

인지향상 융합기술

Converging Technologies for the Cognitive Enhancement of Human

만물 지능 서비스를 준비하는 신기술 특집

서정대 (J.D. Suh) 융합기술원천연구팀 책임연구원
 송기봉 (K.B. Song) 융합기술원천연구팀 팀장
 정명애 (M.A. Chung) 융합기술미래기술연구부 부장

목 차

-
- I . 서론
 - II . 인지향상 융합기술 개요
 - III . 인지향상 융합기술 사례
 - IV . 결론

IT 디바이스, 컴퓨터 등의 인지능력 향상 기능을 가진 전자기기의 혁신적인 발전과 사용으로 현대인 간의 인지능력은 수백 년 전 인간에 비하여 크게 확대되었다. 그러나 이러한 인지향상 기기들은 아직까지는 대부분 인간의 몸에 휴대한 상태로 사용되고 있으며 인간의 신체와 일체화되거나 스며들어 자연스럽게 융합접속되어 있지 않다. 만일 인지향상 기능을 갖는 정보통신 전자기기들이 인간의 몸과 일체화되어 활용할 수 있다면 인간의 인지능력은 상상을 초월할 정도로 향상될 것이다. 본 고에서는 이러한 인간인지의 향상을 목적으로 하는 인지향상 융합기술 개념에 대해 간략하게 소개하고 인지향상 융합기술의 사례와 전망에 대하여 살펴보았다.

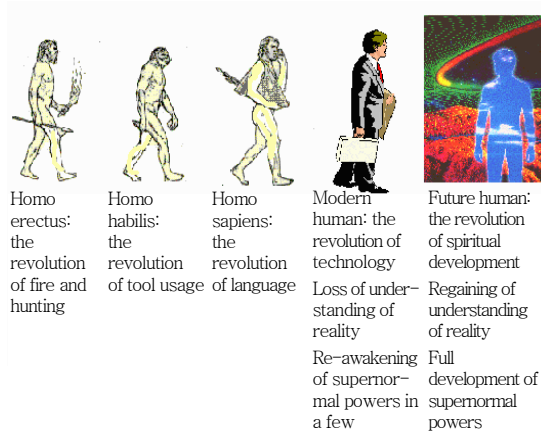
1. 서론

인간의 인지능력 향상을 위하여...

인간이 지구상에 나타난 이후 인간은 자기를 둘러싼 세상을 이해하여 적응하거나 생존하기 위하여 진화를 거듭하며 발전하여 왔다(그림 1) 참조. 이러한 인간의 진화는 원시시대부터 혁신적인 도구의 발견이나 발명으로 인하여 이전 시대와는 차원이 다른 삶을 사는 인간으로 진화되어 왔다. 원시인류인 호모 에렉투스는 불과 사냥기술의 혁신으로, 호모 하빌리스는 도구사용의 혁신으로, 호모 사피엔스는 언어의 혁

Evolution through Adaptive Capacity

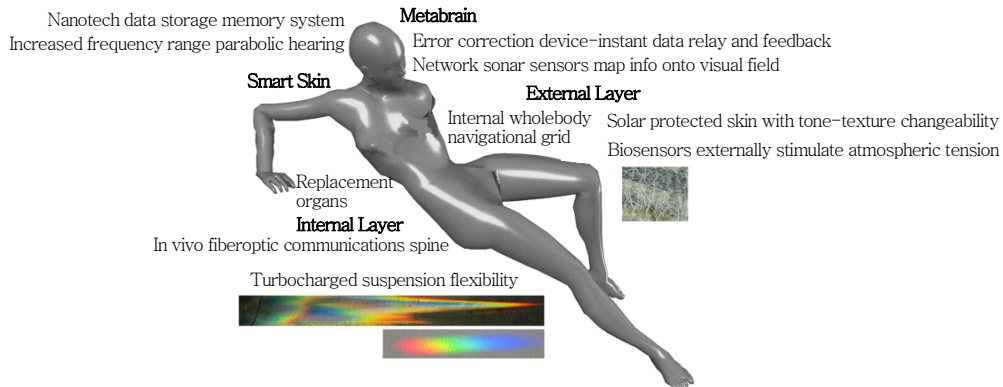
Adaptive capacity allows a group to survive so the capacity becomes an inherited trait



(그림 1) 인간의 진화 향상; Moral Evolution

신으로, 현대인간은 기술적인 혁신으로 그전 시대의 인간과는 차원이 다른 새로운 인간으로 거듭나고 있다. 향후 미래의 인간은 육체적, 정신적 측면의 혁신으로 현재의 인간과는 차원이 다른 초능력적인 인간으로 발전하게 될 것으로 예상되고 있다. 이러한 인간 진화의 핵심은 인간인지의 향상이나 확대라고 볼 수 있으며 더욱이 이러한 인간 인지향상의 증가속도는 가속화 될 것으로 기대된다.

