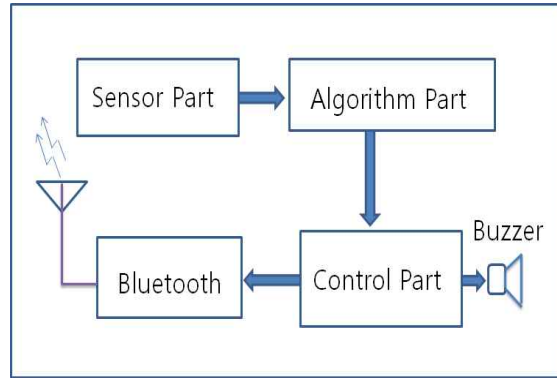


그림 1. Baby care 시스템 블록도

Fig. 1. Block diagram of baby care system.

raw data를 분석 및 처리하여 각 특징점을 파악하여 아기의 현재 상태를 알 수 있도록 한다. 블루투스 통신부에서는 제어부에서 판별된 데이터를 저전력 근접 무선 통신 규격인 블루투스 통신을 이용하여 전송하게 된다.

시스템을 마이크로프로세서로 제어하는 제어부는 센서부, 알고리즘부, 통신부, 디스플레이부를 통합 제어하게 된다.

또한 현재 시스템 상태를 나타내어 주는 디스플레이부는 아기의 위험을 표시하기 위한 장치로서 알고리즘 분석 결과에 따른 알람을 부저를 통하여 기기 자체에서도 표현하게 된다.

III. 시스템의 알고리즘

Baby care system의 알고리즘 처리는 raw data를 습득하고 이러한 데이터를 필터링 등을 통하여 노이즈를 제거하고, 분석하여 바이너리 데이터로 처리하여 특징점을 추출한 후 분석하는 과정을 거치게 된다. 알고리즘 처리과정은 아래의 그림2에 나타내었다.

그림 2에 나타난 것처럼 raw data를 획득 한 후 필터링을 거쳐 노이즈를 제거 하게 된다. 표준 편차, 분산과 칼만 필터를 이용하여 현재 상태의 정확한 값 예측이 가능하게 된다.

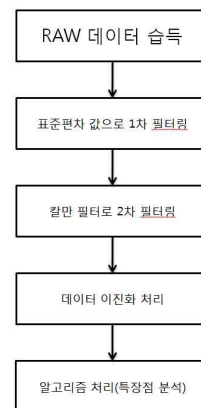


그림 2. 시스템의 알고리즘

Fig. 2. Algorithm of baby care system.

움직임이 없는 상태, 즉 정지상태의 threshold를 기준으로 데이터를 이진화하여 알고리즘부에서 분석 가능하도록 처리한다.

IV. 시스템 구현 및 측정결과

4-1 시스템 구현

앞에서 제안한 영유아의 낙상 등의 움직임은 위치를 감지하는 움직임 감지센서, 아기의 울음 등을 감지하는 소리센서, 아기의 발열 등을 감지하는 온도 감지센서를 내장한 스마트 센서부와 알고리즘부, 제어부, 부저 등으로 구성된 디스플레이부, 신호 전송을 위한 블루투스 통신부로 구성된 baby care 시스템을 구현하여 그림 3에 나타내었다.

4-2 측정결과

구현된 baby care 시스템에서 알고리즘의 결과를 살펴보면 다음과 같다. 우선 낙상감지를 가속도 센서를 이용하여 판별한 결과는 그림 4에 나타난 것처럼 3축 센서에서 움직임이 감지영역에 나타나는 것을 알 수 있다.



그림 3. 구현 시스템
Fig. 3. Implementation of baby care system.

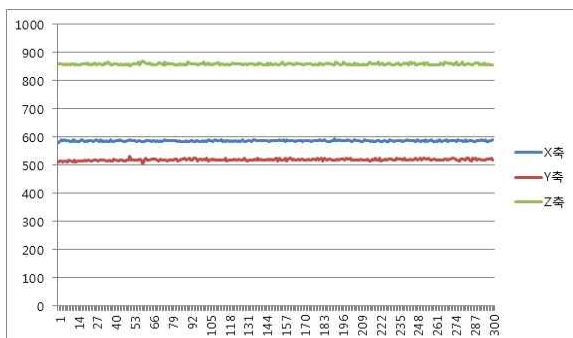


그림 4. 정지상태의 감지 센서
Fig. 4. Result of moving sensor in stay.

