

웨어러블 기반의 심전도 측정 의복을 이용한 시각감성과 생체신호간의 상관관계

Correlation between Visual Sensibility and Vital Signal using Wearable based Electrocardiogram Sensing Clothes

정경용

상지대학교 컴퓨터정보공학부

Kyung-Yong Chung(kyjung@sangji.ac.kr)

요약

물질적 풍요로움뿐만 아니라 품질이 다변화 되어가는 생활환경 속에서 감성에 따른 생체신호를 파악하는 것은 감성공학 전략의 중요한 성공요소가 되고 있다. 이를 위하여 제품의 기능적 측면뿐만 아니라 정서적 감정과 선호도가 반영된 제품의 설계나 디자인 또한 요구되고 있다. 본 논문에서는 웨어러블 기반의 심전도 측정 의복을 이용한 시각감성과 생체신호간의 상관관계를 제안하였다. 심전도 측정 의복을 착용함으로써 심전도 ECG 파형을 측정하였다. 심전도 측정 의복을 착용에 의해 수집된 심전도 파형으로부터 심박변화율을 계산한다. 그리고 고속 푸리에 변환을 이용한 파워 스펙트럼 분석은 시각감성과 생체신호의 상관관계를 평가한다. 제안된 방법에 대해서 논리적 타당성과 유효성을 검증하기 위해 실험적인 적용을 시도하고자 한다.

■ 중심어 : | 웨어러블 컴퓨팅 | 감성 | 심장변화율 | 텍스타일 디자인 | 스마트 의복 |

Abstract

In the life environment changed with not only the material abundance but also the quality, it is the most crucial factor for the strategy of sensibility engineering to investigate vital signal according to the sensibility. In this perspective, it is necessary to design and merchandise the products in cope with each sensibility and needs as well as its functional aspects. In this paper, we proposed the correlation between the visual sensibility and the vital signal using the wearable based electrocardiogram sensing clothes. We measured the electrocardiogram (ECG) signal by wearing the electrocardiogram sensing clothes. The heart rate variability (HRV) is calculated from the acquired ECG signal by wearing the electrocardiogram sensing clothes. And the power spectrum analysis using the Fast Fourier Transform (FFT) is evaluated the correlation between the visual sensibility and the vital signal. we plan to conduct empirical applications to verify the adequacy and the validity of the proposed method.

■ keyword : | Wearable Computing | Sensibility | Heart Rate Variability | Textile Design | Smart Clothes |

I. 서론

감성 시대에서는 제품의 기능이나 가격만으로 승부

하기 어렵다. 양적인 것보다 질적인 것에 비중을 두는 감성공학은 복합 감성 차원에서의 감성적인 요소를 IT 융합 기술을 이용하여 제공하고 있다. 감성은 모호하여

* 본 논문은 2009년도 상지대학교 교내 연구비 지원에 의한 것입니다.

접수번호 : #090805-005

접수일자 : 2009년 08월 05일

심사완료일 : 2009년 12월 01일

교신저자 : 정경용, e-mail : kyjung@sangji.ac.kr

정량적이고 객관적인 측정이 어렵고, 그 표현도 제한된 감성 어휘에 의하여 나타나기 때문에 감성을 파악하는 것은 어려운 일이다. 감성에 대하여 이를 표출시키는 물리적 요소를 연결시키는 과정이 필요하다. 이와 같이 파악된 디자인 요소의 결합을 통한 구체적인 감성 제품에 대해 그 표현기술이 필요하다고 할 수 있는데, 이것이 바로 감성을 구체적인 디자인 요소로 변환할 수 있는 감성공학 시스템이다. 즉, 감성이 반영된 제품을 가상현실에서 반영할 수 있는 감성 공학 시스템으로서 이를 통하여 제품에 대한 감성을 해석하거나 디자인 요소와 연결시켜 모호함을 구체적 형태로 나타내도록 하는 것이다[1]. 이러한 연구들은 많은 결과를 창출하였고 현재 새로운 연구들이 진행되고 있지만 감성 상태, 환경 영향에 의한 변화가 심하기 때문에 많은 한계를 나타내고 있다[3]. 최근 감성에 관련된 연구는 신경계 반응으로 나타나며 중추신경계와 자율신경계의 조절에 의해 나타나는 것으로 IT융합 기술을 응용하고 과학적으로 분석, 평가하여 이를 제품이나 환경의 설계에 응용하는 연구가 진행되어 왔다[2-6]. 그중에서 자율신경계를 통해 감성상태를 측정하는 방법에는 심전도가 주로 활용되고 있다[7][8].

