

블루이노와 센서를 이용한 헬스케어 디바이스

김현경 · 김현정 · 정혜윤 · 조희연 · 서혁준* · 이형준

이화여자대학교

Wearable Healthcare Device Using The Blueinno and Sensors

Hyun-kyung Kim · Hyun-jung Kim · Hae-yoon Chung · Hee-yeon Cho ·

Hyuck-jun Suh* · Hyung-june Lee

Ewha Womans University

LG CNS*

E-mail : unalah@naver.com, iqno300@gmail.com, hyeyoun7154@naver.com, jhy0813@gmail.com,

suh_hyuck_jun@hotmail.com, hyungjune.lee@ewha.ac.kr

요 약

현재 출시된 대부분의 헬스케어를 위한 웨어러블 디바이스는 생체신호 감지, 활동 시간 등만을 측정하고 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 본 논문에서는 스마트폰과 블루이노, 9축센서 등을 이용하여 사용자의 움직임을 분석한 후, 분석한 정보를 활용하여 차별화된 운동 진행을 할 수 있도록 하기 위해 움직임을 정확하게 측정할 수 있는 방법을 제안한다. 제안된 방법을 실제 사용자에게 적용한 결과, 제시된 방법이 운동에 도움이 되는 것을 확인하였다.

키워드

헬스 케어, 웨어러블 디바이스, 블루이노, 9축센서, 운동

I. 서 론

바쁜 현대인들에게 건강은 가장 중요하면서도 가장 챙기기 힘든 것이라고 할 수 있다. 하지만 IT 기술이 발전하면서 시간을 절약해주는 헬스케어를 목적으로 하는 다양한 기술들이 등장하고 있다. 관련 연구는 특히 웨어러블 기기의 보급과 함께 증가하고 있는 추세이다. 최근에는 운동량, 소모한 칼로리 분석기능이 탑재된 스마트밴드도 등장하였다. 그러나 이러한 디바이스들은 운동 과정을 체크하고 코치해주는 것이 아니라 전반적인 운동량과 시간 등을 측정하는 것으로 운동 하나하나에 실질적인 도움을 제공하지 못한다. 또한 대부분 실외운동을 위한 기기들로 실내운동에 적용하기에는 한계가 있다.

따라서 본 논문에서는 웨어러블 디바이스의 9축 센서를 이용하여 운동 자세 교정 기능을 제공하는 시스템을 제안한다. 센서로부터 획득한 값을 작성해 둔 알고리즘에 대입하여 정확한

자세일 경우에만 운동 횟수로 인정한다. 오차 범위를 벗어나는 값을 입력받은 경우에는 TTS(Text to Speech) 기술을 이용하여 음성으로 정확한 자세를 유도하는 메시지를 출력하여 실시간으로 사용자에게 피드백을 제공한다. 또한 자동으로 횟수를 카운트하는 기능 등을 통해 개인 트레이닝을 받는 것과 유사한 효과를 가지도록 한다. 제시된 어플리케이션과 밴드 형태의 웨어러블 디바이스를 통해 사용자가 자신만의 헬스트레이너를 갖게 할 수 있는 임베디드 시스템을 제안한다.

II. 제시된 헬스 케어를 위한 블루이노와 센서를 이용한 웨어러블 디바이스

본 논문에서 제안하는 시스템에서는 블루투스 4.0 통신 칩이 내장된 아두이노 UNO 호환 보드인 블루이노와 9축센서로 이루어진 센서부가 직접 제작한 안드로이드 어플리케이션과

통신한다. 블루이노와 연결된 9축센서를 이용하여 센서를 부착한 신체의 3축 각도를 측정하고, 상보 필터를 이용하여 값을 보정한 후 연산단계를 거쳐 분석한 자료를 바탕으로 측정값의 유효성과 유사성을 판단한다. 이후 블루이노는 BLE통신을 통해 안드로이드 어플리케이션으로 판별한 값을 전달한다. 어플리케이션은 이용자의 자세를 판단하고 TTS기능을 이용하여 이를 사용자에게 출력한다.

본 논문에서는 웨어러블 밴드 부분 그리고 이와 연동되는 어플리케이션 부분으로 나눌 수 있다.

