



# 융합 Weekly TIP

Technology · Industry · Policy

인간-기계 상호적응형 BMI기술

김래현 | 한국과학기술연구원 바이오닉스연구단



# 인간-기계 상호적응형 BMI기술

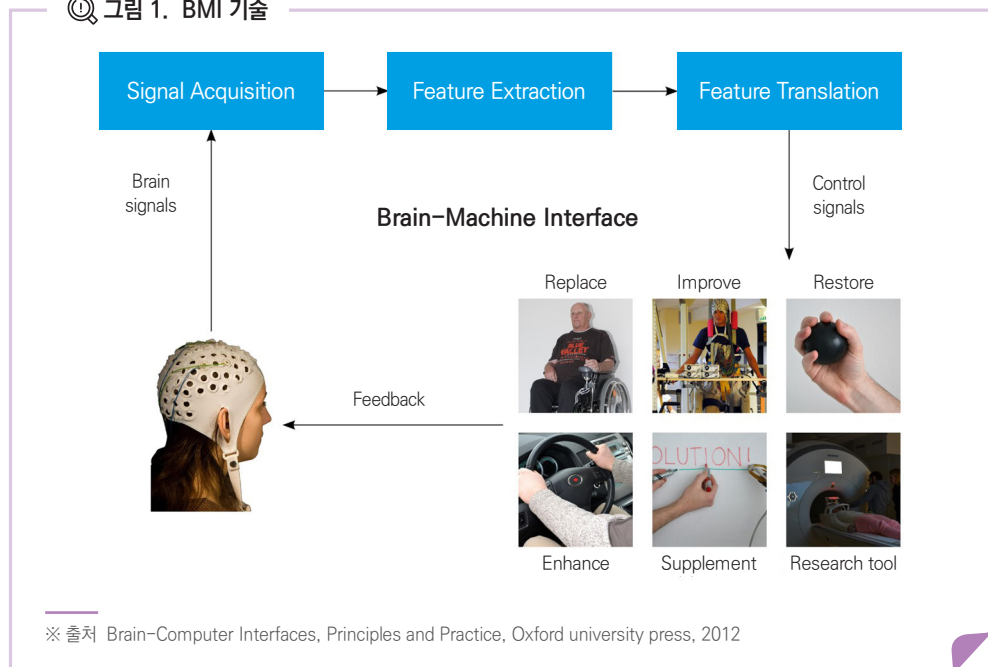
김래현 | 한국과학기술연구원 바이오닉스연구단

# 01

## 선정배경

- 💡 BMI(Brain-Machine Interface)기술은 사람의 생각만으로 외부기기 및 환경을 제어할 수 있는 차세대 인터페이스 기술로 주목
  - ※ 뉴욕타임즈는 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술을 21세기 8대 신기술로 선정
- 💡 BMI 기술은 사지마비 환자의 외부 의사소통을 지원하기 위한 기술에서 시작되었으며, 정신질환 진단, 노약자와 장애인들의 재활 및 생활보조 영역으로 확대
- 💡 향후 BMI기술은 인공지능, IoT기술 등과 접목하여 일상가전, 로봇 등 주변기기 제어분야에 널리 활용될 것으로 기대

