

2016 JANUARY
vol.04

04

융합

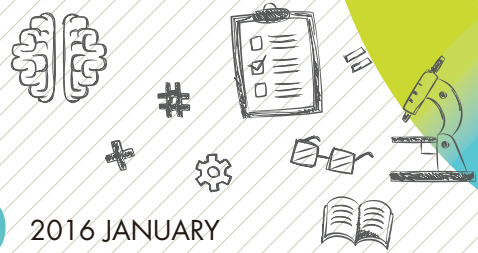
WeeklyTIP

Technology • Industry • Policy

뇌-컴퓨터 인터페이스 기술

박정아 | 융합연구정책센터





뇌-컴퓨터 인터페이스 기술

박정아 | 융합연구정책센터

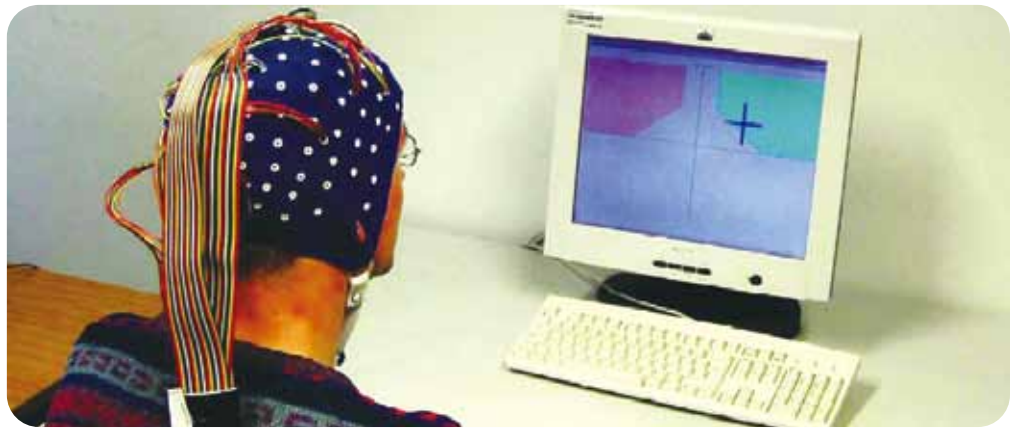
선정 배경

- 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI, Brain-Computer Interface)는 고령화 사회에 대비하여 건강하고 생산적인 노년생활을 위해 주목받는 기술
 - 뇌파를 이용한 뉴로트레이닝, 뉴로마케팅 등 사회경제적 파급효과 기대
- 세계경제포럼 10대 유망기술('14), MIT 테크놀로지 리뷰의 10대 차세대 기술('11), 한국과학기술기획평가원의 10대 유망기술('09) 등 다수의 연구기관에서 유망기술로 선정
- 기술의 중요성에 비해 해당 기술이 미칠 사회, 문화, 윤리적 문제에 대한 고찰 부족
 - 뇌파의 무분별한 상업적 활용 및 인간의 뇌파 제어 능력, 뇌파 인식 오류로 인한 기계 오작동, 전자파에 대한 불안 등의 문제에 대한 사전 대비 필요

개요

- 인간의 뇌를 기계와 연결하여 뇌신경신호를 실시간 해석하여 활용하거나, 외부 정보를 입력하고 변조하여 인간 능력을 증진시키는 침습적 및 비침습적 융합기술
 - ※ 분자생물학적 방법을 활용한 뇌 질환 대응기술은 범위에서 제외
- 침습적 방법과 비침습적 방법으로 나뉘며, 뇌전도를 이용한 비침습적 방법이 가장 일반적인 방법
 - **(침습적 방법)** 외과 수술을 통해 두개골 속에 마이크로 칩을 이식하여 신호를 전달 받는 방법으로 두개강내뇌파(EEG), 국소장전위 (LFP), 마이크로전극(ME), 마이크로전극배열(MEA) 등이 있음
 - 뇌 피질이나 뇌 안에서 직접 신호를 측정하기 때문에 센서의 생체적합성이 중요하며, 신호의 질과 시공간 해상도가 뛰어남
 - 신경조직을 상하지 않으면서 저 전력과 무선으로 동작할 수 있는 전극을 활용하기에 까다로움