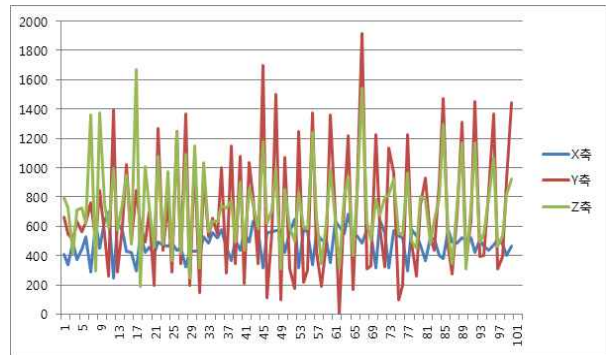


그림 5. 활동시의 감지 센서
Fig. 5. Result of moving sensor in activity.

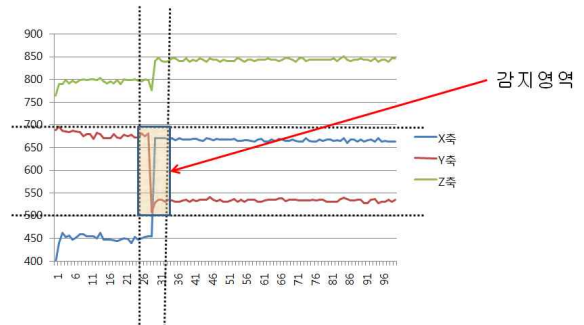


그림 6. 낙상 감지 센서
Fig. 6. Result of falling sensor.

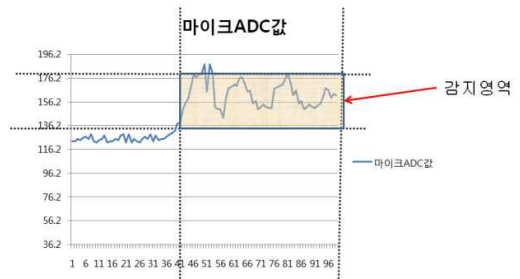


그림 7. 울음 감지 센서
Fig. 7. Result of sound sensor.



그림 8. 발열 감지 센서
Fig. 8. Result of temperature sensor.

표 1. 정지상태의 측정된 raw data

Table 1. Result value of raw data in stay.

결과값 (Hex)	X축	Y축	Z축
43 02 00 02 5C 03	579	512	860
47 02 03 02 5C 03	583	515	860
4E 02 03 02 5B 03	590	515	859
4C 02 FE 01 5C 03	588	510	860
4E 02 03 02 58 03	590	515	856
4B 02 03 02 5C 03	587	515	860
4C 02 FF 01 59 03	588	511	857
49 02 06 02 5C 03	585	518	860
48 02 01 02 58 03	584	513	856
48 02 03 02 5C 03	584	515	860
4E 02 FE 01 5C 03	590	510	860
47 02 07 02 59 03	583	519	857
4C 02 FF 01 5B 03	588	511	859
47 02 03 02 58 03	583	515	856
47 02 03 02 57 03	583	515	855
4C 02 03 02 57 03	588	515	855
4E 02 03 02 5C 03	590	515	860
4C 02 03 02 5C 03	588	515	860
48 02 04 02 5C 03	584	516	860
49 02 03 02 5C 03	585	515	860

그림 4에 아기의 움직임이 없는 정지상태의 감지 센서의 출력값을 나타내었다. 3축 센서의 값들이 변화가 없이 일정함을 알 수 있다. 또한 그림 5에는 아기가 놀이를 하거나, 장난을 치는 등의 움직임이 활발한 활동하는 상태를 나타내었다. 여기서 감지된 3축 센서의 값들은 매우 변화폭이 큰값으로 나타나고 있음을 알 수 있었다. 또한 표 1에 측정된 raw data의 결과값을 나타내었다. 100회 이상의 raw data 중에서 일부만을 발췌하여 표로 나타내었고, 3축(x축, y축, z축) 센서 각각의 값들이 변화가 거의 없음을 알 수 있었다.

그림 6에서는 아기가 낙상했을 경우를 감지 센서로 나타내었다. 정지상태의 센서 값들이 갑자기 활동 상태로 변화된 후 짧은 구간을 거친 후 다시 정지상태를 유지하게 되므로, 이때는 아기가 낙상으로 인한 충격 등으로 움직임이 없음을 확인할 수 있다. 이 짧은 구간을 감지 영역으로 설정하고 알고리즘 분석 및 처리하여 낙상으로 인한 경고음과 신호를 전송하게 된다.