🔍 그림 1. BMI 기술

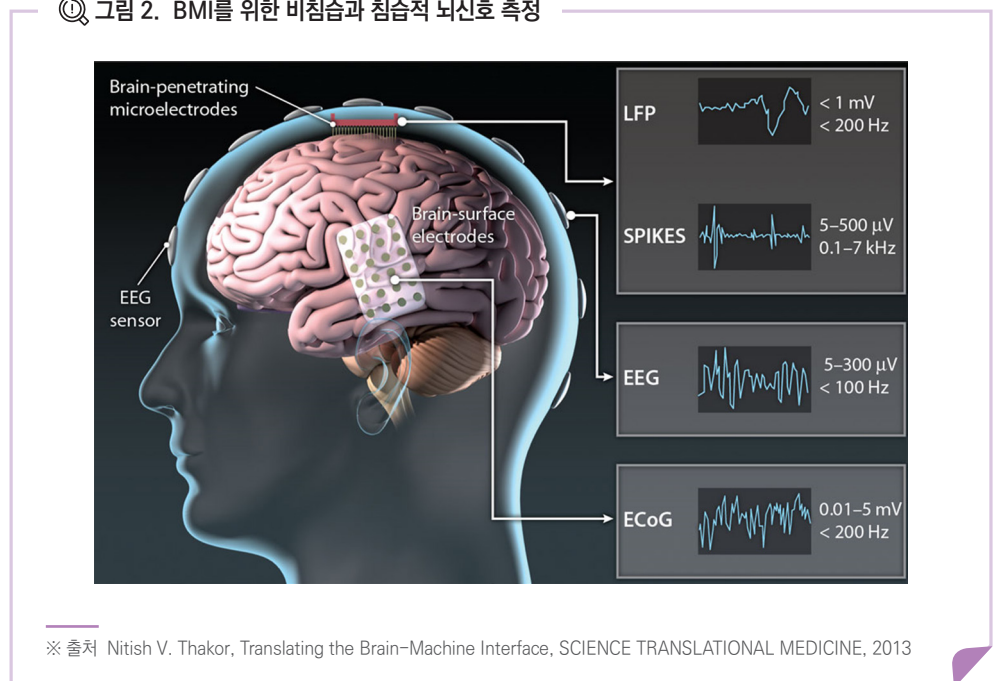


# 02

## BMI 기술

- 💡 (정의) 사람 또는 동물의 뇌에서 보내는 생각, 의도, 감정 등의 신호를 제어명령으로 변환하여, 다양한 외부기기들을 통제하는 기술을 의미
  
- 💡 (뇌전도 측정) 뇌에서 보내는 신호를 측정하기 위해서 일반적으로 뇌의 전기적 반응인 뇌전도 (EEG: electroencephalography)를 이용하며, 측정부위에 따라 침습형(invasive)과 비침습형 (non-invasive)으로 구분
  - ※ 연구 목적에 따라 뇌의 활동의 따른 혈류량의 변화를 이미지하는 fMRI(기능성 자기공명영상)나 fNIRS(기능 근적외선 분광법)가 이용되는 경우도 있으며, 본고에서는 뇌전도(EEG) 기반의 BMI 기술을 중심으로 설명
  - (침습형 BMI) 외과적 수술을 통해 두개골 속에 전극(ECoG)이나 마이크로칩(LFP)을 이식하여 뇌파를 측정하는 방식
    - ※ 신호의 질과 시공간 해상도가 뛰어나지만, 뇌 손상의 위험이 있고 장기간 사용이 어려워 주로 연구용으로 사용
  - (비침습형 BMI) 두피에서 헤드셋 장비의 형태로 측정(Scalp EEG)하는 방식
    - ※ 침습형에 비해 상대적으로 잡음이 심하여 신호의 질은 떨어지지만, 사용법이 간편하여 실용화가 용이

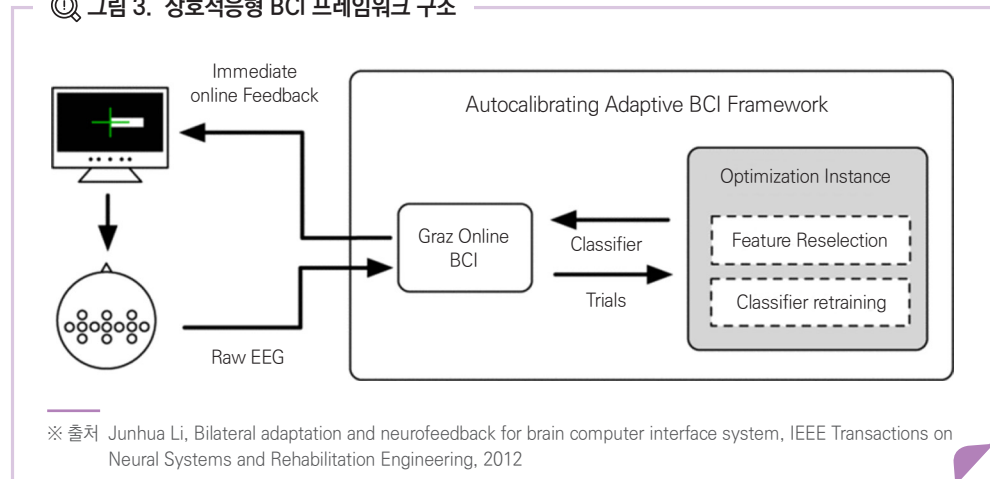
📐 그림 2. BMI를 위한 비침습과 침습적 뇌신호 측정





💡 (상호적응 BMI) 사용자의 뇌에서 나오는 신호를 BCI(Brain Computer Interface) 시스템을 통해 실시간으로 분석하고 해석의 결과를 사용자가 피드백 받음으로써, BMI 시스템 성능을 향상

