

<http://dx.doi.org/10.7236/JIWIT.2012.12.6.65>

JIWIT 2012-6-8

생체신호 측정 및 분석을 위한 손목 착용형 단말기

Wrist Wearable Device for the Measurement and Analysis of Physiological Signals

임재중*, 리명규**, 황찬송***

Jae Joong Im, Ming Kui Li, Chan Song Hwang

요약 본 연구에서는 일상생활에서 지속적으로 사용자의 맥박, 심전도, 활동량을 체크하고 이를 데이터베이스화 하여 원격지에서 모니터링 할 수 있도록 하는 손목형 단말기를 개발하였다. 이를 위해 맥파 측정을 위한 압력센서, 심전도 측정을 위한 기기 부착형 전극, 활동량 검출을 위한 3축 가속도센서를 이용하였다. 검출된 정보들에 대한 신호 처리 과정을 거쳐서 사용자의 건강상태를 파악할 수 있는 정량적인 정보를 제공하는 알고리즘을 수립하고 펌웨어 프로그램을 적용하였다. 개발된 기기는 사용자가 손목에 착용하여 간단히 자신의 건강상태를 체크하고 블루투스 통신을 이용해 전송할 수 있는 개인용 단말기로서, 위급상황에 대한 신속하고 정확한 조치를 가능하게 함으로써 u-헬스케어 환경에 필요한 휴대형 기기로 활용될 수 있을 것이다.

Abstract Wrist wearable device for the measurement of pulse rate, ECG, and activity during normal daily life, which could be used for the continuous monitoring and remote transmission of acquired data, was developed. Pressure sensor, device attached electrodes, and 3-degree accelerometer were used. Analysis algorithm and firmware program were established for providing diagnostic information for the users. Results of this study, possible for the management of health report and transmission of the results through bluetooth by wearing simple personal wrist device, could be used for the development of portable device in the u-healthcare environment.

Key Words : u-헬스케어, 손목형단말기, 심전도, 활동량, 맥파

1. 서론

최근 IT기술과 의학기술의 발전과 더불어 한국사회의 고령화가 심화되면서 유무선 네트워크와 원격의료기기를 이용하여 다양한 의료 및 건강관리 서비스를 시간과 공간의 제약 없이 이용할 수 있는 u-헬스케어에 대한 관심이 높아지고 있다^[1]. 이러한 u-헬스케어 시스템

은 일상생활에서 간단히 자신의 건강상태를 기록하고 관리할 수 있도록 도와주는 물론 질환이나 사고에 빠르게 대처할 수 있어서 이전의 발병 후 치료중심의 서비스에서 예방적 건강관리 의료서비스로의 전환에 도움을 준다. 즉, IT기술을 활용하여 언제, 어디서나, 안전하고 자유롭게 이용할 수 있는 건강관리 및 의료서비스를 제공하기 위해 tele-헬스 기술, 그리고 정보통신 기술의 활용을 통

*정회원, 전북대학교 전자공학부

**준회원, 전북대학교 전자공학부

***준회원, 전북대학교 전자공학부

접수일자 : 2012년 11월 26일, 수정일자 : 2012년 12월 11일

게재확정일자 : 2012년 12월 14일

Received: 26 November 2012 / Received: 10 December 2012 /

Accepted: 14 December 2012 /

*Corresponding Author: jjim@jbnu.ac.kr

Division of Electronic Engineering, chonbuk National University, Korea

해 보건의료시스템의 접근성, 품질 및 효율성을 향상시키는 e-헬스 기술이 개발되고 있다^{[2][3][4][5]}.

현재 u-헬스케어 서비스는 대규모 IT/통신 관련 글로벌 기업과 의료관련 기관들의 주도하에 EHR(electronic health record) 시스템 구축 및 의료 정보화를 통한 향상된 의료 서비스를 제공하기 위해 준비 중이며, 헬스 IT를 통해 2014년까지 전 국민을 대상으로 한 EHR 시스템의 구축을 계획하고 있다^[6]. 유럽에서는 23개국이 참여한 가운데 AAL(ambient assisted living) 프로젝트를 통해 노약자에게 IT기기와 서비스를 제공함으로써 의료 및 건강관리, 안전, 보안, 응급시스템, 사회참여 등 독립적인 생활을 지원하는 사업을 진행하고 있다. 특히 영국의 NHS(national health service)는 국가 차원의 의료정보화 전략을 세워 Tele-헬스 프로젝트를 진행하고 있다^{[7][8]}.

