
심박측정을 이용한 Mobile Life Keeper 시스템 구현

김우종, 이수훈, Muhammad Tariq, 이강환
한국기술교육대학교 컴퓨터공학부

An emergency care system for heart attack using heart rate monitoring

Woojong Kim, Suhoon Lee
Computer Science Engineering, Korea Tech

요 약

2011년 심장질환으로 사망하는 인구수가 약 25,000명에 이른다. 본 논문은 심장마비환자의 빠른 응급구제를 위해 심장마비의 발생을 감지하고 응급상황을 전파하는 시스템을 개발한다. 심장마비를 감지하기 위해 맥박센서가 부착된 wearable computer를 제작한다. 측정된 맥박은 블루투스 무선통신으로 스마트폰으로 전송된다. 스마트폰에서 입력받은 맥박을 분석하여 상황판단을 하고 비상알람, SNS(Social Network Service), SMS(Short Message Service)를 활용하여 상황전파를 한다.

Abstract

In 2011, There were about 25,000 people died because of heart disease. The aim of this paper is to design a heart attack situation monitoring and spreading system for patients. Wearable computer with a sensor is used to monitor heart rate. Heart rate is transferred to smartphone with bluetooth. After analyzing heart rate, smartphone spread out the emergency situation by various service including emergency call, SNS and SMS.

1. 서론

최근 노령화와 생활방식의 서구화로 심근경색, 뇌졸중 등 심,뇌혈관 질환이 급증하면서 이로 인한 심장마비 발생도 크게 늘고 있다. 사망원인통계에서 심장마비는 3위로 교통사고 사망자수보다 약 배가 높다. 심장마비로 인한 사망자수가 높은 이유에는 심장마비가 발생한 후 4분 후부터 뇌의 산소공급이 부족해져 뇌세포가 죽기 시작하여 생존율이 급격히 낮아진다는 점에 있다. 따라서 상황 발생 후

4분 안의 응급처치가 시행되는 것이 중요하다.

정보기술의 발달에 따라 전자기기를 이용한 심장마비 환자구제 시스템들이 연구 되어왔다. Sachin Bhardwaj 외 1명은 Pan-Tompkins 알고리즘을 이용하여 심장의 상태이상을 분석하는 방법을 연구개발 하고 있다.[1] 한국전자통신연구원에서는 환자의 생체신호를 측정하는 Bio-shirts를 제작하여 환자의 응급상황을 판단하고 담당의사에게 연락을 취하는 E-Health 시스템을 제작하였다.[2] 이 밖에 서일대학의 김남섭은 착용하기 편안한 장치에

대한 고안으로써 손목시계 형태의 응급상황 감지 및 신고 장치를 연구하였다.[3] 하지만 기존 연구들에 의해 응급상황을 판단하는 기술은 향상된 반면 상황발생 후에 대처하는 서비스는 미비한 실정이다. 응급상황을 감지하여 담당의사에게 연락을 취한다고 하여 환자를 바로 치료할 수 없다. 실질적으로 심장마비의 80%이상은 집이나 공공장소에서 발생하기 때문에 일차적으로 지인이나 주변 행인에 의해 목격되는 경우가 많다. 따라서 환자에게 응급처치를 하는 사람은 담당의사가 아니라 일반인일 경우가 많다. 하지만 우리나라의 경우 최초 목격자가 심장마비 환자에게 심폐소생술(CPR)과 같은 응급처치를 시행하는 비율은 5.8%에 불과하고 생존율은 4.6%에 지나지 않는다.

환자의 생존율을 높이기 위해서는 최초 목격자에게 현재 환자는 심폐소생술을 받아야 한다는 것을 인식시켜줌과 동시에 심폐소생술법을 알려주는 것이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 상황을 감지하는 것을 포함하여 발생 후에 다양한 서비스를 통해 상황전파를 하는 기능을 추가하여 환자에 대한 신속한 응급처치를 도모할 수 있는 시스템을 제작하였다. 그림 1에서는 실신한 환자에 대한 사람들의 상황인식을 나타낸다.



그림 1. 실신한 환자에 대한 상황인식

2. 시스템 설계

그림 2은 전체 시스템 구성도를 나타낸다.