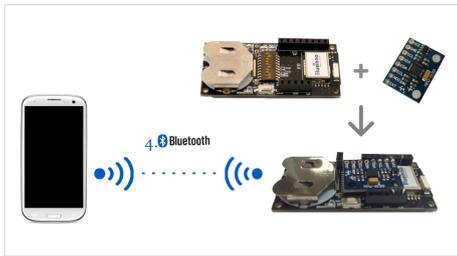


그림 1. 스마트폰, 블루이노, 9축센서(MPU-9150) 등의 시스템

2.1 웨어러블 밴드

웨어러블 밴드는 9축 센서(MPU-9150)와 블루이노(Blueinno)로 이루어져있다. 9축 센서는 각속도를 이용하여 Roll, Pitch, Yaw 값을 측정한다. 이 센서는 3축으로 구성된 가속도, 자이로, 지자기센서가 합쳐진 센서이다. 본 논문에서 자세의 정확한 값을 획득하기 위해서는 상보필터에 대한 필수적인 이해가 요구된다. 9축 센서의 자이로 센서와 가속도 센서를 이용하여 각 축의 각도를 구하는데 가속도 센서는 노이즈, 이동, 진동에 취약하며 자이로 센서는 초기 기준 값 문제와 드리프트 현상으로 인해 부정확한 값이 추출될 수 있다. 그러나 상보 필터를 이용하면 서로의 장·단점을 보완하여 보다 정확한 값을 추출할 수 있다. 상보필터에 대한 여러 가지 수식 중에 본 논문에서는 식(1)과 같은 수식을 사용한다[1]. 식(1)에서 angle은 출력할 각도, gyrData는 자이로 센서의 측정값, dt는 적분할 시간, accData는 가속도를 이용한 각도 데이터이며 오른쪽 angle은 최신의 각도 값으로 일정 주기로 업데이트 된다.

$$\angle = 0.98 * (\angle + gyrData * dt) + 0.02 * (accData) \tag{1}$$

메인보드로는 블루이노를 사용한다. 블루이노는 Bluetooth4.0이 탑재된 아두이노 개발 보드

이다. 블루이노는 9축 센서를 통해 읽은 값을 BLE 통신을 통하여 어플리케이션으로 전송한다. 본 논문에서는 9축 센서와 블루이노를 납땜하여 하나로 만들고 밴드 안에 장착하여 사용자의 신체에 부착할 수 있는 스마트밴드를 제작했다. 그림 2는 MPU-9150에 적용되는 상보필터의 코드이다.

```
used_millisec = millis() - pre_millisec;
pre_millisec = millis();

gyaw = pre_gyaw * used_millisec / 1000;
gpit = pre_gpit * used_millisec / 1000;
grol = pre_grol * used_millisec / 1000;

yaw += gyaw * (Co_gain - 1) / Co_gain + (myaw - yaw) / Co_gain;
pitch += gpit * (Co_gain - 1) / Co_gain + (apit - pitch) / Co_gain;
roll += grol * (Co_gain - 1) / Co_gain + (arol - roll) / Co_gain;

accelGyroMag.getMotion9(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &qz, &mx, &my, &nz);

myaw = atan2(my, mx) * 180 / pi;
apit = atan2(az, ax) * 180 / pi;
arol = atan2(az, ay) * 180 / pi;

pre_gyaw = nz + qz;
pre_gpit = my + qy;
pre_grol = mx + qx;
```

그림 2. MPU-9150에 적용되는 상보필터 코드

2.2 어플리케이션

어플리케이션[2] 부분은 안드로이드 스튜디오 환경에서 개발되었다. 새로운 사용자의 정보를 입력 혹은 기존의 사용자의 정보를 선택하는 단계에서 사용자의 정보를 데이터베이스[3]에 저장한다. 운동을 선택 한 후에는 튜토리얼 영상을 통해 정확도를 판별하는 포인트를 제공한다. 그 이후 센서 부착 위치를 안내하고 BLE 통신으로 어플리케이션과 센서를 연결한다. 운동 진행 화면에서는 사용자가 입력한 운동 횟수, 1회당 시간, 쉬는 시간 변수를 이용하여 운동을 진행한다. 센서의 움직임에 따라 입력된 코드에 의해 운동 자세의 정확도를 판별한다. 정확한 자세의 경우에는 운동 횟수로 인정하고 사용자가 설정한 횟수만큼 운동을 할 수 있도록 한다. 사용자가 입력한 횟수에 도달하면 한 세트가 완료되고 입력한 시간만큼의 휴식시간을 갖도록 안내한다. 이후로 입력한 세트만큼 운동을 반복할 수 있도록 안내한다. 사용자가 운동에 집중할 수 있도록 모든 안내는 TTS(Text to Speech)를 통해 음성으로 안내를 진행한다.

