

맥파를 이용한 감성 측정법에 대한 검토

신정상, 민병찬*, 정순철*, 김상균*, 민병운*, 오지영*, 김유나**, 김철중*

충남대학교 물리학과
* 한국표준과학연구원 인간공학연구실
** 배재대학교 물리학과

A Study on Human Sensitivity Evaluation using Plethysmogram

J.S. Shin, B.C. Min*, S.C. Chung*, S.K. Kim*, B.W. Min*, J.Y. Oh*,
Y.N. Kim**, C.J.Kim*

Dept. of Physics, Chungnam National University
* Ergonomics Lab, Korea Research Institute
of Standards and Science
** Dept. of Physics, Paejae University

ABSTRACT

지금까지 감성측정은 심박 변화율, 피부저항, 피부온도 등의 생리 신호를 측정하고 그 신호를 이용하여 비교, 분석하여 왔다. 심박 변화율, 피부저항, 피부온도와 마찬가지로 자율신경계 반응의 하나로써 맥파 또한 인간의 감성을 평가하는 한 파라미터가 될 수 있음을 예상하고 본 연구를 수행하였다.

건강한 피험자 5명을 상대로 긍정과 부정 시각 자극을 각각 주어서 심박 변화율과 맥파의 생리신호를 측정한 후 그 동안 발표되었던 심박 변화율의 결과를 기준으로 맥파의 결과와 비교, 분석하였다. 그 결과 평균 R-R 간격의 변화율과 맥파의 최고점 평균 시간 간격의 변화율 그리고 맥파의 최대 기울기점 사이의 시간 간격의 변화율이 유사함을 알 수 있었다. 또한 맥파의 Baseline Deflection 과 Amplitude를 이용하여 감성 측정을 시도하였다. 긍정 시각 자극에 비해 부정 시각 자극 일 때 맥파의 최고점 및 최대 기울기점의 평균 시간 간격은 감소하였고, Baseline Deflection 은 증가하였고, Amplitude 는 감소하였다. 이는 부정시각 자극이 교감신경계를 활성화시킴을 보여주는 것이다. 본 연구를 통하여 맥파도 자율 신경계의 반응을 대변하는 생리신호로써 감성 측정에 유용한 도구임을 검증할 수 있었다.

1. 서론

지금까지 감성평가는 뇌파, 심박 변화율, 피부 저항, 피부 온도 등의 생리 신호를 측정하고 그 신호를 이용하여 비교, 분석하여 왔다. 그러나 맥파를 이용한 감성변화 연구는 아직까지는 활발하지 않았다.[1-4]

본 연구의 배경은 자율신경계 반응의 일종인 맥파 (Plethysmogram)를 이용하여 감성평가의 새로운 파라미터를 제시하는데 있다. 이를 위해서 지금까지 확증된 여러 생리신호인 뇌파, 심전도, 피부 저항, 피부 온도의 분석결과 중에서 심박 변화율의 결과를 기준으로 본 연구는 실행되어졌다.

지금까지 뇌파(EEG)의 분석은 감성변수 QES를 도입하였고, 이 값은 쾌하고 이완할수록 커지고 불쾌하고 긴장할수록 작아졌다고 보고하였다. 또한, α -파, β -파, δ -파, θ -파 등의 출현량을 측정하여 극단적인 쾌감성과 불쾌 감성을 구분하는 것은 물론 쾌감성 내에서의 차이와 불쾌감성 내에서의 차이를 측정해 낼 수 있다.[5]

자율신경계의 반응은 교감신경계와 부교감신경계의 길항작용에 의해 조절되는데, 주로 체내의 항상성을 유지하면서 활성화된다. 심장근육은 자율신경계의 교감신경계와 부교감신경계에 의해 그 주기가 유동적으로 변하게 되는데, 이러한 심장 박동율의 변화를 정량화 한 것이 심박 변화율(HRV)이다. 이 HRV의 전력스펙트럼분석을 통하여 교감신경과 부교감신경의 작용을 정량적으로 분석할 수 있다.[5-6]

