한국정보전자통신기술학회논문지(jkiiect)'18-02, Vol.11 No.1
논문 18-11-01-34 http://dx.doi.org/10.17661/jkiiect.2018.11.1.34

웨어러블 신체 생체 활동 모니터링 시스템 개발

박은주*, 박도영**

Development of Wearable Physical Activity Monitoring System

Eun-Ju Park*, Do-Young Park**

요 약 ICT 기술이 발전함에 따라, 다양한 크기와 형태의 웨어러블 디바이스가 개발되어 지고 있다. 또한, 성능이나 스펙은 현재의 스마트폰과 연결 가능하도록 IOT 융합 제품으로 재탄생 되고 있다. 이것은 4차 산업혁명의 범용 기술 중 하나로, 우리의 삶의 질과 환경을 바꾸는 기술로 집중 조명을 받고 있다. 이와 함께 헬스케어 기술이 결합된 신기술 제품이 증가함에 따라, 이를 필요로 하는 사용자들에게 다양한 기능들이 제공되고 있다. 웨어러블 기술은 기술개발과 함께 지속적인 증가 추세에 있다. 또한 이를 스마트 와치 형태의 제품으로 개발하여 제품을 출시하고 있다. 또한 소형화를 위해 마이크로프로세서의 집적화 기술을 적용한 오픈소스 하드웨어들이 개발되고 있다. 그중 아두이노 관련 제품은 현재 다양하게 만들어져 있으며 용도에 따라 아두이노 프로세서를 개발 툴에 맞추어 사용하면 된다. 이에 본 연구에서는 오픈소스 하드웨어 기반의 타이니두이노를 활용하여 웨어러블 신체 생체 활동 모니터링 시스템을 개발하였다. 타이니두이노는 Atmega 프로세스를 기반으로 제작된 초소형 아두이노 호환 보드로 오픈소스 통합 개발 환경(스케치)에서 프로그램이 가능하다. 웨어러블 신체 생체 활동 모니터링 시스템은 일상적인 건강관리를 할 수 있는 스마트 u-Healthcare 시스템이라는 것이 큰 장점이라 할 수 있겠다.

Abstract Along with the development of ICT technology, wearable devices of various sizes and shapes have been developed. In addition, performance and specifications are rebuilt with IOT fusion products so that they can connect with the current smartphone. This is one of the general-purpose technologies of the 4th industrial revolution, which is spot-lighted with technology that changes the quality and environment of our lives. Along with this, as new technology products combining health care technology increases, various functions are provided to users who need it. Wearable technology is ongoing trend of technology development. It also sells products developed as products in the form of smart watches. At present, various related products are made in various ways, and it is recommended to use the Arduino processor in accordance with the application. In this study, we developed wearable physical activity monitoring system using open source hardware based TinyDuino. TinyDuino is an ultra-compact Arduino compatible board made on the basis of Atmega process Board, and it can be programmed in open source integrated development environment(named Sketch). The physical activity monitoring system of the welfare body can be said to be a great advantage, as a smart u-Healthcare system that can perform daily health management.

Key Words : Healthcare Device, Open Source Hardware, Physical Activity Monitoring System, Smart Watch, Wearable Device

*Department of Medical System Information, Sangji Youngseo College(ejpark@sy.ac.kr)
**Corresponding Author : Department of Medical System Information, Sangji Youngseo College(gagi0820@gmail.com)
Received January 24, 2018 Revised February 06, 2018 Accepted February 19, 2018

1. 서론

1.1 연구 배경

1.1.1 사회적 문화적 배경

오늘날 디지털 융합기술을 바탕으로 정보통신이 고도화되고 생명공학기술(BT), 나노기술(NT) 등, 첨단기술들이 접목되면서 인간 삶의 질은 향상되었다.[1]

오늘날 디지털 융합기술을 바탕으로 정보통신이 고도화되고 생명공학기술(BT), 나노기술(NT) 등, 첨단기술들이 접목되면서 인간 삶의 질은 향상되었다.[1]

또한 어디서나 자유롭게 인터넷 망과 다양한 미디어를 통해 방대한 정보들을 얻을 수 있으며, 이를 토대로 인간의 건강에 대한 욕구를 충족시킬 수 있는 많은 헬스기기들이 개발되었다.