국내에서도 u-헬스케어가 보건의료 수요에 효과적으로 대응할 수 있는 수단으로 주목되어 기술개발과 인프라 구축, 홍보 등에 많은 노력과 투자를 기울이고 있으며, 다섯 가지의 u-헬스케어 시범사업이 시도되었다^{[9][10]}. 첫째는 원격자문으로 특별히 전문성을 인정받은 의사를 통해 전문적인 의학적 소견을 구하거나 협진을 하는 형태의 서비스이고, 둘째로는 원격진료로 비 의사 의료인과 함께 있는 환자가 화상을 통하거나 생체정보 측정 수치의 공유를 통하여 원격지 의사의 진료를 받는 형태의 서비스이다. 셋째와 넷째는 u-방문간호로 방문간호사가 가정방문을 통해 환자의 상태를 측정 및 파악한 후 의사의 지침을 전달하거나, 원격 응급진료로 응급상황에 처한 환자와 함께 있는 비 의사 의료인에게 원격지 의사가 적절한 지침을 제공하는 형태의 서비스이다. 마지막으로 환자가 직접 본인의 생체정보를 측정하고 의사에게 전달함으로써 지속적 모니터링이 가능하게 하도록 하는 재택 건강관리 형태의 서비스이다.

본 연구에서는 위에서 언급된 것들 중 일상생활에서 지속적으로 사용자의 맥박, 심전도, 활동량을 체크하고 이를 데이터베이스화 하여 원격지에서 모니터링 할 수 있도록 하는 단말기를 개발하고자 하였다. 즉, 사용자가 손목에 착용하여 간단히 자신의 건강상태를 체크하고 이를 블루투스 통신을 이용해 전송할 수 있는 개인용 단말기로서 사용자의 생체신호를 수집하여 분석하고, 그 결과를 이용하여 사용자의 건강 상태를 간편하게 확인 할 수 있는 장치를 개발하였다. 측정된 생체정보는 실시간으로 분석되며, 정상적 상태와 위급 상태를 판단하며 응

급 상황에서는 이벤트 발생 즉시 핸드폰 등 모바일 단말기가 응급 센터로 정보를 전송하여 응급상황에 적합한 서비스를 제공하는데 활용될 수 있을 것이다. 본 연구를 통하여 개발된 손목착용 단말기는 사용자들의 건강에 대한 일반적인 관리뿐만 아니라 위급상황에 대한 신속하고 정확한 조치를 가능하게 함으로써 u-헬스케어 시대에 필요한 휴대형 기기로 활용될 수 있을 것이다.

II. 방법

1. 센서 및 시스템 구성

손목형 단말기는 맥박, 심전도, 활동량을 측정하며, 마이크로 컨트롤러를 중심으로 펌웨어 설계를 통해 생체신호 처리를 수행하고, 표시장치, 근거리 무선통신, 임베디드 소프트웨어를 포함하고 있다.

그림 1에 전체적인 시스템의 설계를 위한 구성도가 나타나 있으며, 생체정보를 측정하기 위한 센서로는 압력 센서, 기기 부착 전극, 3축 가속도 센서를 이용하여 맥박, 심전도 그리고 활동량을 검출하였다. 압력센서는 저항성 압력센서를 이용하여 손목 요골동맥으로부터의 정확한 맥과 검출을 위해 센서 표면에 젤을 채우고 상단부위에 폭시 처리하여 신체와 접촉하는 센싱 부분이 진동원과 수직이 되지 않아도 왜곡 없이 정확한 파형을 검출하도록 설계 하였다. 전극은 기기의 양측면에 부착된 전극을 이용하여 쌍극 단채널 심전도를 측정하였고, 활동량 정보는 기기에 내장된 3축 가속도 센서로부터 신체 움직임에 대한 x, y, z 방향의 움직임 신호를 검출함으로써 사용자의 활동량을 계산하였다.

센서로부터의 출력은 아날로그 처리부를 거쳐서 분석을 위한 깨끗한 파형을 수집할 수 있도록 하였다. 아날로그 처리부는 저전력 모드의 구동을 위한 전원부, 전기적 안전을 위한 전원분리부, 신호의 증폭 및 동상제거를 위한 차동증폭부로 구성되었다. 그리고 정확한 파형의 검출을 위해 맥파는 0.1~30Hz, 심전도는 0.1~50Hz, 몸 움직임은 0.1~20Hz 주파수 대역의 2차 필터를 설계하였고, 각 채널마다 전원주파수의 제거를 위한 60Hz 대역저지 필터를 사용하였다.

전체 시스템에서 전원부는 Li-ion 배터리(3.7V, 1000mAh)를 사용하였으며, DC/DC converter를 이용하여 Core, I/O, Peripheral 등에 +3.3V, -3.3V의 전압변환을 하고,

USB port를 이용한 충전이 가능하도록 설계하였다. MCU로는 ARM계열의 Cortex-M3 프로세서를 사용하고, 데이터 저장을 위한 메모리는 32MB NAND Flash Memory를 사용하였으며, 디스플레이를 위한 LCD, 사용자 조작 및 세팅을 위한 버튼을 탑재하고, 통신 모듈로는 USB2.0과 2.4G 블루투스 모듈을 적용하였다.