III. 모의실험 결과 및 분석

본 논문에서 제안한 방법의 효율성을 검증하기 위하여 Blueinno 1개와 9축센서(MPU-9150) 1개, Android Smart Phone(API18)을 이용하여 실험하였다. 개발한

경으로는 C# 언어를 기반으로 하는 Arduino IDE 1.5.8 과 JAVA언어를 기반으로 하는 Android Studio을 사용하였다.

아령을 활용한 팔운동과 복부운동, 하복부운동 등의 세 종류의 운동을 구현하였다. 그림 3은 하복부 운동인 6inch에 관한 그림이다. 누운 상태에서 다리를 지면으로부터 6inch(약 15.24cm)만큼 들고 하체 및 복부를 긴장시켜 몸의 근육량을 증가시키는 운동이다. 사용자는 먼저 어플리케이션을 실행하는 단계에서 자신의 다리길이의 값을 입력한다. 센서가 연결된 후에 어플리케이션에서는 입력받은 다리 길이 값과 지면으로부터의 6inch 값으로 다리와 바닥이 이루는 theta 값을 계산해 BLE 통신을 통해 블루이노에 전송한다. 사용자가 운동을 시작하면, 센서가 실시간으로 측정하는 각도 값과 어플리케이션으로부터 받은 theta 값을 블루이노에 미리 코딩된 알고리즘으로 분석해 운동 자세가 정확한지 판단한다. 판단 값을 BLE 통신을 통해 어플리케이션으로 전송한다. 부정확한 경우, 어플리케이션에서는 TTS를 통해 up 또는 down을 알리고 정확한 값일 경우에만 운동의 횟수 변수의 값을 증가시킨다.



그림 3. 6인치 운동의 기준 값

팔운동과 복부운동의 가이드도 위와 같은 과정이 필요하다. 본 논문에서는 그림 4와 그림 5와 같은 기준으로 팔운동과 복부 운동의 정확도를 판별하였다.

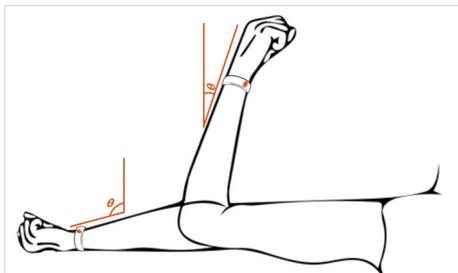


그림 4. 팔운동 기준 값

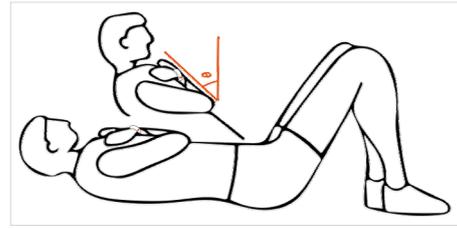


그림 5. 복부운동 기준 값

다음은 프로젝트의 최종 실험을 촬영한 영상의 일부이다. 그림 6, 7은 운동이 정지된 상황이다. 그림 6은 센서의 위치가 설정해둔 적정 높이 범위보다 작은 경우이고 그림 7은 센서의 위치가 설정해둔 적정 높이 범위보다 큰 경우이다. 각각 “up”, “down” 음성을 출력하여 사용자가 자세를 교정하도록 안내한다. 그림 8은 센서의 위치가 설정해둔 적정 높이 범위에 포함되는 상황이다. 올바른 자세로 판단하여 운동 횟수가 증가되고 있다. 그림 9는 입력한 운동 횟수가 모두 끝나고 운동이 종료된 상황이다. 센서의 측정을 종료하고, “운동이 종료되었습니다.” 음성을 출력한다.



