

생체 신호와 몸짓을 이용한 감정인식 방법

Emotion Recognition Method using Physiological Signals and Gestures

김호덕 · 양현창 · 심귀보*

Ho-Duck Kim, Hyun-Chang Yang, and Kwee-Bo Sim

중앙대학교 전자전기공학부

요 약

심리학 분야의 연구자들은 Electroencephalographic(EEG)을 오래전부터 인간 두뇌의 활동을 측정 기록하는데 사용하였다. 과학이 발달함에 따라 점차적으로 인간의 두뇌에서 감정을 조절하는 기본적인 영역들이 밝혀지고 있다. 그래서 인간의 감정을 조절하는 인간의 두뇌 활동 영역들을 EEG를 이용하여 측정하였다. 손짓이나 고개의 움직임은 사람들 사이에 대화를 위한 인간의 몸 언어로 사용된다. 그리고 그것들의 인식은 컴퓨터와 인간 사이에 유용한 회화수단으로 매우 중요하다. 몸짓에 관한 연구들은 주로 영상을 통한 인식 방법이 주를 이루고 있다. 많은 연구자들의 기존 연구에서는 생체신호나 몸짓 중 한 가지만을 이용하여 감정인식 방법 연구를 하였다. 본 논문에서는 EEG 신호와 몸짓을 같이 사용해서 사람의 감정을 인식하였다. 그리고 인식의 대상자를 운전자라는 특정 대상자를 설정하고 실험을 하였다. 실험 결과 생체신호와 몸짓을 같이 사용한 실험의 인식률이 둘 중 한 가지만을 사용한 것보다 높은 인식률을 보였다. 생체신호와 몸짓들의 특징 신호들은 강화학습의 개념을 이용한 IFS(Interactive Feature Selection)를 이용하여 특징 선택을 하였다.

Abstract

Researchers in the field of psychology used Electroencephalographic (EEG) to record activities of human brain for many years. As technology develops, neural basis of functional areas of emotion processing is revealed gradually. So we measure fundamental areas of human brain that controls emotion of human by using EEG. Hands gestures such as shaking and head gesture such as nodding are often used as human body languages for communication with each other, and their recognition is important that it is a useful communication medium between human and computers. Research methods about gesture recognition are used of computer vision. Many researchers study emotion recognition method which uses one of physiological signals and gestures in the existing research. In this paper, we use together physiological signals and gestures for emotion recognition of human. And we select the driver emotion as a specific target. The experimental result shows that using of both physiological signals and gestures gets high recognition rates better than using physiological signals or gestures. Both physiological signals and gestures use Interactive Feature Selection(IFS) for the feature selection whose method is based on a reinforcement learning.

Key Words 생체신호(EEG), 몸짓, 감정인식, Interactive Feature Selection(IFS)

1. 서 론

인간 사회에서는 서로 간에 언어들을 사용해서 많은 정보들을 주고받으면 살아가고 언어적인 정보 뿐 아니라, 비언어적인 정보 또한 중요하게 사용되어지고 있다. 감정에 관한 정보는 인간 사회의 기본적인 수단이고 관계형성에도 매우 중요하다. 최근에는 인간과 기계 혹은 인간과 컴퓨터 사이에도 언어와 비언어적인 정보가 기본이 되어가고 있다[1]. 이렇게 인간의 감정 정보들이 중요함에 따라 인간의 감정을 인식 도

한 매우 중요해져가고 있다. 이런 감정인식은 여러 분야에서 흥미롭게 연구되고 있지만 감정 인식의 인식률에 있어서 많은 어려움을 말하고 있다. 사람들은 서로간의 말에서 60%정도 감정을 인식할 수 있고 얼굴의 표정에서는 70~90%의 감정을 인식할 수 있다고 한다[2]. 이러한 감정인식을 위해서 여러 가지 인간의 특징들을 이용하여서 연구되어져 가고 있는데 음성, 영상, 생체신호, 몸짓 4가지를 가지고 시도되어 왔다. 1990년부터 2006년 까지 IEEE논문으로 출간된 감정인식 연구 결과를 통계를 내본 결과 음성에 대한 연구가 가장 많고, 영상을 이용한 연구 그 다음 생체신호를 이용한 연구 순으로 확인 할 수 있다. 음성과 영상은 신호의 특징 추출이 생체신호나 몸짓의 특징 추출보다 용이하고 신호의 분류가능성도 더 좋기 때문인 것으로 추정된다[3]. 기존의 많은 연구자들은 이와 같이 음성, 영상, 생체신호, 제스처 중에 한 가지만을 사용하여서 감정인식을 하였다[4,7]. 그리고 소수의 연구자들은 얼굴 표정과 몸짓, 음성과 영상에 대한 신호등