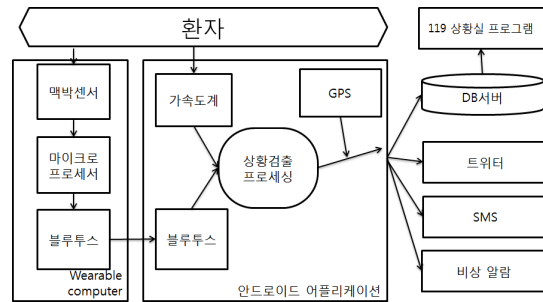


그림 2. 시스템 구성도

맥박센서로부터 신호를 입력받아 분당 맥박수를 검출하는 wearable computer, 전송받은 맥박수를 분석하여 상황전파를 하는 안드로이드 어플리케이션, 모든 응급환자정보를 나타내는 119상황실 프로그램과 DB서버가 전체 시스템을 구성한다.

2.1 Wearable computer

사용자의 이동성을 고려해 착용이 가능한 맥박을 검출하는 장치를 제작하였다. 그림 3은 wearable computer의 구성요소를 보인다.

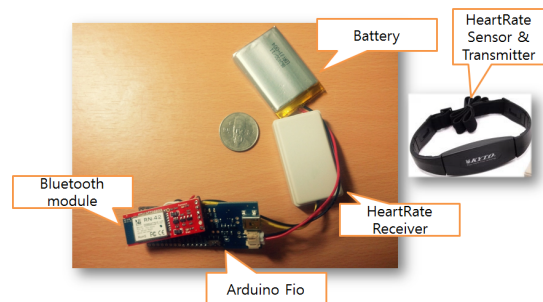


그림 3. Wearable computer 구성요소

벨트형태로 사람의 가슴하단 명치부근에 착용하여 사용하며 센서부와 마이크로프로세서, 블루투스 모듈, 배터리로 구성되어있다. 센서는 환자의 심장박동에 따라 0 혹은 1의 디지털 값을 출력한다. 마이크로프로세서는 이 값을 인터럽트로 받아 검출알고리즘을 거쳐 분당 맥박수를 블루투스를 통해 안드로이드 어플리케이션으로 전송한다. 마이크로프로세서는 Atmega328칩을 탑재한 Arduino Fio를 사용하였다. C를 기반으로 구현하였다.

2.1.1 분당 맥박 수 검출

본 시스템에서 맥박센서는 사용자의 명치에 벨트형태로써 착용되어 동작한다. 상기 센서는 그림4의 R파를 검출하여 HIGH신호를, 그렇지 않을 때는 LOW신호를 출력한다. 그림5는 센서를 통해 입력받는 신호의 시간에 따른 변화를 나타낸다.

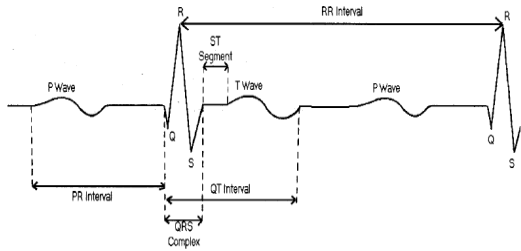


그림 4. 일반적인 심박 전이도 그래프

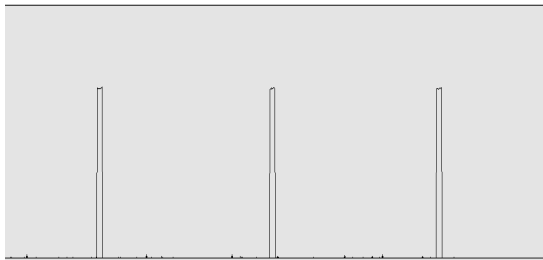


그림 5. 센서를 통해 입력받은 값의 그래프

위 신호를 입력으로 하여 HIGH to HIGH time interval을 검출하여 맥박 수를 계산한다.

$$X[n] = T(HIGH_n) - T(HIGH_{n-1}) \quad (1)$$

식(1)의 X[n]은 입력신호의 HIGH to HIGH time interval으로 HIGH신호간의 시간을 검출한다. 이 때 그림4의 P파 또한 검출되어 HIGH신호로 인식될 때 비정상적인 X[n] 값이 추출될 수 있으므로 이에 대한 최소 임계값을 설정하여 범위를 벗어난 X[n]값에 대하여 무시한다. 그 식은 다음과 같다.

$$\text{if}(X[n] < 0.2) \text{ ignore} \quad (2)$$

정상적인 맥박 수는 분당 60~100으로 이에 대한 X[n]의 값은 0.6s ~ 1s를 나타낸다. 정상적인 X[n]의 값은 최소 0.5s 이상인 반면 P파가 검출되었을 때의 X[n]의 값은 0.2s 밑으로써 이와 같은 결과는 무시하고 정상적

인 X[n]값을 추출한다.