인간의 인지능력은 일반적으로 외부의 자극을 인식하고, 해석하며, 정보를 얻고, 지식을 생산하거나 저장하고, 정보와 지식을 활용하는 기술들을 의미한다고 정의할 수 있다. 이러한 인간의 인지능력의 향상을 위한 많은 기술들이 연구 개발되고 있지만 본고에서 관심을 가지고 있는 인지향상 융합기술은 인간과 기기 사이의 융합작용을 통하여 인간인지의 향상을 목표로 하는 융합기술로, 인간과 융합된 내적 또는 외적 정보처리 시스템(디바이스, 기기, 기계, 컴퓨터 등)의 향상이나 증강을 통하여 인간의 핵심적인 인지능력의 증강이나 확장 또는 향상시키는 기술이라고 말할 수 있다(그림 2) 참조[1]. 인지향상 융합기술 연구의 선구자 중의 한 명인 앵겔바트(Engelbart)는 인간과 기기의 융합기술을 통하여 인간지능의 증강(augmenting human intellect)이라는 아이디어를



(그림 2) 인지향상 융합기술 인간; space collective.org

제시하였다[2]. 그는 1960년대 당시에 많은 연구자들이 기기에 지능을 부여하는 연구에 많은 관심을 두고 있는 것과는 반대로 기기에 지능을 부여하는 것이 아니라 인간의 지능이나 인지향상을 위하여 기기를 인간에게 융합한다는 개념을 제시하였다.

인지향상을 위한 융합기술은 오랜 역사를 가지고 있다. 특히 컴퓨터의 발명과 더불어 인간과 컴퓨터, 기기, 디바이스와의 상호작용이나 융합시키는 융합 기술, 즉 인간-기기 상호작용(human-machine interaction) 또는 인간-기기 접촉(human-machine interface) 기술로 불리는 HMI 기술은 인간의 능력 향상을 목적으로 활발하게 연구되고 있으며, 그 중의 핵심적인 분야가 인간의 인지능력 향상을 위한 융합 기술이다. 이러한 인지향상 융합기술은 기존의 의료 기술이 치료기술을 바탕으로 특정질환이나 결함을 고치는 것을 목적으로 하는 것에 비하여 인지향상 융합기술은 인간의 인지능력의 향상을 목적으로 하는

점에서 한 단계 진보된 기술이다. 그러나 HMI 기술의 발전으로 향후 의료 치료기술과 인지향상 융합기술 사이의 구분 점이나 경계는 점차 사라질 것으로 기대된다. 또한 정보통신 기술의 급속한 발전으로 인하여 인간의 정보처리 능력은 현저한 향상을 이루었다. 이러한 정보처리능력을 갖는 기기와의 융합을 바탕으로 한 인지향상 융합기술은 점차 인간의 생물학적인 두뇌의 한계를 넘어서서 분산되고 상호 연결된 글로벌 두뇌를 추구하여 많은 측면에서 인지향상을 제공하게 될 것으로 기대된다(그림 3) 참조[3].

인간의 인지향상을 위한 기술은 교육, 훈련, 약물 사용 등의 다양한 방법들이 있으나 본 고에서는 인지향상을 위한 정보처리시스템(디바이스, 기기, 컴퓨터)과 인간 신체의 융합기술, 즉 인지향상 융합기술에 대한 개괄적인 개요와 사례를 중심으로 기술하였다.

II. 인지향상 융합기술 개요

인간의 인지향상기술은 기본적으로 인간의 오감 인식기술의 향상을 바탕으로 하고 있으며 최근에는 뇌와 직접적인 융합을 시도하고 있다. 따라서 인지향상을 위해서는 인간의 감각기관을 디바이스와 융합하는 것이 필수적이다. <표 1>에 인간의 인지 감각모드와 융합 디바이스를 나타내었다. 시각, 청각, 미각, 후각, 촉각의 오감기반 인지향상기술과 뇌 기반 인지향상 융합기술은 아직 성숙하지 않은 기술로 많은 잠재력을 가진 도전적인 기술이라고 말할 수 있다.

