산업기술연구(강원대학교 산업기술연구소 논문집), 제32권 A호, 2012.
Journal of Industrial Technology, Kangwon Natl. Univ., Korea, No. 32 A, 2012.

스마트폰을 이용한 응급환자 인식 및 구조요청 시스템설계 및 구현

Design and Implementation of Identifying and Requesting Rescue System for Emergency Patient Using Smartphones

황 용 하* 김 진 모* 남궁 우 진* 김 용 석**
Hwang, Yong-Ha Kim, Jin-Mo NamgGung, Wu-Jin Kim, yong-Seok

Abstract

For emergency patients as heart disease, fast treatment is very important. This paper describes a smart phone software to detect emergency circumstance and request rescue. Detection of emergency condition of heart disease patients is based on physical motion and biological heart signals as electrocardiogram. Most smart phones have three axis acceleration sensor. On emergency condition, patients remain stationary. Thus the software detect stationary condition by using acceleration sensor data. For more precise detection, it combines electrocardiogram of patients. To request rescue, it sends help messages to designated persons. In addition, it generates emergency sound to surrounding people and plays a video of emergency measure that any person on the place can help the patient temporarily.

키워드 : *구조요청, 응급환자, 스마트폰, 휴대형 단말기, 지그비*
Keywords : *Emergency Patient, Smart Phone, Rescue, Zigbee*

1. 서론

심장은 인체에 혈액을 순환시키는 순환계의 중추기관으로 인체에서 가장 중요한 장기이다. 심장기능에 이상이 생겨 발병하는 심장병 내지는 심장질환은 고혈압, 암등과 함께 3대 성인병 중 하나로 인식되고 있다. 심장질환자는 호흡곤란, 가슴통증, 답답함, 어지러움과 같은 이상 증상이 나타나면 즉시 가까운 병원을 방문하여 약물 복용이나 심장근육주사 등의 조치를 받아야 하고 극단적인 경우 수술을 받아야 한다. 응급조치가 지연되는 경우, 환자는 실신하거나 경우에 따라 사망에 이를 수도 있다. 예컨대, 심장발작의 경우 사망 위험률은 1시간 내에 가장 높은 것으로 알려져 있다[6].

심장질환자의 증상이 갑작스럽게 진전되어 실신하거나 거동할 수 없는 상태에 이르게 되면, 스스로 병원을 방문하거나 응급구조기관에 도움을 요청할 수가 없는 상태로 방치될 수가 있고, 주위에서 타인이 도와주려해도 어떠한 조치를 취해야 하는지 몰라서 가능한 조치를 적기에 취하지 못하고 시간을 허비할 수가 있게 된다. 이를 효과적으로 대처하기 위해 본 논문은 스마트폰을 이용하여 응급환자의 상태를 인식하고 구조요청 및 구조에 도움을 주는 방법 및 구현에 대해서 설명한다.

스마트폰에서의 구현 이유는 스마트폰의 빠른 보급으로 인해 사람들은 언제 어디서나 스마트폰을 통한 정보이용이나 제공 등이 가능해졌고 현재 스마트폰 또한 사용자들의 수는 계속적으로 증가하고 있는 추세이며 앞으로 대부분의 사람들이 스마트폰을 이용할 것으로 보이기 때문이다.

* 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 학부생
** 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 교수, 교신저자

지그비(Zigbee)는 저전력, 저가격 및 사용의 용이성을 가진 근거리 무선센서네트워크의 대표적 기술 중 하나로 2003년 IEEE 802.15.4 작업분과위원회에서 표준화된 PHY/MAC 층을 기반으로 상위 프로토콜 및 응용 계층을 규격화한 기술이다.

블루투스(BlueTooth)는 초단거리 무선통신 기술로써 ISM주파수 대역인 2400~2483.5MHz를 사용하며 저전력, 빠른 속도, 투과성 등의 장점을 가지고 있다.