상기 서술된 식으로써 검출된 X를 선형평균알고리즘으로써 부가적인 잡음을 제거한다. 그 식은 아래와 같다.

$$Y[n] = (X[n-(N-1)] + X[n-(N-2)] + \dots + X[n]) / N, \text{ where } N = 10. \quad (3)$$

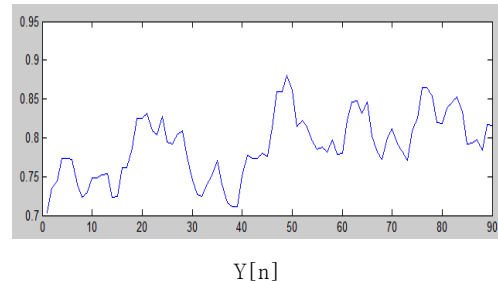
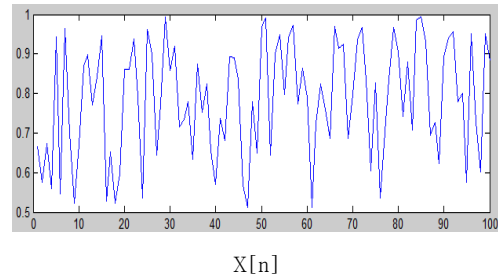


그림 6. 선형평균알고리즘이 적용된 time interval 그래프

최종적으로 Y[n]을 아래 식(4)에 적용하여 분당 맥박수를 검출한다.

$$\text{HeartRate}[n] = 60/Y[n] \quad (4)$$

2.2 안드로이드 어플리케이션

환자의 응급상황 감지 및 상황전파를 한다. wearable computer로부터 얻은 맥박수를 분석하고 가속도계로부터 현재 움직임을 감지하여 응급상황여부를 판별을 한다. 응급상황이 발생하면 119상황실 DB서버, 트위터, SMS로 환자정보와 GPS로부터 받은 현재위치 정보를 전송한다. 또, 진동 및 소리를 울려 사람들의 이목을 끌고 응급처치방법 영상을 출력한다. Eclipse IDE 환경에서 JAVA를 기반으로 개발하였다.

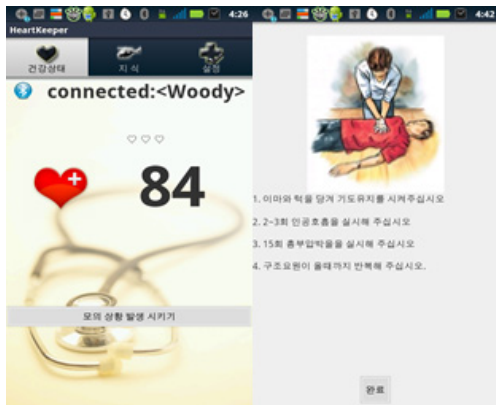


그림 7. 맥박체크 및 응급상황 발생시 대처법 출력화면

2.2.1 응급상황 판단 알고리즘

안드로이드 어플리케이션에서 맥박 수와 가속도는 응급상황인지 판별하는 파라미터로 사용된다. 첫 번째로, 정상적인 맥박의 수치가 60~100인데 반해 심장마비에 걸린 환자는 미세하게 6~20으로 쉰다. 두 번째로, 가속도는 L1-norm으로 추출하는데 이 값은 정상상태일 때 1g을 유지한다. 위 특성들을 활용하여 응급상황인지 판별하는 것은 다음과 같은 과정을 거쳐 판별할 수 있다. 먼저 맥박 수에 대하여 최소임계값을, L1-norm에 대하여 최소, 최대 임계값을 정의하여 입력받은 두 파라미터들을 분석한다. 분석하는 것은 두 가지 방법으로 나누어 각기 따로 연산 및 판별을 한다.