인지향상을 위한 융합기술들은 하드웨어적인 측면과 소프트웨어적인 측면으로 구분할 수 있는데, 하드웨어로는 가장 간단하게 인지향상을 위하여 사용하는 펜에서부터 계산기, 컴퓨터에 이르기까지 많은 정보통신 디바이스 기기들이 인지능력의 향상을 위하여 사용되어 왔다. 그리고 소프트웨어들은 정보표



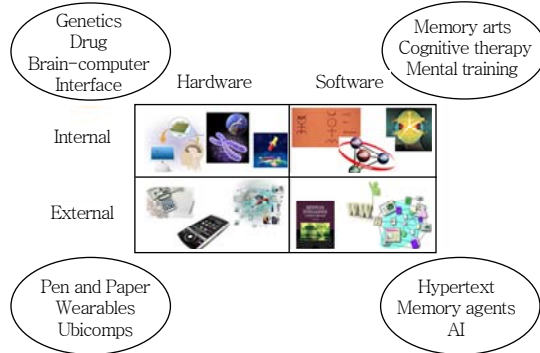
(그림 3) 분산되고 상호 연결된 글로벌 두뇌

〈표 1〉 인지향상기술 비전

Organ(Role)	Sensory Mode	Vision
Eye(Vision)		보지 못하는 시청 영역의 무한확장
Ear(Auditory)		듣지 못하는 가청 영역의 무한확장
Nose(Smell)		맡지 못하는 후각 영역의 무한확장
Mouse(Taste)		초고감도 미각감지 능력 무한확장 및 무음통신
Skin(Tactile)		초고감도 촉각감지 능력 무한확장 및 촉각통신
Brain(Cognition)		인지의 무한확장 및 의지로 기기 작동능력, 뇌파통신

시를 돕고, 많은 아이টে을 기억하게 하며, 반복적인 작업을 수행하게 하는 등 인지향상을 위한 환경을 제공하는 역할을 하였다. 이 밖에도 데이터수집과 정보 시각화 툴들은 인간의 인지시스템에서는 다룰 수 없는 엄청난 규모의 데이터를 그래픽화 하여 인간의 인지 능력들을 증대시켜 왔다.

인지향상 융합기술은 인지향상이 기존에 존재하는 인간의 역량을 증대시키는 것이냐 또는 새로운 역량을 추가하는 것이냐에 따라 구분할 수 있으며 또한 인간과의 융합에 있어서 외적이냐 또는 내적이냐 그리고 하드웨어냐 소프트웨어냐에 따라 분류할 수 있다(그림 4) 참조. 인지향상을 위한 이들 기술들로는 약물학, 유전공학, 신경공학, 심리학, 정보통신기술 등이 사용되고 있으며 현재의 기술융합 추세로 인하여 이들 개별기술들 사이의 구분과 학제들 사이의 경계는 점차 흐려지고 있다. 예를 들어, 정신치료와 약물을 이용한 치료 사이의 구분은 점차 서로 융합되고 있으며 각각의 기술들은 서로를 보충해주고 있다. 향



(그림 4) 인지향상기술 범주분류

후에는 보다 발전된 인지향상을 위한 약물기술의 연구개발에 있어서 나노 디바이스가 약물로 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 인지향상을 위한 내적인 하드웨어기술로는 유전자변형기술, 생체조직공학, 약물공학, 수술학, 신경 임플란트, 영양학 등의 기술들이 현재 개발되고 있고, 내부소프트웨어는 정신적 훈련, 학습이나 뇌의 가소성 향상에 의해 성취되는 향상된 인지기술들을 추구하고 있다. 그리고 외적인 하드웨어와 소프트웨어기술들은 외적인 도음장치와 기기들을 활용하여 인간의 인지향상을 추구하는 기술들로 발전가능성과 활용가능성이 매우 높은 잠재력을 가지고 있다.

인간은 신체와 가까이 근접한 사물체를 인간의 인지능력의 향상을 위한 연장선상에서 사용하여 왔다. 인지향상의 방법 형태로는 크게 세 가지로 구분할 수 있는데 인지처리를 간편하고 효율적으로 하는 툴이나 환경으로 작동하는 소프트웨어 방법, 인간을 웨어러블 컴퓨터나 가상환경과 같은 증강인지 기기 속에 매립하는 매체화 방법, 그리고 환경 속에 있는 사물에 아이덴티가 부여되고 소통능력을 가져 인간을 도와주는 증강 능력을 부여한 스마트 환경을 이용한 방법이다. 매체화와 스마트 환경의 접근방법에서 인간은 파일, 소프트웨어, 웹페이지, 개인정보 등으로 구성된 외적자아(exoself)에 의해 둘러싸이게 된다. 스마트

환경에서 외적자이는 가까이 있는 사물을 통하여 나타나고, 사람과 함께 움직이며 인간의 인지향상 증대에 기여하는 능동적인 요소로 작용한다[4].

