

장면 시자극에 대한 감성측정기술 및 평가방법에 관한 연구

김동윤¹, 김동선¹,

Dept. of Biomedical Engineering,
(college of Health Science, Yonsei University¹)

손진훈*

*충남대학교 심리학과

임영훈**

** 세명대학교 전기전자공학부

김철중***

*** 한국표준과학연구원

이세경****

**** 과학기술정책관리연구소연세대학교 의용전자공학과

감성공학 기술이 지난 91년에 국내에 처음으로
소개되기 시작한 이래 많은
사람들이 관심을 가지기 시작했고
95년 부터 선도기술개발사업에
감성공학 기술이 선정되어 본격적인
연구개발이 시작되었으며 본 연구는
그 중 시청각 감성측정기술 및 DB개발에
관한 연구과제의 일부이다.

서 론

과 학 기술의 발달은 환경과 인간과의 상호 관계를 인간이 환경에 순응하는 피동적 관계에서 인간이 환경을 인간에게 적합하도록 바꾸려는 능동적 관계로 변화시키는데 많은 기여를 하였다. 이런 관점에서 향후 더욱 가속화될 과학 기술의 발달은 인간의 생활 양식을 보다 인간 중심적으로 바꾸어 놓을 것이 예상된다. 이 경우 인간에게 알맞은 최적의 환경을 제공하기 위해서 환경으로부터 인간에게 전달되는 많은 자극을 최적화할 수 있는 공학적 시스템이 필요하게 되며 이러한 시스템은 자극에 대한 정보를 인간이 어떻게 받아들이고 그에 대응하는 생리반응이나 행동 양식의 결과를 데이터화 함으로써 가능할 것이다.

이러한 연구분야로 감성공학이 대두되고 있는데, 감성공학이란 외부의 물리적 자극에 대한 생리, 심리적 변화를 측정, 분석하여 객관적으로 평가하는 방법을 개발하고, 이를 제품이나 환경설계에 응용하여 보다 편리하고 안락하며, 안전하게 하고 더 나아가 인간의 삶을 쾌적하게 하고자 하는 기술이다. 감성공학 기술이 지난 91년에 국내에 처음으로 소개되기 시작한 이래 많은 사람들이 관심을 가지기 시작했고 95년부터 선도기술개발사업에 감성공학 기술이 선정되어 본격적인 연구개발이 시작되었으며 본 연구는 그 중 시청각 감성측정기술 및 DB개발에 관한 연구과제의 일부이다.

시각은 인간의 감각기관 중에서 가장 많은 정보를 제공하며 인간의 감성요소에 많은 영향을 주는 주요 기관임에도 불구하고 시자극에 대한 객관적 감성 측정 및 평가에 대한 연구가 미비한 실정이다. 한 예로 현재 시각적으로 느끼는 장면등에 대한 평가는 전문가들의 주관적인 판단에 의거한다. 그러므로 이를 객관적으로 평가하기 위해서는 시자극에 대한 생체신호의 정량적인 측정방법 개발과 이에 대한 분석 알고리즘에서 산출되는 객관적 수치와 심리적 상태에 대한 측정치와의 상관관계 분석을 통한 감성에 대한 평가 방법 및 감성 지표 개발이 요구된다.

본 연구에서는 외부의 물리적 시자극의 한 방법으로 장면 자극을 사용하였고, 이에 대한 인간 내부의 생리적 변화를 생체신호 계측장비를 이용하여 측정하고 이로부터 장면자극에 대한 최적 생체신호 측정방법 및 생체신호의 비선형적 파라메타를 평가하고 해석하는 시스템 구성을 통해 인간 감성 지표를 추출하고자 한다.

본 연구에서는 외부의 물리적 시자극의 한 방법으로 장면 자극을 사용하였고, 이에 대한 인간 내부의 생리적 변화를 생체신호 계측장비를 이용하여 측정하고 이로부터 장면자극에 대한 최적 생체신호 측정방법 및 생체신호의 비선형적 파라메타를 평가하고 해석하는 시스템 구성을 통해 인간 감성 지표를 추출하고자 한다.