본 논문에서는 심장병과 같은 질환을 가진 환자가 응급 상황에 처했을 때 환자의 생체 신호(지그비-심전도 모듈)와 환자의 움직임(스마트폰-가속도센서)을 통해 응급상황임을 감지하고, 네트워크를 통해 구조요청을 함과 아울러 주변에 있는 사람에게 구조 요청을 하는 방식에 대하여 구성도, 그리고 알고리즘 등으로 기술하고 있다.

또한 응급환자의 인식 시스템의 구조와 응급환자의 인식 방법에 대하여 가속도 센서를 활용하는 방식, 심전도 모듈을 활용하는 방식 그리고 응급상황 발생 시에 따른 구조요청 방법에 대하여 구성되어 있다.

2. 응급환자의 인식

2.1 스마트폰 기반의 응급환자 인식 시스템

최근 출시되는 모든 스마트폰에는 자체적으로 여러 종류의 센서를 내장하고 있다[1]. 그중 기본적으로 가속도센서를 내장하고 있다. 이는 사용자의 움직임에 따라 다양한 기능을 수행 할 수 있다. 스마트폰의 이점으로는 내장된 가속도센서를 활용하여 X, Y, Z 각 축의 측정값을 이용하여 움직임을 감지 할 수 있다[2]. 그러나 단순히 가속도 값만으로는 환자의 정확한 상태파악이 어려우므로 이 논문에서는 지그비 무선통신을 지원하는 심전도(ECG)모듈을 이용하여 움직임뿐만 아니라 실제 심전도도 체크 할 수 있으며 스마트폰에서는 통신이 지원되지 않고 블루투스만 지원하므로 심전도 모듈과 스마트폰 간에 지그비와 블루투스를 연결해 줄 수 있는 게이트웨이를 사용하였다[3]. 블루투스를 지원하는 심전도 모듈이 있으면 보다 간편하게 구현할 수 있을 것이다. 환자의 상태를 판단하는 방법은 1차적으로 스마트폰의 가속도센서를 이용하여 스마트폰의 움직임으로 사용자의 움직임을 판단하여 대략적으로 환자의 상태를 판단 할 수 있고 2차적으로 심전도 모듈의 심전도 신호를 이용하여 더욱 정확하게 환자의 상태를 판단 할 수 있다.

이 장에서는 위에서 언급한 스마트폰과 심전도 모듈의 통신을 통한 환자 상태를 판단하고 구조요청을 하는 알고리즘에 대해 설명한다.

그림 1. 전체 구성도

그림 1에서와 같이 스마트폰은 자체 모듈인 가속도 센서와 심전도 등의 외부 센서를 통해 환자 상태를 판단하게 되고 응급상태라고 판단 시 보호자 및 응급기관에 알리도록 구성되어있다.

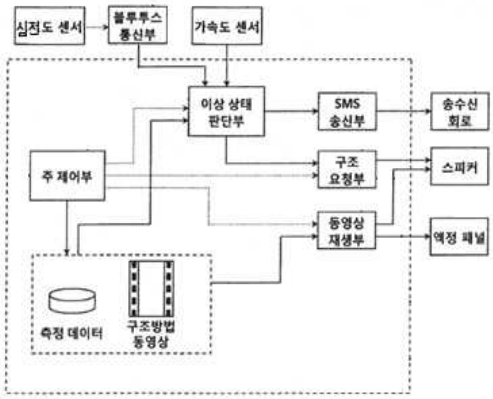

그림 2. 전체 내부 구성도

그림 2에서처럼 프로그램이 시작되면 환자의 움직임이 없는 시점부터 사용자가 사전에 설정한 시간동안 카운트를 하게 된다. 그와 동시에 심전도 값이 정상인지 같이 판단하게 되고 우선적으로 심전도에 이상이 있다고 판단될 시 응급상황이 발동된다. 응급상황이 아닌 상태에서 상태인식 카운터가 발동할 경우에는 사용자가 의해 임의로 취소할 수 있다.