접수일자 : 2007년 4월 1일

완료일자 : 2007년 5월 25일

* 교신 저자

감사의 글 : 이 논문은 산업자원부의 뇌신경정보학연구사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다. 연구비지원에 감사드립니다.

여러 가지의 신호들을 같이 사용하는 연구들도 시도되었다. 본 논문에서는 기존에 사용하던 생체신호와 몸짓을 동시에 사용하여 인간의 감정을 인식하는 방법을 제시하였다. 생체신호로는 EEG 신호를 가지고 생체신호를 감지하였고, 몸짓은 손의 움직임과 고개의 움직임 등을 감지하였다. EEG 신호는 심리학적 분야에서 인간의 두뇌의 활동을 기록 측정하기 위해서 오래전부터 사용해왔다. EEG 신호들을 연구함에 따라 인간의 두뇌에서 감정을 조절하는 기본적인 영역들을 조금씩 밝혀내고 있다. 그리고 두뇌 영역들의 EEG 신호를 이용해서 간질이나 발작 등을 탐지하는 연구나 속임수 탐지거나 다른 신체 반응에 따른 두뇌 신호의 변화 등의 연구를 위한 분야에서도 사용되고 있다[4,7]. 몸짓 또한 사람의 감정을 인식하는데 중요하게 사용되어져 가고 있다. 몸짓 인식은 주로 카메라의 영상이나 몸의 센서를 부착해서 그것을 감지해서 몸짓을 인식하는 등의 방법으로 인식을 한다[8]. 본 논문에서는 몸짓을 카메라 영상이 아닌 자이로 센서와 가속도 센서를 이용한 생체 행동 인식 시스템을 이용해서 감지하였다. 피 실험자들에게 여러 가지 감정 상황에 따라 그 생체신호와 몸짓의 신호들을 측정하는 실험을 하였다. 실험 결과를 각각의 한 가지만을 사용한 감정 인식률과 두 가지 같이 사용했을 때의 감정 인식률을 비교 실험하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 실험데이터를 추출을 위한 실험 설명 및 실험 장치에 대해서 다룬다. 3장 감정인식 방법에 대해서 보여주고 4장에서는 감정 인식에 따른 실험 결과를 보여준다. 그리고 5장에서는 결론으로 마무리 짓는다.

2. 실험 데이터 수집

2.1 실험 장치

EEG 신호는 전기적 신호로써 사람의 두뇌에 발생하는 작은 전기적 활동을 측정된 신호이다. EEG 신호는 많은 잡음들과 전기현상들에 의해 해석하기 어려운 단점을 가지고 있지만, 사람 두뇌의 기본적인 기능을 알 때 두뇌의 활동을 측정하기 위해서 EEG 신호들의 측정이 필요하다[6]. EEG 측정 실험은 그림 1과 같이 두상좌표계를 기준으로 8개의 채널을 가지고 센서를 부착하였다. 그리고 LAXTHA에서 제공되는 QEEG-8장비를 사용해서 실험 측정을 하였다.

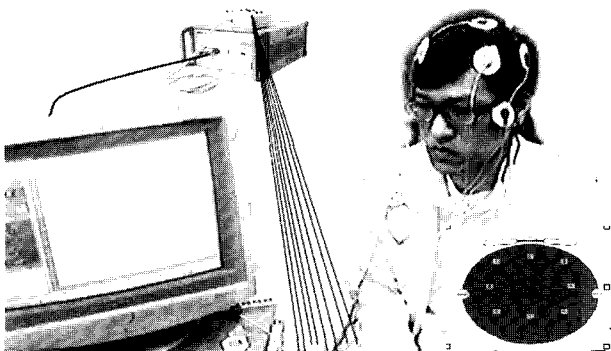
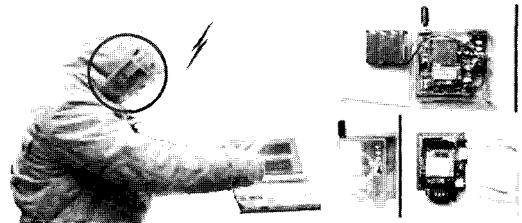


