

감성공학을 위한 무선 이어폰 전송 장치

임채영[○], 전기만^{*}, 김경호^{**}

^{○*} 전자부품연구원 메디컬IT융합연구센터

^{**} 단국대학교 전자공학과

e-mail: {lcy, kmjeon}@keti.re.kr, dkuhealth@dankook.ac.kr,

Wireless Transmitter earpiece for Sensibility Ergonomics

Lim Chae-Young[○], Jeon Ki-Man^{*}, Kim Kyung-Ho^{**}

^{○*} KETI Medical IT Convergence Research Center

^{**} Dept. of Electronics Engineering, Dankook University

● 요약 ●

우리는 감성 공학에 기반하여 일상 생활 속에서 비침습적이면서 사용하기 간편한 광전용적맥파신호를 계측하고 분석하는 이어폰형 생체 신호 측정 시스템에 관하여 연구하였다. 생체 신호 측정 시스템에서는 광전용적맥파(photoplethysmograph, PPG)와 3축 가속도로 생체 신호와 운동 신호를 활용하였다. 수신된 생체 신호인 광전용적맥파 신호는 Peak 검출 및 전처리 알고리즘을 통하여 심박동변동성(heart rate Variability, HRV)에 대한 시계열 정보로 변환하고 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform, FFT)과 전력 스펙트럼 밀도 분석(Power Spectrum Density, PSD)방법으로 교감과 부교감 신경 활성화도 변화를 관측하였고, 운동 센서로 움직임을 관측하였다. 수신부 시스템은 안드로이드 기반의 자바 어플리케이션으로 스마트 폰에서 구현하였고, 송신부인 이어폰 생체정보 측정모듈로 맥파를 측정하여 상황에 따라 변화하는 자율 신경계의 활성화도비율을 확인하였다.

키워드: 감성공학(Sensibility Ergonomics), 이어폰(earpiece), 무선 통신 (wireless Communication)

I. 서론

유비쿼터스 헬스케어는 정보통신과 의료를 연결하여 언제 어디서나 예방, 진단, 치료, 사후관리를 할 수 있는 서비스이며, 병원에서 단발성 치료에 국한되었던 기존 서비스가 이제는 가정 등 일상 생활 전 영역에 걸쳐 평생 동안 서비스를 받을 수 있게 되었다는 것을 의미한다. 이와 관련한 많은 연구가 국내외적으로 활발히 진행되고 있다. 생체신호와 운동 신호에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 이러한 생체 신호 중에서 우리는 비침습적이면서 사용하기 간편한 광전용적맥파(PPG)신호를 운동신호중에서 3축 가속도 신호를 이용하여 대상자의 상태를 측정하고자 하였다.[1-4] 일상 생활에서 발생하는 다양한 상황의 인체의 반응을 비자각적으로 측정하기 위해서 헤드셋을 활용하여 생체 신호와 운동 신호를 정량적으로 측정하는 방법을 제안하고, 이를 다양한 분석 방법을 통하여 인체의 상태변화를 모니터링 할 수 있는 감성공학 기반의 시스템에 대해 연구한다.

설계한 측정 시스템에서 측정된 생체신호는 육체적인 건강만이 아닌 정신적인 건강도 분석 할 수 있는 맥파와 움직임을 측정할 수 있는 3축 가속도를 측정하였으며, 측정된 생체신호는 2.4GHz 대역의 RF를 이용하여 주변의 임베디드시스템에 전송한다. 수신된 신호를 기반으로 설계한 분석 시스템을 통하여 시간에 따른 분

석 및 주파수 분석을 수행하여 감성상태를 모니터링한다.

본 논문의 각 장의 내용은 다음과 같다. 제 2장에서는 공학 기술을 이용한 감정인식에 관한 연구들을 살펴본다. 제 3장에서는 제안된 생체신호 측정 시스템 설계방법과 분석 과정에 대하여 검증한다. 마지막장에서는 결론을 제시하며 향후 연구 과제에 대해 검토하여 본다.