응급상황발동 시주위에 응급상황을 알리는 비프음을 재생하고 구조요청 SMS를 발송 및 구조요청을 하게 된다. 비프음을 통해 환자를 구조하려고 온 사람은 획득한 스마트폰에 저장되어 있는 응급구조 동영상을 프로그램을 터치하여 재생하게 한다[4].

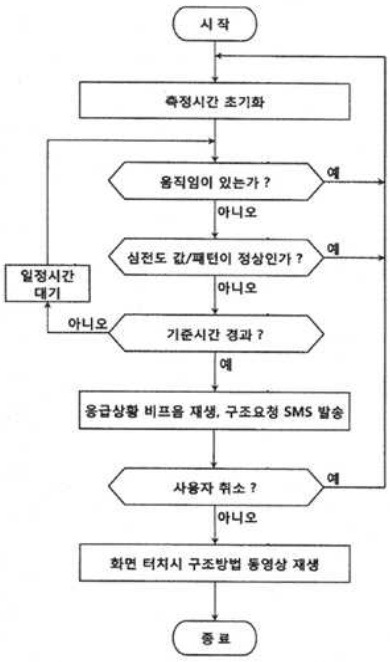

그림 3. 프로그램 흐름도

2.2 가속도를 이용한 이상상태 판단

환자의 상태를 판단하는 알고리즘은 스마트폰에 탑재 되어 있는 가속도센서와 지그비 심전도 모듈 값의 조합으로 구현되었다. 가속도를 이용하여 카운터가 발동되도록 하기 위해서는 사람이 쓰러져 있을 때만 발동되게 하는 것 보단 발동 되지 않도록 한 조건과 맞지 않았을 때 응급발생 알림이 실행되도록 하는 것이 최대한 실수를 예방할 수 있고 사용자가 잘못된 알림에 대해 신경을 덜 쓸 수 있도록 할 수 있다.

응급 상황 알림 발동 저지를 위한 조건은 그림3의 흐름도를 따르며 다음과 같다. 환자의 움직임이 없을 때 응급상황알림이 발동되는데 정상적인 상황에서 움직임이 없을 경우에 해당하는 것들이다. 여기에 적용한 수치는 실제로 적용한 스마트폰을 활용하여 얻어낸 경험치이다.

(1) 사람이 서 있는 경우

사람이 서 있다는 것은 활동하는데 문제가 없다는 것을 의미하는 것이므로 응급 상황 알림이 울리면 안 된다. 사람이 서 있다는 것을 확인하기 위해서는 호주머니에 스마트폰을 넣고 있다는 가정하와 스마트 폰이 세로로 세워 있어야 한다는 조건 하에서 가속도 xyz 값을 체크한다. 가속도 y와 z의 절대 값이 1보다 작거나 같고 x의 절대 값이 7보다 크거나 같고 9보다 작거나 같을 경우나, 가속도 x와 z의 절대 값이 1보다 작거나 같고 y의 절대 값이 7보다 크거나 같고 9보다 작거나 같을 경우에 사람이 서 있다고 판단하고 알림이 울리지 않는다. 이것을 수식화하면 다음과 같다.

$$|G_y| \le 1 \ AND \ |G_z| \le 1 \ AND \ 7 \le |G_x| \le 9$$

$$OR \ |G_x| \le 1 \ AND \ |G_z| \le 1 \ AND \ 7 \le |G_y| \le 9$$

(2) 스마트 폰이 바닥에 놓여 있는 경우

사용자가 응급 상황이 아닐 때 앉아 있을 때나 누워 있으면 주머니에 있는 스마트 폰이 거치적거려 바닥에 내려놓을 수 있다. 이럴 경우 사용자의 의지로 응급 상황 체크 기능을 사용 하지 않으려고 한 것이기 때문에 응급 상황 알림이 울리면 안 된다. 가속도 x와 y의 절대 값이 0.5보다 작고 z의 절대 값이 9.6보다 크고 10보다 작은 경우에 스마트 폰이 누워져 있다고 판단하고 알림이 울리지 않는다. 이것을 수식화하면 다음과 같다.

$$|G_x| \le 0.5 \ AND \ |G_y| \le 0.5 \ AND \ 9.6 \le |G_x| \le 10$$

이외에 근접센서를 이용하여 사용자의 몸에 접촉이 되어있지 않을 경우 응급상황 알림을 작동하지 않게 설정 할 수 있다.

