

특집  
01

# 감성 인터랙션을 위한 차세대인터페이스 기술

## 목 차

1. 서 론
2. 감성 인터랙션을 위한 차세대인터페이스 기술
3. 국내외 연구 동향
4. 결 론

김 원 식  
(한국표준과학연구원)

## 1. 서 론

마음으로 주위를 제어하는 능력은 공상과학소설이나 영화에서 원격(telekinesis)으로 등장해 왔었는데, 이제는 그 실현이 근접해지고 있다. 전자제품, 장난감, 의료기구, 스마트폰의 응용프로그램 등을 포함하는 새로운 제품들이 정신력으로 동작되도록 설계되고 있다. 작년 미국에서 크리스마스 시즌에 날개 달린 듯 판매된 2개의 게임들은 뇌파 측정기술을 이용한 것이다. 이 게임기는 사용자의 뇌로부터 뇌파를 모니터링 하는 헤드셋으로 구성되었다. Mattel's Mindflex와 Uncle Milton Industries에서 제작한 Force Trainer는 모두 사용자들이 그들의 뇌파를 모니터링 하는 헤드셋을 착용한다. 사용자는 단순히 집중 또는 이완을 함으로써 팬(송풍기)의 속도를 조절하여 튜브속의 공을 밀어 올려서 원하는 높이로 유지 시킬 수 있다. 이 제품의 동작시스템은 San Jose company의 NeuroSky에서 공급하고 있다. 일본의 자동차 회사 Honda Motor Co.에서도 마인드-컨트롤 연구에 투자하고 있다.

작년에 Toyota Motor Corp.에서는 자체 특허

기술을 이용하여 뇌파측정 기반으로 동작하는 휠체어를 제작했다. 사용자가 좌측 또는 우측을 생각하면 휠체어는 그 방향으로 회전한다. 이 기술은 특히 의족 기술에 밝은 전망을 주고 있다. 지난달에 the Defense Advanced Research Projects Agency 주관으로 사지마비 환자의 의족을 마음으로 제어하는 테스트를 Johns Hopkins 대학에서 시작하였다. Sega Toys Co.와 Toshiba Corp. 은 다양한 원격을 이용한 게임을 개발하기 위하여 NeuroSky의 파트너로 참여하고 있다. NeuroSky는 뇌파 측정기술을 단순화 시켜서 앞이마에 전극부착용 크립 없이 한 개의 전극을 압착시키고 한쪽 귀에 동전 크기의 버튼 형태의 기준전극을 부착시키도록 헤드셋을 구성하였다. 미래에는 이러한 기술이 게임, 건강관리, 안전, 그리고 다양한 정신적 상태와 감정에 의하여 발생하는 뇌파에도 응용될 것으로 기대된다. 특정한 뇌파의 관찰을 통해 간질 진단 등 임상에서 중요한 역할을 해온 뇌파는 최근 들어 그 응용 범위가 뇌파 바이오퍼드백, 뇌-컴퓨터 인터페이스, 감성공학 등으로 확대되고 있다.

만약 당신이 양손에 식료품을 가득 들었을 때,

자동차 트렁크가 열려지기를 바랄 것인데, 이것이 가능하려면 자동차가 주인의 마음을 읽어서 트렁크가 자동으로 열려져야 하는데, 이러한 일들이 일상생활에서 실현될 수 있다. 즉, 미래의 차세대인터페이스는 제품(또는 환경)이 사용자의 마음/감성을 읽어서 능동적으로 반응하도록, 능동형 양방향 감성 인터랙션이 가능하도록, 진화해야 할 것이다.