예전의 건강 관련 기기들이 질병 치료를 중심으로 개발되었다면, 최근에는 노화예방과 건강한 삶을 유지하고 싶어 하는 소비자들의 욕구에 부응하여 다양한 제품들이 개발되고 있다.[2]

무엇보다도 일상생활에서 건강관리를 할 수 있도록 구성된 하드웨어를 이용한 스마트 제품들이 현대의 헬스케어의 특징이라고 할 수 있겠다.

본 연구도 오픈소스 기반의 하드웨어를 사용하여 신체 생체신호를 측정하고, 측정된 값을 기반으로 손쉽게 건강 상태를 확인할 수 있는 스마트 와치 형태의 웨어러블 디바이스를 제품을 개발하는 것이다.

1.1.2 경제적 배경

‘모바일 헬스케어(Mobile Healthcare)’ 또는 ‘모바일 헬스(Mobile Health: mHealth)’는 모바일 기기로 지원받는 건강 관련 업무를 뜻한다.[3]

모바일 헬스케어는 바이오센서의 소형화와 고집적화, 무선 통신기술 및 웨어러블 스마트기기의 발달, ICT와 의료기기의 융합들이 활발해지면서 더욱 발전하고 있다.[4]

또한 세계보건기구에 따르면 치료 효과의 증대, 의료비 절감과 같은 효율성을 높이기 위해 모바일 헬스케어에 대한 관심은 점점 커지고 있다고 하였다.[5]

EC(European Commission)는 모바일 헬스케어 도입의 가장 큰 목적이 선진국은 의료비 절감이고, 개발도상국은 기초 의료에 대한 접근성 증진이라고 보고했다.[6]

이처럼 모바일 헬스케어에 대한 관심이 커지면서 ICT의 대기업인 Apple, Google, 삼성전자 등이 시장에 진입해 있고, 다양한 신생 기업들도 등장하면서 투자열기 또한 높아지고 있다.[7]

Rock Health에 따르면 디지털 헬스케어 관련 신생기업에 대한 투자액이 미국의 경우 매년 크게 증가하고 있으며, 특히 웨어러블과 바이오센싱 헬스케어 관련기업에 대한 투자가 1억 3,600만 달러로 전체 디지털 헬스케어 기업의 약 7%를 차지하고 있다고 하였다.[8]

이용자 측면에서도 모바일 헬스케어 애플리케이션의 이용은 계속 증가하고 있으며, 모바일 애플리케이션 분석업체인 Flurry는 Apple의 앱 스토어에서 애플리케이션 전체 이용률은 33% 증가했는데, 헬스와 피트니스 관련 애플리케이션은 이용률이 62%나 증가하였다고 보고했다.[9]

1.1.3 기존 연구 진행 사항

최근 컴퓨터 및 모바일 환경이 웨어러블 환경으로 급속히 변화하면서 세계 웨어러블 기기 출하량도 매년 증가하고 있다.

IDC는 웨어러블 기기 출하량이 2015년 72.1%에서 2019년에는 155.7% 증가할 것이라 전망했다.[10]

국내에서, 정부는 웨어러블 하드웨어를 이용한 측정장비의 다양화, 센서 기술의 발전, IoT 연결 제품과 저전력 기술 및 MEMS 제조 연구에 원격 모니터링 사업의 일환으로 지원해 왔다.

인체 움직임에 따른 정보를 얻기 위해 Accelerometer, Gyroscope, Compass, Altimeter GPS를 활용하여 파라미터를 구축하고, HCI/UX 입력을 통한 행동 인식기술을 기반으로 악수나 포옹 같은 단순한 행동에도, 웨어러블 장비 간 데이터를 주고받을 수 있게 하였다. 이러한 방법은 비접촉식으로 환경센서 및 웨어러블 센서를 이용한 제품들이 개발되었다.

그 사례가 피트니스 밴드로, 인바디 검사, 심박 수, 활동량 측정(가속도 센서를 통한 걸음 수, 활동거리, 시간, 소비 칼로리)을 통해 전반적인 건강 상태를 모니터링하고 관리가 가능할 수 있도록 돕는다.