(3) 스마트 폰이 움직이고 있는 경우

사용자가 걷고 있거나 어떤 행동하고 있을 경우에는 활동하는데 문제가 없다는 것을 의미하는 것이므로 응급 상황 알림이 울리면 안 된다. 각 축의 현재 가속도 값과 이전 가속도 값을 뺀 절대 값의 합이 1보다 크면 스마트 폰이 움직이고 있을 때 즉, 사용자가 움직이고 있다는 것을 확인할 수 있다. 이것을 수식화 하면 다음과 같다.

$$|G_x|-|G_{x-1}|+|G_y|-|G_{y-1}|+|G_z|-|G_{z-1}| > 1$$

2.3 심전도 모듈을 이용한 이상상태 판단

기본적으로 지그비 심전도 모듈과 스마트폰의 통신은 그림4와 같다. 심전도 모듈을 몸에 부착하고 얻은 측정 결과 값을 지그비 통신을 통하여 지그비 블루투스 모듈이 있는 베이스 모듈에 전송을 하고 그 값을 블루투스가 스마트폰과 블루투스 통신하여 값을 받게 된다.

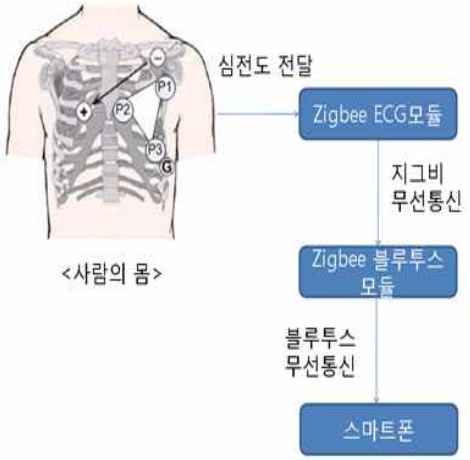

그림 4. 심전도 값의 스마트폰으로의 전달

심전도측정 값은 정상일 경우 대략 40 전후 의 값을 나타내며 실제 심장이 정지된 환자에게 테스트 하지 못하였기 때문에 대략적으로 10 이하로 가정하였다. 또한 신체에서 심전도를 측정하는 전극 스티커가 떨어졌을 경우 심한 잡음으로 인해 매우 큰 숫자가 나타나게 되는데 이것들은 모두 필터링 하여 100 이상 넘는 값은 0 으로 나타내도록 하였다.

완성된 스마트폰과 지그비장비의 전체적인 통신이 이루어지는 장면은 그림5와 같다.

그림 5. 스마트폰과 모듈별 통신

3. 응급환자 인식 및 구조요청 프로그램

Android 기반의 스마트폰에 구현된 프로그램의 서비스 부분과 환경 설정 부분은 다음과 같다. 그림 6의 왼쪽 서비스 그림에서 볼 수 있듯이 센서 설정은 총 3가지이다. “기본설정”은 가속도 센서만을 이용하여 환자의 상태를 판별하고, “심전도 센서”는 가속도 센서를 이용하지 않고 지그비와 블루투스 통신을 통한 심전도 센서를 이용하여 심전도 값만으로 환자의 상태를 판별한다. 마지막으로 “기본 설정+심전도 센서”는 가속도 센서와 심전도 센서를 모두 사용하여 환자의 상태를 체크하게 되며 더욱 정확한 결과를 확인 할 수 있도록 하였다.