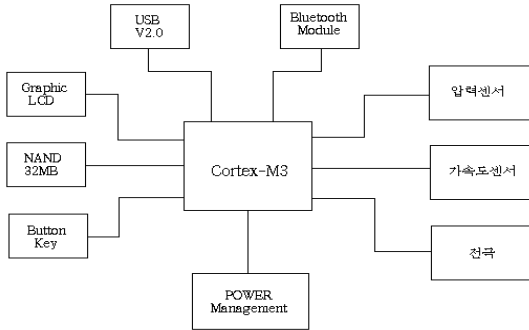


그림 1. 손목 착용형 단말기 시스템구성도
Fig 1. System block diagram for the wrist wearable device

2. 데이터 수집

개발 기기를 이용한 데이터 수집은 만 19~29세 중 선천성 또는 만성질환이 없고, 체질량 지수가 정상 범위에 해당하는 건강한 남성 4명, 여성 4명으로부터 실시하였다. 피험자 8명 모두 실험에 임하기 전에 실험 방법, 주의 사항 등의 실험 내용에 대해 충분히 숙지를 한 후 실험에 임하였다.

우선 본 연구를 통하여 개발된 손목형 기기를 왼쪽 손목에 착용하게 되면 기기 하단부에 있는 전극이 왼쪽 손목에 접촉되며, 압력센서는 요골동맥에 위치하여 맥파가 검출된다. 이 상태에서 오른쪽 손가락을 기기 측면에 부착되어 있는 전극에 접촉하게 되면 맥파와 심전도가 동시에 측정된다. 요골동맥 맥파와 심전도가 모두 잡음이 없이 안정된 데이터로 나타나는 것을 확인한 후 수집을 시작하였으며, 200Hz의 샘플링주파수로 2분간 수집한 후 10초씩 나누어 분석에 이용하였다. 활동량의 측정을 위해서는 트레드밀을 이용하여 걷기(1km, 3km, 5km)와 뛰기(7km, 9km) 상황에서 매 속도마다 데이터를 수집하였다.

3. 데이터 분석

검출된 데이터로부터 의미 있는 파형 특징점을 추출

하기 위하여 각 신호에 대한 분석 알고리즘을 수립하였다. 요골동맥 맥파에 대하여는 트렌드를 제거하고 시작점과 피크를 각각 검출하여 일정시간 동안의 맥박수를 계산하였고, 심전도 신호는 P, QRS, T파의 특징점 검출을 위해 미분, 제곱, 포락선 검출, 그리고 문턱치 설정의 과정을 거쳐 심전도 리듬에 대한 판단을 하고 맥박수를 계산하였다. 운동량은 x, y, z 각축의 가속도 센서 출력 값으로부터 움직임 빈도 및 절대량을 계산한 후 운동량을 계산하였다.

가. 맥파 분석

맥파를 이용하여 맥박수를 계산하기 위해서는 우선 맥파의 시작점을 정확하게 검출하는 것이 중요하며, 접선-교점 알고리즘을 이용하여 맥파 특징점을 검출함으로써 맥박수를 계산하였다. 맥파의 최저점 검출은 문턱치-기울기 기술에 의해 검출하였으며, 문턱치는 맥파 파형의 30%에 위치하도록 설정하였다. 최저점은 문턱치 아래 존재하는 양의 기울기와 음의 기울기를 가지는 파형상의 두 지점에 의해 구분되어 지도록 하고 파형의 연속적인 최저점은 최저 270ms와 최고 1,500ms에 의해 분리하였다. 만일 이 조건을 만족하지 않으면 문턱치를 변화시켜, 시간제한이 만족할 때까지 과정을 반복하여 최저점을 결정하고, 최저점을 통과하는 수평선에 대한 1차 방정식을 만들고, 1차 미분 최고점에서의 접선 발생은 맥파를 식 (1)과 같이 5-point 미분 알고리즘에 의해 미분하고, 최저점에서부터 최저점 175ms 이후까지의 영역범위 내에서 최고값에 해당하는 지점에서 접선을 발생하도록 하였다.

$$P(n) = \frac{P(n + [m/2]) - P(n - [m/2])}{\Delta Ts} a \quad (1)$$

이후 실제 맥파 파형의 양쪽으로 포인트를 늘려 나가면서 맥파 파형과 접선사이의 상관계수가 0.999보다 작아지면 그 때의 접선을 1차 미분에 의한 최종적인 접선으로 결정하고, 접선에 대한 1차 방정식을 만들어 주었다. 이렇게 결정되어진 두 1차 방정식의 해를 구하여 그 교점에 해당하는 시간을 맥파 시작점 시간으로 결정하였으며, 그림 2에 접선-교점 알고리즘을 이용한 맥파 시작점 검출과정을 나타내었다.