피부저항(GSR)은 교감신경계의 부교감 신경의 작용에 의하여 피부의 부위에 따라 다른 작용을 하는 EDA (Electro dermal activity)의 일종으로 이를 통해 EDA의 변화가 ANS (Autonomic Nervous System)의 활성화에 연관되어진 생체전기현상이며 이것을 이용하여 EDA를 ANS활성에 대한 척도로서 사용할 있다. GSR 신호에서 추출해낸 파라미터에는 latency, amplitude, rising time,

half falling time, slop, maximum peak, response time, peak to peak의 간격 등이 있다.[5, 6]

이렇게 확증된 결과들 중에서 심박 변화율의 결과를 기준으로 맥파 신호를 여러 가지 방법으로 비교, 분석을 시도하여 인간의 감성측정법의 또 다른 하나의 파라미터를 제시하고자 한다.

2. 실험방법

실험대상 실험은 건강한 20대 남자 3명과 여자 2명을 대상으로 이루어져 있다. 각 피험자는 실험 24시간 전부터 자율신경계와 중추신경계에 영향을 미칠 수 있는 담배, 카페인, 약물, 음주의 섭취를 금하였다. 피험자는 실험 전에 실험에 대한 간단한 설명과 움직이지 말 것, 졸지 말 것, 자극에 집중할 것 등의 주의사항을 듣고, 전극을 부착하고 실험의자에 앉았다.

실험장치 및 측정 부위 측정장비로서는 Biopac System의 Biopac MP100과 AcqKnowledge 3.5 소프트웨어를 이용하였다. 장비의 위치는 피험자로부터 1m 정도 떨어진 곳에 설치하였고 데이터 습득을 위한 PC는 실험실밖에 설치하였다. 생리신호는 심전도:1 channel(lead II), 맥파:1 channel(원손 약지)를 각각 측정했다. 모든 생리신호의 sampling rate는 1000Hz로 설정하였다. 실험실내의 에어컨과 향온 시설을 이용하여 피험자에게 쾌적한 상태를 유지하도록 하였다.(Dry temperature / Wet temperature / Relative Humidity = 25 - 26°C / 17 - 18 °C / 40 - 50 %)

실험과정 IAPS를 이용한 시각 변화에 따른 생리신호를 측정하기 위해 2가지 실험이 수행되었다. 자세한 실험 내용은 다음과 같다.

실험 1 긍정시각에 대한 감성변화를 측정하기 위해 다음의 순서대로 진행되었다. Reference signal을 얻기 위해 2분간 생리신호를 측정하였고, 2분간 긍정 시각 자극을 제시하면서 생리신호를 측정하였다.

실험 2 부정시각의 감성변화를 측정하기 위해 위 실험 1과 같이 reference signal을 2분간 측정하였고, 2분간 부정시각 자극을 제시하면서 생리신호를 측정하였다.

데이터 분석

(가) 심전도의 R 포인터를 1차 미분에 의한 zero-crossing 방법을 사용하여 검출하였다. 검출된 R포인터로부터 각 실험상황에서 2분간의 평균 R-R간격(RRI : R-R interval)을 계산하였다. 심전도의 분석 결과를 맥파의 여러 가지 분석결과와 비교하고자 한다.

(나) 첫 번째 맥파의 분석은 2분간의 맥파 데이터에서 최고점들 사이의 평균시간 간격(MMI : Maximum to maximum interval)을 계산하였다.

(다) 심전도의 R-peak가 나타나고 바로 맥파의 최고 값이 나타났다. 여기에도 감성평가의 파라미터가 있음을 예상하고 평균시간차를 구했다.

(라) 둘째로 맥파 신호의 최대 기울기(MDP : maximum derivative point)점들 사이의 평균시간 간격을 계산하였다.

(마) 심전도의 R-peak 시간과 MDP 시간의 차의 평균값을 계산하였다.

(바) 셋째로 맥파의 baseline deflection의 분석을 위해 생리신호를 0.25Hz의 저주파필터링을 시켜 baseline를 구한 뒤 area를 계산하였다. 이때 area값이 큰 것이 baseline의 deflection이 큰 것이다.