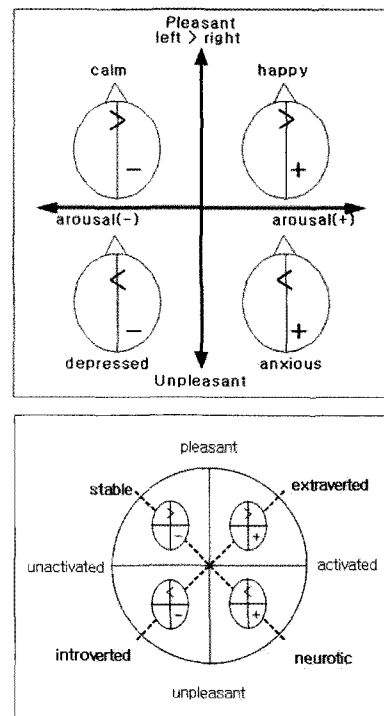
따라서 이 글에는 능동형 양방향 감성 인터랙션이 가능한 인터페이스 기술을 소개하고, 이와 관련된 국내외 연구동향을 살펴보기로 한다.

## 2. 감성 인터랙션을 위한 차세대인터페이스 기술

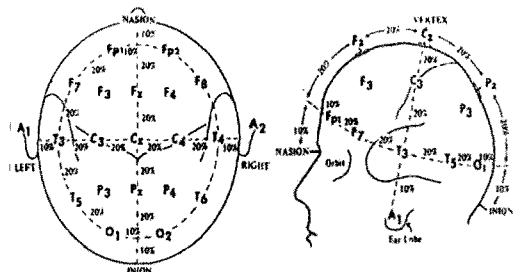
오늘날, 우리 주위를 둘러싸고 있는 제품(또는 환경)은 기능적 지원 차원을 넘어서 사용자의 감성까지 만족시킬 수 있도록 발전해오고 있다. 즉, 사용자의 감성을 센싱하고 이해하여 적절히 반응할 수 있는 제품이 되어야 한다. 이를 위하여, 사용자와 제품 간에 감성 인터랙션이 필요하며 둘 사이에 능동형 양방향 인터랙션을 위한 차세대인터페이스 기술이 요구된다. 이러한 차세대인터페이스에 가장 적합한 기술은 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface, BCI) 기술이다. BCI는 사람의 정신 활동 상태에 따라 다르게 나타나는 뇌 신경세포의 전기적 활동을 두 뇌의 표면에서 측정할 수십  $\mu V$ ( $1V=1$ 백만  $\mu V$ )의 매우 작은 뇌파신호(Electroencephalogram, EEG)를 이용하여 컴퓨터를 제어하는 기술이며 [1], 대상을 컴퓨터에 국한 시키지 않을 때는 BMI(Brain-Machine Interface) 기술이라고 한다.

BCI는 입, 눈, 손 등의 근육 움직임에 의존하지 않은 정보 전달 방법으로, 심각한 신체적 불편함으로 인해 정상적인 대화가 불가능한 장애인들에게 대화의 수단을 제공하고 또한, 컴퓨터와 휠체어 등을 조작할 수 있도록 도와주는 중요한 역할을 수행할 수 있는 시스템이다[2]. 그런

데 사용자의 감성을 측정하기 위해서는 부착된 전극이 감성에 영향을 주지 않도록 최소한의 전극수를 사용해야한다. Heller의 감성 모델(그림 1)에 따라 주로 이용되고 있는 전극위치는 국제적 10-20 EEG 전극배치도 (그림 2) 에서 긍정과 부정 감성 측정을 위해서는 전전두엽의 Fp1과 Fp2 위치에 전극을 부착시키고, 각성도 평가를 위해서는 우측 두정엽의 T4 위치에 전극을 부착시킨다.



(그림 1) 감성 관련 뇌 활성부위를 나타내는 Heller's Model[3]