1.3 연구 목적

본 연구는 사용자로 하여금 편리하고 유용한 헬스케

어 디바이스를 개발하는데, 타이니두이노(TinyDuino)를 사용하여 웨어러블 신체 생체 활동 모니터링 시스템을 개발하는 것이다.

특히 스마트와치 형태로 신체 활동에 따른 4가지 파라미터를 측정하여 고령자를 포함, 사용자가 손쉽게 이용할 수 있도록 헬스케어 제품을 제작 하는 것이다.

2. 본론

2.1 하드웨어 선정

하드웨어는 선정 시 2가지 사항을 고려하였다. 첫 번째는 하드웨어의 확장성이다. 필요로 하는 다양한 구조의 하드웨어를 사용하는데 있어 접근성이 좋고 유지가 가능해야 한다.

두 번째로 소프트웨어의 사용 용이성이다. 이 두 요소를 고려하여 접근성이 쉽고 사용이 편리한 아두이노를 선택하여 하드웨어를 설계하였다.

아두이노(Arduino)는 오픈소스를 기반으로 한 단일 보드 형태의 마이크로컨트롤러다. 모든 하드웨어의 데이터 및 실행 예제들이 오픈되어 소스 프로그램을 제작하기에 개발자의 접근이 용이하다.

2005년 이탈리아의 IDII(Interaction Design Institutelvera)에서 하드웨어에 익숙하지 않은 학생들이 자신들의 디자인 작품을 쉽게 제어할 수 있게 하려고 고안되었다.

아두이노는 맨 처음 AVR을 기반으로 만들어졌으며, 현재 ATMEL AVR 계열의 보드가 가장 많이 판매 되고 있다.

ARM 계열의 Cortex-M0(Arduino M0 Pro)와 Cortex-M3(Arduino Due)를 이용한 제품도 존재한다.

아두이노는 다수의 스위치나 센서로부터 값을 받아들여, LED나 모터와 같은 외부 전자 장치들을 통제함으로써 환경과 상호작용이 가능한 물건을 만들어 낼 수 있다. 임베디드시스템의 하나로 쉽게 개발할 수 있는 환경을 이용하여, 장치를 제어할 수도 있다.

또한, 아두이노 통합 개발 환경(IDE)을 제공하며, 소프트웨어 개발과 실행코드의 업로드도 제공한다. 어도비 플래시, 프로세싱, Max/ MSP와 같은 소프트웨어와 연동하여 사용 할 수 있다.

아두이노의 가장 큰 장점은 마이크로컨트롤러를 쉽게 동작시킬 수 있다는 것이다.

일반적으로 AVR 프로그래밍이 AVRStudio와 WinAVR의 결합으로 컴파일하거나 IAR E.W. 코드비전 등으로 개발하여 별도의 ISP 장치를 가지고 업로드해야 하는데, 아두이노는 컴파일로 되어있는 펌웨어를 USB로 쉽게 업로드 할 수 있다. 무엇보다도 다른 모듈에 비해 비교적 저렴하고, 윈도우를 비롯하여 맥 OS X 및 리눅스와 같은 여러 OS를 모두 지원한다.

아두이노 보드의 회로도가 CCL에 따라 공개되어 있으므로, 누구나 직접 보드를 만들고 수정할 수 있다.

2.2 하드웨어 회로 구성

하드웨어의 회로는 특성 상 스마트 와치 형태의 제품을 개발하기 위해 타이니두이노를 활용하였다.

타이니두이노는 아두이노 보드를 기반으로 제작된 초소형 아두이노 호환 보드로 통합 개발 환경 IDE 스케치를 통해 프로그래밍이 가능하다.

타이니두이노 프로세서는 아두이노 보드와 같은 전력을 가지고 1/4 이하 크기의 소형화 된 보드로 센서 및 휴대전화와의 통신은 물론 인터넷에 연결할 수 있도록 다양한 종류의 쉴드를 구축하고 있다.

그림1.에서 보듯이 본 연구는 타이니두이노 프로세스 보드, USB TinyShield, OLED TinyScreen, TinyShield 블루투스 BLE, 140mAh Rechargeable 리튬 폴리머 배터리, 케이스, TinyDuino BMA250 Board로 하드웨어를 사용하여 웨어러블 신체 생체 활동 모니터링 시스템을 제작 하였다.