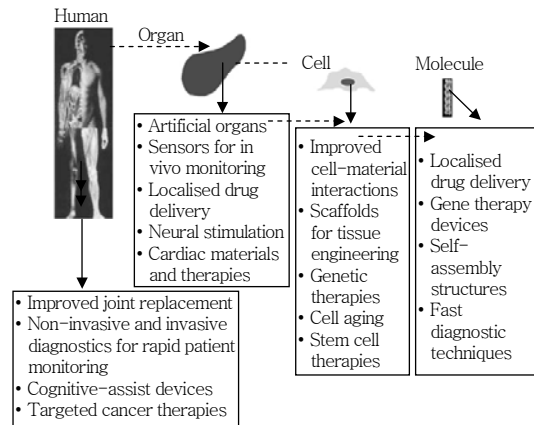
인간과 가상환경과의 상호작용은 인간의 생물학적인 신체의 한계영역을 넘어서는 감각기관의 인식 능력과 감지능력을 제공할 수 있게 된다. 이러한 감지 능력의 확대는 인지능력의 극적인 향상을 가져와 결국 인간지능의 증강으로 이어지게 된다. 미래의 인간들은 고도기술사회에서 여러 종류의 가상현실을 경험하는 사회 속에 살게 될 가능성이 점점 커지고 있기 때문에 불가피하게 인간과 기기와의 융합기술을 사용하게 될 것이다. Greenfield는 미래의 인간들은 인간과 상호작용하는 가상환경과 로봇, 진보된 IT 기술과의 융합을 공유하게 될 것으로 예측하였다[5]. 또한 미래학자 Ray Kurzweil은 신경 임플란트 기술을 통하여 인간과 가상환경간의 상호작용이 가능할 것으로 예측하였다[6].

III. 인지향상 융합기술 사례

1. 나노/바이오 인지향상기술

나노기술은 최근에 들어서 인간의 인지기능 향상을 위하여 사용되기 시작하였다. 특히, 신경과학기술의 연구분야에서 나노기술들이 활발하게 응용되거나 사용되기 시작하고 있다. 따라서 나노 수준의 세포와 분자의 융합기술, 즉 마이크로 및 나노 스케일에서의 상호작용을 이해하는 것은 인간의 인지향상 기술개발에 매우 중요하다. (그림 5)에 융합 기술의 나노 레벨에서부터 매크로 레벨까지를 나타내었다.

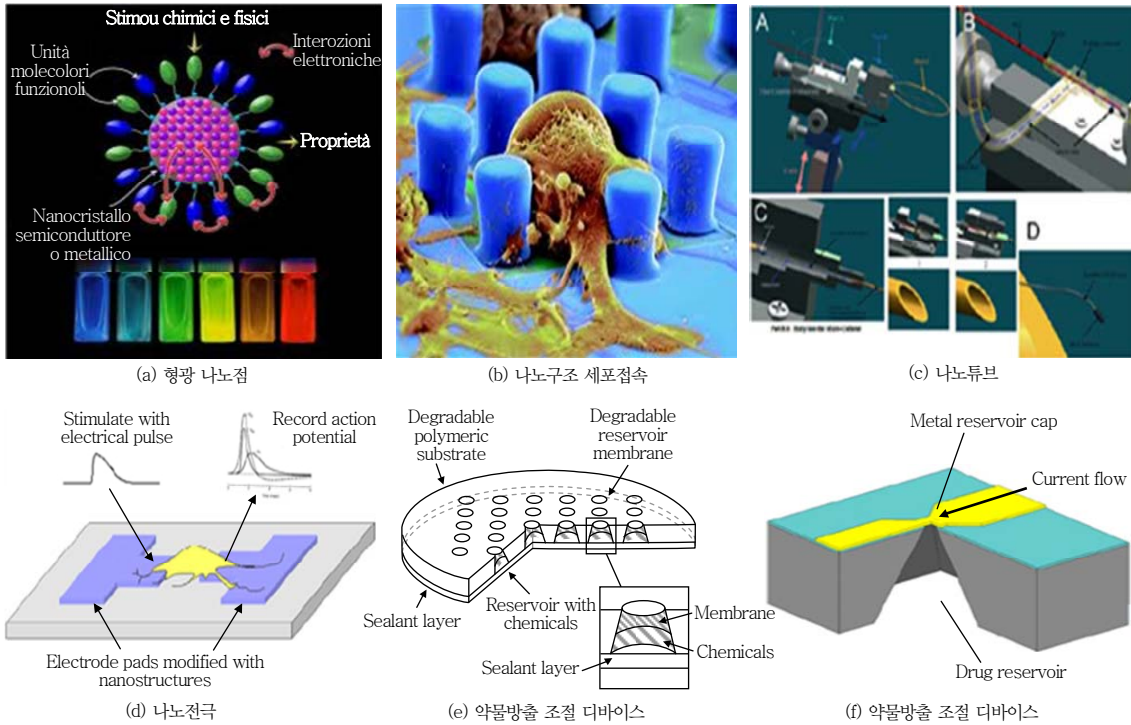
나노기술을 이용한 인지향상기술은 신경공학과 약물학에서 활발하게 연구개발되고 있다. 형광을 이용한 나노 점은 신경과학연구에 사용되어 생체분자의