II. 관련 연구

공학 기술에 기반한 감정 인식 방법은 크게 음성 과 얼굴 표정을 기반으로 감정인식을 하는 방법과 생체 신호를 기반으로 하는 감정 인식 방법이 있다.

전자는 감정을 표출하는데 있어 표정과 목소리의 변화 등에 의지하여 나타내며 후자는 외관상의 신체 반응이 아닌 이러한 반응으로부터 측정되는 생체 신호를 이용하여 특별한 생체 센서를 통하여 생체신호를 검출하고 신호를 분석하여 사용자의 감정 상태를 추론할 수 있다.[5] 생체신호로는 근전도(Electromyograph, EMG), 피부온도(Skin Temperature, SKT), 혈액량펄스(Blood Volume Pulse, BVP), 심전도(Electrocardiograph, ECG) 그리고 화남과 무서움을 판별할 수 있는 피부저항도(Galvanic Skin Response,

GSR)등이 있다.

III. 본론

1. 생체신호 측정 시스템

본 연구에서는 맥파의 측정 방법으로 광센서를 이용한 광전용적맥파를 사용하였으며 가속도 센서를 사용하여 움직임에 대한 정보를 측정하였다.

비자각적이며, 비구속적으로 생체 신호를 측정하기 위하여 이어폰을 형태로 활용하였으며, 이에 적용하기 위하여 측정회로의 소형화 저전력화 설계를 하였다. 설계한 생체신호 측정 시스템은 크게 귀볼에서 얻어지는 생리신호를 측정하여 전기신호로 변환하는 센서부와 신호의 증폭 및 필터, 디지털 변환 및 정보 전송을 담당하는 신호처리부로 나누어지며 그림 1과 같다. 무선 이어폰 장치는 그림 2과 같다.

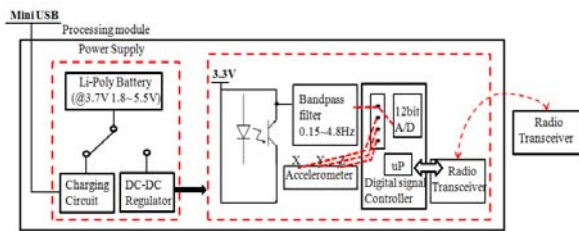
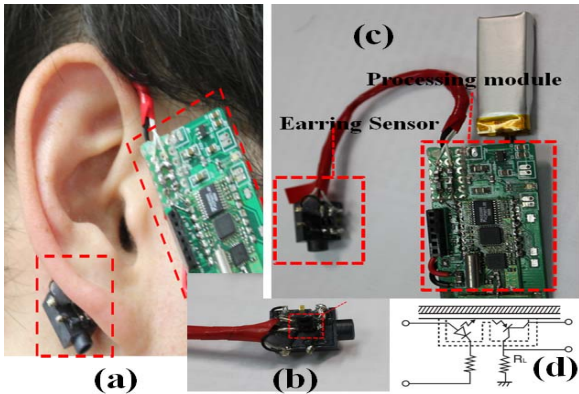


그림 1. 생체신호 측정 시스템의 구성도
Fig. 1. System Architecture



(a)모듈을 착용한 모습 (b)반사형 포토인터럽트로 구성된 센서
(c)이어폰센서와 신호처리 모듈로 구성된 생체정보 측정모듈
(d)반사형 포토인터럽트회로

그림 2. 이어폰 생체정보 측정 모듈

(a)Appearance of device when worn by user (b)Prototype of earring sensor showing an embedded reflective photointerrupters (c)the wireless earpiece containing a processing module and radio transceiver, (d)Schematic of the earring sensor