연구 내용

본 연구와 관련하여 현재까지 생리학 또는 심리학 분야에서 개별적으로 부분적인

기존의 선형 분석방법들과 비선형 분석방법들
이용하여 장면 시자극에 대해
측정된 생체신호를 분석함으로써
피검자의 생리, 심리적 변화를 파악하고
이로부터 인간감성을 평가하고자 한다.

선형 분석방법으로는
fast Fourier transform(FFT),
autoregressive(AR) 모델링,
웨이블릿(wavelet)을 사용하며,
비선형 분석방법으로는 카오스 분석,
즉 어트랙터(attractor),
리아프노프 지수(Lyapunov exponents),
상관차원, 최소 임베딩(embedding)
차원등을 사용한다.

연구는 수행된 적이 있으나 생리, 심리
적 및 정량적 측정치를 통한 복합적인
연구는 매우 취약한 실정이다. 또한, 뇌
파(electroencephalogram: EEG)와
관련하여 진행되고 있는 신호처리 방법
론에는 많은 방법들이 있지만, 감성분석
을 위해서 일관성을 유지할 수 있고, 객
관적이며 정량적인 해석이 가능한 안정
된 신호처리방법은 현재까지 개발되어
있지 않은 실정이다.

생체 시스템은 비선형 동역학 시스템
이라는 사실이 최근 많은 논문들로부터
증명되고 있으며[1] 뇌전위 신호도 카오
스임이 이미 밝혀진 상태이다. 이제까지
의 전통적인 분석방법인 주파수 분석,
상관등은 주로 선형계에서 적용되는 것
이기 때문에 본질적으로 비선형성을 내

포한 뉴런시스템을 해석하기에는 부적합한 것임을 보여준다. 그러므로 본 연구에서는
기존의 선형 분석방법들과 비선형 분석방법들 이용하여 장면 시자극에 대해 측정된
생체신호를 분석함으로써 피검자의 생리, 심리적 변화를 파악하고 이로부터 인간감성
을 평가하고자 한다. 선형 분석방법으로는 fast Fourier transform(FFT), autore-
gressive(AR) 모델링, 웨이블릿(wavelet)을 사용하며, 비선형 분석방법으로는 카오
스 분석, 즉 어트랙터(attractor), 리아프노프 지수(Lyapunov exponents), 상관차
원, 최소 임베딩(embedding) 차원등을 사용한다.

연구 방법

international affective picture system(IAPS)[2]는 플로리다 대학 심리학과와
Peter Lang교수가 개발하여 국제적으로 통용되고 있는 표준화된 감성자극 체계로
일상생활의 사진 500장으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 이를 이용하여 20대 남녀
대학생들로 구성된 피검자집단에 쾌, 불쾌 장면을 제공하고 이에 대한 생체신호를 측



그림 1. 장면자극

정하였다.

IAPS의 그림중 6개의 정서가 (분노, 공포, 기쁨, 슬픔, 놀람, 혐오)를 가지는 그림과 중립가를 가지는 그림 60장을 선택하여 각각 30장씩 A군, B군으로 나누었다. 남녀 대학생 160명을 각각 80명씩 A반, B반으로 나누고 각 그림을 8초간 제시하여 주관적 평가를 실시했다. 자극은 2일 간격으로 두번 제시되며 첫째날은 semantic differential scale(SDS)을, 둘째날은 self-assessment manekin(SAM)과 정서차원 평가 질문지를 작성했다. SDS와 SAM은 슬라이드가 제시된 후 그림에 대한 피험자의 느낌을 평정하기 위한 질문지로서 SDS는 18개의 형용사가 7점 척도로 제시되며 SAM은 행복-불행 척도, 흥분-평온 척도, 위축-의연함 척도가 9점 척도의 그림으로 제시된다.

주관적 평가의 결과에 따라 6개의 정서가를 가지는 6장의 슬라이드와 중립가를 가지는 14장의 슬라이드를 선택하고 이를 남자 대학생 20명과 여자 대학생 20명에게 제시하여 생리신호를 측정하였다. 측정된 생리신호는 EEG(F3, F4, O1, O2, reffered A1, A2), 심전도(electrocardiogram: ECG), 피부전위반응(galvanic skin response: GSR), 호흡(respiration: RSP)이었으며 측정 장치는 GRASS사의 Model 12의 EEG용 앰프와 BIOPAC사의 MP100WS를 사용했다. 그림 1.은 6장의 각 정서를 대표하는 슬라이드중 일부로서 좌로부터 분노, 기쁨, 흥분, 공포이다.