(사) 네째로 amplitude의 계산은 원래 신호의 극소점과 극대점의 차이 값을 구해, 평균값을 계산하였다.

지금까지 구한 여러 파라미터들의 분석 결과를 정규화 하였다. 즉, 긍정 시각 실험의

reference와 부정 시각 실험의 reference를 정규화 하여 하나의 reference를 구하고 그에 따라 각각 긍정자극과 부정자극의 값을 정규화 하였다.

3. 실험결과

심전도와 맥파의 생리신호를 동시에 측정하고 이미 알고 있는 심전도의 결과를 맥파의 분석과 함께 비교하여, 감성 변수를 측정하고자 하였다. Neumann과 Lahmon, Cohn의 연구 결과를 보면 이완됐을 때 혈관이 확장되면서 맥파의 amplitude가 증가하고 긴장했을 때에는 amplitude가 감소한다고 했다.[7]

Burch에 의하면 감정적으로 안정됐을 때, 비교적 작은 deflection을, 흥분했을 때에는 거칠게 변화하는 deflection을 나타낸다고 했다.[7] 최병철의 연구에 의하면 심전도의 R-peak의 시간과 맥파의 최대기울기의 시간을 검출하여 시간차를 구함으로써 인체의 여러 가지 질환의 진단에 한 방법을 제시했었다.[8]

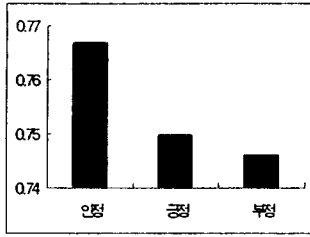
본 연구에서도 이러한 방법을 사용하여 감성평가에 대한 가능성을 추출하고자 하였다.

(가) R-R interval

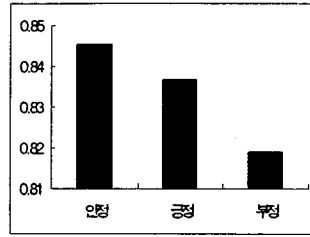
안정에 비해 긍정자극의 평균 R-R 평균간격이 사람마다 다른 경향을 나타내었으나 부정자극의 R-R 평균간격을 5명 전부가 안정에 비해 낮았다. 이는 부정자극으로 인해 심장 박동율이 빨라졌음을 암시한다(그림 1참조).

(나) Maximum to maximum interval (MMI)

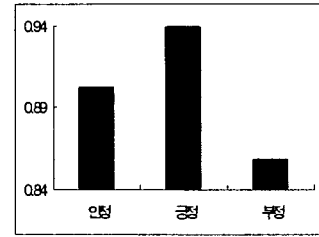
MMI의 그래프와 RRI의 그래프를 비교해보면 유사함을 알 수가 있다. 부정자극일 때 심장 박동율이 빨라졌듯이 맥파수도 많아졌음을 알 수 있다. 역시 안정과 비교하여 긍정자극은 사람마다 다른 경향을 보였지만 부정에 있어서는 급격히 빨라졌음을 볼 수 있