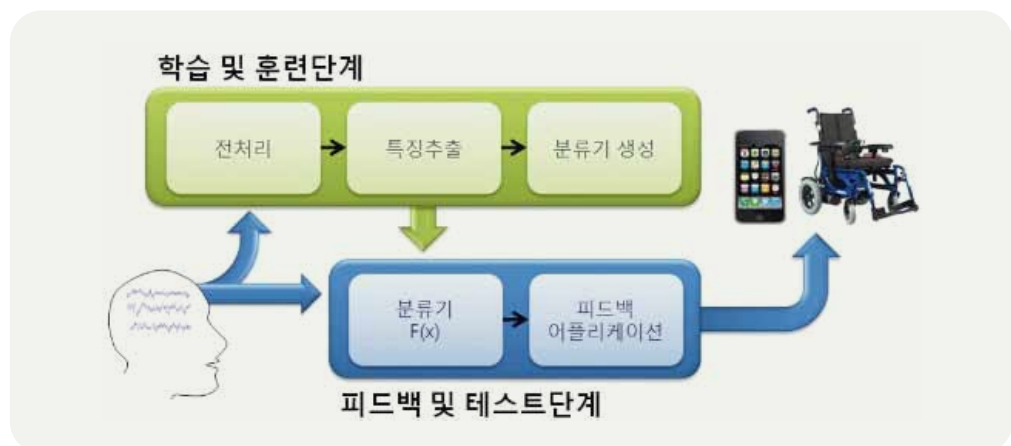
- **(비침습적 방법)** 두피 외부에서 뇌전도(EEG, Electroencephalography), 뇌자도(MEG, Magnetoencephalography), 근적외선분광법(NIRS, Near infrared spectroscopy) 등의 방법을 이용하여 신경 신호를 분석하는 방법
 - 인체에 무해하고 준비과정이 복잡하지 않아 보편적으로 활용됨
 - 상대적으로 잡음이 심하여 신호의 질이 떨어짐



▲ 그림1. 비침습적 방법

출처 : Economist Technology Quarterly

- 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템은 측정된 신호의 전처리 과정, 특징정보 추출, 분류기 생성과정을 거치는 ‘학습 및 훈련단계’와 사용자에게 피드백을 주는 ‘피드백 및 테스트단계’로 구성됨
 - 전처리과정 : 잡음 제거, 채널 선택, 주파수 및 시간영역 선택
 - 특징정보 추출 : 시스템이 사용자의 의도나 상태를 예측하는데 사용될 수 있는 정보 추출
 - 분류기 생성 : 추출된 정보로 의도 및 상태 분석의 결과 도출
 - 피드백 어플리케이션 : 분석된 사용자의 의도 및 상태를 통해 사용자에게 직접적으로 피드백 제공



▲ 그림2. 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템의 기본적인 흐름

출처 : 광과학기술연구원 바이어컴퓨팅연구소

- 개발 초기 측정 기기의 무게가 무겁고 센서가 많아 착용이 불편하여 과잉행동장애(ADHD) 아동이나 중증 신체 장애인의 컨트롤 등 주로 의료적인 목적으로 활용이 제한됨
 - 최근에는 Neurosky, Emotive, OCZ 등의 회사에서 헤드셋 형태의 가볍고 착용이 간편한 기기를 저렴한 가격에 판매함으로써 게임, 집중력 향상 연습 등 다양한 용도로 활용이 확대됨
- BCI가 터치스크린, 증강현실 등을 잇는 차세대 인터페이스로 활용될 것으로 기대
 - 컴퓨터, 스마트폰의 입력 인터페이스로 사용된 마우스, 키패드 등의 고전적인 방식은 최근 터치패드, 모션인식 등으로 진화하고 있으며, 차세대 인터페이스로 활용 가능성이 높음
 - 신체를 이용하지 않고도 자연스럽게 명령을 내릴 수 있어, 가상현실, 영상이나 사진인식 등의 분야에 적합할 것으로 기대