실험절차는 표 1.과 같다. 눈을 감은 상태와 눈을 뜬 상태에서 휴식을 취한후 슬라이드를 1분간 제시하고 주관적 평가(SDS)를 실시한다. 위의 과정을 정서가 슬라이드 6장과 중립가 슬라이드 14장 가운데 2장을 무작위로 반복해 총 8회 실시한다. 생체신호 측정은 슬라이드가 제시되는 1분 동안에 수행한다.

현재까지 진행된 연구

본 연구에서는 측정된 생체신호를 분석하는 시스템을 구현하였다. 그림 2.는 시스템의 초기화면으로서 획득한 시계열 데이터를 화면에 디스플레이하고 원하는 생체신호 부분을 마우스로 선택한후 메뉴버튼에 있는 분석방법을 클릭함으로써 결과가 분석 되도록 시스템을 구성하였다. 분석에 사용된 방법들은 다음과 같다.

1. EEG신호의 상대전력비

감성 변화에 민감한 반응을 보이는 변수인 뇌파의 α, β 파의 상대 전력비를 구한다.

표 1. 장면 자극 실험 순서

휴식 (눈을 감은 상태)	휴식 (눈을 뜬 상태)	슬라이드 제시	주관적 평가 (SDS)	반복
1분	30초	1분	1분	

눈을 감고 안정한 상태에서는 α 파가 주로 발생하고 각성상태에서는 알파파가 사라지면서 β 파가 주를 이루는 것이 일반적인 반응이다. 본 연구에서는 전체 뇌파 전력스펙트럼 성분에 대한 α 파, β 파 전력스펙트럼의 비율을 α 파, β 파에 대한 상대전력비라하고 이를 감성측정 파라미터로 사용하였다. 그림 3.은 FFT와 AR 모델링을 사용하여 α , β , θ , δ 파의 스펙트럼을 추정하고 이들의 상대전력비를 계산한 화면이다. 좌, 우 윈도우는 계산한 상대전력비를 수치와 막대그래프로 출력한 예이다.

2. 1/f 주파수 특성

파워 스펙트럼 $P(f)$ 가 다음과 같은 특성을 가지면 일반적으로 카오스라 할 수 있다.[3]

$$P(f) = 1 / f^\alpha$$

그러나 증명된 것은 아니고 기울기와 일정한 상관관계를 갖는 것으로 여겨진다. 그림 4.는 EEG 신호의 1/f 주파수 특성을 보여주고 있는데 파워 스펙트럼의 \log - \log 값이 음의 기울기를 가지는 것으로부터 생체신호가 카오스임을 확인할 수 있다.