📌 그림 3. 상호적응형 BCI 프레임워크 구조



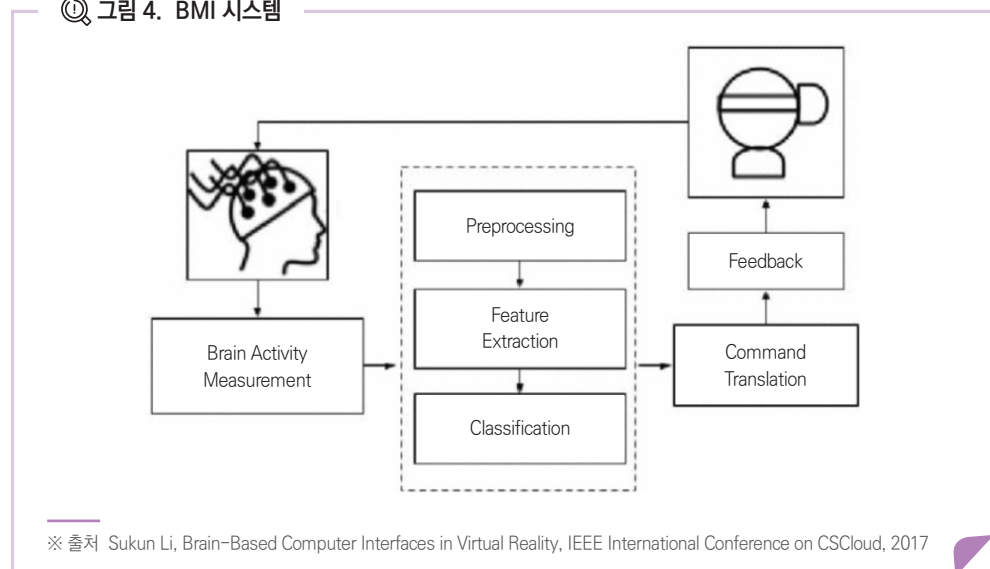
💡 (BMI 시스템 훈련) BMI 시스템이 뇌전도를 해석하기 위한 훈련과정은 전처리과정\*, 특징정보 추출\*\*, 분류기 생성\*\*\*으로 구성

\* (EEG signal preprocessing) 잡음 제거, 채널, 주파수 및 시간역 선택

\*\* (Feature extraction) 시스템이 사용자의 의도 및 상태를 예측하는데 사용할 수 있는 정보 추출

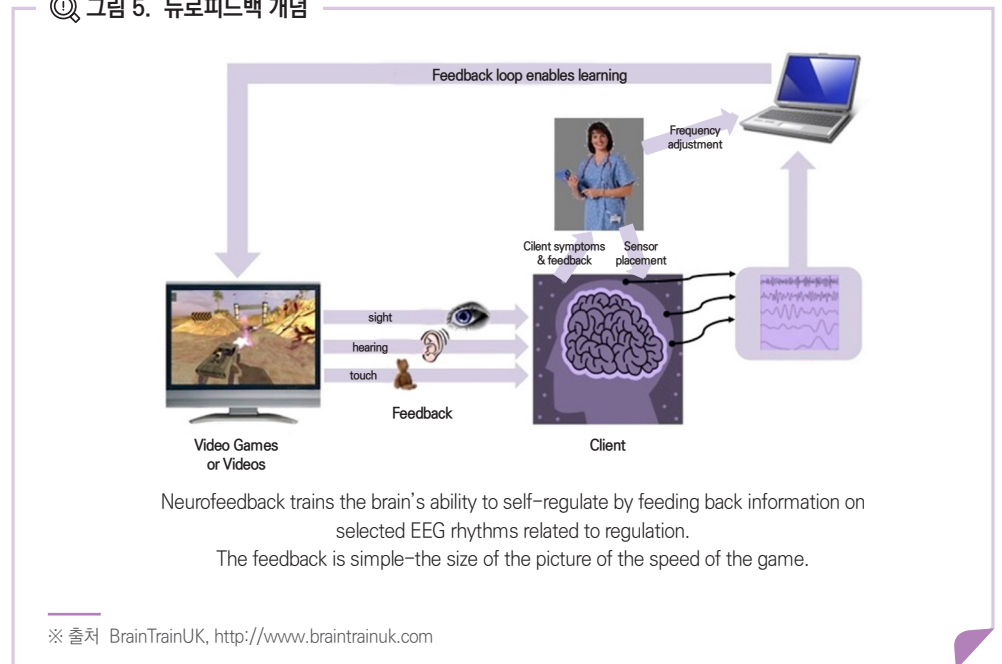
\*\*\* (Classification) 추출된 정보를 바탕으로 사용자의 의도 및 상태분석 결과 도출