(그림 2) 국제적 (10-20) 전극배치도

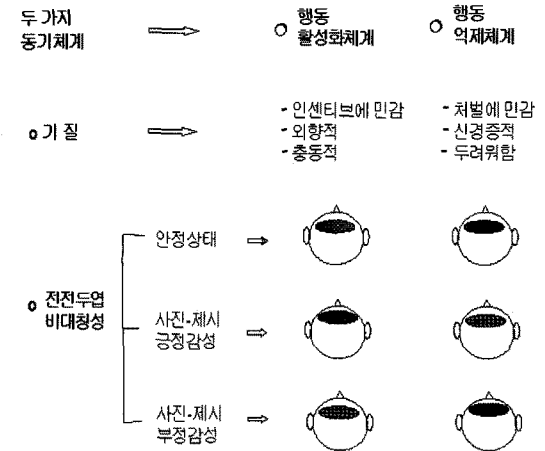
## 2.1 개인 성향에 의존하는 감성

만약 두 사람이 서로 다른 경험을 갖고 있다면, 동일한 제품/환경자극을 받더라도 서로 다른 느낌을 가질 것이다. 이와 같이 서로 다른 느낌을 유도하도록 원인이 되는 서로 다른 경험은 개체의 적자생존을 위한 진화 과정에서 뇌의 구조적 특징으로 고착되어 성격으로 나타날 수 있다[4]. Gray는 개인의 행동과 정서에 기초가 되는 두 가지 일반적인 동기체계로서 행동활성화체계 (behavioral activation system: BAS)와 행동억제체계 (behavioral inhibition system: BIS)를 제안하였다[5]. Sutton과 Davidson은 전전두엽 (prefrontal cortex: PFC)의 비대칭성에 대한 전기생리학적 측정을 통하여, Carver와 White에 의해 Gray의 행동억제와 행동활성화 개념을 반영시켜 고안된 자기-보고(self-report) 평가 점수를 예측할 수 있음을 입증하였다. 기저선 상태에서 좌측 전전두엽이 더 활성화된 사람은 긍정적 감성유발 장면에 더욱 긍정적 감성을 보인 반면, 우측 전전두엽이 더 활성화된 사람에서는 부정적 감성유발 장면에 더욱 부정적 감성이 나타났다(그림 3). 이 연구에서 알파대역의 전력으로부터 구한 전전두엽의 비대칭적 활성화가 성격평가의 지표로 사용될 수 있음이 입증되었으며, 전전두엽 편측치(asymmetry score: AS)는 우측 전전두엽의 알파대역 전력을 log 변환시킨 값으로부터 좌측 전전두엽에서 같은 방법으로 구한 값을 빼어서 얻는다. 식 (1)에서와 같이, Fp1에서의 전력을 millilog로 변환시킨 값을 Fp2에서의 전력을 millilog로 변환시킨 값으로부터 빼서 구하였다:

$$AS = 1,000\log_{10}(Fp2) - 1,000\log_{10}(Fp1) \\ = 1,000\log_{10}(Fp2/Fp1), \quad (\text{식 } 1)$$

여기에서 Fp1과 Fp2는 각각 Fp1과 Fp2 위치

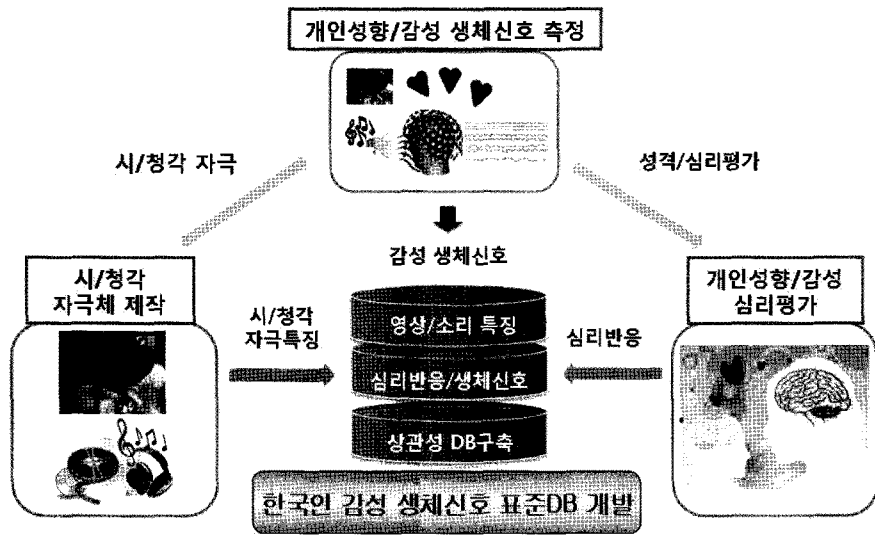
에서 뇌파의 각 주파수 대역에 대한 전력을 나타낸다. 식 (1)에서 알파대역에 대하여 전전두엽 편측치가 양(+)의 값이면 우측부위의 알파대역 전력이 더 큼(좌측부위가 더 활성화되었음)을 반영하고, 음(-)의 값이면 그 반대를 나타낸다[6, 7].