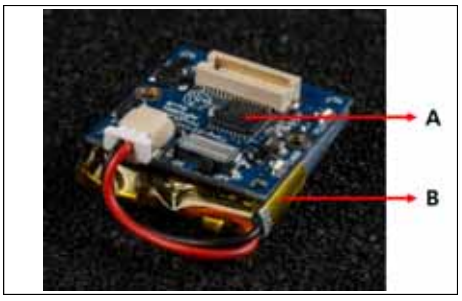

그림 1. 타이니두이노 프로세스보드 (A :마이크로프로세서 ATMEGA 328, B: 배터리)

Fig. 1. Tinyduino Process Board (A : Microprocess ATMEGA 328, B: Battery)

타이니두이노 프로세스보드는 메인 헤더 역할을 하는 보드로 OLED TinyScreen과 연동하여 디스플레이 할 수 있으며, 이와 함께 프로그래밍을 저장하고 제어하는 역할을 한다.

TinyShield Bluetooth BLE는 스마트폰과 연동하기 위한 블루투스 통신을 위해 사용하였다.

140mAh Rechargeable Lithium Polymer Battery는 웨어러블 제품을 위한 이동 편이성을 위하여 추가 구성하였다.

가장 핵심인 TinyDuino BMA250 Board는 주변의 기압과 온도를 측정하고 자이로 측정을 통한 신체의 생체신호를 감지하고 센싱하는 역할을 한다.

그림 2.에서 보는 바와 같이 기본적인 알고리즘은 BMA250 센서로부터 들어오는 3축 가속도를 측정하여 운동량을 검출하고 이를 활용하여 사용자의 신체 생체 활동을 확인하는 것으로 설계되었다.

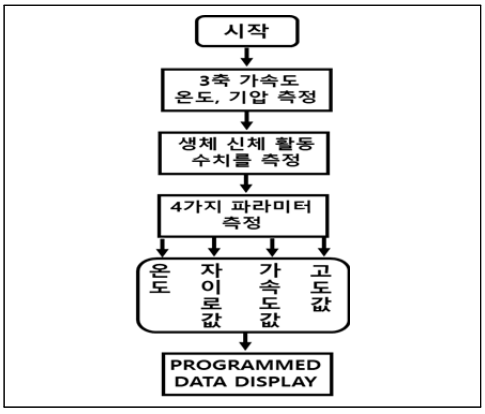

그림 2. 웨어러블 신체 생체 활동 모니터링 시스템의 알고리즘
Fig. 2. Algorithm of Wearable Physical Activity Monit-oring System

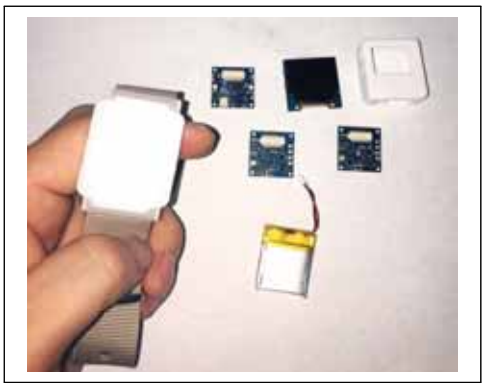

그림 3. 웨어러블 신체 생체 활동 모니터링 시스템 하드웨어
Fig. 3. Wearable physical activity monitoring system hardware

2.3 디스플레이 디자인 설계

본 연구에서는 스마트 와치 형태의 제품을 기본모델로 디자인 하면서, 디스플레이에 나타낼 수 있는 파라미터를 설정하고, 이를 각각 위치에 배치하여 직관적인 사용자 인터페이스를 구성하고자 노력 하였다.

그림4.에서 보는 디스플레이 디자인의 경우 센싱 되어 나타나는 시리얼 데이터를 OLED TinyScreen에 나타내기 위해 4가지 파라미터를 정하여 디자인 하였다.