📌 그림 4. BMI 시스템



- 💡 (사용자 훈련) BMI 시스템 성능향상을 위해서는 정교한 알고리즘과 더불어, 사용자가 BMI 시스템이 인식하기 쉬운 뇌전도 패턴을 생성해야 가능
  - 자신의 현재 뇌전도를 시각, 청각, 촉각 등으로 알려주는 뉴로피드백(Neurofeedback)을 통해 BMI 시스템에 적합한 뇌전도 생성훈련이 필요

🕒 그림 5. 뉴로피드백 개념





해외 연구동향

💡 스위스 EPFL 연구팀에서는 뇌파를 활용해 전동휠체어의 방향을 제어하여 장애인의 보행을 보조하는 기술을 개발 (2012)

📎 그림 6. 휠체어 제어 (EPFL, 스위스)



💡 싱가포르 A Star 연구소는 뇌졸중 환자의 운동의지를 뇌파를 통해 분석함으로써 로봇을 제어하는 재활 시스템 개발 (2014)

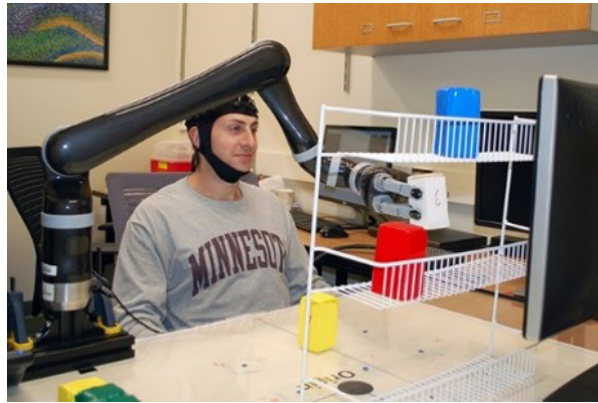
📎 그림 7. 운동 재활 (A Star 연구소, 싱가포르)



- 💡 미국 University of Minnesota 연구팀에서는 운동상상(Motor Imagery)\*으로 로봇팔을 제어하여 물건을 선반에 올리고 내리는 것을 구현 ('2016)

\* 운동을 상상할 때의 뇌파변화를 이용하여 외부기기를 제어하는 기술

📌 그림 8. 로봇팔 제어 (미네소타대학, 미국)



- 💡 미국 Facebook은 증강현실(AR, Augmented Reality)장치를 통해, 분당 100단어를 입력할 수 있는 BMI 기술을 개발 중 ('2017)

📌 그림 9. Brain mouse (Facebook, 미국)





💡 Cyberkinetics는 침습형 Brain Implant, BainGate를 개발하여 컴퓨터 커서 및 로봇팔을 생각만으로 제어 (2012)

📎 그림 10. Brain implant (Cyberkinetics, 미국)



💡 MIT 연구팀에서는 로봇이 실수할 때 관찰자의 뇌파에서 나오는 EP(Error potentials)를 이용해서 생각만으로 로봇을 가르칠 수 있음을 발표 (2017)

📎 그림 11. 로봇 학습 (MIT, 미국)