(그림 3) BAS와 BIS의 민감성과 전전두엽의 비대칭성[8]

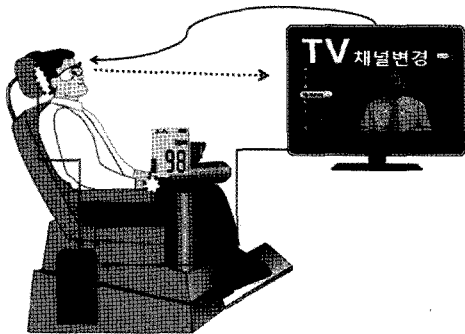
## 2.2 감성 인터랙션 기술

제품(또는 환경)이 사용자의 감성에 능동적으로 반응하려면 다양한 감성에 상응하여 발생하는 생체신호를 측정하여 어떤 감성을 느꼈는지 실시간으로 추론할 수 있는 기술이 필요하다. 그런데, 동일한 제시 자극에 대하여도 개인의 경험 및 성향, 그리고 현재의 감정 상태 등에 따라서 다른 감성을 느낄 수 있고 동일한 감성도 개인에 따라서 다른 크기의 생체신호로 나타날 수 있으므로 이러한 요인들을 고려한 감성-생체신호 DB가 요구된다(그림 4). 이러한 감성-생체신호 DB를 개발하려면 감성 생체신호 측정 표준화가 선결되어야 하며 데이터의 신뢰성 평가 기술도 수반되어야 한다. 즉, 제품/환경 및 기타 요인에 따라 수시로 변할 수 있는 사용자의 감성에 순응하려면 생체신호 기반 실시간의 능동형 양방향 인터랙션이 되어야 한다.



(그림 4) 감성추론시스템에 필요한 감성-생체신호 DB 개발 전략도

멀티미디어 제품에 감성 측정용 장비를 장착함으로써 사용자의 감성정보 분석 기반 취향을 파악하여 TV방송/영화/음악 장르별 능동형 양방향 자동 선택기능을 제공하고, 실감형 멀티미디어로서 3D, 4D 구현 기능을 제공하는 개인 맞춤형 멀티미디어 컨시어지<sup>1)</sup> 콘텐츠가 개발될 수 있다(그림 5). 개인 성향에 적합하도록 사용자 인터페이스를 실현하기 위한 기술로서 센서공학, 퍼지 뉴럴-네트워크 기술, 신경망기술, 인간의 오감(시각·청각·촉각·미각·후각)+생체신호 측정/분석 기술, 감성측정 및 인터페이스 표준화 기술 등이 요구된다.



(그림 5) 사용자 감성 맞춤형 TV를 위한 차세대인터페이스 기술

### 3. 국내외 연구동향

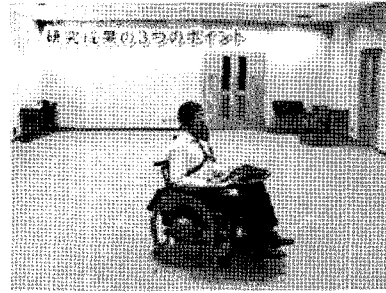
뇌의 활동을 파악하여 인간의 의지 및 감성을 추론하고, 이 신호를 컴퓨터에 연결하여 동작시키려는 연구가 미국, 유럽 등 선진국에서 활발히 진행 중이다. 특정한 뇌파의 관찰을 통해 간질 진단 등 임상에서 중요한 역할을 해온 뇌파는 최근 들어 그 응용 범위가 뇌파 바이오피드백, 뇌-컴퓨터 인터페이스, 감성공학 등으로 확대되고 있다. 최근선진국들에서는 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템 개발을 신경계의 손상에 의한 장애의 재활 또는 기능 회복에 대한 연구들이 이루어지고 있다. 뇌 적응성<sup>2)</sup>에 근거하여 두뇌 훈련을 반복할수록 신경세포 연결강도 증가 확인되면서, 브레인 피트니스, 닌텐도 등 관련 콘텐츠 산업의 새 트렌드로 부상하고 있다.