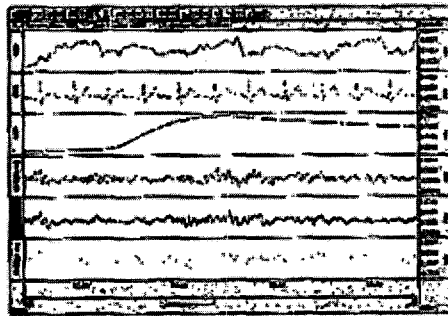


그림 2. 시스템 초기화면 시계열 데이터 표시

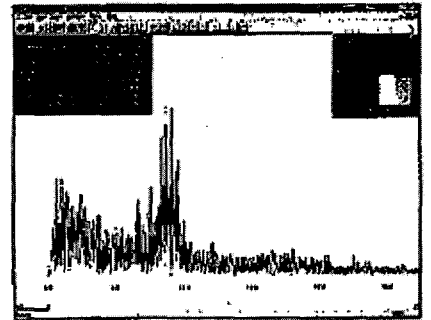


그림 3. EEG 신호의 상대전력비

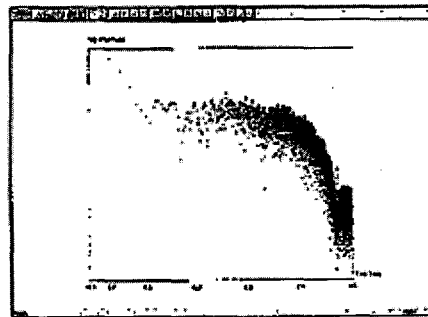


그림 4. 1/f 주파수 특성

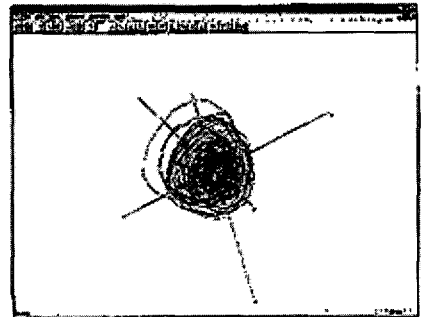


그림 5. 레자극에 대한 어트랙터

3. 어트랙터 재구성

동역학 시스템이라고 추정되는 시계열 데이터를 시간지연 좌표계를 이용하여 위상 공간에 임베딩하여 본래의 동역학을 재구성하는 방법이다. 최적 지연시간과 최소 임베딩 차원을 구하는 것이 중요한데, 본 연구에서는 Fraser의 상호정보량 알고리즘 [4]을 이용하여 지연시간을 설정하고 Kennel의 FNN 알고리즘[5]을 이용하여 최소 임베딩 차원을 결정하였다. 동역학 시스템의 실제로 갖는 임베딩 차원이 고차원이라 할지라도 시각적으로 표현 가능한 2차원이나 3차원 좌표에 임베딩하여 어트랙터가 가진 정보를 정성적으로 관찰할 수 있다. 그림 5.와 그림 6.은 쾌자극과 불쾌자극에 대한 EEG 신호들을 어트랙터로 재구성한 예로 3차원 위상공간상에 지연시간 0.02 sec로 설정하여 비교한 것이다. 쾌자극시 어트랙터는 가운데가 빈 원통형을 만들었고, 불쾌자극시에는 가운데가 꽉찬 원통을 이루었다.

4. 상관차원

위상공간상에서 어트랙터상의 점들간의 상관관계를 나타내는 값이다. 혼돈의 경우에는 낮은 차원의 비정수 값을 가진다. 본 연구에서는 Grassberger-Procaccia의 알고리즘[6]을 사용하였다. 그림 7.은 상관차원을 구하는 화면이다. 화면의 오른쪽 위는 여러 임베딩 차원에 대해 상관적분을 구한것이고 왼쪽은 이로부터 차원을 결정한 값이며 오른쪽 아래는 상관차원대 임베딩 차원의 그래프로부터 최소 임베딩 차원을 구하는 과정이다.

5. 심박변화

심박간격은 인체의 항상성을 유지하려는 자율신경계에 의해 변화한다. 심박변화(heart rate variability: HRV)는 심박간격을 연속적으로 기록한 것으로써 심장을 제어하는 자율신경계(autonomic nervous system: ANS)의 활동을 간접적으로 반