A. 맥박에 가중치를 둘 때

1) 입력받은 맥박 수의 값을 비교하여 임계값보다 낮다면 30초 동안 맥박수와 가속도값의 변화를 분석한다.

2) 맥박수가 30초동안 최소 임계값보다 낮은 수치를 유지하는 가운데 가속도값의 변화가 0.5g 미만일 때 응급상황으로 판단한다.

B. 가속도에 가중치를 둘 때

1) 가속도값을 입력받아 L1-norm으로 추출한 후 FIFO 버퍼에 저장한다.

$$L1\text{-norm} = |x| + |y| + |z| \quad (5)$$

2) 최대 임계값보다 높은 L1-norm이 들어오면 그 순간 후로 1초 동안 샘플들을 추가

로 입력받는다.

3) 최대 임계값보다 높은 순간 전, 후로 샘플들을 비교하여 1g보다 낮은 샘플이 더 많다면 사용자가 쓰러진 것으로 판별한다. [4]

4) 사용자가 쓰러진 후 5초 동안 맥박수의 입력이 없거나 임계 값 이하의 맥박수가 들어올 시 응급상황으로 판단한다.

2.3 119상황실 프로그램 및 DB 서버

DB서버를 통해 주기적으로 응급상황인 환자들의 정보를 갱신한다. 응급환자 인적사항과 현재 위치를 지도로 출력한다. Visual Studio 2010 .net 환경에서 C#을 기반으로 개발하였다.

2.3.1 DB서버 간접접근

안드로이드는 DB서버로의 직접접근을 막아놓기 때문에 웹페이지를 통해 접근하여 결과물을 파싱하는 간접접근방식을 사용해야 한다. 이를 위해 웹 서버를 개설하였고 DB 접근용 웹페이지를 만들었다. 상기 웹페이지는 PHP로 개발되었다.

2.3.2 구글 지도 API

환자 위치정보 출력을 위해 C# 프로그램에 브라우저 형식으로 google map api를 활용한 웹페이지를 첨부하였다. 이 웹페이지는 JavaScript로 구현하였다.

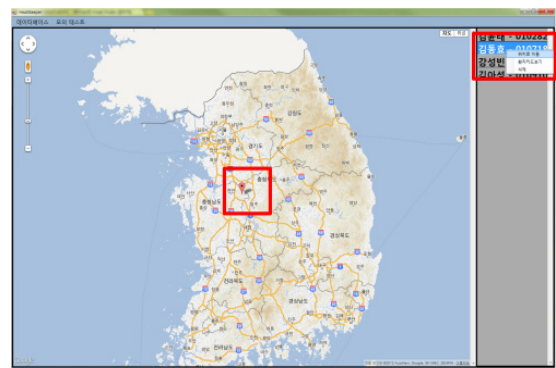


그림 8. 응급환자 위치 조회

3. 결 론 및 향후 연구

심장마비의 95%는 돌연사이다. 순간 발생하고 빠르게 생명력을 잃어가는 상황에서 신속한 대처가 요구된다. 응급처치만 하더라도 환

자의 생존율은 50%까지 올라가지만 실정은 올바른 응급처치가 시행되고 있지 않다. 따라서 본 논문은 환자의 맥박을 이용해 상시 모니터링을 함으로써 환자의 응급상황을 감지 및 주변 사람, 지인, 상황실 등 다양한 경로를 통해 전파를 하여 환자에 대한 빠른 응급처치를 요청하는 시스템을 제시하였다.

향후 연구과제로 다른 센서들을 활용하여 심전도 및 산소포화도 등을 측정하여 병원과의 연계로써 Ubiquitous-Health 시스템으로의 연구를 진행할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] Sachin Bhardwaj, Wan-Young Chung, An ECG Monitoring and Analysis Method for Ubiquitous Healthcare System in WSN, KIMICS, 2007
- [2] 신승철, 응급상황 감지를 위한 e-HEALTH 시스템의 구현, 한국전자통신연구원, 2005
- [3] 김남섭, 손목시계 형태의 응급상황 감지 장치 개발, 서일대학 정보전자과, 2009
- [4] J. Winkley, P.Jiang and W.Jiang, "Verity:An Ambient Assisted Living Platform", IEEE Transaction on, vol.58, No.2, pp.4-5, 2012