(그림 5) 융합기술 레벨: Converging Technologies for Human Performance NIBC

상호작용을 직접적으로 관측하는 것이 가능하다는 연구결과가 소개되었다[7]. 또한 나노 축대형 구조들은 조직공학과 신경의 재생장분야에서 연구되고 있으며, 가까운 미래의 전망이 가장 밝은 분야는 나노 구조의 신경 융합기술 분야로 기대되고 있다[8]. 이 밖에 나노 전극들이 모세관 시스템을 통하여 관통하여 저침습 신경 융합기술이 가능하다고 제시되었다[9]. 최소의 크기수준을 다루는 나노기술은 인지향상과 관련된 신경과학의 연구를 가능하게 할 중추적인 기술이 될 것이다. 한편, 상업적으로 큰 관심을 받고 있는 또 다른 분야로는 나노 구조를 이용한 약물 전달이나 마이크로 칩을 이용한 약물방출 제어기술이다[10],[11]. 이러한 기술들은 정밀한 약물공학과 유전자 치료를 가능케 하는 기술로 인간의 인지능력 향상에 기여하게 하게 될 것이다(그림 6) 참조.

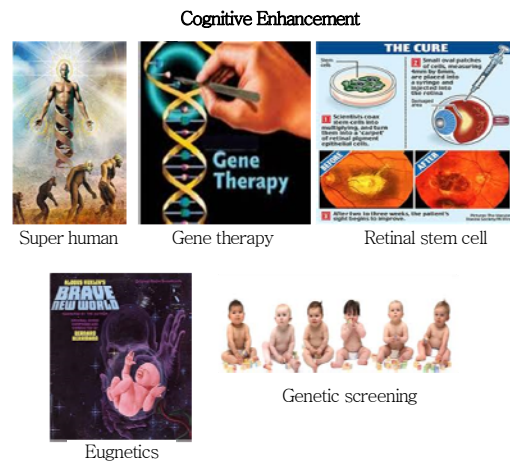
이밖에 인간-기기 상호작용의 레벨에서는 최근에 급속하게 개발되고 있는 나노/바이오기술이 뇌-기기 융합기술과 신경보철 디바이스 기술의 발전에 큰 영향을 미치고 있다. 신경조직과 기기 사이의 직접적인 융합적 연결을 통하여 이들 인지향상 디바이스들은 신경활동을 감지 활용하여 기기, 전자소자, 또는 가상 물체를 마치 이들 물체가 신체의 확장인 것 같이 여



(그림 6) 나노기술을 이용한 인지향상 융합기술

겨서 직접적으로 이들을 제어할 수 있게 된다. 이러한 나노/바이오 인지향상 융합기술의 핵심적인 방향은 수많은 개별신경들의 전기적인 활동성으로부터 의식과 의식적인 신경프로세서(예, 팔의 움직임)의 메커니즘을 이해하는 전기생리학적 능력을 증가시키는데 주력하고 있으며 신경신호들이 외부 디바이스를 제어하는 데 사용될 수 있는 형태로 변형하는 연구가 집중적으로 수행되고 있다. 또한 이들 디바이스에서 전달센서(시각, 청각, 촉각 등)의 피드백을 뇌에 제공하는 기술개발을 통하여 큰 신경회로와 기기 사이의 상호작용의 형태가 가능한 연구가 활발하게 수행되고 있다. 인지향상과 더불어 이러한 기술개발은 인간의 활동수행능력을 증강할 수 있는 인체의 확장기능을 갖는 인공 액추에이터를 개발하는 데 활용될 수 있다.

나노기술의 발전은 인지향상기술의 핵심적인 분



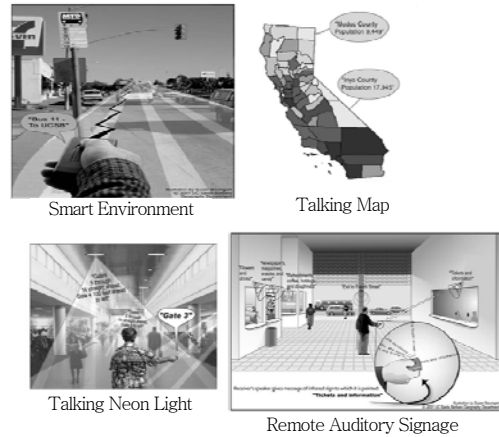
(그림 7) 인지향상 나노/바이오 HMI 기술적용 예

야 중의 하나가 될 것이다. 특히 가볍고, 강력하고, 휴대형의 스마트 약물 칩 융합기술이 큰 응용분야가 될 것이다. 이러한 인지향상을 위한 스마트 약물과 유전자치료기술은 뇌의 자기회복 기능을 돕게 될 것이며, 향후 나노/바이오기술은 초인간, 유전자치료, 유전적

스크린, 우생학 등의 분야에 활용될 수 있을 것이다. (그림 7)에 인지향상을 위한 나노/바이오 융합기술의 활용이 가능한 분야를 나타내었다.