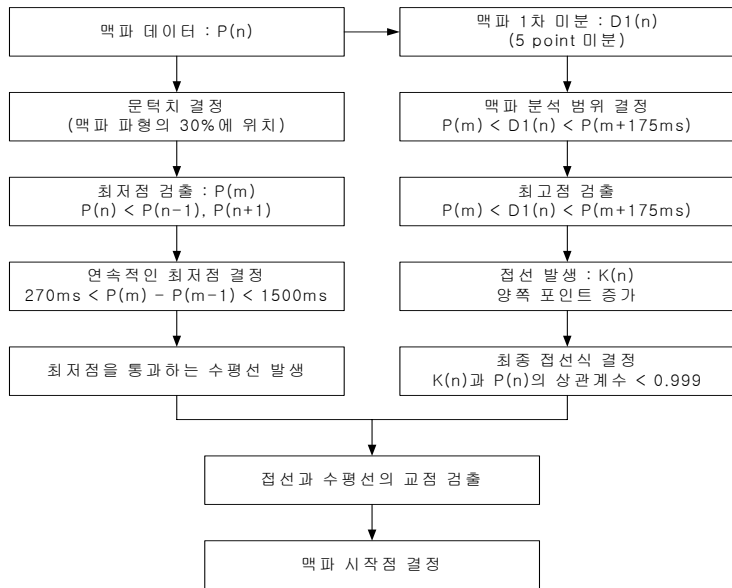


그림 2. 맥파 시작점 결정을 위한 접선-교점 알고리즘 처리과정
 Fig 2. Algorithm process of tangent-intersect algorithm for the determination of upstroke point from radial pulse

나. 심전도 분석

심전도 신호를 이용하여 발작성 심방세동을 포함한 부정맥 분류가 가능한 특징점 검출 알고리즘을 수립하였다. 심전도 파형 분석을 위한 전처리 과정으로는 11Hz 2차 저역통과필터 및 5Hz 고역통과필터를 거쳐 불필요한 잡음 성분을 제거하였다. 그리고 QRS-complex를 부각시키기 위해 미분 및 제곱과정을 거친 후 포락선 검출을 통해 변수 추출을 위한 전처리 과정을 수행하였다.

데이터는 200Hz의 샘플링 주기로 30초 동안 수집하였으며, 데이터 어레이 $x(n)$ 에 첫 5초(1,000points)를 제외한 총 25초(5,000points)의 데이터를 분석에 사용하였다. 그 후 식 (2)부터 식 (6)까지의 과정을 거치도록 하였다. 우선 식 (2)의 2차 저역통과필터(11 Hz cutoff, gain 36)와 식 (3)의 1차 고역통과필터(5 Hz cutoff, gain 1)를 적용하여 전처리하였다. 그 후 QRS-complex를 부각시키기 위하여 식 (4)와 (5)의 미분 및 제곱과정을 거치고, 최종적으로 식 (6)의 포락선 검출을 통해 변수를 추출하고자 하였다. QRS-complex에 대한 1차와 2차 문턱치를 설정하여 각 피크 값을 검출하였고, 처리된 데이터로부터 R 피크 값을 구하고 R-R 간격의 평균값을 계산하였다. 구해진 R 피크 값들을 기준으로 각 심전도 파형들에 대한 평균 파형을 구한 후 S, P, T 파형들에 대한 크기

및 시간 값들을 계산하였다.

$$y(n) = \frac{2y(n-1) - y(n-2) + x(n) - 2x(n-6) + x(n-12)}{32} \quad (2)$$

$$p(n) = x(n-16) - \frac{y(n-1) + x(n) - x(n-32)}{32} \quad (3)$$

$$z(n) = \frac{2p(n) + p(n-1) - p(n-3) - 2p(n-4)}{8} \quad (4)$$

$$s(n) = [z(n)]^2 \quad (5)$$

$$w(n) = \frac{s(n-29) + s(n-28) + s(n-27) + \dots + s(n)}{30} \quad (6)$$

다. 활동량 분석

가속도 센서로부터 측정된 x, y, z축의 활동량 정보를 이용하여 출력 전압 값을 가속도 값으로 변환하였다. 가속도 센서의 출력 전압으로부터 오프셋을 제거한 후 감도 6.0g를 적용하여 가속도 값으로 변환하였다. 변환된 가속도 정보에 차단주파수 50Hz의 저역 통과 필터를 적용하였으며, 필터링 된 신호를 평활화한 후 가속도의 백

터 크기의 합을 구하여 식 (7)과 같이 SVM(signal vector magnitude) 값을 계산하였다.