본 논문에서는 웨어러블 기반의 심전도 측정 의복을 이용한 시각감성과 생체신호간의 상관관계를 제안하였다. 제시한 텍스타일 디자인에 대해 긍정적인 상태와 부정적인 상태에 대해 감성변화를 평가한다. 이를 위해 바이오센서를 이용하여 심전도 측정 의복을 제작한다. 제작된 심전도 측정 의복을 착용한 후 감성상태에 따른 심전도 ECG 파형에 대한 LF/HF의 비율로 파워 스펙트럼을 분석한다. 여기서 시각감성과 생체신호간의 상관관계를 정성적, 정량적으로 분석하고자 한다.

본 논문의 구성은 2장에서는 감성공학과 생체신호 기술에 대해서 기술하고 3장에서는 제안하는 방법에 대해서 기술한다. 4장에서는 성능 평가를 기술하고 5장에서는 결론과 향후 연구에 대해서 기술한다.

II. 관련 기술

감성 공학은 마음속에 있는 제품의 디자인을 파악한다는 점에서 심리학 분야에 관련되며, 이를 형상화하는 점에서는 인간공학에 관련되어 있다. 이를 구체적으로 응용할 수 있게 하는 것이 IT융합 기술이다[1]. 감성 공학 시스템의 유용성은 오래 전부터 주목 받아 왔으며 디지털 신호처리 기술과 컴퓨터 기술의 발전의 영향으로 감성신호 처리기술 역시 커다란 발전을 하고 있다. 감성의 변화는 신경계의 반응으로 나타나고 감성 변화에 대해 민감하게 반응하는 신경계로는 중추신경계와 자율신경계가 있다. 중추신경계를 측정하는 방법에는 대뇌피질에서 발생하는 전기적인 현상인 뇌전도(EEG)를 측정하는 방법이 있고 자율신경계를 통해 생리적 반응을 측정하는 방법에는 피부전도도(EDA), HRV(Heart Rate Variability), 혈압, 체온, 호흡 등이 있다. HRV는 주기적으로 변화하는 심박변화율을 정량화한 것으로 심장 변이도라고 한다. 여기서 자율신경계는 교감신경계와 부교감신경계의 길항작용에 의해 조절되는데 항상성을 유지하면서 활성화하게 된다. 교감신경계는 신체에 질병이 발생되거나 스트레스를 받게 되는 경우 기초신진대사를 촉진하여 혈압, 심박 수, 혈류량의 증가를 나타낸다. 부교감신경계는 교감신경의 작용에 반대되는 역할을 한다[6-8].

HRV를 이용한 감성 분석에는 시간영역 분석과 주파수영역 분석이 있다[2][3]. 시간영역 분석은 Mean HR, SDNN, RMSSD, Normalized Entropy, NN50를 이용하여 감성상태의 변화에 따른 자율신경계의 활성화 정도를 측정하는 방법이다. 주파수영역 분석은 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform; FFT)을 이용하여 파워 스펙트럼 밀도(Power Spectrum Density; PSD)를 분석함으로써 교감신경과 부교감신경의 활성 정도를 분석하는 방법이다. PSD를 이용하여 주파수 대역별로 에너지의 크기를 볼 수 있으며 에너지 대역별 크기의 변화율은 교감신경계와 부교감신경계의 길항 작용을 나타낸다. HRV 신호의 주파수는 크게 세 가지 타입의 주파수를 가지고 있다. 초저주파수(VLF)는 0.04Hz의 주파수 영역 이하에서 발생하며 체온, 혈관, 심폐 기능에 관여하는 주파수이다. 자율신경계의 작용으로 0.04-0.15Hz의 주파수 영역에서 발생하는 저주파수

(LF), 0.15-0.4Hz의 주파수 영역에서 발생하는 고주파수(HF)의 분석으로 감정 상태를 측정할 수 있다. 저주파수(LF)는 교감 신경의 활동을 나타내며 스트레스를 받으면 활동이 증가하는 특징이 있다. 고주파수(HF)는 부교감신경의 활동을 나타내며 정서적 안정시에 활동이 증가하는 특징이 있다.