파라미터의 경우 온도와 자이로 센서로 기울기를 측정하여 디스플레이 되도록 제작 하였다. TinyDuino BMA250 Board에서는 이 두 가지 파라미터를 측정하고, 데이터를 타이니두이노 프로세스보드로 전송하여, 화면구성에 맞추어 OLED TinyScreen에 배치하였다.

그림4.에서 보는 바와 같이 A는 온도로 32도 미만일 경우 ‘So Cool’을, 32도 이상인 경우에 ‘So Hot’을 표기 하도록 하였고 B의 자이로 센서는 데이터 값이 4 미만인 경우 ‘Down’을, 4 이상인 경우에는 ‘UP’을 표기하게 하였다.

그림 4. 웨어러블 신체 생체 활동 모니터링 시스템 디스플레이 화면구성도(A: 온도, B: 자이로 값 측정, C: 가속도 값, D: 고도측정값)

Fig. 4. Wearable physical activity monitoring system Display Screen Layout (A: Temperature, B: Gyro Value, C: Acceleration value, D: Altitude measurement value)

활동한 내용에 대하여 보상 및 동기부여를 위해 C의 가속도 센서는 평균 절대 값이 40 미만 이면 'MORE'를, 40 이상 이면 'Good'을 표기하게 하였다.

마지막으로 D는 고도값을 측정하여 신체 활동 시 층수를 올라갈 때 5층 미만의 경우 'Low FL'을, 5층 이상일 경우에는 'High FL'을 표기 하도록 하였다..

그림 5.는 본 기기인 신체 생체 활동 모니터링 시스템이 디스플레이 되기까지의 신호처리 과정을 도식화한 것이다.

BMA250 Board에서 신체 활동 데이터를 수집, 측정된 디지털 데이터는 아두이노 프로세스를 통해 연산 수행 후 저장되어 OLED 화면으로 전송된다.

이때 센서에서 수집된 데이터는 타이니두이노의 라이브러리 함수를 활용하여 계산된 데이터로, 블루투스 통신으로 스마트폰에 연동하여 전송된 것이다..

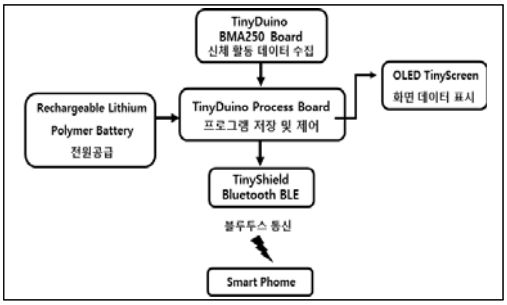

그림 5. 신체 생체활동 모니터링 시스템의 신호처리과정

Fig. 5. Signal Processing of Physical Activity Monit-oring System.

본 장비는 10층 높이의 아파트 계단을 활용하여 데이터를 수집하고 제품에 대한 정밀도를 테스트하였다. 그림 6.에서 보는 바와 같이 데이터 값은 고도의 변화에 따라 4층과 5층에서 차이를 보였다.

타이니두이노를 프로그래밍 할 때 설정된 값에 따라 디스플레이의 표시는 오차를 보이지 않았다.

다만, 고도 차이에 따라 데이터의 오차를 보였고 여름이라는 환경이 영향을 미쳤을 것으로 추정하지만 반복 연구를 통해 원인을 명확히 밝히기를 제언한다.

파라미터 및 숫수	온도(A)	자이로(B)	가속도(C)	고도(D)
1	33	1.12	12	1
2	33	2.10	17	2
3	32	3.12	19	3
4	32	4.23	30	4
5	31	4.96	33	4
6	31	6.12	40	5
7	31	6.99	41	5
8	30	8.11	44	6
9	30	9.17	45	7
10	30	9.98	48	8

그림 6. 신체 생체 활동 모니터 데이터 값

Fig. 6. Data Measurement Value of Physical Activity Monitoring System.

아직은 연구단계의 시제품을 제작하여 테스트한 것이라 기존의 하드웨어와 비교하여 디자인 면에서는 미흡한 점이 있었다. 하지만 측정된 생체활동 데이터의 변화에 따른 직관적인 디스플레이를 적용함으로서 사용자로 하여 인식이 편리하도록 제작하였다는 것이 본 연구의 특징이라 할 수 있다.