NeuroSky는 뇌파 측정기술을 단순화 시켜서

- 1) 컨시어지(Concierge) : 불어에서 유래한 집사라는 뜻으로, 다양한 형태의 고객 요구를 접수해 수행하는 개인비서 서비스 혹은 고객서비스를 총괄하는 의미로 사용됨
- 2) 뇌의 적응성을 이용하여 인지기능의 부족한 측면을 강화시킬 수 있는 훈련을 하면 뇌 회로가 목표의 기능에 맞도록 재구성되면서 더욱 강하게 연결되어 뇌 기능을 발달시킬 수 있음

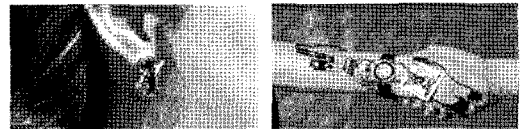
앞이마에 전극부착용 크립 없이 한 개의 전극을 압착시키고 한쪽 귀에 동전 크기의 버턴으로 기준전극을 부착시키도록 헤드셋을 구성하였다. 여기에는 한국인 과학자 임종진과 이구형박사가 참여하고 있다.

작년 6월 일본의 BSI-TOYOTA Collaboration Center (BTCC) 에서는 뇌파를 이용하여 실시간 제어 가능한 휠체어를 개발했다. BTCC의 비침습적 BMI 연구과학자로서 최규완박사가 참여했다. BTCC는 blind signal separation (BSS) 기술<sup>3)</sup> 과 space-time-frequency filtering 기술<sup>4)</sup> 을 융합함으로써 뇌파분석 처리에 몇 초 정도 소요되는 것을 125 ms 이내에서 처리함으로써 운전자는 분석에 소요되는 지연시간을 전혀 느끼지 못한다. 이 시스템은 운전자 개인의 특성에 적합하도록 자체 조절 기능으로 운전자의 명령(전진, 좌로/우로)을 빠르고 효율적으로 숙지할 수 있어서 정확도는 95% 이며 세계 최고 수준이다. 현재까지 이 연구는 가상적 손과 발을 제어하는 뇌파에 집중되어왔으나, 향후에는 다양한 정신적 상태와 감정에 의하여 발생하는 뇌파에도 응용될 것으로 기대된다. 아래에 감성인터랙션을 위한 차세대 인터페이스 기술의 국내외 연구동향을 정리하였다(그림 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12)[9].



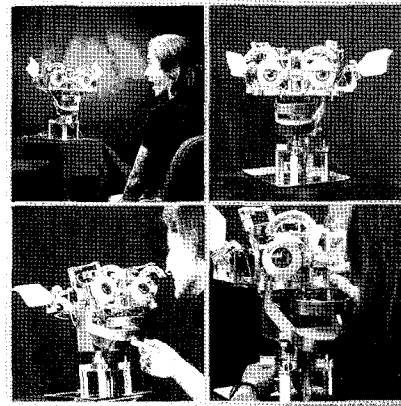
(그림 7) Toyota Motor의 뇌파 기반 휠체어

일본 토요타 자동차에서는 뇌파를 이용 하여 실시간 제어 가능한 휠체어 개발. Blind signal separation 기술과 space-time-frequency filtering 기술을 융합하여 125 ms 이내 뇌파분석처리 가능함.