III. 웨어러블 기반의 심전도 측정 의복을 이용한 시각감성과 생체신호간의 상관관계

1. 텍스트일 디자인 시각감성 구성

시각감성을 평가하기 위한 텍스트일 디자인은 상상물, 자연물, 기하학물, 인공물의 4개의 카테고리로 나뉘는데 각각 15개씩 총 60개의 텍스트일 디자인으로 구성하였다. 구성된 텍스트일 디자인의 추출과 결정은 스타일 참고 도서와 선행연구[1]를 참고하여 뚜렷이 다른 스타일로 선택하였다. 무작위 표집에 의해 텍스트일 디자인을 선택하였고 디자인 요소가 골고루 가능하게 배치되도록 하였다. 그리고 응답에 있어서 순서 효과를 배제하고자 하였다. 시각감성 평가를 위해 텍스트일 디자인에 감성 어휘를 랜덤 선택하여 배정하였다.

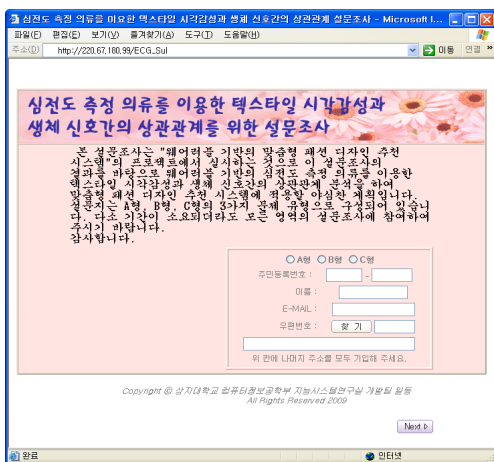


그림 1. 시각감성과 생체신호간의 상관관계를 위한 설문조사

시각감성과 생체신호간의 상관관계를 위한 설문조사

는 심전도 측정 의복을 착용한 후 텍스트일 디자인을 보고 감성 어휘에 느끼는 시각감성의 정도를 표현하도록 하였다. 설문조사의 구성은 A형, B형, C형의 3가지 설문지로 구성하였다. 각각의 설문지는 한 페이지로 구성하였고 텍스트일 디자인이 무작위로 포함되어 있다. 이렇게 3가지 종류의 설문지를 사용한 이유는 텍스트일 디자인에 대한 시각감성 평가의 오류를 줄이고 정확하게 평가하기 위함이다.

[그림 1]은 시각감성과 생체신호간의 상관관계를 위한 설문조사의 첫 화면이다. 설문자의 자세는 심전도 ECG 측정에 영향을 미치므로 편안한 자세를 유도하였다. 환경은 외부로부터 잡음을 차단했고, 쾌적함을 느낄 수 있는 실내온도로 유지했다. 설문에 집중할 수 있는 실험 환경을 유지하였다. 여기서 첫 번째 감성 어휘인 '긍정적인'과 '부정적인' 감성을 대조적으로 평가하게 하여 평가자의 감정 상태를 유발하고 이로 인한 감정 상태 변화에 따른 심전도 ECG 파형을 얻을 수 있다 [2][8]. 또한 상반된 감정 상태를 평가하기 위해 보통 감정 상태의 심전도 ECG를 측정하였다.

2. 텍스트일 디자인에 대한 대표 시각감성 추출

텍스트일 디자인에 대한 시각감성은 다양하고 확실히 않지 않으므로 대표 시각감성 추출 과정을 통해 사용자들이 느끼는 감성 중에서 대표적인 시각감성을 추출하는 것이 필요하다. [알고리즘 1]은 텍스트일 디자인의 대표 시각감성을 결정하는 방법이다. [알고리즘 1]을 이용하여 텍스트일 디자인에 대한 대표 시각감성을 추출하는 절차를 [그림 2]에 나타낸다.



그림 2. 텍스트일 디자인에 대한 대표 시각감성을 추출

[그림 2]에서 사용자들이 텍스타일 디자인에 대해서 감성 어휘를 이용하여 대표 시각감성을 추출하는 절차를 나타내었다. 텍스타일 디자인에 대해서 평가한 시각감성 평가 합을 구한 후 감성 평가 합의 평균이 가장 큰 속성을 텍스타일 디자인의 대표 시각감성을 의미한다.