그림 6. 불쾌자극에 대한 어트랙터

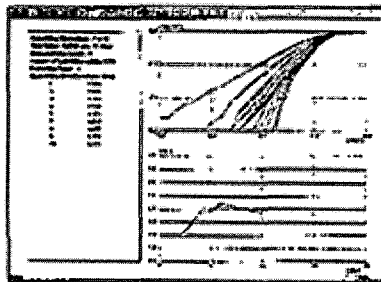


그림 7. 상관차원

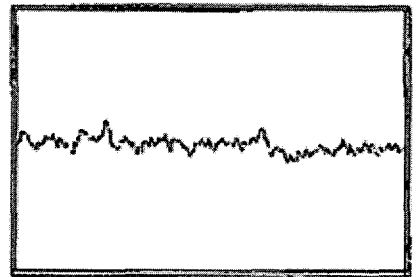


그림 8. HRV

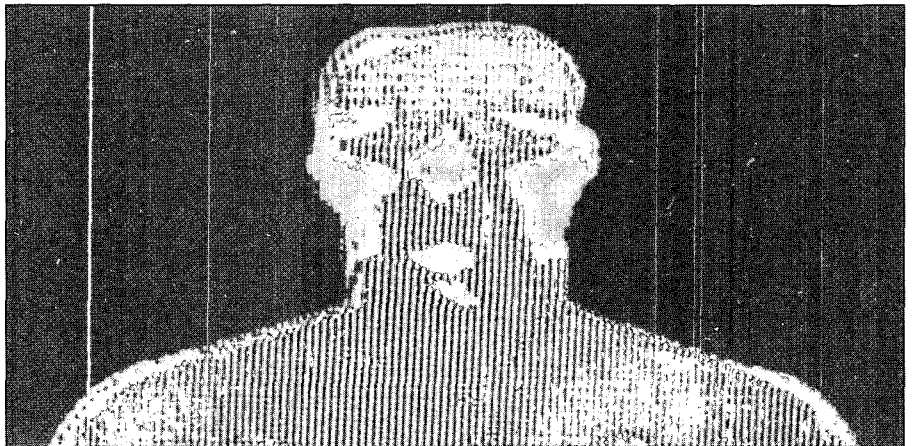
영한다. 그러므로 HRV의 전력스펙트럼 분석은 자율신경계의 두가지 상반된 메카니즘인 교감신경과 부교감신경의 작용을 정량적으로 평가할 수 있는 효과적인 방법으로 알려져 있다. [7] 그림 8은 ECG 신호로부터 획득한 HRV이다. 이를 AR 모델링을 사용한 주파수 분석으로부터 자율신경계의 변화를 관측하고자 한다.

6. 리아프노프 지수

초기조건의 변화에 민감하게 반응하는 카오스의 특성을 정량적으로 측정하는 방법이다. 위상공간 상에서 인접한 두개의 점들이 시간전개에 따라발산하는 정도를 측정한다.

결론 및 앞으로의 연구

본 연구에서는 피검자에게 쾌, 불쾌 장면 자극을 제시하고 이로부터 유발된 생리 신호, 즉 EEG, ECG, GSR, RSP를 측정하고 이에 카오스, AR 모델을 이용한 스펙트럼 분석방법등을 사용하여 인간이 느끼는 감성을 객관적으로 평가할 수 있는 기본 시스템을 구현하였다. 앞에서 제시한 각 분석방법을 사용하여 수행된 예비실험에서 얻어진 파라미터들은 쾌, 불쾌 자극에 대해 감성을 측정할 수 있을 정도의 결과를 얻었으며 지금 수행되고 있는 본 실험 결과를 분석해 보면 객관적인 평가가 가능한 결과를 얻을 수 있으리라 생각된다. 앞으로의 연구는 맥파, 근전도(electromyography: EMG), 안전도(electrooculomotorgraphy: EOG)등과 같은 측정장비들을 사용하여 보다 많은 생체신호를 획득하고자 하며 이를 웨이블릿, 신경회로망등을 이용한 감성분석방법등을 추가로 구현하고 여러 가지 감성분석 방법에서 추출될 감성 측정 파라미터들로부터 종합 감정좌표를 구성하여 이에 대해 다차원 시스템 해석법을 사용하여 장면 시자극에 대한 인간의 감성을 측정하고 해석하는 시스템을 구현하는 것이다.



참고문헌

1. A.L. Goldberger, "Is the Normal Heart Beat Chaotic or Homeostatic?", News Physiol. Sci. No.6, pp.87-91, 1991
2. Margaret M., Bradley and Peter J. Lang, "Measuring Emotion: The Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential", J. Behav. Ther. & Exp. Psychiat. Vol. 25, No. 1, pp. 49-59, 1994.
3. M. Kobayashi and T. Musha, "1/f Fluctuation of Heart Beat Period", IEEE Trans. BME, Vol. 29, pp.456-457.
4. A. M. Fraser and H. L. Swinney, "Independent Coordinates for Strange Attractors from Mutual Information", Phys. Rev. A 33(1986), pp. 1134-1140.
5. M. B Kennel et. al, "Determining Embedding Dimension for Phase Space Reconstruction Using Geometrical Construction", Physical Reviews A, Vol. 45, pp.3403-3411,1992.
6. Peter Grassberger and Itamar Procaccia, "Characterization of Strange Attractors", Physical Review Letters, Vol.50, No.5, pp.346-349, Jan., 1983
7. Ronald D. Berger, Solange Akselrod, David Gordon, and Richard J. Cohen, "An Efficient Algorithm for Spectral Analysis of Heart Rate Variability", IEEE Trans. BME, Vol. 33, pp.900-904. ,1986