

감정분석을 위한 경락에서의 생체 신호 추출*

최아영⁰ 우운택
광주과학기술원 U-VR 연구실
{achoi⁰, wwoo}@gist.ac.kr

Physiological signal sensing on meridian for emotion recognition

Ahyoung Choi⁰ Woontack Woo
GIST U-VR Lab.
500-712 S.Korea

요 약

본 논문에서는 한의학의 관점에서 몸과 마음의 상호작용에 대한 이론에 기반하여 사용자의 주의를 파악하기 위해 필요한 생체 신호의 센싱방법을 제안한다. 생체 신호는 음양오행의 각 부분의 반응을 살필 수 있는 체표의 자극 반응점인 경혈점에서 GSR을 이용하여 측정한다. 제안된 방법은 기존의 서양의학에 기반한 생체 신호 특징 분석을 다른 관점에서 해석할 수 있는 틀을 마련한다. 추출된 생체신호는 감정, 의도 분석에 활용될 수 있으며 추후 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 인간과 컴퓨터간의 원활한 상호작용을 위한 개인화된 인터페이스 제공에 사용될 수 있다.

1. 서 론

인간 중심의 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 인간과 컴퓨터 상호간 자연스러운 소통을 가능하게 하기 위해서는 컴퓨터가 인간의 상황을 인지하는 기술이 필요하다. 최근 상황인지를 위해 위치, 움직임, 의도 혹은 감정 등의 사용자 맥락 정보가 널리 사용되고 있다. 그 중 특히 의도, 감정등의 사용자 맥락정보를 알아내기 위한 연구는 컴퓨터와의 직접적인 소통에 중요한 역할을 하며 음성 인식, 얼굴 표정 인식, 생체 신호 인식 분야에서 진행되고 있다.

생체 신호를 이용한 감정분석은 전극, 적외선 센서 등을 이용하여 간단하게 추출할 수 있으며, 사용자에 따른 사회적, 문화적인 차이에 덜 민감해 최근 활발히 연구가 진행되고 있다. Picard 등은 심전도, 피부전도도, 호흡, 체온 등의 신호를 통해 선형 패턴 인식방법을 이용해 감정을 구분해 내는 방법에 대한 연구를 진행하였다[1]. Daniel Chen등은 ECG와 EEG를 이용하여 간섭이 발생할 경우의 정신적 부담을 측정하였다[2]. 그러나 기존의 감정인식은 주로 생체 신호 특징 추출 및 센싱 보다 사용자의 생체 신호의 패턴 분석을 중심으로 연구가 진행되고 있다. 기존의 패턴인식을 이용한 감정의 구분은 감정변화와의 직접적인 연관성이 없는 평균, 주기 등 수학적 특징을 사용하고 있으며 입력 데이터에 따라 인식률의 차이가 크므로 일반화 된 특징으로 감정을 설명하기 힘든 문제점이 있다.

본 논문에서는 감정과 직접적인 연관관계가 있는 생체 신호의 분석을 위해 한의학 기반의 생체 신호 추출방법을 제안한다. 한의학에서는 동양의 천인합일 사상에 기반하여 감정과 신체를 하나의 틀로 해석하고 있다. 따라서 한의학적인 해석법은 감정 분석을 위한 이론적 근거를 제시할 수 있다. 생체신호 추출은 감정

과 정신 변화와 연관이 있는 경락인 심경과 심포경에서 두개의 전극을 이용하여 피부전도도로 측정한다. 센싱된 신호는 한의학의 음양, 허실의 신호 해석법과 시계열 분석, 구조적 분석 등의 방법을 이용하여 구분이 뚜렷한 특징으로 표현된다.

제안된 방법은 한의학의 틀을 이용하여 감정과 신체 변화사이에 긴밀한 관계를 표현하므로 신뢰성 있는 감정 분석을 가능하게 한다. 또한 사용자와 신호 센싱의 상황에 독립적인 생체 신호 특징을 정의하여 입력데이터와 장비에 의존적이지 않는 감정 분석이 가능하게 한다. 마지막으로 피부전도도의 단일한 생체 신호를 이용하여 다각적인 해석이 가능하게 한다. 피부전도도는 추후 소형화가 가능한 생체 신호 센싱 장비이므로 미래형 컴퓨팅 환경에서 휴대형 센싱에 활용될 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 한의학적인 해석법에 기반한 생체 신호의 센싱 방법과 이에 대한 실험 결과를 보이고, 마지막으로 3장에서 결론을 맺는다.