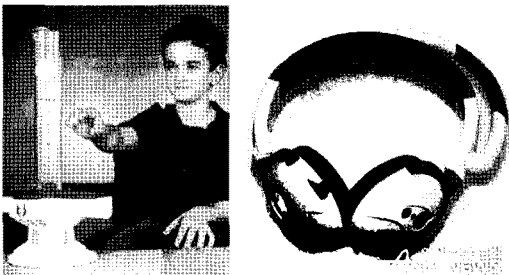
(그림 8) 감성상태 측정을 위한 웨어러블 컴퓨터

MIT미디어랩에서 인간의 감성상태를 측정하기 위하여 개발된 웨어러블 컴퓨터는 사용자의 몸에 장착한 컴퓨터 개념임. 착용자의 감성신호 및 패턴을 인식할 수 있는 센서와 도구들을 장착하여 착용자의 감성상태를 인식할 수 있음. 착용자의 심박수, 피부반응 상태 등을 감지하여 감성 인식률을 향상시켰음.



(그림 9) 감성측정로봇 KISMET

MIT 인공지능연구소에서 개발한 KISMET은 기쁨, 슬픔, 놀람, 공포, 화남, 무각감 등 크게 6가지 감성상태를 인지하는 로봇임. 시각센서를 통해 사람이 어떤 표정을 짓고 있는지 95%까지 인식하며, 피부의 전기저항, 땀, 체온을 측정하는 촉각센서로는 약 80%까지 인식 가능함.



(그림 6) Force Trainer(좌) 와 뉴로헤드셋

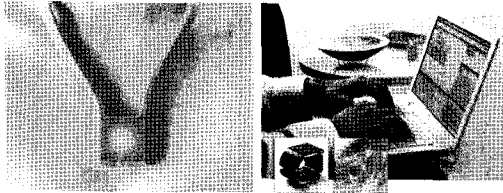
뉴로헤드셋을 착용한 상태로 뇌파만으로 공을 들어 올릴 수 있도록 고안된 Uncle Milton의 Force Trainer(왼쪽)와 뉴로스카이가 개발한 뉴로헤드셋. 사용자는 단순히 집중 또는 이완 함으로써 펜(송풍기)의 속도를 조절, 튜브 속의 공을 밀어 올려 원하는 높이로 유지 가능함.

- 3) 온라인으로 기록되는 휠체어 제어에 사용될 뇌파로부터 잡음 성분과 유용한 신호 성분을 분리하는 기술
- 4) 휠체어를 신뢰성 있도록 제어할 수 있는 중요한 특징과 성분을 변별하기 위하여 뇌파 전극으로부터 시-공간 패턴과 주파수 특성을 추출하는 기술



(그림 10) Emotive Systems의 EPOC

미국 Emotive system사의 EPOC는 헤드셋 형태의 비침습형 뇌파 기반 뇌-인터페이스로 30가지 의도 및 감정인식, 의도파악, 다양한 뇌기능 강화에 도움을 줌으로써 장애인들의 업무 수행능력향상에 도움을 줄 전망이다.



(그림 11) 필립스의 Vibe(좌) 와 Rationalizer

필립스의 Vibe(감성센싱 목걸이)는 착용자의 생체신호를 읽어서 다른 장치에 전송 가능하며, Rationalizer는 GSR(Galvanic Skin Response: 피부전도반응)기반 손목 착용형 EmoBracelet을 통하여 사용자의 감성을 측정함.



(그림 12) 필립스의 Bubelle(좌) 와 Frison

필립스는 LED를 패브릭처럼 유연하게 결합시킨 Lumaive를 개발. 인간의 감성을 옷으로 표현, 착용자의 감성에 따라 빛이 발광. 버블로 만든 Bubelle는 착용자의 감성에 반응하는 센서를 안에 부착하고 피부와 접촉. Frison은 착용자의 흥분정도에 따라 빛을 발하는 작은 LED들이 부착되어, 사람의 감정기록에 따라 몸에서 빛이 변화됨.