뇌-컴퓨터 인터페이스 핵심기술

- 뇌 운동영역의 신경신호를 감지 해석하여 실시간 기계제어 명령으로 변환하는 기술
 - 뇌활동을 감지하고 측정하는 기술, 뇌활동 기반 전기신호 해석기술, 뇌에서 발생하는 전기신호를 전기·기계적 신호로 변환하는 기술, 기계로 들어가는 신호에 따라 정확히 움직이도록 제어하는 기술 등으로 활용됨
- 뇌영역에 생체 내·외 정보를 입력시키는 기술
 - 뇌의 감각정보처리 영역에 정보를 입력하여 정보 전달
- 뇌파의 측정·분석을 통해 자신의 뇌 활동상태를 파악*하고, 실시간 나타나는 뇌파성향이 건강한 패턴을 가질 수 있게 스스로 조절하도록 훈련하는 뉴로피드백**

* 인지기능과 관련된 정신과정 측정, 기억지각학습 등 감각기능 규명을 통한 뇌 이해도 제고

** 정상적인 뇌활동 패턴의 형성 및 뇌정보처리 능력 증진을 위해 다양한 뇌신호들(EEG, ECoG, NRS, fMRI 등)의 성향을 스스로 조절하도록 훈련시키는 비침습적 융합기술

해외 연구동향

- 미국 국방성 DARPA는 휴대 가능한 디지털 화상을 사용하여 인지기술 위협경보 시스템 개발
 - 시각 120도 이상으로 1~10km 범위 내의 적군과 차량을 동시에 감지가 가능한 시스템 개발('07년)
 - 사용자의 뇌파를 통한 시신경신호를 감지 및 모니터링하여 적의 공격 가능성을 병사에게 경고
- 듀크대학 미겔 니코렐리스(Miguel Nicolelis) 교수 연구팀은 뇌파를 이용한 로봇 팔 컨트롤 개발
 - 인간의 뇌에 부착된 전극이 몸에 장착한 호출기에 신호를 송신하고, 다리의 고정기구로 신호를 보내는 구조로 다리 마비 환자가 걷는 것을 떠올리면 보행 동작을 실현 가능

● 미국 위스콘신대학 응용공학과에서는 인공지능 보조공학 시스템 개발

- 신경 전달에서 발생하는 뇌파를 컴퓨터 저장장치에 입력해서 사람의 마음을 직접 읽고 그에 따른 명령을 실행할 수 있도록 프로그래밍('09년)
- 사람의 생각만으로 기계를 작동하고 움직일 수 있으며, 인간의 뇌신경 세포들은 일정한 시각의 움직임이나 감성만으로 인체에 규칙적인 신호를 발생
- 원하는 문자를 집중해서 쳐다보는 동안 컴퓨터는 발생하는 뇌파를 입력해서 데이터화하고, 이후에 같은 생각을 하면 컴퓨터는 기존에 기억되어 있던 명령과 동일한 명령을 기계에 전달

● 브라운대학 존 도나휴 교수는 사이버키네틱스 뉴로테크놀로지 시스템을 창업하고 신경 인터페이스 시스템 '브레인 게이트(Brain Gate)'를 개발