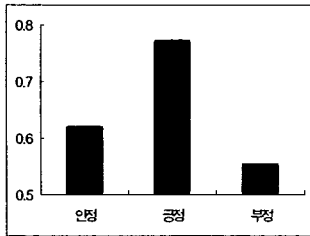
Vol. A



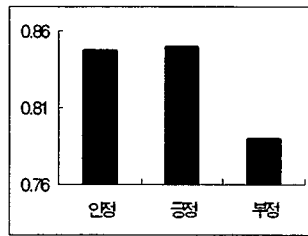
Vol. B



Vol. C

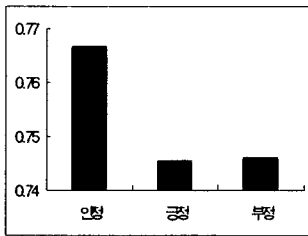


Vol. D

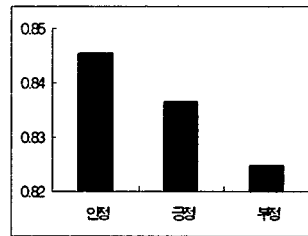


Vol. E

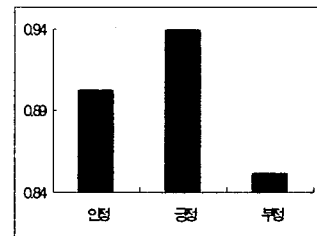
그림 1. 각 자극에 대한 5명의 평균 R-R 간격



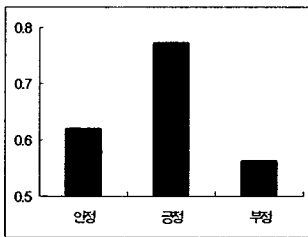
Vol. A



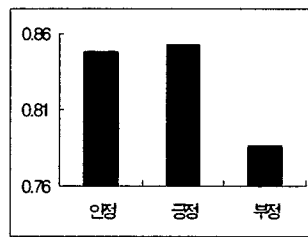
Vol. B



Vol. C



Vol. D



Vol. E

그림 2. 각 자극에 대한 5명의 평균 MMI

다. 여기서 우리는 RRI의 감성평가를 MMI 즉, 맥파의 최고점 간격으로 대신할 수 있다(그림 2참조).

(다) Maximum Derivative Point

그림 3에 보이듯이 RRI, MMI의 결과와 마찬가지로 안정에 비해 부정자극일 때 평균 MDP간격이 짧아졌음을 알 수 있다. 이와 같이 맥파를 derivative function으로 평균

시간 간격을 구하여 감성 평가의 한 파라미터로 사용할 수 있을 것이다.

심전도의 R peak는 여러 가지 알고리즘을 이용하여 쉽게 찾을 수 있지만 맥파의 최고점은 정확하게 검색하기가 힘들다. 이를 보완할 수 있는 방법의 하나로 맥파의 최대 기울기를 이용할 수 있을 것이다.

(라) Baseline Deflection

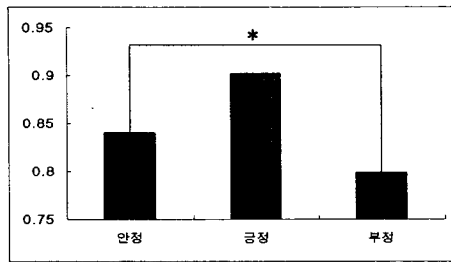


그림 3. 각 자극에 대한 5명의 MDP 평균시간간격

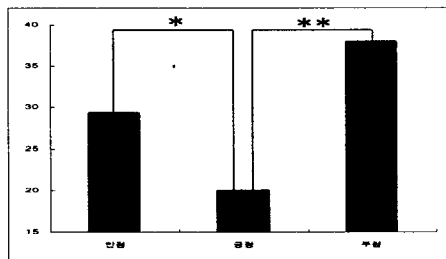


그림 4. 각 자극에 대한 5명의 baseline Deflection 평균

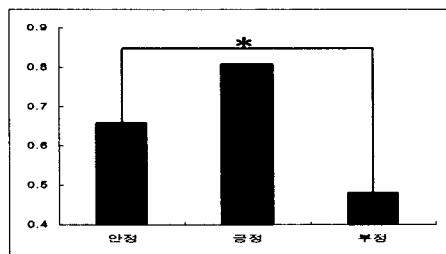


그림 5. 각 자극에 대한 5명의 Amplitude 평균

Burch의 연구에 따르면 baseline deflection이 클수록 피험자가 흥분한 상태이고 deflection이 작을수록 감정적으로 안정됨을 나타낸다. 위 그래프에서 보듯이 안정에 비해 부정자극일 때 deflection이 크다는 것을 알 수 있다. (가), (나), (다)의 결과와 Burch의 결과를 비교해볼 때, deflection 값이 클수록 흥분상태임을 알 수 있다(그림 4참조).