알고리즘 1. 텍스타일 디자인의 대표 시각감성을 결정

```

Input: textile design rated the sensibility
      → Score of Textile Design[k]
Output: Representative Sensibility → MainSen_ID
1. Sen_Sum[Num_Sensibility] ← 0
2. Sen_Count[Num_Sensibility] ← 0
3. for k is textile design that user rated do
4.   for c is the genre of Textile[k] do
5.     Sen_Sum[c]
6.     ← Sen_Sum[c] + Score of Textile Design[k]
7.   Sen_Count[c]++
8.   endfor
9. endfor
10. for j=1 to Num_Sensibility do
11.   MainSen_ID
12.   ← Max(MainSen_ID, Sen_Sum[j]/Sen_Count[j])
13. endfor
14. Sort Top 4 about MainSen_ID
15. Representative Sensibility[MainSen_ID]
16. Return
    
```

여기서 감성 어휘의 평균을 기준으로 각 텍스타일 디자인마다 높은 평균을 나타내는 상위 4개의 감성 어휘들을 정렬시킨다. 텍스타일 디자인은 하나의 대표 시각감성에 의한 표현이 불가능하므로 4가지 어휘들을 중복하여 표현하게 된다. 개인의 주관적인 감성을 객관적인 지표로 삼기 위해서는 평균값으로 전환이 필요하며 대표 시각감성 추출은 평균적 사용자의 감성의 중간치를 사용하는 것이다. 그러므로 소수의 독특한 감성을 갖는 사용자들인 경우에는 이러한 평균적 시각감성의 결과와 제안하는 시각감성과의 차이가 존재할 수 있다.

3. 웨어러블 기반의 심전도 측정 의복 제작

심전도 측정 의복은 착용자가 평소 자주 입는 티셔츠를 응용하여 답답해하거나 불편하지 않게 제작하였다. 디자인 시안은 소매 형태의 티셔츠로 신축성있는 소재

를 사용하였다. 인체의 형태에 따라 의복과 바이오센서의 전극이 안정적으로 밀착될 수 있도록 고탄력 밴드를 이용하였다. [그림 3]은 심전도 측정 의복 제작을 위한 바이오센서의 전극 위치를 나타낸다. 심전도를 보다 정확하게 측정하기 위해 의복 층에 의한 간섭이 적도록 전극이 피부에 직접 닿는 접촉식으로 개발하였다[1].

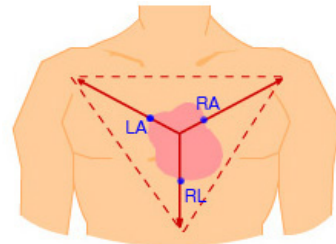


그림 3. 심전도 측정 의복을 위한 바이오센서의 전극 위치

[그림 3]에서 LA, RA, RL에 3개의 전극이 위치가 될 수 있도록 고탄력 밴드에 전극을 자수 형태로 제작하였다. 3개의 전극은 바이오센서의 MCX 커넥터에 결합하였다. 그리고 티셔츠 안에 심전도 ECG 데이터를 송신하기 위한 바이오센서를 넣어야 하므로 움직임에 불편함이 없는 부위에 수납할 수 있는 탈부착이 가능한 주머니를 만들었다. 이는 세탁할 때나 평소 착용하지 않을 때에는 평상복으로 이용할 수 있도록 하기 위함이다. 안정된 심전도 ECG 측정이 가능한 의복을 제작하기 위해 착용자의 정지 상태와 동작 상태, 전극의 위치, 전극의 간격, 의복압, 의복타입 등을 고려하여 의복 디자인 설계에 반영하였다. 의복압에 관한 기존 연구[6]에서 심전도 측정을 위한 밴드형 의복압의 최저한계치 약 0.2000kPa는 의복으로 확대하였을 때에도 대략적인 최저 기준치로 사용할 수 있는 결과가 나왔다. 의복 타입별 심전도에 관한 기존 연구[9]에서는 일자형, 십자형, 엑스형, 곡선엑스형에 따른 심전도 측정 비교에서 십자형 절개선 의복이 동작의 영향을 최소화한다는 결과가 나왔다. 본 연구에서는 십자형 의복의 경우 착용자가 움직임에 불편함과 답답함을 호소하여 일자형으로 인체 특성을 반영하여 제작하였고 안정적인 심전도 측정 또한 가능하였다. [그림 4]는 심전도 ECG를 측정하기 위한 바이오센서를 이용한 일자형 심전도 측정 의복을