$$SVM = \sqrt{x_i^2 + y_i^2 + z_i^2} \quad (7)$$

x_i = 가속도 센서 x 축의 i 번째 성분

y_i = 가속도 센서 y 축의 i 번째 성분

z_i = 가속도 센서 z 축의 i 번째 성분

4. 시스템 통합

센서, 하드웨어, 신호처리부를 포함하는 손목형 단말기 시스템의 전체적인 동작은 그림 3과 같이 동작된다. 생체신호를 측정하기 위해 키 입력을 하게 되면 제어부의 외부 입력으로 인가되어 센서로부터의 다양한 생체신호를 획득하고, 맥박, 심전도, 운동량의 데이터가 분리된다. 분리된 신호는 디지털 신호로 변환된 후 트렌드를 제거하고 디스플레이부에 표시된다. 그 후 신호처리 알고리즘에 의해 각 신호의 강도 및 시간 정보 분석을 위한 변수를 추출하게 되고, 검출된 변수들을 토대로 맥박, 심

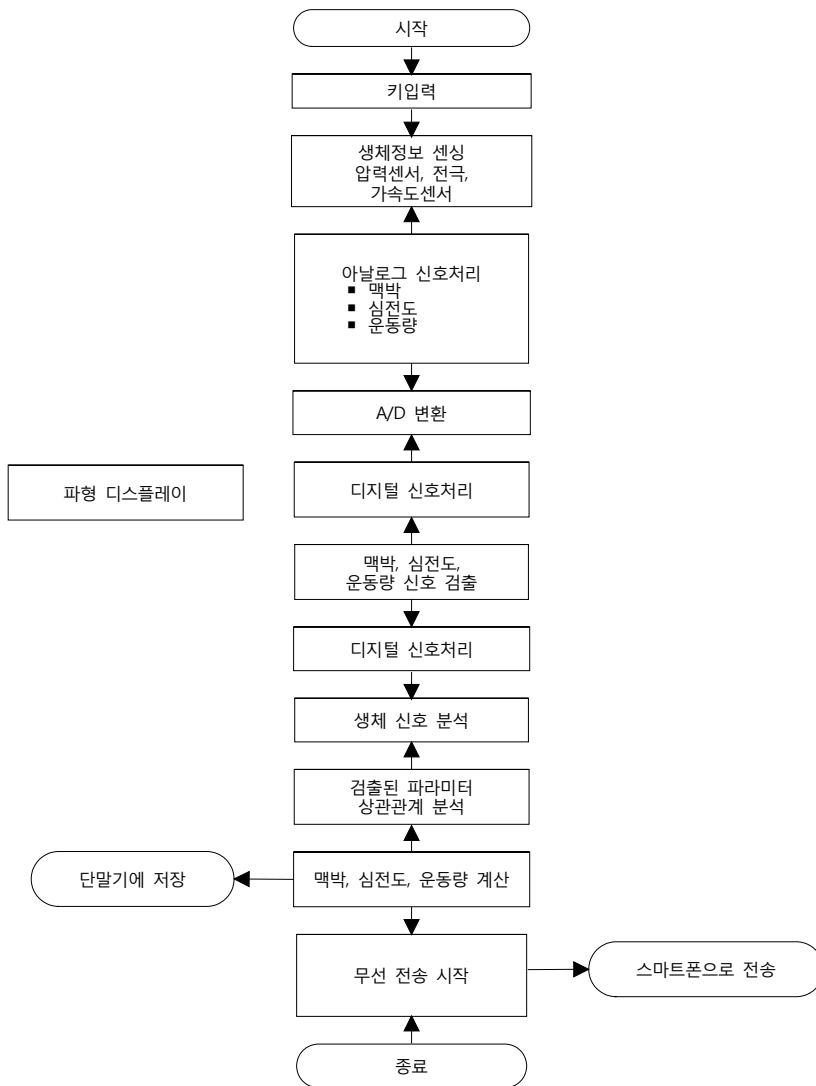


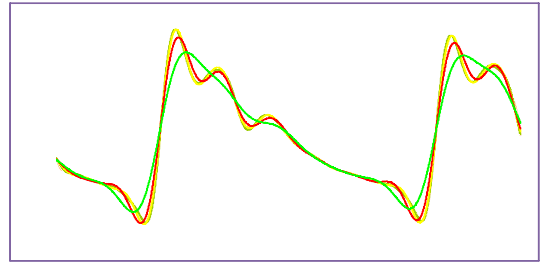
그림 3. 손목착용형 단말기 통합 시스템 동작 블록 다이어그램
Fig 3. Block diagram for the operation of integrated wrist wearable device

전도 이상 유무, 그리고 운동량에 대한 정량적 정보를 판단하고 저장한다.