특히 높은 고도의 산을 등반하는 등산가나 개인적으로 건강을 유지하고자 운동하시는 분들에게 유용 할 것으로 판단된다.

3. 결론

모바일 헬스 케어란 모바일 기기(일반적으로 스마트폰뿐만 아니라 전문 의료 모바일 기기 포함)를 통해 건강관리나 건강 관련 정보들을 제공받는 것으로 정의할 수 있다.

또한 모바일 헬스케어는 모바일 기기(의학용 기기나 센서)뿐만 아니라 건강관리를 비롯하여 SNS와 원격진료로 제공되는 개인 건강 지침 시스템(personal guidance systems), 건강 정보 및 약 복용 알람 등 기기와 연결된 애플리케이션을 모두 포함한다.[6]

웨어러블 기기는 초기 시장으로서, 움직임을 추적하여 거리나 위치 측정, 진동 감지 등의 센서를 기반으로 행동 정보와 체형 관련 정보를 수집하는 스마트 밴드가 가장 많은 비중을 차지하고 있다.

이외에도 목걸이, 반지, 시계 등의 액세서리 형태로 몸에 착용할 수 있는 기기들도 등장하고 있다

본 연구에서는 오픈소스 하드웨어 기반의 타이니두이노를 활용하여 웨어러블 신체 생체 활동 모니터링 시스템을 개발하였다.

타이니두이노의 특성을 고려한 스마트 기기의 형태로 4가지 파라미터를 구성하고 이에 대한 데이터를 모니터링 할 수 있도록 제작 하였다.

신체 활동을 하는데 중요한 활동 지표들을 표기하고 사용자가 이를 쉽게 확인 할 수 있도록 코딩하였다.

앞으로 헬스케어 웨어러블 디바이스의 개발을 위해 다양한 파라미터들을 추가하고 더 발전시켜야겠지만, 무엇보다도 생체 활동 데이터의 축적을 위해서, 서버 인터페이스 플랫폼 구축이 함께 연동된 시스템을 개발하는 것이 최대의 과제로 사료된다.

REFERENCES

[1] G. Y. Kim, S. M. Kim, E. R. Hyun, " A Study on User Experience and Usability of Apple-Watch as Wearable Device, KOREA SCIENCE & ART FORUM, Vol. 21, pp. 19-29, Februay, 2015.

[2] L. K. Cui, W. K. Kyung, "For wearable device user experience and user concerns of the elements of the evaluation-Focused on the Wearable Device and Fitbit Flex," Journal of Digital Design, Vol. 15, No. 1, pp. 255-264, January, 2015.

[3] H Jin, " The Smart Healthcare Trend and Technology", The Magazine of the IEEE, 44(2), pp.17-17, 2017.

[4] S H Park, "Current and Future of IoT-based Smart Health Care Industry" The Smart Healthcare Trend and Technology", The Magazine of the IEEE, 44(2) pp.24-28, 2017.

[5] WHO(World Health Organization), "Integrated Health Services-What and Why?", Technical Brief No.1, 2008.

[6] European Commission, wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/European_Commission, 201

[7] J R Kim, "Smart Healthcare Technology Over view" The Magazine of the IEEE, 44(2) pp.18-23, 2017.

[8] Rock Health, https://rockhealth.com/

[9] Flurry, https://developer.yahoo.com/

[10] IDC, http://www.kr.idc.asia/

저자약력

박 도 영(Do-Young Park)

•現 뉴로닉 대표
•現 엑스지누스 대표
•現 엑스진스 대표
•前 휴레브 품질팀장
•現 상지영서대학교 겸임교수

<관심분야>
헬스케어, IoT, AR/VR

박 은 주 (Eun-Ju Park)

•1990년 4월 ~ 1993년 8월 : 연세대학교 세브란스병원
•1994년 8월 ~ 2005년 10월 : 아주대학교 병원
•2000년 2월 : 아주대학교 행정학석사 보건의료전공
•2016년 2월 : 아주대학교 의학과 사회보건전공 박사과정 수료
•2015년 3월 ~ 현재 : 상지영서대학 의료시스템정보과 교수

<관심분야>
산업안전보건, 예방의학, 의료정보