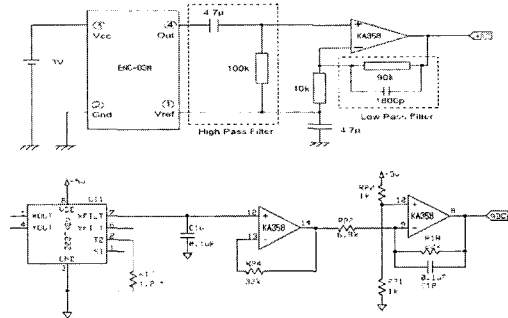
그림 1. EEG신호 추출 실험과 실험 두상 좌표계
Fig. 1. EEG signal extraction experiment and experiment head coordinates

행동인식 측정용 실험을 위해서 그림 2와 같이 3개의 자

이로 센서와 2개의 2축 가속도 센서 그리고 ATMEGA16을 컨트롤러로 사용하는 3축 자이로(각속도) 및 가속도 센싱 시스템을 개발하였다. 이 실험 장치는 피 실험자의 손목, 머리 등의 여러 부위에 부착해서 피 실험자의 움직임을 인식해서 움직임에 대한 센싱 데이터 값들을 블루투스 통신을 통해 무선으로 실험 PC에 전송되어진다.



(a) 행동인식 측정 실험 및 장치



(b) Gyro sensor와 Accelerometer 회로도

그림 2. 행동인식 측정 실험 및 장치 회로도

Fig. 2. Action recognition measurement experiment and equipment circuit diagram

2.2 감정 실험

차원 모형과 기본 정서 모형의 두 가지의 이론적 접근으로서 사람의 내적상태의 구조를 규명하고 있다. Wundt가 쾌/불쾌, 흥분/침착, 긴장/이완의 세 가지 차원으로 구성된 것으로부터 차원적 분류가 시작되었으며 이에 Russell은 기존의 연구들을 통합하여 쾌/불쾌와 각성/비각성의 보편적 두 가지 차원으로 정서를 분석하였다[12]. 그림 3은 이러한 차원 모형에 기초하여 다양한 정서를 체계적으로 표정과 분류하여서 나타내었다.

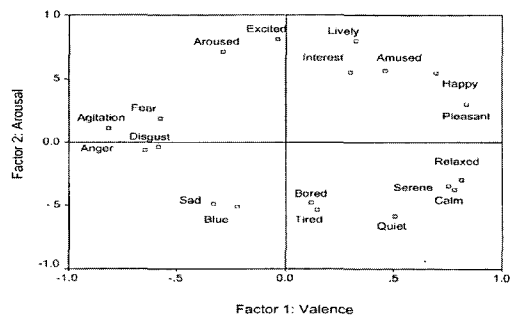


그림 3. 차원모형에 의한 정서 분류

Fig. 3. Emotion classification by dimension model

이와는 대조적으로 각 정서경험을 개별적으로 다루고자 하는 범주적 모형에 근거한 기본정서 이론을 주도해온 Ekman은 행복(happy), 놀람(surprise), 공포(fear), 분노(anger), 혐오(disgust), 슬픔(sad)의 6가지의 정서가 기본정서라고 주장하였다[13]. 본 논문에서는 운전 시에 느끼는 감정을 주안점으로 잡았다. 위에서 구분한 기본정서 중에서 행복, 분노(흥분), 평상시와 졸림이라는 운전 시에 중요한 인식 부분이 4가지로 정하고 같이 실험을 하였다. 졸림은 비 각성 상태에서 평안한 상태인 피곤(Tired) 한 상태와 비슷하기도 하다. 이렇게 4가지 정서와 인지를 가지고 실험을 하였다. 실험에서 사진과 오디오의 자극을 통한 감정을 유발하였고 실험에는 EEG 측정과 행동인식 측정을 위한 두 개의 장비를 사용하여서 신체 신호들을 추출하였다. 실험 장소는 실험실의 작은 방에서 운전자 시뮬레이터에 앉은 상태에서 그림 4와 같이 운전을 하는 자세로 각각에 표시된 부분에 실험 장치를 꾸미고 실험을 하였다.