(마) Amplitude

Neumann과 Lahmon, Cohn은 amplitude의 값이 작을수록 혈관축소로 긴장하였고, amplitude가 증가할수록 혈관확장으로 이완되었다고 보고하였다.

그림 5는 이러한 연구 결과와 일치한다. 즉,

긍정자극은 피험자에게 이완된 감성 변화를, 부정자극은 긴장된 감성변화를 유도한다는 선행연구 결과를 맥파의 amplitude의 차이를 이용해서 추출할 수 있다.

지금까지 맥파의 생리신호를 여러 가지 방법으로 분석하여 감성평가의 가능성에 대해 연구하였다. 그 중에서 (다), (라), (마)의 결과는 RRI 분석을 통해 얻을 수 있는 결과와 동일하였다.

여기서 우리는 MDP의 시간간격과, 맥파의 amplitude, baseline deflection의 변화가 감성측정의 유용한 파라미터가 될 수 있는 가능성을 확인하였다.

4. 결론

본 연구는 심전도 결과를 기준으로, 맥파 신호를 여러 방법으로 분석하여 이중에서 감성측정 파라미터가 될 수 있는 방법을 찾고자 하였다.

맥파의 MMI는 심전도의 RRI와 거의 같은 경향을 보였지만 정확한 맥파의 최고 값을 찾는 데 어려움이 있었다. 대신 맥파 신호의 최대 기울기간의 시간간격을 구함으로써 RRI의 변화와 같은 결과를 유도할 수 있었다. 맥파의 baseline deflection과 amplitude를 측정할 수 있는 알고리즘을 개발하였고 이미 발표되었던 논문과 일치됨을 알 수 있었다. 긴장/흥분할 때(부정시각)에는 baseline deflection이 컸고 amplitude는 작았다. 이완/안정일 때(긍정시각)에는 대체로 완만한 baseline deflection과 비교적 큰 amplitude를 보여줬다.

따라서, 자율신경계 반응의 일종인 맥파 신호의 여러 가지 파라미터를 사용하여 교감신경과 부교감신경의 작용을 정량적으로 분석할 수 있었다.

본 연구를 통하여 맥파를 이용하여 시각 자극의 긍정/부정의 감성변수를 추출할 수 있었고, 앞으로 후각자극, 청각자극에 대한 실험을 통하여 맥파를 이용한 감성 측정 가능

성을 다시 한번 검증하고자 한다.

5. 참고문헌

- [1] 최정미, 황민철, 배병훈, 유은경, 오상훈, 김수용, 김철중(1998), 단일 전극 뇌파에 의한 쾌·불쾌 감성의 정량화, 한국 감성과학 논문집 제 1권 제 1호 pp. 59-66
- [2] 황민철, 유은경, 김철중(1997), 시각 감성 변화의 뇌파 특성, 대한인간공학회 추계학술대회 논문집 pp. 80-84
- [3] 황민철, 류은경, 변은희, 김철중(1997), 감성과 뇌파와의 상관성에 관한 연구, 한국 감성과학회 연차 학술대회 논문집 pp. 468-472
- [4] 손진훈, Estate M. Sokhadze, 이임갑, 이경화, 최상섭(1998), 정서시각자극에 의해 유발된 자율신경계 반응 패턴 : 유발정서에 따른 피부전도반응, 심박율 및 호흡률 변화, 감성과학 제 1권 제 1호 pp. 79-90
- [5] 한국표준과학연구원(1998), 종합적 생리신호 측정, 해석 시스템 개발 최종 보고서, 과학기술부
- [6] 민병찬, 정순철, 장진경, 김상균, 민병운, 오지영, 김유나, 김철중(1999), 운전 및 도로 상황에 따른 자율신경계의 반응, 감성과학 제 2권 제 1호 pp. 61-68
- [7] Matue Miyasaka(1978), On the baseline deflection of Plethysmogram in Depression and Neurosis
- [8] 최병철, 김광년, 김재한, 김철한, 서덕준, 정동근(1999), 광전용적맥파를 이용한 말초맥파도달시간 측정에 관한 연구, 대한의용생체공학회, 춘계학술대회 논문집 pp. 256-257