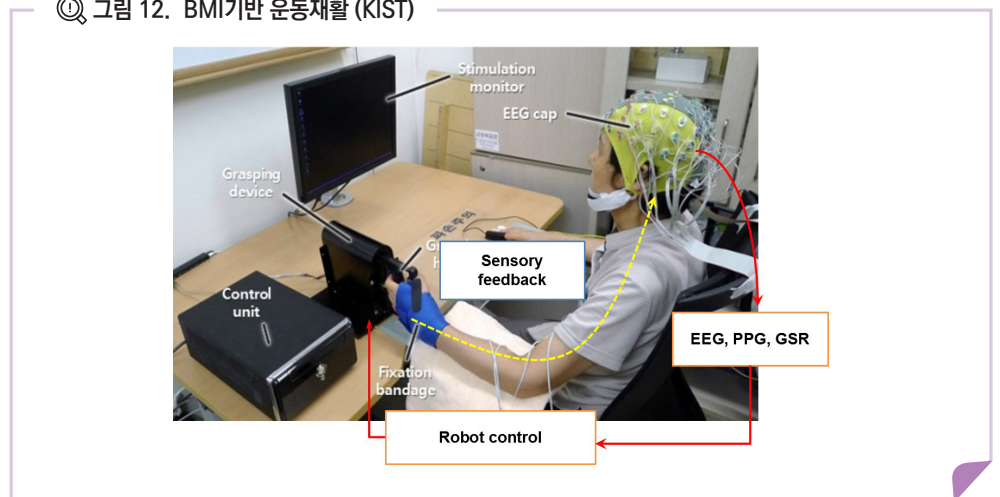


# 04

## 국내 연구동향

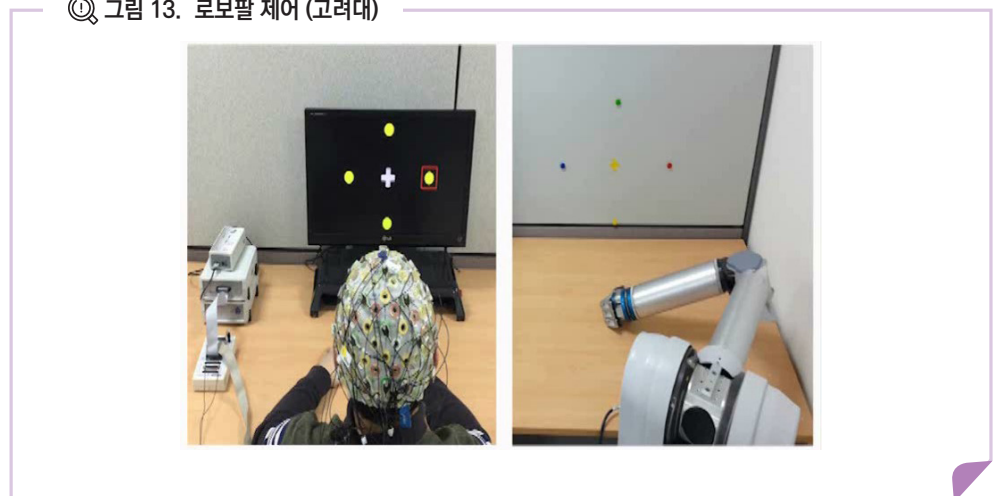
💡 KIST와 삼성병원 연구팀은 BMI 기반 운동재활 연구를 수행하여 뇌졸중 환자의 뇌파로부터 운동 의지 및 재활정도를 파악 (2014)

🔍 그림 12. BMI기반 운동재활 (KIST)



💡 고려대 연구팀은 운동상상(MI, Motor Imagery)으로 로봇팔을 제어하는 모습을 시연 (2014)

🔍 그림 13. 로봇팔 제어 (고려대)





💡 한양대 연구팀은 LED를 이용한 시각적 자극을 제시하였으며, 세계 최고성능의 SSVEP기반 스펠러를 개발(2015)

※ SSVEP(Steady-state visual evoked potentials): 특정한 주파수의 시각적 자극에 자연적으로 반응해 발생하는 뇌파를 이용해 사용자가 보고 있는 자극을 검출하는 방법

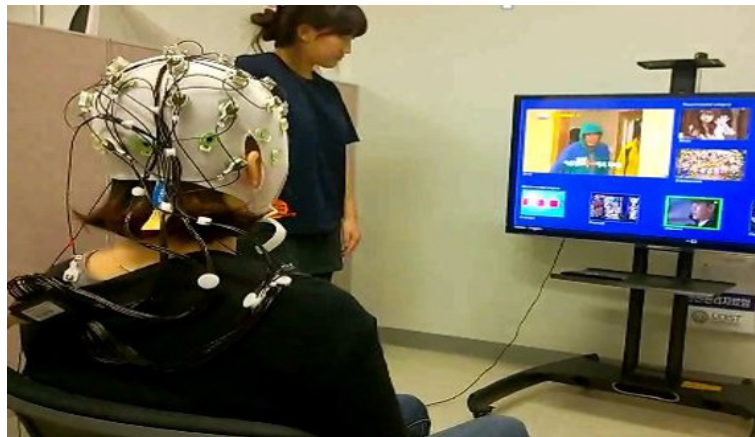
🔍 그림 14. 뇌파기반 스펠러 (한양대)



💡 UNIST 연구팀은 P300을 기반으로 TV 등 가전제품을 제어하는 기술을 개발하였으며, (주)TSB 연구팀과 협업하여 증강현실기반 로보청소기 뇌파제어를 세계 최초로 구현 (2017)