나타낸다. 여기서 심전도 측정 티셔츠의 뒤집은 모습을 나타낸다. 바이오센서를 이용한 심전도 측정 의복은 2.4GHz의 Zigbee를 통하여 ZigbeX 모트(ATmega128L, 7.3728MHz, 128Kb Memory)와 URAT 포트를 통해 무선 통신을 한다. 무선 통신은 불필요한 와이어의 사용을 최소화하였으며 기존의 스마트 의류의 복잡한 구조적 문제[9]를 해결하여 평상복과 같은 형태로 개발하기 위함이다. 평상복과 같이 일상생활에서 착용을 의식하지 않을 수 있는 웨어러블성과 심전도를 측정하는 전극과 피부의 밀착성 유지가 되게 제작하였다.



그림 4. 심전도 ECG 측정을 위한 심전도 측정 의복

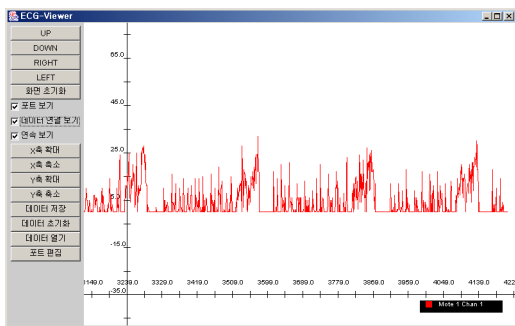


그림 5. 심전도 측정 의복을 이용한 심전도 ECG 시뮬레이션

(주)한백전자의 ZigbeX 모트는 서버 컴퓨터와 시리얼 케이블로 심전도 ECG 측정 시뮬레이션과 연결이 되어 있다. [그림 5]는 심전도 측정 의복을 이용한 심전도 ECG 측정 시뮬레이션을 보인다. 심전도 ECG 파형은

심전도 측정 의복을 착용 후 보통 감성상태일 때의 신호를 나타낸다. 시뮬레이션의 왼쪽에 있는 컨트롤은 파형의 위치조정, 파형연속보기, 확대/축소, 파형저장, 심장 박동, 불러오기, 초기화, 포트편집 등의 기능이 있다.

4. 생체신호를 이용한 심장변화를 측정

사용자는 심전도 측정 의복을 착용하고 1-100Hz의 주파수 대역에서 200 sample/sec로 심전도 ECG 데이터를 수집하여 저장한다. 심전도 ECG의 패킷에서 최대값 R을 검출해서 R-R 간격을 계산하고 HRV로 재구성한다. 심전도 ECG에서 기저선의 변동을 감소하기 위해 2Hz 고역통과필터(High Pass Filter)를 사용한다[3,4]. 또한 35Hz 저역통과필터(Low Pass Filter)를 이용하여 심전도 ECG 파형의 관심 주파수 범위 이외의 잡음을 제거한다. 필터에 통과된 데이터를 다시 샘플링하여 R-R 간격을 계산한다. 정확한 R-R 간격을 검출하기 위해 [3][8][10]에서 제안한 방법을 적용한다. [그림 6]은 R-R 간격으로 재구성된 HRV를 나타낸다. HRV를 이용하여 감성 상태를 분석하는 방법은 시간영역 분석과 주파수영역 분석이 있다. 본 논문에서는 텍스타일 디자인에 대한 시각감성과 생체신호간의 상관관계를 HRV를 이용하여 측정하고 유럽심장학회에서 제시한 기준[10]으로 주파수영역 분석 방법[2-6]을 사용하였다.

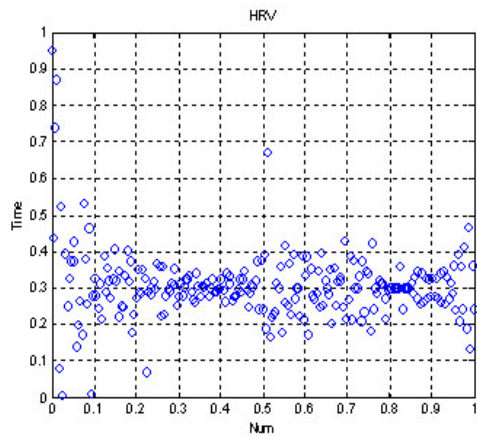


그림 6. R-R 간격으로 구성된 HRV

주파수영역 분석을 하기 위해서 R-R 간격으로 구성

된 HRV에 고속 푸리에 변환(FFT)을 이용하여 파워 스펙트럼 밀도(PSD)를 분석하였다. 사용자의 감성 상태를 긍정적인 상태와 부정적인 상태로 나누고 자율신경계의 교감신경계와 부교감신경계의 정도를 파악하기 위해 LF, HF의 변화를 측정하였다. 자율신경계의 활동 정도를 분석하기 위해 LF/HF 비율을 정의하여 상관관계 분석 시에 사용하였다.

