

사지혈압과 용적맥파를 이용한 혈관 노화도 진단 시스템

김판기*, 조상훈*, 김병선*, 강만희**, 안창범*
 광운대학교 전기공학과*, (주)인터메드**

Blood Vessel Aging Diagnosis System using Blood Pressure and Photoplethysmography

Pan-Ki Kim*, Sang-Heum Cho*, Byung-Sun Kim*, Mahn-Hee Kang**, Chang-Beom Ahn*
 Dept. Electrical Engineering, Kwangwoon University*, Intermed.co**

Abstract - 본 논문은 심혈관질환을 예방하기 위한 심박변이도 검사(HRV), 압맥파 검사(PTG), 용적맥파 검사(SDPPTG), 사지혈압 검사(BPD), 맥파전달속도 검사(PWV)를 통해 심혈관의 상태를 분석하고 질병을 예방하는데 도움이 될 수 있도록 측정하고 진단 할 수 있는 심혈관 질환에 대한 통합 진단 시스템을 개발하였다. 본 논문에서 개발된 진단 시스템을 통해서 나오는 결과에 대한 소개하였다.

커프에 공기압을 가했다가 천천히 공기압을 뺄 때 동맥혈관 위의 커프에 생기는 압진동의 크기를 압력센서에 의해 감지하는 방식이다. 이러한 세가지 각각의 모듈은 RS-232 프로토콜로 PC로 전송되기 때문에 각 모듈과의 시리얼 통신을 위해 여러개의 시리얼 포트를 USB로 변경하여 PC에 연결되도록 구성되었다.

1. 서 론

심혈관질환은 고혈압, 당뇨병, 흡연, 비만, 운동부족, 스트레스 등이 위험요인으로 작용하여 나타나는 질환이고 다른 질환과는 다르게 예방이 가능하다. 심혈관 질환을 예방하기 위해서는 측정된 생체신호의 정확하고 신뢰성 있는 결과를 통하여 다각적인 분석이 선행 되어야 한다. 따라서 심혈관 질환의 예방에 필수적으로 필요한 검사들을 통합적으로 측정하고 분석할 수 있는 시스템을 개발하였다.

2.2 시스템의 동작

본 시스템은 그림2에서 보인 것처럼 환자 등록, 생체신호 측정, 진단을 위한 신호처리, 결과 제시 등의 4가지 단계로 구분된다.

첫 번째 단계인 "Patient Registration" 파트는 환자의 기본적인 정보를 기록하여 환자별로 측정된 데이터를 관리하고, 진단결과를 데이터베이스화하여 환자의 과거와 현재의 진단 결과와 다른 환자와의 진단 결과를 비교할 수 있도록 한다.

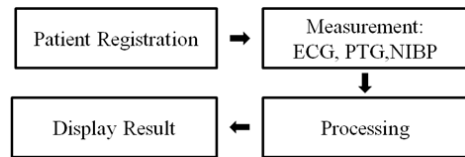
두 번째 단계인 "Measurement" 파트는 환자의 상태에 따라서 ECG, PTG, NIBP를 선택적으로 측정 할 수 있도록 하여 진단의 효율일 수 있도록 했다. 그리고 측정 결과의 신뢰성을 위해 측정 전 1분동안 환자를 안정한 상태로 유도할 수 있도록 했다. ECG와 PTG 신호는 5분동안 측정하였고, NIBP는 ECG와 같이 측정되도록 했다. 그림4는 생체신호를 실시간으로 측정하고 있는 화면이다.

세 번째인 "processing" 파트는 ECG, PTG, NIBP 모듈로부터 측정된 데이터를 이용하여 ECG 신호의 R-peak의 간격을 이용한 HRV를 분석하고, PTG로부터 혈관노화도를 분석한다. 그리고 NIBP를 통해 사지의 혈압과 PWV등을 계산한다.

마지막 "Display Result" 파트는 연산된 결과를 각 부분별로 보여주는 파트이다. 이 파트에서는 분석된 결과를 측정 분류에 따라 "HRV", "PTG", "BPD"로 분류하여 결과를 정리하고 있고, 측정 결과를 보여주는 "Rawdata", 환자의 과거 진단결과와 현재신단결과 그리고 다른 환자와의 진단결과를 비교할 수 있는 "Compare", 현재 환자의 측정 결과를 종합적으로 보여주는 "Result"로 구분하여 보여준다.