※ P300 BCI: 특정한 정보에 대한 자극에 반응해 약 300 msec 근처에서 발생하는 크고 뚜렷한 파형의 양 전위를 이용하여 해당 자극을 검출하는 방법

🔍 그림 15. 가전 제어 (UNIST)



💡 KAIST 연구팀은 드론을 3차원 공간상에서 Hybrid BMI 기술로 제어하는데 성공 (2016)

🕒 그림 16. 드론 제어 (KAIST)





💡 (주)소소는 뇌파를 통해 자신의 상태를 점검하고, 스트레스 해소를 도와주는 헬스케어 시스템을 개발 (2017)

🕒 그림 17. 헬스케어 ((주)소소)



Smart Wearable  
**BRAINNO**

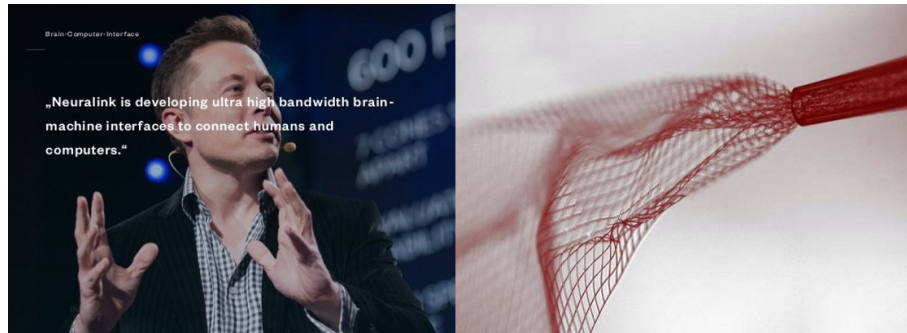
-  Measure Brain wave & Heart rate
-  More Convenient & Fashionable



## 시사점 및 미래 전망

- 💡 BMI 기술은 환자와 장애인의 생활 및 이동 보조를 목적으로 개발되었지만, 최근에는 일반인들을 위한 드론, 로봇, 일상 기기 제어 분야로 발전
  - 향후 웨어러블 기기나 증강현실 장비를 통해 보다 편리한 방법으로 BMI 기술이 일상에 적용될 것으로 기대
  
- 💡 현재 직접 뇌에 전극을 심는 침습적(invasive) 방법은 사지마비 환자 등을 위한 제한된 범위에서 사용되고 있지만, 향후 뉴럴 레이스(Neural lace)\* 같은 뇌 임플란트기술의 발달로 인해, 일반인들도 뇌기능 향상을 위한 목적으로 사용할 것으로 기대
  - ※ 엘론머스크가 최근에 인수한 스타트업 뉴럴링크(Neuralink)사가 개발한 뇌 신호를 읽고 자극을 줄 수 있는 초박형 메쉬 형태의 뇌 임플란트

📌 그림 18. 뉴럴링크사의 뉴럴레이스



- 💡 BMI 기술이 확산되면서 개인의 생각 및 정보의 해킹위험에 대비 필요
  - 윤리적 측면에서 어느 범위까지 허용할지에 대해 사회적 논의를 시작해야 하며, 뇌의 해킹을 방지하기 위한 제도적, 기술적 대비가 필요



## 참고자료



1. 2014년도 뇌연구촉진시행계획(2014), 미래창조과학부, 교육부, 산업통산자원부, 보건복지부
2. 2017년 미래유망기술 프로그램, 뇌기능향상기술(2017), 한국연구재단
3. 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI) 기술 및 개발 동향(2011), 한국전자통신연구원
4. 문화기술(CT) 심층리포트: BCI기술동향(2011), 한국콘텐츠진흥원
5. 인터넷 및 정보보호 10대 이슈 전망(2013), 한국인터넷진흥원
6. 조호현, 전성찬. (2012). 뇌전도 기반 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술. 한국통신학회지 (정보와통신), 29(7), 47-55.
7. Li, J., & Zhang, L. (2010). Bilateral adaptation and neurofeedback for brain computer interface system. *Journal of neuroscience methods*, 193(2), 373-379.
8. Vidaurre, C., Schlogl, A., Cabeza, R., Scherer, R., & Pfurtscheller, G. (2006). A fully on-line adaptive BCI. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 53(6), 1214-1219.
9. Wolpaw, J., & Wolpaw, E. W. (Eds.). (2012). *Brain-computer interfaces: principles and practice*. OUP USA.