VI. 성능 평가

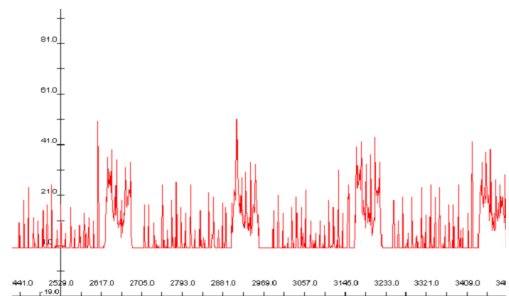
시각감성과 생체신호간의 상관관계 분석을 하기 위한 심전도 ECG 시뮬레이터는 (주)한백전자의 ZigbeX에서 바이오센서(맥박용 센서, 체온용 온도 센서), 환경 모니터링 센서(오염 정보, 균열 정보 등)를 제공받아 구성하였다. ZigbeX는 RFID 리더뿐만 아니라 다양한 환경을 탐지하고 이를 관리할 수 있는 서버를 패키지로 만들어 구현할 수 있는 장비이다. 또한, IEEE 802.15.4 표준화 통신을 지원할 수 있는 CC2420 칩을 장착하여 2.4GHz의 Zigbee 표준을 지원한다. 운영체제인 TinyOS 1.X 환경에서 개발자의 편리를 위해 윈도우상에서 리눅스 플랫폼을 에뮬레이션할 수 있는 Cygwin 프로그램(ver. 3.2340.2.5)을 통해 동작하였다. ATmega128L MCU는 바이오센서의 심전도 ECG를 수신받아 EasyTinyOS 개발 툴과 Java 1.4 JDK, Java COMN2.0으로 제안하는 방법을 구현하였다.

텍스타일 디자인이 제시되었을 때 시각감성의 변화에 따른 심전도 ECG 파형을 검출하여 교감신경계와 부교감신경계로 구성된 자율신경계의 활동 변화에 어떠한 상관관계가 존재하는지 알기 위한 것이다. 대조적인 텍스타일 디자인에 대한 감성 상태를 유발하고 이로 인한 감성 변화에 따른 생체신호를 얻을 수 있다.

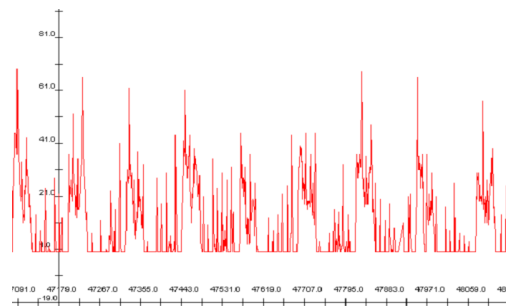
[그림 7]은 심전도 측정 의복을 착용한 후 시각감성 변화에 따른 심전도 ECG 파형을 나타낸다. 여기서 (a)는 보통상태, (b)는 긍정적인 상태, (c)는 부정적인 상태를 나타낸다. [그림 7]에서 상반된 긍정적인 상태와 부정적인 상태의 시각감성을 분석하기 위해 기준이 되는 보통상태의 심전도 ECG 파형 측정은 중요한 의미가 있

다. 긍정적인 상태는 보통상태보다 심박변화율이 규칙적인 주기로 빠르게 나타난다. 부정적인 상태는 보통상태보다 심박변화율이 불규칙적인 주기를 나타낸다.