그림 6. 서비스와 환경설정 화면

가속도를 이용한 환자의 상태 판별은 움직임만을 측정하여 환자의 상태를 판별 하게 된다. 2.2절의 가속도를 이용한 이상상태 판단에서 제시한 3가지 수식을 가지고 환자를 판단하게 된다. 이 프로그램 사용자는 계속적 움직이게 되고 X, Y, Z축이 실시간으로 변하게 되기 때문에 계속적인 체크가 요구된다. 실시간으로 체크하기 위해 프로그램을 계속 켜놓는 것은 매우 비효율 적이며 환자의 상태를 판별 하는 동안 스마트폰에서는 다른 작업을 할 수 없게 된다. 그렇기 때문에 이 실시간 체크를 백그라운드에서 체크 할 수 있게 하는 서비스를 필요로 하게 된다.

안드로이드에서 서비스는 사용자와 직접 상호작용하지 않고 사용자와 대응하는 액티비티를 위한 실행 컴포넌트이다. “Service OFF” 버튼을 누르면 버튼의 글씨가 “Service ON”으로 바뀌고 녹색 불이 들어오게 되며 Service 시작을 알리는 문구가 나오게 된다. 이상 상태에서는 “Service ON” 버튼을 눌러 “Service OFF”상태로 만들기 전까지는 프로그램을 종료 하여도 백그라운드 상태에서 계속적인 체크가 이루어진다.

심전도 센서를 이용하여 서비스를 실행 시켰을 경우 블루투스가 활성화 되어있지 않은 경우는 서비스가 실행되지 않고 블루투스 연결 시에만 서비스가 활성화 되도록 구현 하였다 알고리즘 또한 2.3절에서 제안한 방법을 이용하여 환자의 상태를 판단한다.

“기본설정+심전도 센서”를 이용하여 더욱 정확

한 상태 판단을 할 수 있도록 구현 하였으며 이 경우 심전도 센서를 통해 먼저 환자의 심전도를 체크하고 심전도에 문제가 있다고 판단될 경우에는 다음 가속도센서를 이용한 환자의 움직임 검사 후 응급상황 발동 여부를 판단하게 된다.

환경설정에서 사용자는 카운터설정과 상태인식 시간을 설정 할 수 있다. 카운터시간은 설정 해 놓은 상태 인식 시간동안 사용자가 움직임이 없을 때 카운터가 발동하게 되는데 카운터 시간을 10초로 설정 하였을 경우 10초의 카운트가 진행되는 모습을 스마트폰을 통해 확인 할 수 있다. 또한 사용자가 카운트되는 동안 임의로 취소를 하는 경우에 응급상황이 발동 하지 않고 그림 3의 흐름도처럼 계속 진행 된다.

비프음과 동영상은 사용자가 선택하여 설정 할 수 있고 동영상의 경우 프로그램 자체의 용량 증가로 인해 서버에서 동영상을 다운 받도록 구현했다[5]. 비프음은 사용자의 응급 상황을 알리는 소리이다. 또한 응급상황발생 시 보호자에게 SMS를 보내기 위해 보호자의 번호를 불러와 저장하는 부분을 구현하였다.

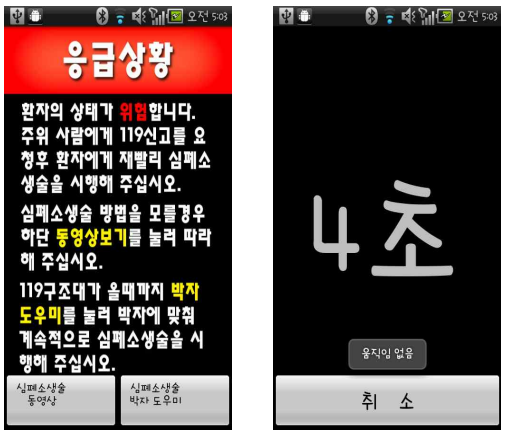

그림 7. 응급상황발생 및 카운트다운화면

응급상황이 발생되면 비프음이 울리게 되고 주변 사람이 도움을 주기 위해 환자에게 접근하여 스마트폰을 확인 할 수 있게 하였고 환자를 도와주는 사람은 심폐소생술 구조 동영상상과 심폐소생술 박자 도우미를 선택 재생하여 구조대가 도착하기 전까지 계속적인 응급조치를 할 수 있도록 구현하였다.