울음 감지인 경우는 그림 7에 나타난 것처럼 소리 감지 센서(마이크)를 통하여 현재의 소리를 모니터링 하여 울음을 감지한다. 아기 울음 소리를 샘플링 하여 특정 울음 포인트를 찾아 알고리즘 부분에서 일반 소음인지, 울음 소리인지 판별하여 울음 감지 영역에서 판별을 하였다. 울음 감지는 일반적인 소리 이외에 큰소리가 감지되고 같은 모양새의 파형이 나타남을 알 수 있다.

고 체온 감지는 그림 8에 나타난 것처럼 온도 감지 센서를 통하여 현재의 온도를 모니터링 하여 아기의 현재 온도를 감지하며, 온도에 특성상 바로 변하지는 않으나, 지속적인 변화량을 모니터링 하여 현재 온도를 알 수 있게 한다. 아기의 체온이 고 체온의 경우 37도 이상으로 넘어갈 경우 고 체온으로 분류하며, 온도 특성상 변화량은 급격하지 않다.

V. 결 론

본 논문에서는 u-Health 측정 기술을 모바일 환경에서 제안하고 있는 시스템은 영유아의 낙상 등의 움직이는 위치를 감지하는 움직임 감지센서, 아기의 울음 등을 감지하는 소리센서, 아기의 발열 등을 감지하는 온도 감지센서 등으로 구성된 스마트 센서를 이용하여 영유아의 건강을 안전하게 관리하여 양육할 수 있는 baby care 시스템을 구현하여 감지영역에서 측정을 하였다.

구현된 스마트 센서를 이용한 baby care 시스템이 기존 유사 시스템에 비해, 저전력 구현을 구현하였고, 저전력 무선 통신으로 블루투스 통신을 이용하였으며, 알고리즘 내장으로 센서 성능이 향상되었으며, 향후 스마트 센서를 이용한 baby care 시스템을 신체 부착용으로 극소형화하고, 저전력 무선통신 기술을 적용하면 모바일 환경을 구축할 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] Y. Fan, Y. Yin, L. Xu, Y. Zeng and F. Wu, "IoT based smart rehabilitation system," *IEEE Transaction Industrial Informatics*, Vol.10, No.2, pp.1568-1577, May 2014.
- [2] Q. Chi, H. Yan, C. Zhang, Z. Pang, and L. D. Xu, "A Reconfigurable Smart Sensor Interface for Industrial WSN in IoT Environment," *IEEE Transaction Industrial Informatics*, Vol.10, No.2, pp.1417-1425, May 2014.
- [3] H. Wang, H. Choi, N. Agoulmine, M. J. Deen, and W. K. Hong, "Information-based energy efficient sensor selection in wireless body area networks," in *Proceeding IEEE International Conference Communications - Symposium on Selected Areas in Communications e-Health Track (ICC2011-SAC EH)*, pp.5-9, Kyoto; Japan, June 2011.
- [4] J. H.-L. Lu et al., "A low-power, wide-dynamic-range semi-digital universal sensor readout circuit using pulswidth modulation," *Journal of IEEE Sensors*, Vol.11, No.5, pp.1134-1144, May 2011.
- [5] A. Mahapatro, P. M. Khilar, "Fault DiagNosis in Wireless Sensor Networks: A Survey," *IEEE Communication Survey & Tutorials*, Vol.15, No.4, pp.2000-2026, Fourth Quarter 2013.

[6] F. Ciancetta et al., "Plug-n-play smart sensor based on web service," *Journal of IEEE Sensors*, Vol.7, No.5, pp.882-889, May 2007.



정 재 필 (Jae-Pil Chung)

1985년 2월 : 단국대학교 전자공학과 (공학사), 1989년 8월 : 단국대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
2000년 8월 : 한국항공대학교 대학원 통신정보공학과 (공학박사), 1989년 8월~1990년 12월 : (주)동양전자통신 중앙연구소 연구원
1990년 12월~1992년 3월 : (주)케피코 기술연구소 연구원
1994년 2월~현재 : 가천대학교 전자공학과 교수
[주 관심분야] 무선통신, 통신신호처리, USN



이 태 봉 (Tae-Bong Lee)

1986년 2월 : 홍익대학교 전자공학과 (공학사)
1989년 2월 : 홍익대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
1994년 2월 : 홍익대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
1995년 3월 ~ 현재 : 가천대학교 전자공학과 교수
[주 관심분야] 강인제어, GMDH, USN