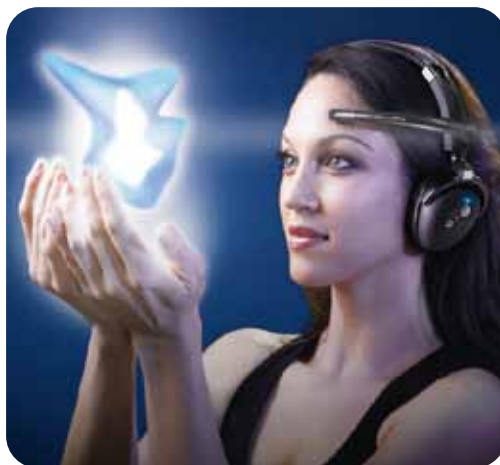
- 전신마비 환자의 머리에 센서칩을 장착하여 TV나 컴퓨터를 조작하며, 100개의 미세 전극으로 구성된 센서칩이 뇌 활동의 변화를 포착해 컴퓨터에 전송하면 컴퓨터가 분석하여 환자의 의도를 판별
- 뇌에서 운동기능을 명령하는 운동피질 표면에 이식돼 환자의 의지를 전송신호로 받아 컴퓨터에 연결해 원하는 동작을 구현

● 미국의 뉴로 스카이(NeuroSky)는 뇌파 기반 인터페이스 '마인드 세트(MindSet)'를 상용화

- 뇌파 감지센서가 부착된 헤드셋으로 사용자의 의도를 인식

● 호주의 이모티브 시스템(Emotive system)은 헤드셋 형태의 게임 인터페이스인 비침습형 뇌 인터페이스 '이모티브 에폭(Emotive EPOC)' 개발

- 뇌파를 분석하는 16개 센서를 통해 30여가지의 의도 및 감정을 인식
- 헬멧에 장착된 센서가 플레이어의 뇌파를 읽고 소프트웨어가 이를 분석하여 검출한 정보를 무선으로 보내면, 수신기가 USB 포트를 통해 PC나 게임콘솔에 정보 전달



▲ 그림3. 뉴로스카이의 '마인드셋(Mindset)'

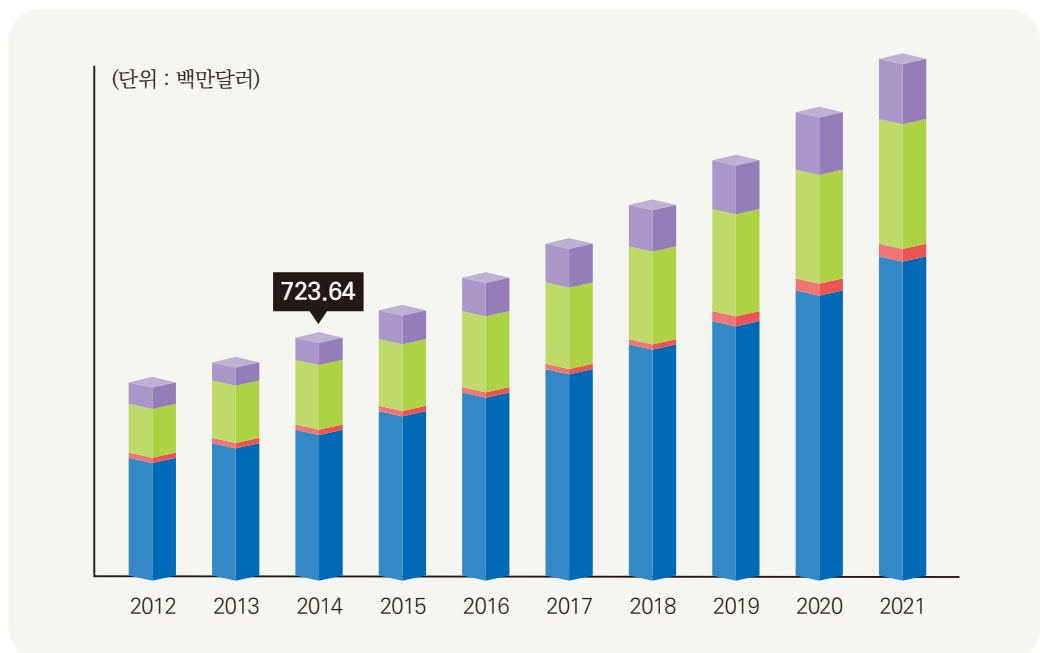


▲ 그림4. 이모티브시스템사의 '이모티브 에폭(Emotive EPOC)'