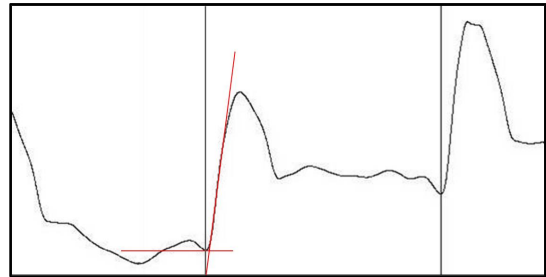
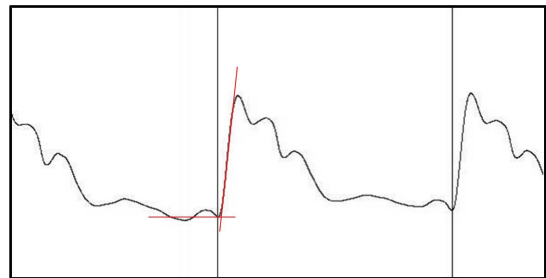
획득한 데이터의 무선 전송을 위해서는 단말기에 블루투스 통신을 이용하여 접속하고, 단말기와 블루투스 통신을 통해 데이터를 주고받을 수 있는 스마트폰 응용 프로그램을 개발하였으며, 프로그램을 시작하면 손목 착용형 단말기를 검색하여 단말기와 페어링 되도록 구성하였다. 스마트폰 응용 프로그램에서는 단말기와의 통신이 이루어지면 각 측정항목을 선택할 수 있는 페이지가 열리게 되고, 단말기에서와 동일하게 구성된 맥박, 심전도, 운동량 측정 메뉴를 통해 블루투스 통신으로 단말기의 측정데이터를 스마트폰으로 전송하여 나타내게 된다.

III. 실험 결과

그림 4부터 그림 6은 본 연구를 통해 개발된 손목형 기기로부터 검출된 신호들에 대한 분석 알고리즘을 적용하여 나타난 결과를 보이고 있다. 그림 4(a)는 센서를 요골동맥에 착용할 때 센서가 놓이는 위치 및 가해지는 압력이 다를 때 나타날 수 있는 맥파 파형들로서, 압력센서를 이용하여 검출한 맥파 파형이 다양하게 나타날 수 있음을 보이고 있으며, 그림 4(b)는 점선-교점 알고리즘을 적용함으로써 맥파의 시작점을 정확하게 검출한 예를 나타내고 있다. 그림 5는 검출된 심전도 신호와 그로부터 Q, R, S파의 검출 알고리즘을 적용한 프로그램 결과 화면을 나타내고 있다. 그림으로부터 심전도의 P파가 선명하게 검출되는 것을 볼 수 있으며, 이는 발작성 심방세동에 대한 진단에 매우 중요하게 활용될 수 있다. 그리고 이렇게 검출된 심전도 특징점을 바탕으로 심전도의 리듬과 부정맥의 정도를 판단할 수 있게 된다. 그림 6은 트레드밀에서 7km/h로 뛸 때 가속도 센서로부터 획득한 원데이터와 이에 대한 신호처리과정을 거쳐서 SVM 값을 계산한 결과에 대한 그래프를 나타내고 있다. 그림 6(a)는 x, y, z 방향 움직임 신호이며, 그림 6(b)는 이들 신호로부터 계산된 SVM 값에 대한 파형을 나타내는 것이다. 본 데이터 수집에서는 일정한 속도로 뛰고 있는 상황이었으므로 각 방향의 신호와 SVM 값이 일정한 형태로 나타나고 있음을 알 수 있다.



(a) 다양한 시작점 및 파형 모양의 맥파 신호
(a) various pulse waveforms with different upstroke points and shape



(b) 시작점 검출 결과
(b) results for detecting upstroke point

그림 4. 맥파 신호 및 시작점 검출 프로그램 결과 화면
Fig 4. Sample of the resulting program for detecting pulse upstroke point