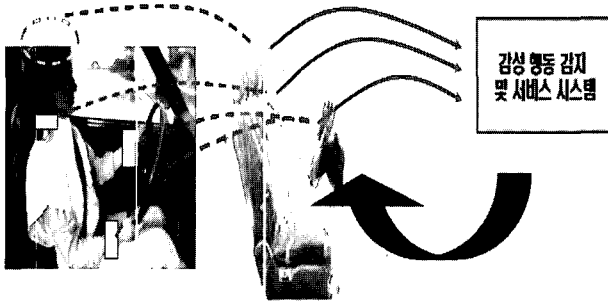


그림 4. 실험 장치 사진
Fig. 4. Experiment equipment picture

그리고 여러 가지 감정을 상태를 만들기 위해서 플로리다 대학 심리학과 Peter Lang 교수가 개발하여 국제적으로 통용되고 있는 표준화된 감성자극 체계인 국제 정서 사진 체계(International Affective Picture System, IAPS)의 그림 5의 사진들을 이용하고 동영상과 오디오 자극을 통해서 감정 측정 실험을 하였다.



그림 5. 자극을 위한 사진
Fig. 5. Picture for stimulus

행복, 분노, 놀람, 평상시와 졸림은 운전 시에 사람이 느낄 수 있는 감정 중에 대표적인 감정들을 선택했다. 이 감정에 따른 운전자 서비스를 제공하기 위해서 4가지를 선택해서 실험하였다. 행동은 각각의 감정에 따라 발생할 수 있는 행동으로 정의해서 그 행동들을 측정하였다. 각각의 감정에 따른 행동들은 표 1과 같이 정의 하였다. 그림 7은 4가지 감정에 따른 EEG 신호들과 몸짓의 실험 데이터 값을 나타낸 것이다.

표 1. 감정에 따른 행동
Table. 1. Action based on emotions

상태	행동 정의
평상시	큰 몸동작이 없이 약간 긴장되어 있는 상태
분노 흥분	손과 발에 평상시부터 크게 행동함, 평상시보다 핸들을 돌리는 힘과 엑셀 밟는 힘 증가한다.
졸림	주기적으로 고개를 자주 움직인다.
행복	작은 동작으로 몸을 흔든다.

3. 감정인식 방법

3.1 IFS 알고리즘

Interactive Feature Selection(IFS)은 Feature의 상관성과 강화학습을 이용한 알고리즘이다. 강화학습은 에이전트와 환경이 존재하는 구조에서 에이전트를 사용자가 원하는 목적을 이루도록 학습하는 방법이다. 학습하는 방법은 주어진 환경에서 에이전트가 동작을 취하고 취한 동작에 대해 환경이 보상을 취하는 형태로 이루어진다. 이때 각 시간 step은 t , 각 단계에서 에이전트가 받게 되는 환경의 상태는 $s_t \in S$, S 는 가능한 환경 상태의 집합으로 표현되고 동작은 $a_t \in A(s_t)$, $A(s_t)$ 는 어떤 상태에서의 '동작들의 집합'으로 표현 된다. 동작에 대한 보상을 r_t 라 하고 이 r_t 는 하나의 에피소드가 끝나면 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$R_t = \sum_{k=0}^T \gamma^k r_{t+k+1} \quad (1)$$

위의 식에서 γ 는 감쇠계수로서 Continuing task의 경우 $t = \infty$ 까지 정의가 되므로 보상 값의 합이 무한대가 되지 않도록 하기 위함이다. 또한 감쇠계수를 0으로 하면 현재 발생한 보상 값만을 인정한다는 의미이므로 감쇠계수에 따라 미래의 값에 대한 가중치를 다르게 줄 수 있다. 결론적으로 강화학습은 식(1)을 최대화 하는 방향으로 정책을 결정하는 방법이다. 그림 6은 알고리즘의 흐름도를 나타낸다[3,9].