Fig. 2. Portable biometric measurement module

1.1 광전용적맥파 측정부 설계

본 연구에서 사용한 광센서는 GaAs로 제작되어 940nm의 근적외선 파장을 가지고 있으며, 수광부와 발광부가 하나의 센서에 통합되어 있는 고성능 반사형 포토인터럽터(photointerrupters)인 SG-105LF (Kodens -hi, Japan)이다. OP-Amp는 증폭 및 주파수 차단기의 차수를 줄이며 발생하는 잡음 및 신호의 오류를 최소화하기 위하여 AD8544를 사용하였다. AD8544(Analog Device, USA)는 45uA/Amp의 낮은 전류로 동작하며 출력과 공급 전압이 동일한 Rail to Rail I/O의 특성으로 저전력 구동이 가능하게 설계하였다.

1.2 Motion 측정부 설계

정전용량형 3축 가속도센서인 MMA7260Q (Freescaler Semiconductor, USA)를 활용하여 각축의 출력 단자에 수동소자를 이용한 RC 여파기를 설계하여 진동 잡음과 같은 고주파 잡음을 최소화하여 설계하였다.

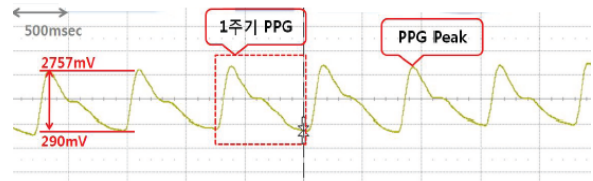


그림 3. 측정 신호
Fig. 3. Measuring signal

2. 생체신호 분석 시스템 설계



그림 4. 전송된 신호
Fig. 4. Transmitted signal

측정한 반전된 맥파(photoplethysmograph, PPG)신호는 그림 3과같고 RF를 통하여 전송된 신호는 그림 4와 같다.

2.1 감성을 평가 하기 위한 생체 신호 분석

전송된 신호를 설계한 고속 푸리에 변환 알고리즘을 이용하여 심박동변동성 신호 파라미터를 얻고자 이를 계산식으로 표현하면 식 1과 같으며, 취득한 생체정보로 감성상태를 평가하기위한 광전용적맥파 신호 분석 알고리즘은 그림 5와같다.

$$X(k) = \sum_{n=even} x(n)e^{-j\frac{2\pi}{N}kn} + \sum_{n=odd} x(n)e^{-j\frac{2\pi}{N}kn} \quad \text{식 (1)}$$

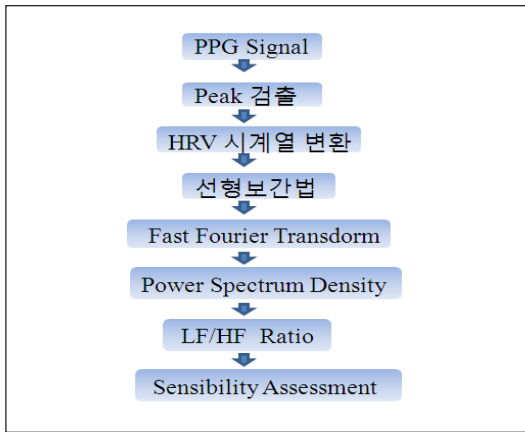


그림 5. 감성상태를 평가하기 위한 광전용적맥파 신호 분석 알고리즘

Fig. 5. Analysis of Algorithms for Sensibility Ergonomics

HRV 분석법은 크게 시간영역분석법과 주파수 영역분석법으로 나눌 수 있으며 시간영역 분석법을 통하여 시계열 데이터로부터 meanRR, meanHR (Heart Rate), SDNN, RMSSD를 구하고, 주파수 영역분석법을 통하여 FFT파워스펙트럼의 데이터로부터 LF성분(0.04~0.15Hz), HF성분(0.15~0.4Hz)을 구하여 주파수 범위를 구분하여 교감 신경과 부교감 신경간의 균형을 평가하며, 감성 평가 알고리즘에 대입한다.