2. 인지향상 정보통신기술

인지향상 융합기술에서 새롭게 떠오르고 있는 또 다른 분야는 외부시스템과 인간 사이에 보다 더 좋은 상호 작용을 이룰 수 있는 친밀한 연계를 만드는 스마트 환경과의 융합기술 분야이다. 이때 소프트웨어는 외부시스템으로 덜 인식되어 작용하게 되고 외적 자아로서 더 매체화 된다. 스마트 환경과의 융합은 웨어러블 컴퓨터나 가상현실과 같은 증강된 껍질 속에 인간을 임베드하거나 매체화 함으로써 구현할 수 있게 된다. 이러한 예로는 “유비쿼터스 컴퓨팅”이라는 비전이 제시되어 있는데, 이 경우에는 대상체에 각각의 아이덴티가 장착되어 소통능력이 주어져 있으며 사용자 인간을 활발하게 도와주게 된다[4]. 이러한 잘 디자인된 스마트 환경과의 융합기술로 인간의 인지능력이 크게 향상될 수 있다. Golledge 등은 인간이 여러 가지 감각센서의 도메인에서 벗어나 “outside the box”라는 인지능력의 확장을 주장하였다. 그는 HMI 기술을 통하여 인간의 사물인지 능력이 향상될 수 있다고 제안하였는데, 그는 인지향상을 위한 기술들로 자연어 기반 모바일 및 웨어러블 컴퓨터 기술, 인간의 방법발견 실행에 기반한 인터넷 검색엔진, 환경을 감지하고 오염농도를 경고하는 스마트 섬유 기술, 가상여행을 할 수 있게 이야기해주는 스마트 환경(리모트 청각 안내시스템), 친숙하지 않은 장소에서 여행을 가이드 할 수 있는 GPS 기반 개인안내 시스템, 스마트 지도, 로봇 가이드 안내견, 방문자에게 건물 내부 시설 정보와 찾을 사람에 대한 정보를 알려주는 스마트 빌딩 등의 혁신적인 기술개념들을 제

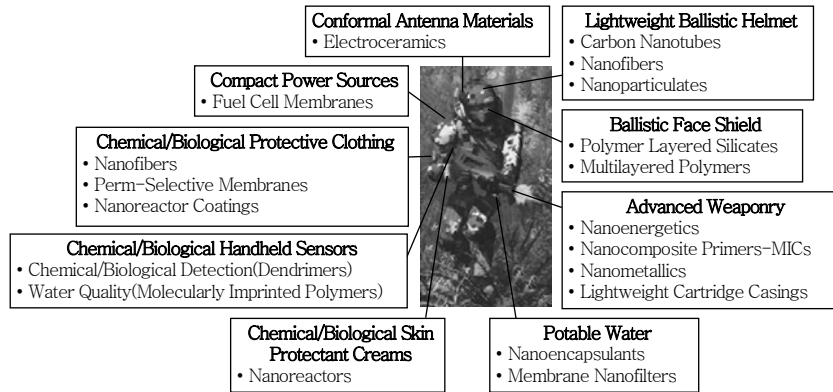


(그림 8) 인지향상 스마트 환경 HMI 기술; Converging Technologies for Human Performance NIBC

안하였다(그림 8) 참조[3].

한편 인간의 인지능력 향상에 있어서 중요한 문제가 되는 것이 인지향상의 기능을 갖는 디바이스이다. 인간이 기기를 발명하여 사용하면서 기기들은 인간의 인지기능 향상에 기여하여 왔다. 이러한 인지향상 융합 디바이스들은 외부디바이스를 감지하는 인간의 상대적인 감각을 기반으로 분류할 수 있다. 즉 이들 디바이스는 인간의 시각, 청각, 후각, 미각, 촉각의 오감에 기본적으로 의존하여 융합되어 있으며 향후에는 뇌에 직접적으로 융합되는 육감 디바이스화가 이루어지게 될 것이다.