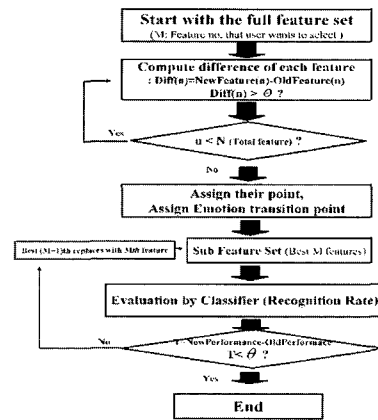


그림 6. IFS 알고리즘
Fig. 6. IFS algorithm

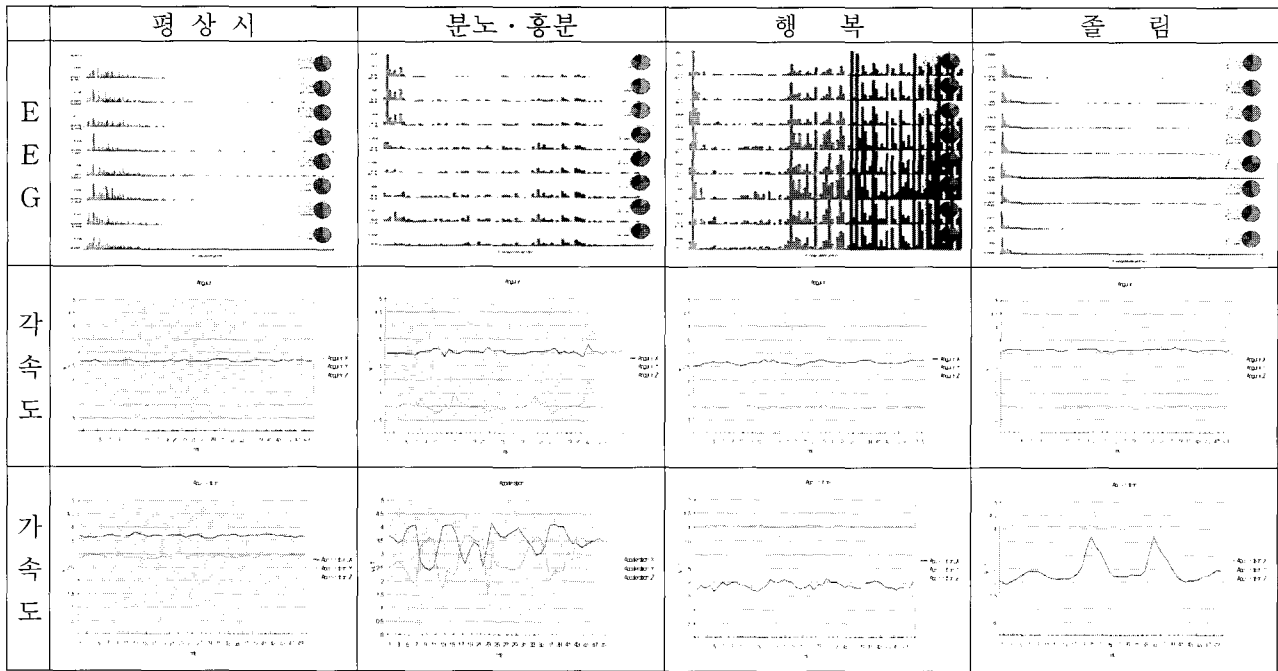


그림 7. 감정에 따른 EEG 신호와 몸짓 신호
Fig. 7. EEG and gesture signals by emotions

4. 감정 인식 실험

4.1 실험 개요

EEG 생체 신호를 이용한 실험은 현재 의학과와 심리학과 그리고 생명공학과에서 사람의 두뇌에 관한 실험을 위해서 많이 사용되고 있다. EEG 신호를 이용해서 간질이나 발작 등이 일어나는 원인과 모델을 뇌파를 통해서 찾으려는 연구가 많이 시도되고 있다[5, 7]. 그리고 범죄자들의 감정에 따라 뇌파의 움직임 변화를 감지하는 거짓말 탐지기에서도 사용된다.[4] 또한 EEG 신호를 이용한 사람의 감정인식도 시도되고 있다.[1] 현재 EEG 신호 실험은 초기단계에 머물러 있는 실정이다. 본 실험에서는 EEG 신호와 제스처를 동시에 사용해서 피 실험자의 감정을 인식하는 실험을 하였다. 특히, 실험에서는 특정 상황을 부여하고 그 상황에서 다른 감정 행동을 정의하고 실험을 하였다. 실험에서 피 실험자에게 사진과 영상을 통해서 감정을 유발하고 그때의 생체신호(EEG 신호)와 몸짓들의 센싱 값들을 PC상에서 특정 값으로 받게 된다. 그리고 그 특정 값들은 강화학습의 개념을 이용한 IFS(Interactive Feature Selection)를 이용하여 특정 선택을 통해 실험하였다.