2. 경혈에서의 신호 센싱

2.1. 이론적 배경

생체 신호는 음양오행의 각 부분의 반응을 살필 수 있는 체표의 반응점인 경혈에서 피부전도도를 이용하여 측정한다. 피부전도도는 외부자극에 의한 세포막의 분극작용으로 발생하는 전하를 측정할 수 있는 센싱 방법이다. 선행연구에서 경혈은 저저항 특성을 나타내고 있음이 증명되었고 본 논문에서는 이에 기반하여 적합한 위치를 찾는다[3].

신호 측정 위치는 감정과 직접적인 연관관계가 있는 심장의 대표 경락인 심경과 심포경위의 지점이다. 황제 내경의 [소문, 선

* 본 연구는 정보통신부의 선도기반기술개발 사업의 지원으로 수행되었음

명 오기론]에서 '심장은 인체 생명활동의 주요인으로 사유활동이나 장부 기능의 협조, 기혈의 흐름등을 관장한다'고 보고 있다. 심포경은 심장 관련한 병의 주요 치료 경락이며 희락의 즐거움이 나오는 곳이다. 심경은 심장과 혈관계, 순환계, 정신을 관리하며 조절한다. 본 논문에서는 경락의 여러 지점 중 반응이 두드러지는점을 실험을 통해 찾은 뒤 각 지점에서 감정자극에 대한 반응을 살핀다.

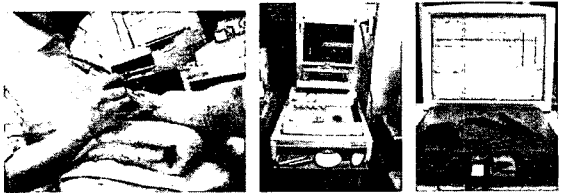
2.2. 실험 환경

생체 신호 추출을 위한 위치설정을 위해 다음과 같은 환경에서 실험을 진행하였다. 실험 대상은 20대 초반의 남성으로 10일간 동일한 시간에 동일한 방법으로 측정하였다. 실험 방법은 그림 1에서와 같이 피험자의 오른쪽 팔에 7*24개의 임의의 격자를 만든 뒤 각 지정별 피부 전도도를 측정하였다. 피부전도도는 범용 생리 기록기인 MP-35의 SS3LA센서와 1953년 독일의 Voile이 개발한 EAV를 이용하여 측정하였다.

앞은 자리에서 초기 10분간 안정을 취한 뒤 MP-35의 추천 지점인 검지와 중지의 측정을 한 후 매 30초 동안 손목에서 팔꿈치 방향(1-24)으로 팔의 바깥쪽에서 안쪽 방향(a-g)으로 측정하였다. 센싱의 자극으로 인해 발생할 수 있는 신경전달 물질의 해소를 위해 매 지점에서 검측 후 30초간 검측 지점을 털거나 주물렀다. 피험자와 시술자의 간섭을 최소화 하기 위해 수건위에 검사부위를 놓고 측정하였다.



그림 1. 측정 위치



(a) 측정 모습 (b)EAV 장비 (c) MP-35 장비

그림 2 실험 환경

2.3. 센싱 위치 설정

MP-35을 이용하여 추출한 평균 피부전도도의 값은 그림 3과 같은 분포를 나타낸다. 전체적으로 손목부위 보다 팔꿈치 부분의 값이 증가하는 경향을 볼 수 있었다. 10회 데이터 분석 결과 약 80%의 경우 팔의 양끝지점에서 저저항성이 보이는 경락을 확인하였다. 그러나 가운데 흐르는 심포경은 발견되지 않았다. 이는 측정이 동일한 환경과 조건에서 측정하는 것이 아닌 순차적으로 진행되므로 매 순간 발생하는 내적, 외적 변인에 대한 영향을 무시할 수 없기 때문으로 해석된다.

각 위치에 따른 값은 최소 0.8uohm에서 최대 4.5uohm에 분포하며 평균 1.3uohm ~ 3uohm의 값의 범위를 갖는다. 그러나 한 위치에서 여러번 측정할 경우 센싱 지점에 따라 발생할 수 있는 피부전도도 값의 범위는 1uohm~4uohm으로 센싱 방법에 따

른 차이로 인한 잡음의 영향을 무시할 수 없다. 그러므로 본 논문에서는 피부전도도에 대한 절대값이 아닌 정규화된 값을 사용하였으며, a에서 g 방향에서의 값의 패턴의 상호 연관성 분석을 통해 감정변위를 살펴보기 위한 센싱 지점을 추정하였다.