시장 예측



- 뇌-컴퓨터 인터페이스 시장은 매년 약 11.5%의 성장률로 2020년에는 약 15억 달러 규모로 성장할 것으로 전망(얼라이드 마켓리서치)
- 상대적으로 활용이 저조한 침습적 방법의 성장이 높을 것으로 예측됨(매년 15.3%로 성장)
- 뇌-컴퓨터 인터페이스 시장의 성장에 따라, BCI제품에 반드시 필요한 뇌파 센서 시장은 53만 달러('13년)에서 1,089만 달러('18년)로 성장이 예측됨



▲ 그림5. 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술 시장규모

※ 출처 : Grand View Research

- 북미 지역에서 스마트홈 제어 애플리케이션 분야가 꾸준히 성장하면서 해당지역에서 가장 큰 시장이 형성될 전망이며, 아시아 지역은 BCI기술 시스템 부분에서 급격한 성장이 예상됨
- 기능성 게임, 영화의 인터랙티브 스토리텔링, 뉴로 마케팅과 같이 여러 CT분야에 응용될 것으로 기대
 - 뇌 공학, 인지 과학, 의공학, 전기·전자 공학 등 제반 과학기술 분야와 관련이 있으므로, 분야를 아우르는 학제적 연구와 융합 기술 연구가 성공에 핵심적인 요소로 작용할 전망
 - 머리와 팔다리의 움직임을 포함하는 모션 센서, 심장박동 등을 활용한 생체 신호, 눈의 시각 움직임 등과 같은 여러 인터페이스 기술과 함께 혼합되어, 향후 오감을 활용하는 융합형 인터페이스로 발전

결론 및 시사점



- 뇌파의 응용기술개발은 특정 목적의 중소규모 지향적이며 기술개발 초기 단계에 있어, 정부 주도로 차세대 미래 유망사업을 육성할 연구분야에 대한 지원 확대가 필요
 - 사람의 뇌를 중심으로 연구되고 있는 뇌-기계 인터페이스 분야는 미국이 독보적이며 국내와 많은 기술 격차를 보여 추격을 위해 막대한 재정 투자가 요구
- 생명공학·정보통신·나노기술·인지과학 등의 융합을 통해 신산업 창출이 가능한 영역으로 고령화사회 진입과 함께 중요성 부각
 - 뇌 관련 학문 간의 협력연구와 임상 및 기초신경과학 분야 간의 유기적인 협조를 통해 새로운 모델을 구축
 - 물리학, 전기공학, 수학 등의 관련 범 이공계 분야 및 심리학, 사회학 등 인문사회과학과의 학제 간 연구조직 및 프로그램을 구축하여 시너지 효과 창출
- 차세대 유비쿼터스 기술의 핵심 요소이며, U-헬스케어 산업 등 생체신호의 측정과 분석이 요구되는 다양한 산업의 원천기술로 주목
 - 신체 장애인을 위한 복지형 인터페이스로 활용 가능
 - 사람의 생각으로 컴퓨터를 작동시키는 인간-컴퓨터 인터페이스를 제공하고, 언어나 신체의 동작을 거치지 않고 두뇌-시스템 간 직접적 인터페이스 제공이 가능
 - 가상현실 기술의 입력 수단으로 활용되어 실감적인 인터페이스를 구축

참고 문헌



- 2011년도 기술영향평가 결과(안)(2012), 국가과학기술위원회
- 2014년도 뇌연구촉진시행계획(2014), 미래창조과학부, 교육부, 산업통산자원부, 보건복지부
- 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI) 기술 및 개발 동향(2011), 한국전자통신연구원
- 문화기술(CT) 심층리포트 : BCI기술동향(2011), 한국콘텐츠진흥원
- 인터넷 및 정보보호 10대 이슈 전망(2013), 한국인터넷진흥원
- 증강인지 응용연구 이슈 모색(2009), 한국전자통신연구원