4.2 실험 환경 및 결과

실험 과정은 피 실험자가 PC와 인터랙션을 통해서 자신의 상태를 이야기하고 그때의 EEG 신호를 측정하였다. 그리고 피 실험자에서 먼저 실험내용을 말해주고 안정을 취하게 하고 나서 감정 유발 사진과 영상을 피 실험자의 EEG 신호를 기록하면서 그때 피 실험자가 할 수 있는 행동도 측정하였다. 행동센서는 손목과 머리 부분에 장치를 부착시킨다. 행동에 있어서는 운전시라는 특정 행동을 선택해서 그 상황마다 느낀 감정에 따른 행동을 취하게 하고 기록하였다. 4가지 감정을 느낄 때 행동들은 먼저 정의한 상태에서 사람마다의 그

것에 관련된 행동을 취하게 했다. 그림 8은 화(angry)의 실험 센싱 데이터 값들이 입력받으면서 나온 결과들을 확인하는 시뮬레이터를 나타낸 것이다.

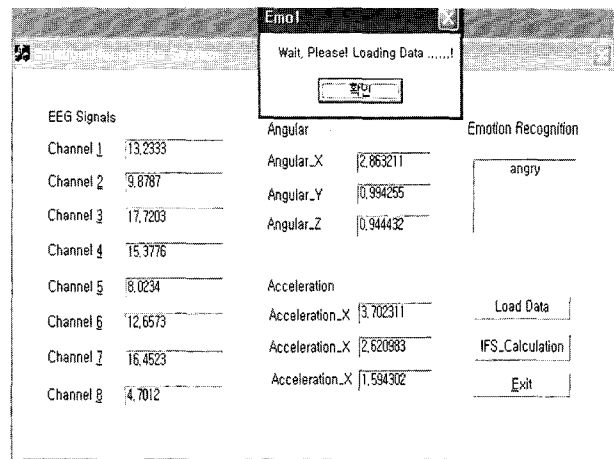


그림 8. 실험 시뮬레이터
Fig. 8. Experiment simulator

실험의 감정 중에 '행복(happy)'의 뇌파는 다른 감정들보다 확연히 다르기 때문에 뇌파 한 가지로도 인식이 잘되지만, 다른 감정들은 뇌파의 변화가 비슷해서 뇌파 만으로의 인식률은 떨어진다. 그래서 제스처의 데이터와 함께 사용함으로써 각각의 감정의 인식을 높이는 효과를 가져 올 수 있었다. 사람들의 감정에 따른 인식률은 감정에 따라 큰 차이가 있다. 보통 사람이 감정을 인식하는 인식률은 60%인데 EEG 신호와 제스처를 같이 사용함으로써 사람의 감정을 인식한 것과 사람의 인식률은 거의 비슷한 수준의 인식률을 보이

면서 사람의 감정을 인식하게 되었다[3]. 그러므로 EEG 신호와 몸짓을 같이 사용함으로써 감정인식의 인식률을 높일 수 있었다.