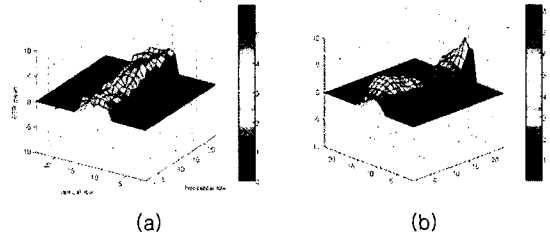


그림 3. 일별 평균 피부전도도의 분포 (a) 타입1 (b) 타입2

측정값은 그림 4의 경혈지도를 이용하여 분석한다. 경혈지도는 팔위에 흐르는 경락, 경혈 지점이 측정시 사용되는 행렬과 어떻게 매핑되는지를 나타낸다. 경혈지점은 동신대 한방병원에서 피험자의 자체 척도를 이용해 파악된 지점을 따랐다.

각 지점의 색은 측정된 값과 동일한 색피를 이용하여 저항값이 낮은 경우 푸른색, 저항값이 높은 경우 붉은색으로 나타내었다. 같은 경락 중에서 추천된 경혈지점은 가장 적은 저항점으로 나타내었다. 아래 그림에서 심경과 심포경에 해당되는 열벡터는 d와 g 지점이며 각 지점 중 경혈지점은 0으로 표시하였다.

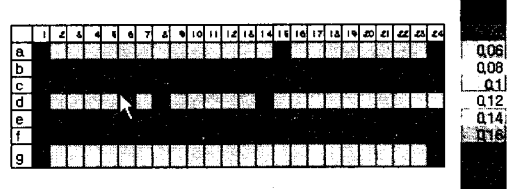


그림 4 경혈지도

상호 연관성 분석을 통해 분석한 결과는 그림 5와 같다. 분석은 각 데이터 열 값과 경혈 지도의 동일한 위치에서 예상데이터와 상호 연관성을 구했다. 각 데이터는 임계치 값이 0.5 이상인 경우를 붉게 나타내었다. 분석결과 1번과 10번, 15번, 23번의 상호 연관성이 경혈지도의 패턴과 유사성이 높음을 확인할 수 있었다. 따라서 본 논문에서는 측정위치로 경혈점에 대한 유사 패턴이 보이는 지점과 심경과 심포경락이 만나는 지점을 사용하였다.

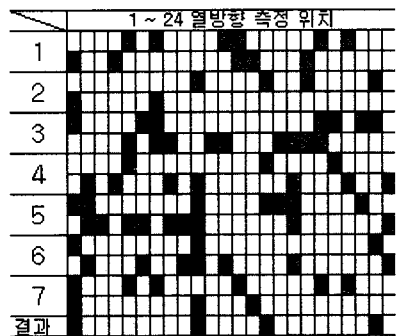


그림 5. 측정값과 예측값 사이의 상호연관성

그림 6 은 EAV를 이용한 측정과 MP-35를 이용한 측정의 비교치를 나타낸다. EAV는 경혈의 진단 및 치료에 사용되는 장비로 피부에 흐르는 전류를 측정한다. EAV로 측정한 결과는 전류의 상대값을 나타내며 27~72mA범위에 분포했다. MP-35으로 부터 측정된 저항값과의 비교를 위해 역수를 취한 뒤 정규화 하였다. 각 장비에 대한 측정값간의 상호 연관성과 MP-35으로 측정 한 데이터 간 상호 연관성을 비교는 아래 그림 과 같다. 0.5를 상호 연관성의 임계값으로 설정하였다.

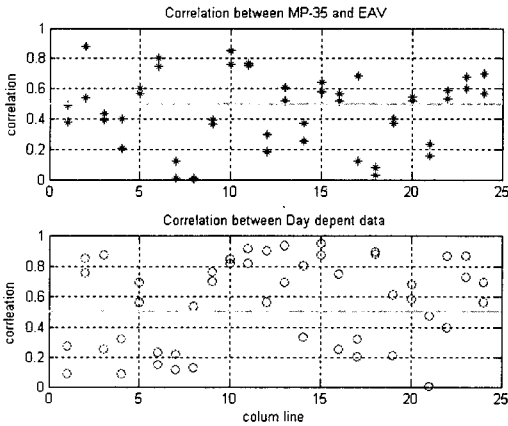


그림 6 각 횡렬의 데이터간 상호 연관성

- 장비에 따른 연관성(위) 요일에 따른 연관성(아래)

결과 MP-35 장비 활용시 발생하는 데이터의 요일별 차이는 전체 입력값 중 62% 가 유의한 것으로 나타났으며 EAV 장비와 MP-35간의 의미있는 데이터 연관성은 58% 의 데이터에서 나타났다. 각 데이터의 line의 유효성 분석에서는 총 24 line중 20 line에서 결과가 유사함을 보여 장비간 차이가 입력 데이터 간 변화와 비교하여 동일하게 해석될 수 있음을 알 수 있다.