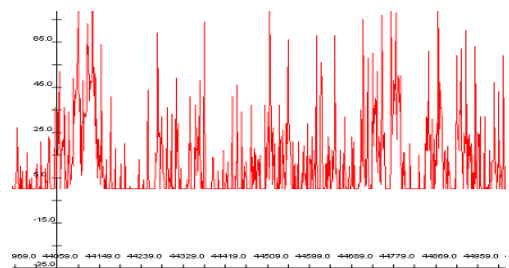
[그림 8]에서 (b)긍정적인 상태와 (c)부정적인 상태의 주파수영역 분석에서 감성 상태에 따른 구분이 가능함을 알 수 있다. 부교감신경과 교감신경으로 구성된 자율신경계의 작용으로 저주파수(LF)는 0.04-0.15Hz의 주파수 영역에서 발생하고 고주파수(HF)는 0.15-0.4Hz의 주파수 영역에서 발생한다.



(a) 보통상태

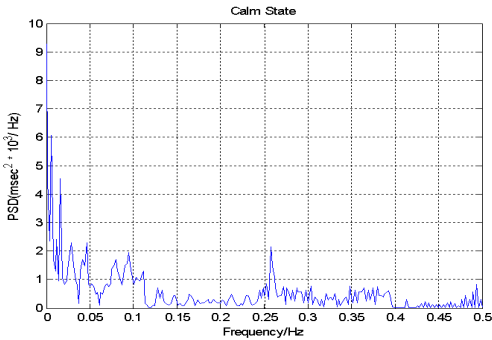


(b) 긍정적인 상태

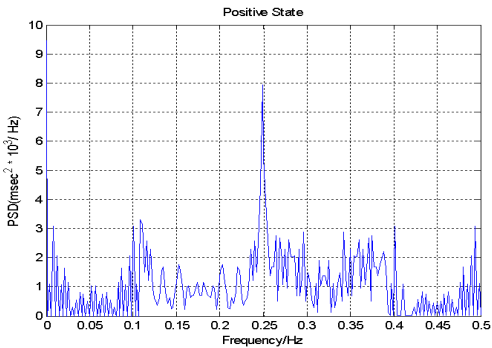


(c) 부정적인 상태

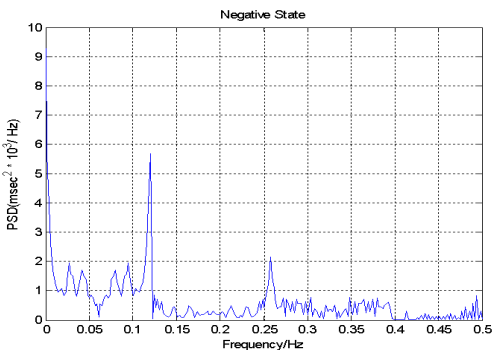
그림 7. 시각감성 상태에 따른 심전도 ECG 파형



(a) 보통상태



(b) 긍정적인 상태



(c) 부정적인 상태

그림 8. 주파수영역 분석을 이용한 HRV 신호 분석

[그림 8]은 주파수영역 분석을 이용한 HRV 신호 분석을 나타낸다. [그림 8]의 HRV 신호 분석은 [그림 7]의 감성변화에 따른 심전도 ECG 파형으로 부터 얻어진 결과이다. (a)보통 상태에서 특징적인 주파수가 나타나지 않음을 알 수 있다. 상반된 감성상태에 따른 HRV

신호 분석의 평가 기준으로 활용한다. (b)긍정적인 상태에서 0.11Hz에서 저주파수(LF)가 나타났고 0.25Hz에서 고주파수(HF)가 명확히 나타남을 알 수 있다. LF/HF 비율에서 HF성분이 상대적으로 커졌음을 나타내며 교감신경이 작용하여 긍정적인 상태로 판단한다. (c)부정적인 상태에서 0.12Hz에서 저주파수(LF)가 명확히 나타났고 0.26Hz에서 고주파수(HF)가 나타났음을 알 수 있다. LF/HF 비율에서 LF성분이 상대적으로 커졌음을 나타내며 부교감신경이 작용하여 부정적인 상태로 판단한다.