5. 결 과

본 논문은 음성, 영상, 생체신호, 그리고 몸짓 4가지 중의 한 가지만을 사용하여 사람의 감정을 인식하던 방법에서 사람의 생체신호와 몸짓을 동시에 사용하여 사람의 감정을 인식하는 방법을 제안하였다. 생체신호로는 EEG신호를 사용하였고, 몸짓으로는 운전자의 특수한 감정상황에 따른 행동으로 정의하였다. 몸짓 인식에 있어서는 기존에 카메라로 주로 인식하는 방법에서 벗어나 자이로 센서와 가속도 센서를 사용하여 피 실험자의 움직임을 측정하였다. 본 논문의 실험결과 특정 상황에서 한 가지만 가지고 감정 인식할 때 인식률이 떨어지는 것을 EEG 신호와 몸짓의 두 가지를 같이 사용해서 감정인식을 함으로써 사람의 감정 인식률을 더 높아짐을 알 수 있다. 차후에 이런 실험 결과를 통해서 다양한 상황에 따라 에이전트들의 감정을 인식해서 서비스해주는 분야에 사용되고 여러 가지 알고리즘을 이용해서 보다 더 높은 인식률을 가질 수 있게 하는 일이 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Kazuhiko, Takahashi, "Remarks on Emotion Recognition from Multi-Modal Bio-Potential Signal," *IEEE International Conference on Industrial Technology(ICIT)*, 2004.
- [2] R. W. Picard. *AFFECTIVE COMPUTING*. The MIT PRESS, 1997
- [3] 양현창, 김호덕, 박창현, 심귀보, "감정인식을 위한 Interactive Feature Selection(IFS) 알고리즘," *퍼지 및 지능정보시스템학회 논문지*, 제16권, 제6호, pp 647-652, 2006.
- [4] Anna Caterina Merzagora, Scott Bunce, Meltem Izzetoglu, Banu Onaral, "Wavelet analysis for EEG feature extraction in deception detection," *Proc. of the 28th IEEE EMBS Annual International Conference*, USA, August 2006.
- [5] Elif De:ya Ubeyli, "Fuzzy Similarity Index For Discrimination Of EEG Signals," *Proc. of the 28th IEEE EMBS Annual International Conference*, USA, August 2006.
- [6] Shusaku shigemura, Toshihiro Nishimura, Masayoshi tsubai, Hirokazu yokoi, "An Investigation of EEG Artifacts Elimination using a Neural Network with Non-recursive 2nd order Volterra filters," *Proc. of the 28th IEEE EMBS Annual International Conference*, USA, September 2004.
- [7] Hojjat Adeli, Samanwoy Ghosh-Dastidar, Nahid Dadmehr, "A wavelet-Chaos Methodology for Analysis of EEGs and EEG Subbands to Detect Seizure and Epilepsy," *IEEE Transactions on*

- Biomedical Engineering*, vol. 54, no. 2, February 2007.
- [8] Masumi Ishikawa and Naohiro Sasaki, "Gesture Recognition based on SOM using Multiple Sensors," *Proc. of the 9th International Conference on Neural Information Processing*, Vol. 3, pp 1300-1304, November, 2002.
- [9] R. S. Sutton and A. G. Barto, *Reinforcement Learning: An Introduction*, A bradford book, London, 1998.
- [10] Mark D. Korhonen, and David A. Clausi, "Modeling Emotional Content of Music Using System Identification," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part B: Cybernetics*, Vol. 36, No 3, June, 2002.
- [11] Zhihong Zeng, Jilin Tu, Ming Liu, Thomas S. Huang, Brian Pianfetti, Dan Roth, and Stephen Levinson, "Audio-Visual Affect Recognition," *IEEE Transactions on Multimedia*, Vol. 9, No 2, February, 2007.
- [12] Russell, J.A., "Evidence of convergent validity on the dimensions of affect," *Journal of Personality and Social Psychology*, 36, 1152-1168.
- [13] Ekman, P, "Universals and cultural differences in facial expressions of emotion," Int. J. Cole (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation 1971*. 19. 207-283. Lincoln, NE: University of Nebraska Press.

저 자 소개



김호덕(Ho-Duck Kim)

2005년 : 중앙대학교 전자전기공학부
졸업(공학사)

2006년 : 중앙대학교 대학원
전자전기공학부 석사과정 재학 중

관심분야 : Evolvable H/W, Emotion Recognition, SLAM,
Genetic Algorithm, DARS, etc.



양현창(Hyun-Chang Yang)

2006년 : 중앙대학교 대학원
전자전기공학부 박사과정 재학 중

관심분야 : 로봇 정책, 감정 인식, 유비쿼터스 센서 네트워크,
스마트 홈 등



심귀보(Kwee-Bo Sim)

1990년 : The University of Tokyo
전자공학과 공학박사

[제17권 2호 (2007년 4월호) 참조]

1991년 ~ 현재 : 중앙대학교 전자전기공학부 교수
2006년 ~ 현재 : 한국퍼지 및 지능시스템학회 회장

E-mail : kbsim@cau.ac.kr

Homepage URL : <http://alife.cau.ac.kr>