시각에 의존하는 융합 디바이스는 입력 디바이스로는 키보드와 같은 버튼이나 스위치를 사용한 기술이 대표적이고 포인팅 디바이스는 마우스, 터치스크린 패널 등이 대표적이다. 출력 디바이스는 시각적 디스플레이와 프린팅 디바이스가 있다. 청각 디바이스는 보다 진보된 디바이스로 일반적으로 음성인식 기술을 필요로 한다. 출력 청각 디바이스는 입력 청각 디바이스에 비하여 쉽게 이루어지고 있는데 언어적인 신호와 메시지는 기기에 의하여 출력신호로 만들어진다. 가장 어려운 인지향상 융합 디바이스는 햅틱 융합기술이다. 햅틱 융합기술은 인간의 피부와 근육

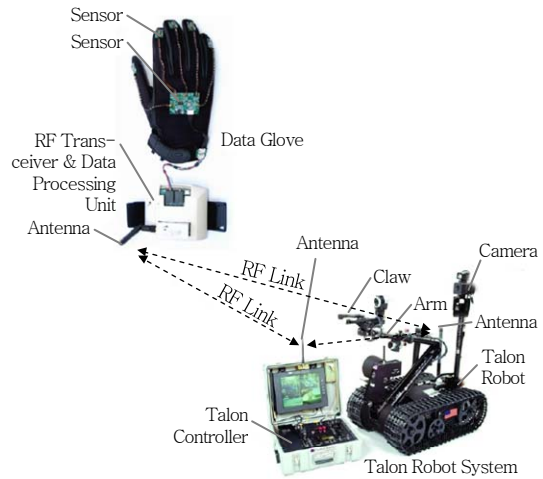


(그림 9) 웨어러블 융합 슈퍼 솔져; Converging Technologies for Human Performance NIBC

과의 융합을 통하여 감각을 발생시키며 일반적으로 가상현실이나 장애인의 정상적인 활동을 위하여 개발되고 있다.

최근의 기술들은 현재의 인지향상을 위한 상호작용 방법들을 결합하거나 네트워크이나 애니메이션과 같은 또 다른 진보된 기술들과 융합하려는 경향이다. 이러한 융합기술의 경향으로 웨어러블 융합 디바이스(그림 9) 참조)[4], 전장이나 위험지역에서 운용하기 위한 무선 융합 디바이스(그림 10) 참조)[12], 그리고 가상 융합 디바이스(그림 11) 참조)들이 개발되고 있다[13]. 이들 융합기술 디바이스들은 GPS 기반 내비게이션 시스템, 군사용 웨어러블 슈퍼 솔져 디바이스(예, 적외선 비전, GPS를 이용한 위치 트래킹, 주변환경 스캐닝, 가상투어 등에 활용되고 있다.

가상융합 디바이스 기술의 대표적인 예로, 컴팩사는 카네스타 키보드라고 불리는 키보딩의 해법을 제시하였고[13], MIT 미디어 랩에서도 광을 이용한 손바닥에 키보드 기술을 제시하였다(그림 11) 참조). 이 기술들은 가상의 키보드로서 적색광을 사용하여 고체 표면 위에 패턴을 주사하여 만든 가상의 키보드이다. 이 디바이스는 운동을 감지하는 센서를 사용하여 표면에서 타이핑하는 동안 사용자의 손가락의 이동을 트래킹하여 키의 입력을 디바이스에 전송하게



Data Glove(Patent Pending NCN 99084; SN 12/325,046)

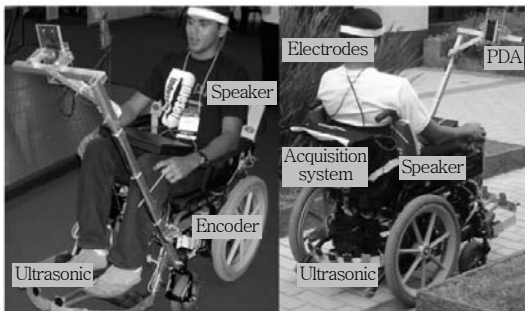
(그림 10) 무선 융합 디바이스 기술



(그림 11) 가상 키보드 융합기술; Compaq and MIT Media Lab

된다.

인지향상을 위한 융합 디바이스 기술의 최근의 연구개발 방향은 인간의 신체적, 지능적(인지적), 감성적(호의성) 측면을 반영하여 개발이 이루어지고 있다는 것이다. 즉, 융합 디바이스를 만드는 데 있어서 디바이스에 지능성을 사용하는 것과 인간과 융합 디바이스간에 감성적 상호작용방법을 적용하는 것이다. 지능형 융합 디바이스(intelligent interface device)는 융합하는 인간에게 반응하거나 지능성이 함유된 융합 기술로, 예를 들어 스피치가 가능한 융합 디바이스는 인간과의 상호작용을 위하여 자연언어를 사용한다. 이밖에 인간의 움직임을, 시선을 트래킹하여 반응하는 융합 디바이스들도 연구 개발되고 있다(그림 12) 참조[14].