#### 4. 결론

제품(또는 환경)은 기능적 지원뿐만 아니라 사용자의 감성까지 만족시킬 수 있어야 한다. 이

를 위하여, 사용자와 제품 간에 감성 인터랙션이 필요하며 둘 사이에 능동형 양방향 인터랙션을 위한 차세대인터페이스 기술이 요구된다. 제품(또는 환경)이 사용자의 감성에 능동적으로 반응하려면 다양한 감성에 상응하여 발생하는 생체신호를 측정하여 어떤 감성을 느꼈는지 실시간으로 추론할 수 있는 기술이 필요하다. 그런데, 동일한 제시 자극에 대하여도 개인의 경험 및 성향, 그리고 현재의 감정상태 등에 따라 서로 다른 감성을 느낄 수 있고 동일한 감성도 개인에 따라 서로 다른 크기의 생체신호로 나타날 수 있으므로 이러한 요인들을 고려한 감성-생체신호 DB가 요구된다[10, 11, 12].

즉, 미래의 차세대인터페이스는 제품(또는 환경)이 사용자의 마음/감성을 읽어서 능동적으로 반응하도록, 능동형 양방향 감성 인터랙션이 가능하도록, 진화해야 할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 류창수 외, “뇌-컴퓨터 인터페이스 기술 동향”, 주간기술동향 1006호, pp. 1-11, 2001.
- [2] 명현 외((주)이머시스), “뇌파기반의 차세대 휴먼 인터페이스 개발에 관한 연구” 정보통신부, 2003년 5월.
- [3] Schmidtke J.I. & Heller W., “Personality, affect and EEG: predicting patterns of regional brain activity related to extraversion and neuroticism”, Personality and Individual Differences 36, pp. 717-732, 2004.
- [4] 김원식, “개인성향에 의존하는 감성”. 2009 한국감성과학회 추계학술대회 Proceeding, pp. 152-153, 한국감성과학회, 2009.
- [5] Gray J.A., “Brain systems that mediate both emotion and cognition”, Cognition and

Emotion, Vol. 4, pp. 269-288, 1990.

- [6] Davidson R.J., "Affective Style, Psychology, and Resilience: Brain Mechanism and Plasticity", November 2000·American Psychologist, Vol. 55, No. 11, pp. 1193-1214, 2000.
- [7] Kim W.S., Yoon Y.R., Kim K.H., Jho M.J., and Lee S.T., "Asymmetric Activation in the Prefrontal Cortex by Sound-induced Affect", Perceptual and Motor Skills, Vol. 97, pp. 847-854, 2003.
- [8] 김원식, "음향에 의해 유발된 감성에 의한 전전두엽의 비대칭적 활성화", 박사학위논문, 연세대학교 의공학과, 2004.
- [9] 이상태, 김원식 외(한국감성과학회), "감성 기술 동향조사 및 콘텐츠 산업 접목방안 연구", 문화체육관광부, 2009년 12월.
- [10] 김원식, 장은혜, 이지혜, 이상태, "음향감성에 의한 전전두엽의 비대칭성과 심박동변이도", 한국감성과학회, 제8권, 제1호, pp. 47-54, 2005.
- [11] 김원식, 진승현, "긍/부정감성자극에 대한 행동활성화체계 및 행동억제체계 민감도에 따른 뇌파의 LORETA 분석", 한국감성과학회, 제8권, 제4호, pp. 403-413, 2005.
- [12] 김원식, "감성측정에 관한 소고", 2009 한국감성과학회 추계학술대회, Proceeding, pp. 158-159, 한국감성과학회, 2009.

## 저자약력



김 원 식

1979년 아주대학교 전자공학과(학사)  
 1984년 고려대학교 물리학과(석사)  
 2004년 연세대학교 의공학과(박사)  
 1984년~현재 한국표준과학연구원 미래융합기술부  
     차세대표준연구단 / 책임연구원  
 2006년~현재 지식경제부 지정 심뇌혈관데이터센터장  
 2006년~현재 과학기술연합대학원대학교 교수  
 2006년~현재 한국감성과학회 학술이사, 편집이사  
 2010년~현재 순환기의공학회 수석총무이사  
 관심분야 : 생체신호 측정, 감성측정, 뇌파기반 인터페이스,  
     한국인 심뇌혈관데이터 참조표준 개발  
 이 메 일 : wskim@kriss.re.kr