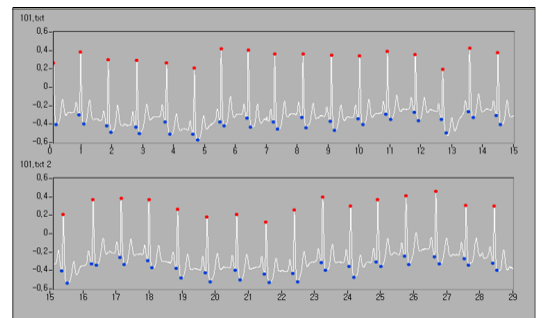
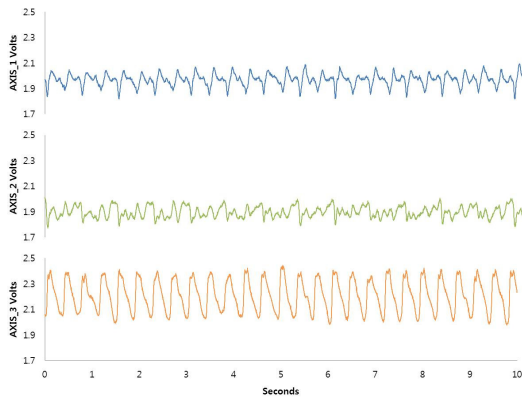
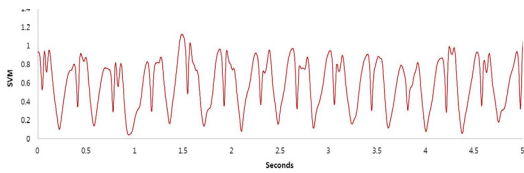


그림 5. 심전도 QRS파 검출 프로그램 결과 화면
Fig 5. Sample of the resulting program for detecting QRS points from ECG signal



(a) 3축 가속도센서 출력 원 신호 (x, y, z 방향)
(a) raw signal from 3 degree accelerometer sensor



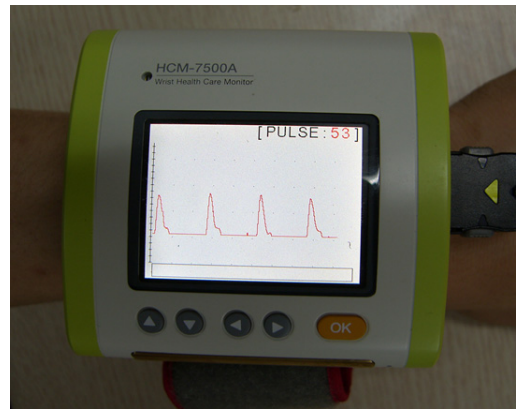
(b) 벡터크기 신호
(b) SVM (signal vector magnitude)

그림 6. 3축 가속도 센서로부터의 활동량 분석
Fig 6. Activity analysis from 3 degree accelerometer sensor

앞서 언급된 본 연구의 결과들을 토대로 하여 센서, 하드웨어, 신호처리 등의 과정을 통합함으로써 실제 손목형 단말기를 개발하였으며, 외관과 LCD에 디스플레이 되는 화면의 예가 그림 7에 나타나 있다. 그림 7(a)는 기기를 손목에 착용한 상태의 초기 화면을 나타내고 있으며, 그림 7(b)와 그림 7(c)는 맥과 검출되는 맥파 파형과 각 특 방향의 활동량 움직임 파형을 보이고 있다. 맥파 파형 화면 상단에는 맥박수가 표시되며, 활동량 화면 상단에는 7단계로 구분되어 있는 움직임 단계 중에 1단계의 움직임으로 판단이 된 것을 나타내고 있다. 즉, 사용자의 움직임 정도를 판단함으로써 사용자가 위급상황에 처해 있는가에 대한 모니터링도 가능하며, 더 나아가서는 사용자의 에너지 소모량에 대한 추정도 가능하게 될 것이다.



(a) 손목형 기기 및 초기 메뉴 화면
(a) wrist wearable device and initial menu display



(b) 요골맥파 측정
(b) measurement of radial arterial pulse



(c) 활동량 측정
(c) measurement of activity

그림 7. 손목형 단말기의 착용 모습 및 측정 신호의 LCD 디스플레이

Fig 7. Wearing wrist device and display of the signals on LCD screen

IV. 결론

진화하는 IT기술과 의료서비스의 융합으로 언제 어디서나 자신의 건강 상태를 체크하고 이상 현상 발생 시 곧바로 조치할 수 있는 u-헬스케어 서비스에 대한 관심이 높아지고 있으며, 이러한 u-헬스케어 서비스의 실현을 위해서는 개개인이 자신의 건강상태를 직접 측정하고 통신 등을 통해 원격으로 전송할 수 있는 단말기가 필요한 시점이다. 이에 본 연구에서는 개인이 휴대하기 간편하도록 손목 착용형 u-헬스케어 단말기를 개발하였으며, 이를 이용하여 스마트폰과의 데이터교환을 통해 데이터를 원격지로 전송할 수 있는 시스템을 구성하였다.