2.4 평가

감정분석에의 적합성을 확인하기 위해 감정을 발생시킬 수 있는 자극을 정의한 후 특정지점에서 신호를 추출 하였다. 본 논문에서는 기본 자극으로 책 혹은 인터넷등에 집중하는 경우를 설정 하였고, 10회씩 각 1분간 시간 간격을 두고 측정하였다. 임의의 지점에서 주의 집중상태에 따른 피부저항을 10회 측정한 결과의 평균은 표 1과 같다. 감정변화를 고찰하기 위한 특징으로는 피부 저항의 평균, 표준편차, 최대, 최소, 변화율, 기울기를 사용하였다. 변화율은 자극 발생시 값과 최대점에 이르는 값의 차이로 정의하며, 기울기는 피부전도도의 단위시간당 감소율로 정의한다.

표 1 주의,집중에 따른 피부전도도 측정결과

	평균 (uohm)	표준편차 (uohm)	최소 (uohm)	최대 (uohm)	변화율	기울기
기본	3.21	0.36	2.88	3.11	0.01	0.13
집중	2.23	0.3	1.95	3.18	0.05	0.18

감정과 연관성을 알아보기 위해 1번과 10번, 15번, 23번과 심경 심포경이 만나는 6개 지점에서 피부전도도를 측정하였다. 측정순서는 가장자리의 심포경에서 손목부분에서 팔꿈치 방향으로,

심경의 손목 부분에서 팔꿈치 방향으로 측정하였다. 각 지점에서 집중상태에 대한 피부저항 측정 결과는 표 2 와 같다.

표 2 특정지점에서 피부전도도 측정결과 (단위:uohm)

측정 지점	상태	평균	표준 편차	최소	최대	변화율	기울기
1	기본	3.34	0.2	3.12	3.9	0.00	0.09
	집중	1.19	0.3	1.17	1.19	0.10	0.12
2	기본	3.32	0.36	2.08	2.92	0.01	0.14
	집중	2.11	0.3	1.95	2.18	0.57	0.14
3	기본	3.10	0.36	2.88	3.10	0.01	0.15
	집중	1.02	0.3	0.82	1.27	0.70	0.19
4	기본	3.33	0.36	2.88	3.21	0.00	0.13
	집중	1.19	0.3	0.95	1.77	0.65	0.19
5	기본	3.10	0.36	2.88	3.41	0.00	0.08
	집중	2.06	0.3	1.95	2.12	0.30	0.13
6	기본	3.47	0.36	2.88	3.85	0.01	0.11
	집중	1.11	0.3	0.27	1.80	0.43	0.18

측정결과 임의의 지점에서 기본과 집중상태의 측정 값의 차이는 0.98이었으나 경락지점에서는 1.04~2.36으로 차이가 커짐을 확인할 수 있었다. 또한 값의 분포 범위의 최대값과 최소값의 차이는 기본인 경우 최대 0.4로 증가하였으며, 집중인 경우 최대 1.65로 감소하였다. 변화율은 대체적으로 증가하였다.

3. 결론 및 추후 과제

본 논문에서는 사용자의 주의 집중 상태를 살피기 위해 팔위 경락의 특정지점에서 생체 신호를 추출하는 방법을 제안하였다. 경혈이 체표 반응적이고 저 저항점이라는 선행연구를 기반으로 일상생활에서 활용가능하며 체표면의 변화를 관찰 할 수 있는 전기생리학적 방법을 통해 반응이 두드러지는 위치를 선택했다. 실험 결과 주의 집중의 반응과 관련이 있는 것으로 보여지는 반응은 기본값과 집중상태의 값의 차이와 변화율, 최대값과 최소값의 차이에서 변화를 확인할 수 있으며 이를 통해 경락이 정신상태 반응을 가능하게 한다는 결론을 내릴 수 있다. 또한 EAV와 MP-35를 이용한 비교 실험에서 입력데이터와 장비에 의존적이지 않는 감정 분석이 가능함을 확인하였다. 본 연구는 추후 감정 인식 혹은 의도 인식등의 함축적인 의미의 환경맥락정보 활용에 이용될 수 있다. 또한 휴대형 센싱 방법을 이용하여 사용자의 감정, 주의, 집중 상태를 알아내는데 활용가능하다.

4. 참고 문헌

[1] Rosalind W. Picard et al., " Toward Machine Emotional Intelligence: Analysis of Affective Physiological Stat," IEEE Trans on pattern analysis and machine intelligence , vol23, no.10, 2001

[2] Daniel Chen and Roel Vertegaal, " Using Mental Load for Managing Interruptions In Physiologically Attentive User Interfaces," In Extended Abstracts of ACM CHI 2004 Conference on Human Factors in Computing Systems, Vienna, Austria, 2004

[3] C.S.Poon, T.T.C.Choy, F.T.Koide, " A Reliable Method for Locating Electropermeable Points on the Skin Surface" ,Am J Chin Med.,Autumn:8(3):283-9, 1980