그림 6시스템의 구성도

Fig. 6. Configuration of the system

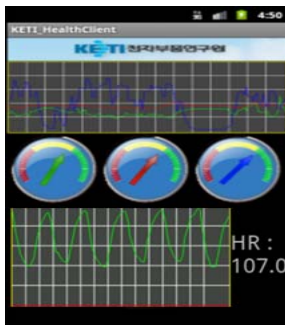


그림 7. 안드로이드플랫폼인 모바일기기에서 구현된 UI

Fig. 7. Implemented User Interface

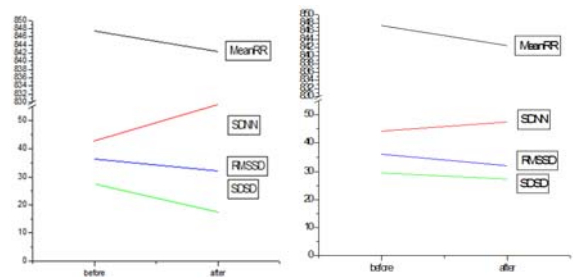


그림 8. 감성 평가에 따른 파라미터 변화

Fig. 8. Evaluation of Sensibility Parameter variations

그림 6는 측정한 PPG파형과 움직임신호 그리고 고속 푸리에 변환을 모바일 기기(안드로이드 OS)에서 모니터링 한 것이다. 수 신된 광전용적맥파를 기반으로 자율신경계의 활성도를 분석한다. 측정된 맥파를 심박동변동성에 대한 정보로 변환하여 고속 푸리에 변환을 이용하여 주파수 영역에 대해 분석한 결과 상황에 따른 사 용자의 상태를 구별할 수 있다. 그림 7과 같은 분석 결과로 감성이 흥분되거나 각성이 되면 MeanRR, SDDSD, RMSSD는 감소하며 SDNN은 증가하였으며, 심박동변동성의 주파수 역역 분석법에 의 하여 차단 주파수 0.15Hz이상의 면적이 증가하였다.

IV. 결 론

본 연구에서는 감성 공학에 기반하여 일상생활 속에서 변화하 는 다양한 상황에 대한 생체 신호의 반응을 측정하여 신체적, 정신 적 건강 상태에 대해서 분석할 수 있는 휴대형 시스템을 개발하였 다. 이전 연구들에서 사용하였던 생체 신호 측정 장비들의 불편함 을 개선하기 위해 비직각적으로 측정할 수 있는 방법을 분석하여, 이어폰에 적용하고 회로를 간소화하였으며 PCB 제작으로 41mm X 22mm로 소형화 하였다. 제한한 이어폰 생체정보 측정모듈로 맥파를 측정하여 상황에 따라 변화하는 자율 신경계의 활성도비율 을 확인하였다.

향후 연구에서는 생체신호를 기반으로 다양한 표본을 찾아내고 이에 따라 정량적인 기준을 세워 데이터베이스를 구축해야 할 연 구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] Fensli R, Gunnarson E, Hejlesen O. A wireless ECG system for continuous event recording and communication to a clinical alarm station. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc 2004;1;2208-11
- [2] Segura JJJ, Cuesta FD, Samblas PL, Aboy M. A Microcontroller-Based Portable. Electrocardiograph Recorder. IEEE Trans Biomed Eng 2004;51;1686-90
- [3] Najafi B, Aminian K, Paraschiv-Ionescu A, Loew F, Büla CJ, Robert P. Ambulatory system for human motion analysis using a kinematic sensor :monitoring of daily

physical activity in the elderly. IEEE Trans Viomed Eng
2003;50:711-23

[4] 홍주현, 김종면, 이태수. 모바일 헬스케어를 위한 무선 3채널
심전계 개발. 한국 특허학회지 2007;10;1-6

[5] 신동일 “감정인식 기술 동향”, 주간기술동향 통권 1283호, pp.1-9