본 연구를 통해 개발된 손목형 단말기는 맥박을 검출하여 사용자의 심장 박동 여부를 판단하고, 이상 징후가 나타날 때 사용자 본인이 직접 심전도를 측정하여 심장 리듬의 규칙성을 진단하며, 사용자의 신체 움직임에 대한 정보를 획득하여 활동량을 단계별로 구분함으로써 일상생활중의 기본적인 건강 정보를 제공할 수 있도록 설계되었다. 이를 위해 요골동맥으로부터 맥파를 검출하기 위한 저항성 압력센서, 기기에 부착되어 사용자 본인이 직접 심전도를 측정할 수 있는 건성전극, 그리고 활동량을 판단할 수 있는 3축 가속도센서를 활용하였다. 각 센서의 출력에 대한 아날로그 하드웨어 및 디지털 변환을 통해 신호처리 과정을 거쳐서 각 신호로부터 정량화 변수를 추출하였다. 즉, 센서, 하드웨어, 소프트웨어 개발 과정을 거쳐 실제 손목형 단말기를 개발하였다.

개발된 손목형 기기에는 향후 혈당, 체지방, 산소포화도 등을 측정할 수 있는 다양한 생체정보 검출 센서를 추가할 수 있으며, 보다 소형화된 단말기로 개발하여 다양한 원격진료의 분야에서 활용될 수 있도록 개발될 것이다. 앞으로 이러한 개인용 단말기의 개발, 보급과 더불어 사회적 인프라 구축이 활성화 된다면 u-헬스케어 서비스의 실현이 가능할 것이다.

참고문헌

[1] A. Aragues, J. Escayola, I. Martinez, P. del Valle, P. Munoz, J. D. Trigo, J. Garcia, "Trends and challenges of the emerging technologies toward interoperability and standardization in e-health communications", Communications Magazine, IEEE,

vol. 49, no. 11, pp. 182-188, 2011.

[2] X. Shen, N. Kato, X. Lin, "Wireless technologies for e-healthcare [Guest Editorial]", Wireless Communications, IEEE, vol. 17, no. 1, pp. 10-11, 2011.

[3] Min Chen, S. Gonzalez, V. Leung, Qian Zhang, Ming Li, "A 2G-RFID-based e-healthcare system", Wireless Communications, IEEE, vol. 17, no. 1, pp. 37-44, 2010.

[4] Jinyuan Sun, Yuguang Fang, Xiaoyan Zhu, "Privacy and emergency response in e-healthcare leveraging wireless body sensor networks", Wireless Communications, IEEE, vol. 17, no. 1, pp. 66-73, 2010.

[5] Jae-Sung Shim, Sung-Yeol Yun and Seok-Cheon Park, "A Study on Wireless Data Quality Measurement Method for u-Healthcare Service in WiBro Environment", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, vol. 13, no. 2, pp. 834-841, 2012.

[6] Yu-Yi Chen, Jun-Chao Lu, Jinn-Ke Jan, "A Secure EHR System Based on Hybrid Clouds", Journal of Medical Systems, vol. 36, no. 5, pp. 3375-3384, October 2012.

[7] M. Hamel, R. Fontaine, P. Boissy, "In-home telerehabilitation for geriatric patients", Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE, vol. 27, no.4, pp. 29-37, 2008.

[8] J. M. Winters, Yu Wang, "Wearable sensors and telerehabilitation", Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE, vol. 22, no. 3, pp. 56-65, 2003.

[9] Ki-Dong Lee, Sang G. Kim, and Byung K. Yi, "Packet-level scheduling for implant communications using forward error correction in an erasure correction mode for reliable u-healthcare service", Communications and Networks, Journal of, vol. 13, no. 2, pp. 160-166, April 2011.

[10] Jong-Hun Kim, Kyung-Yong Chung, Kee-Wook Rim, Jung-Hyun Lee, Un-Gu Kang, Young-Ho Lee, "Design of U-Healthcare Service System Based on Personalized Model in Smart Home", U-and E-Service, Science and Technology, vol. 62, pp. 104-111, 2009.

저자 소개

임 재 중(정회원)



- 1983년 : 건국대학교 전자공학과 (학사)
- 1988년 : Texas A&M대학교 의용공학과 (석사)
- 1991년 : Texas A&M대학교 의공학과 (박사)
- 1992년 ~ 1998년 : 인제대학교 의용

공학과 조교수

- 1998년 ~ 현재 : 전북대학교 전자공학부 교수

<관심분야 : 생체계측, 신호처리, 의료기기>

- e-mail : jjim@jbnu.ac.kr

황 찬 송(준회원)



- 2012년 : 전북대학교 전자공학부(학사)
- 2012-현재 : 전북대학교대학원 전자공학과(석사)

<관심분야 : 생체계측, 신호처리, 의료기기>

- e-mail : chopin89@nate.com

리 명 규



- 2001년 : 중국 연변대학 공학원 응용전자(학사)
- 2011년 : 중국 연변대학 공학원 전자통신학과(강사)
- 2011년 ~ 현재 : 전북대학교대학원 전자공학과(석사)

<관심분야 : 생체계측, 신호처리, 의료기기>

- e-mail : mk_li7@hotmail.com