그림 6. 운동 정지 상황 1



그림 7. 운동 정지 상황 2

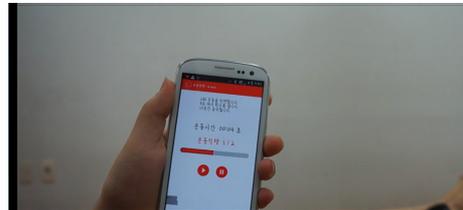


그림 8. 운동 진행 상황

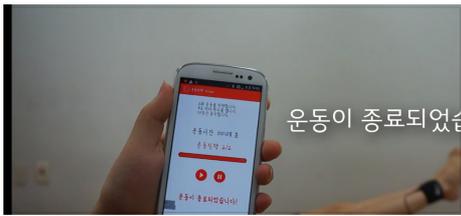


그림 9. 운동 종료 상황

IV. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서 제시된 방법의 효율성을 네 분야로 기대할 수 있다. 첫 번째는 기술적 측면이다. 기존의 헬스케어 어플리케이션은 온/습도 센서, 근접센서, 땀 센서, GPS등을 이용한 것들이 대부분이어서 실내에서는 사용하기 힘들고 몸의 미세한 물리적인 변화를 감지하는 데에는 한계가 있다. 그러나 본 논문의 방법은 블루이노와 9축센서를 이용하여 이러한 단점들을 개선하였다. 두 번째는 신체의 다양한 부위에 탈부착이 가능하여 여러 위치에서의 측정값을 얻을 수 있는 장점이 있다. 따라서 웨어러블 디바이스에 센서 활용 기술에 진보성을 가질 수 있다. 두 번째로, 경제적 측면에서도 장점이 있다. 현재 헬스장의 PT(개인 트레이닝) 비용은 1회 8~10만원에 육박하는데 1회 1시간 내외의 트레이닝으로 큰 비용이 소비된다. 본 논문에서 적용되는 아두이노와 센서의 가격을 고려하더라도 비용을 크게 절감할 수 있다. 또한, 헬스장에 오가는 시간을 단축시킬 수 있어 어 시간·비용 두 가지 측면에서 모두 경제적이다. 셋째로 산업적 측면에서 IT 시장을 이끄는 핵심 성장 동력인 웨어러블 디바이스 및 모바일 헬스 시장 확대에 영향을 줄 것으로 예상된다. 향후에는 소비자들의 건강관리에 대한 요구 사항이 다양해짐에 따라 단순 만보기와 같은 서비스만으로는 이 니즈를 만족시키기에 한계가 있다. 본 논문에서 제안하는 기술은 기존 제품과는 차별화된 서비스를 제공하기 때문에 경쟁력이 있다. 네 번째로는 사회적 측면이다. 장시간 앉아있는 현대인은 따로 운동을 하지 않으면 운동부족으로 건강에 위협을 받는다. 헬스장에서 따로 PT를 받지 않아도 이에 상응하는 효과를 제공하는 경제적인 웨어러블 디바이스가 보급된다면 사람들의 운동량은 늘어나고 건강에도 도움이 될 것이다.

향후 연구 과제는 다음과 같다. 첫 번째는 블루투스 분야이다. 현재 블루투스는 1대1 통신만이 가능하다. 그러나 이후에 1대 다 통신을 이용하게 되면, 여러 개의 센서를 어플리케이션에 동시 연결하여 여러 부위의 측정값이 필

요한 스쿼트, 런지, 데드리프트 등의 운동에 대해 가이드가 가능할 것이다. 두 번째는 센서 분야이다. 현재 사용 중인 9축 센서 이외에도 온습도 센서, 피부 근접 센서, 모션 트래킹 센서, 압력 센서, GPS센서, 심박센서, 근전도 센서 등의 다양한 센서를 메인보드와 연결할 수 있다. 현재 기술어진 각도 값을 받아 정확도를 계산하는 본 논문의 방법에 여러 센서를 통합하여 적용한다면 기능 면에서 크게 확장 될 수 있다. 세 번째로는 개발 환경에 관한 부분이다. 본 논문에서는 어플리케이션을 안드로이드 환경으로 개발하였으나 iOS로 개발환경을 확장한다면 애플 관련 제품 사용자에게도 서비스가 확대될 것이다. 네 번째는 활용 측면에 관한 부분이다. 현재는 사용자가 입력한 횟수에 따라 운동 가이드가 진행되지만, 사용자의 몸 상태를 분석하여 측정하는 기술을 도입하면 사용자의 상태에 맞게 운동 횟수 및 시간을 안내할 수 있다. 이를 활용하면 보다 정확한 트레이닝 뿐 아니라 재활 운동 등에도 도움이 될 것이다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 미래창조부와 정보통신 산업진흥원의 서울어코드활성화지원 사업의 지원결과로 수행되었음

(과제번호 :

ITAH1807140110140001000100100)

참고문헌

- [1] 김성필, 칼만필터의 이해, 아진, pp. 230-268, 2010.
- [2] 김동균, 안드로이드 프로그래밍 가이드, 엔플북스, pp. 1-670, 2013
- [3] Grant Allen, SQLite 마스터북, 제이펍, pp.330-354 2011.