2. 본 론

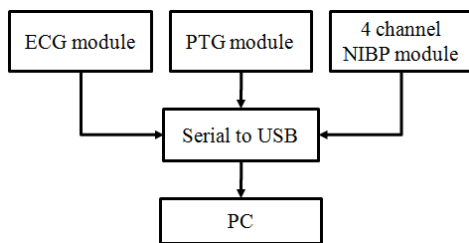
개발된 시스템은 생체신호의 다각적이고 총체적인 분석을 위해 심전도(ECG), 압맥파(PTG), 비침습적맥파(NIBP)를 측정한다. ECG 신호를 측정하여 심박동의 미세한 변화를 분석하여 자율 신경계의 활동을 정량적으로 분석할 수 있는 심박변이도 검사(Heart rate variability, HRV)와 혈관 내 압력의 변화에 의해서 일어나는 말초 세동맥의 용적변화를 통해 인체의 혈액순환질환을 진단할 수 있는 압맥파 검사(Plethysmogram, PTG), 혈관 노화도를 알 수 있는 용적맥파 검사(SDPPTG), 그리고 맥파의 전달 속도를 통해 동맥경화진단을 할 수 있는 맥파전달속도 검사(Pulse wave velocity, PWV) 등의 다양한 검사할 수 있다. 또한 환자의 진단결과를 데이터베이스화 하여 환자의 상태를 관찰하고 다른 환자들과 비교 할 수 있도록 하여 종합적인 생체신호로부터 신뢰성 높은 정보를 제시할 수 있는 시스템을 개발 했다.



<그림 2> Functional description

2.1 시스템의 구성

본 연구에서 개발된 시스템은 ECG, PTG, NIBP를 측정할 수 있도록 세 개의 모듈로 구성이 되고, 이 세 개의 모듈은 RS-232 통신 프로토콜로 PC와 데이터를 송수신 한다. 그림 1은 시스템의 구성을 나타내고 있다.



<그림 1> System configuration

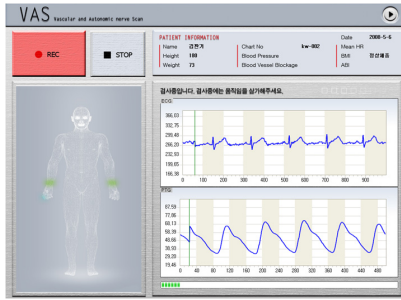
심전도 측정과 맥파 측정을 위해 MEK사의 MM-200, MM-100, MM-301모듈을 사용했다. ECG 모듈은 심전도 신호를 측정하는 것으로 240Hz의 샘플링 주파수와 10bit의 분해능을 가지며 0.5~40Hz의 밴드패스 필터링과 Notch 필터링을 한다. PTG 모듈은 광전용적맥파를 측정하는 것으로 120Hz의 샘플링 주파수와 10bit의 분해능을 가진다. 마지막 NIBP 모듈은 오실로메트릭방법(oscillometric method)으로 혈압과 맥파를 측정할 수 있다. 이 방식은 비침습적으로 혈압을 측정하는 것으로서

2.3 진단 요소

본 시스템으로 측정한 심전도와 맥파를 이용하여 심혈관질환의 진단에 필요한 수치들을 얻는다. 우선, 심전도 신호로부터 HRV를 계산하고 이를 통해 자율신경계 검사에 유용한 mean HRV, SDNN, Complexity, HRV index, pNN50, RMSSD, SDDSD, TP, VLF, HF, normalized LF, normalized HF 등을 계산한다. 그리고 맥파 신호로부터 동맥경화 진단에 필수적인 PWV와 ABI를 계산하고 맥파의 파형 분석을 통한 혈관 노화도 정도를 나타낸다.

3. 결 과

설계한 시스템을 통해서 심혈관의 상태를 분석하는데 필요한 ECG 신호, PTG 신호, NIBP 신호를 동시에 실시간으로 측정할 수 있는 시스템을 개발하였다. 각 생체신호 측정 모듈로부터의 데이터를 통해 HRV, 혈관 노화도, 사지에서의 혈압, 맥파전달속도등을 계산할 수 있었고, 데이터를 통하여 환자의 현재와 과거의 진단결과 뿐만 아니라 환자간의 비교도 자유롭게 할 수 있었다.



<a> ECG와 PTG의 측정화면



 ECG와 NIBP의 측정화면

<그림 3> 각 모듈의 측정화면

4. 결 론

본 논문에서는 고혈압, 당뇨병, 흡연, 비만, 스트레스 등에 의해 발생할 수 있는 심혈관 질환을 예방하기 위해 심혈관의 상태를 분석하기 위한 심혈관 진단 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템을 통해 혈관계의 상태를 여러 가지 진단 요소를 통합적으로 분석함으로써 객관적이고 종합적인 진단이 가능해졌다. 이를 통해 심혈관 질환을 예방하는 데에 유용하게 사용될 수 있을 것이라고 생각된다.

[감사의 글]

본 연구는 중소기업청에서 시행하는 산학협력실사업의 지원을 받았음.

[참 고 문 헌]

- [1] Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, "Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use", *Circulation*, vol.17, pp.351-381, 1996.
- [2] 정기삼, "HRV의 개요", *가정의학회지*, vol.25, pp.528-5312, 2004.
- [3] 강승원, 김관기, 조상흠, et al., "혈관노화 진단을 위한 광전용적맥파의 2차 미분 패턴 인식 알고리즘", *신호처리합동학술대회*, vol.20, p.11, 2007.
- [4] K. Takazawa, et al., "Assessment of vasoactive agents and vascular aging by the second derivative of photoplethysmogram waveform", *American Heart Association*, pp.365-370, 1998.