VII. 결론

본 논문에서는 웨어러블 기반의 심전도 측정 의복을 이용한 시각감성과 생체신호간의 상관관계를 제안하였다. 심전도 측정 의복은 평소 자주 입을 티셔츠를 응용하여 답답해하거나 불편하지 않게 제작하였고 디자인 시안은 소매 형태의 티셔츠로 신축성있는 소재를 사용하였다. 인체의 형태에 따라 의복과 바이오센서가 안정적으로 밀착될 수 있도록 고탄력 밴드에 전극을 자수 형태로 고정하였다. 그리고 심전도 ECG 데이터를 송신하기 위한 바이오센서를 넣어야 하므로 움직임에 불편함이 없는 부위에 수납할 수 있는 탈부착이 가능한 주머니 형태로 제작하였다. 심전도 측정 의복을 착용하고 1-100Hz의 주파수 대역에서 200 sample/sec로 심전도 ECG 데이터를 수집하여 저장하는 심전도 ECG 시뮬레이션을 개발하였다. 주파수영역 분석을 하기 위해서 R-R 간격으로 구성된 HRV에 고속 푸리에 변환을 이용하여 파워 스펙트럼을 분석하였다. 감성 상태를 긍정적인 상태와 부정적인 상태로 나누고 자율신경계의 교감신경계와 부교감신경계의 정도를 파악하기 위해 LF, HF의 변화를 측정하였다. 긍정적 상태와 부정적 상태를 측정하였을 때 심전도 ECG 파형으로 감성의 구분이 가능함으로 알 수 있다. 또한 파워 스펙트럼 분석에서 LF/HF 비율을 비교하였을 때도 감성상태에 따른 동일한 결과가 나오는 것을 확인할 수 있다.

향후 본 연구의 결과를 토대로 u-헬스케어를 이용한

의복에 대한 기업과 구체적인 제품 출시를 통하여 시장성 증대와 고부가가치를 창출할 수 있을 것으로 기대함으로써 다양한 응용분야에 활용이 가능하다.

[10] G. B. Moody, "ECG-based Indices of Physical Activity," Computers in Cardiology, Vol.19, pp.403-406, 1992.

참고 문헌

- [1] 유기엽, 한기태, 김주현, 김종훈, 정경용, 이정현, "생체신호 측정을 위한 웨어러블 기반의 심전도 측정 의복", 제32회 한국정보처리학회 추계학술 발표회 논문집, 제16권, 제2호, pp.277-278, 2009(11).
- [2] 이충기, 이병채, 정기삼, 김남현, 유선국, "시각 자극에 의한 노인 HRV 해석", 대한전기학회논문지, 제54권, 제5호, pp.330-337, 2005.
- [3] 이현민, 김동준, "맥파를 이용한 감성평가 및 바이오피드백 시스템 개발", 전기학회논문지, 제57권, 제6호, pp.1087-1094, 2007.
- [4] 장인훈, 심귀보, "센서 네트워크 응용을 위한 반지형 맥박센서와 모니터링 시스템", 한국지능시스템학회논문지, 제17권, 제5호, pp.619-625, 2007.
- [5] 성홍모, 이주성, 김원식, 이현숙, 윤영로, 신태민, "심박변동 신호의 시-주파수 분석을 이용한 스트레스 분석에 관한 연구", 대한의용생체공학학회, 제25권, 제6호, pp.581-581, 2004.
- [6] 박혜준, 신승철, 손부현, 홍경희, "3D 패턴을 이용한 노인용 U-헬스케어 의복의 심전도 측정 연구", 한국의류산업학회지, 제10권, 제5호, pp.676-688, 2008.
- [7] 박혜준, 신승철, 김승환, 홍경희, "ECG 생체신호 측정을 위한 실용적 U-헬스케어 의복 개발", 한국의류학회지, 제31권, 제2호, pp.292-299, 2007.
- [8] 오상훈, 황민철, 임재중, "심박변화율(HRV)에 의한 시각감성의 구분에 대한 연구", 대한인간공학회 학술대회논문집, 제2권, pp.473-476, 1997.
- [9] 조하경, 이주현, "사용성 평가에 기반한 센서 기반 헬스케어 스마트 의류의 모형 개발", 한국감성과학회, 제11권, 제1호, pp.81-90, 2008.

저자 소개

정 경 용(Kyung-Yong Chung)

정희원



- 2000년 2월 : 인하대학교 전자계산공학과(공학사)
- 2002년 2월 : 인하대학교 컴퓨터정보공학과(공학석사)
- 2005년 8월 : 인하대학교 컴퓨터정보공학과(공학박사)
- 2005년 8월 : 한국소프트웨어진흥원 KSI 책임
- 2005년 9월 ~ 2006년 2월 : 한세대학교 IT학부 교수
- 2006년 3월 ~ 현재 : 상지대학교 컴퓨터정보공학부 교수

<관심분야> : 지능시스템, 데이터마이닝, 웨어러블 컴퓨팅, HCI, 상황인식, 바이오센서, 추천