이외에 이 프로그램을 사용하는 사용자의 개인정보를 입력 받아 저장 해 놓을 수 있도록 하였고 차후 환자가 갑작스럽게 쓰러졌을 경우 환자를 도와주는 사람이나 구조대가 환자의 정보를 확인함으로써 보다 빠른 대처가 가능 할 수 있도록 환자의 개인정보를 입력 할 수 있도록 하였다.

실시간 모니터링을 위한 그래프는 SunGraph 외부 라이브러리를 이용하여 심전도측정값을 그래프로 볼 수 있도록 구현하였다. 환자의 몸에 심전도 센서 패드를 부착하고 통신을 하면 그림 8과 같은 심전도측정 그래프를 확인 할 수 있다.

그림 8. 환자정보 및 심전도 그래프화면

4. 결론

본 논문은 심장질환을 가진 환자가 응급 상황에 처했을 때 센서 모듈을 통해 실시간으로 측정되는 생체 신호와 환자의 3축가속도 센서를 통한 움직임을 통해 응급상황임을 빠르게 감지하는 어플리케이션이다. 근래에는 잦은 스트레스나 식생활의 변화로 심장에 관련한 질병을 가진 환자들이 늘어나고 있는 추세이며 이러한 환자들은 언제 어떻게 응급상황에 처할지 모르며 주위에서 도와주기 힘들다 때문에 본 논문에서 설명하고 있는 어플리케이션은 환자가 응급상황에 처한 경우, 스마트폰은 네트워크를 통해 보호자 및 응급구조 기관에 구조요청을 함과 동시에, 주변에 있는 사람에게 어플리케이션에서 설정한 음향으로 구조 요청을 하여 관심을 환기시키고, 구조를 시도하는 사람에게 동영상을 통해 구조 방법을 구체적으로 알려줌으로써 환자가 응급상황을 신속히 면할 수 있도록 해준다. 이에 따라, 환자가 극단적인 상황에 처하기 전에 신속히 구조될 수 있도록 해주는 효과가 있다.

추가적인 센서를 활용하여 다양한 종류의 질병에 대한 응급조치를 할 수 있게 확장이 가능하며 다양한 종류의 질병에 대한 구조 동영상을 준비함으로써 해당 질병에 대해 지식이 없는 사람들도 구조 활동을 할 수 있게 도울 수 있다.

이 프로그램과 더욱 적합한 블루투스 장치의 심전도 측정기기와 함께 쓴다면 더욱 정확하고 간단하며 신뢰성 있는 결과를 얻을 수 있을 것이라고 예상된다.

참 고 문 헌

[1] 김정군, *구글의 안드로이드 프로그래밍*, 개정 증보판 안드로이드 Ver2.2, 2. 2010.

[2] 셰인 콘더, 로런 다시, *시작하세요! 모바일 소프트웨어 개발 안드로이드프로그래밍*, 4. 2010.

[3] 이철희, 박종훈, "HBE-ZigbeX II를 이용한 헬스케어 응용," *(주)한백전자 기술연구소*, pp.259~292, 5. 2010.

[4] "안드로이드펍" <www.androidpub.com> (2011년 6월 2일)

[5] "안드로이드사이드" <www.androidside.com> (2011년 5월 20일)

[6] "성인병", 『네이버 지식 사전』, <http://terms.naver.com/> (2011년 6월 2일).

[7] M. Morón, J. Luque, et al., "A Smart Phone-based Personal Area Network for Remote Monitoring of Biosignals", *4th International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks*(BSN), 2007.

[8] P. Leijdekkers and V. Gay, "Personal Heart Monitoring System Using Smart Phones To Detect Life Threatening Arrhythmias", *19th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems*, 2006.