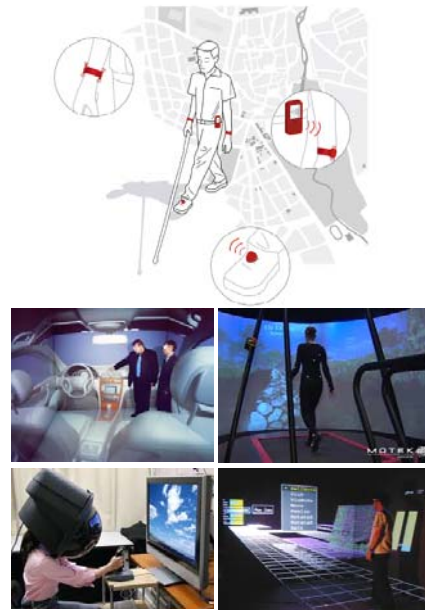


(그림 12) 반응하는 지능형 휠체어 융합기술

적응성 융합 디바이스 기술은(adaptive interface device) 지능성을 사용하지 않고 인간과 계속적으로 상호작용을 하도록 하는 방식이다. 이러한 디바이스의 예로는 구매 웹사이트의 경우 사용자를 인식하고 사용자의 검색과 구매 데이터를 기억하여 적응성 있게 물건을 검색하여 사용자에게 필요한 것을 제안하게 된다. 궁극적으로 융합기술 디바이스들은 현재의 수동형 융합기술 디바이스, 즉 사용자가 관여할 때에만 반응하는 디바이스에서 사용자에게 제안을 할 수 있는 능동형 융합 디바이스로 발전하게 될 것이다. 또한 융합 방법에 있어서는 단일모달(시각, 청각, 센서)

융합 디바이스 기술에서 멀티모달(오감기반) 융합 디바이스 기술로 급속하게 연구개발이 진행되고 있다.

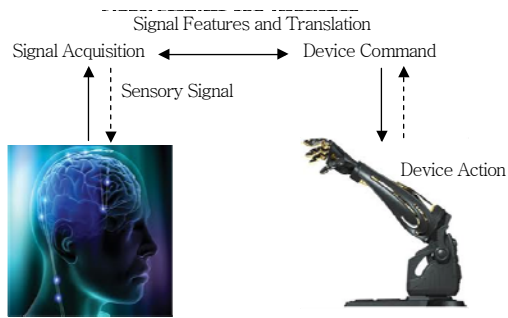
멀티모달 융합 디바이스는 전통적인 융합기술을 넘어서 인간의 인지향상을 위한 여러 종류의 이점을 제공한다. 예를 들면, 멀티모달 융합기술 디바이스들은 보다 자연스럽게 인간친화적인 경험을 제공할 수 있게 된다. 예를 들어, 장애권이 필요가 없는 장애인 안내 융합기술은 햅틱 디바이스를 사용하여 맹인의 인지능력을 향상시키는 기술이며[15], 가상체험 디바이스 등도 인지향상에 기여하게 될 것이다(그림 13) 참조).



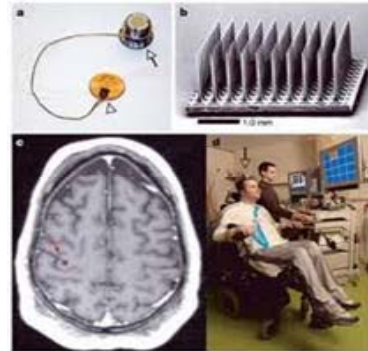
(그림 13) 멀티모달 오감 융합기술

3. 뇌-기기 융합기술

인지향상을 위한 웨어러블 컴퓨터와 스마트폰 등은 인간의 신체에 휴대하거나 입고 있는 것이지만 보다 더 인간과 친밀하게 접촉된 융합기술에 대한 연구개발들이 진행되고 있다. 가장 강력한 인지향상 기술은 뇌와 기기간의 직접적인 융합 접속기술이 될 것이



(그림 14) BMI 시스템 개념도



(그림 15) Brain Gate System; Cyberkinetics

다. 뇌-기기 융합기술(BMI)에 대한 최근의 연구개발 동향은 뇌로부터 신호를 직접 획득하고 보다 향상된 전기신호를 사용하며, 역으로 뇌에 감각신호의 입력을 수행하는 방향으로 이루어지고 있다. 현재의 연구 개발은 신경코딩, 감각정보, 그리고 기억정보를 보다 잘 이해하려는 데 기반하고 있다. (그림 14)에 BMI의 개념도를 나타내었다. BMI 기술은 뇌로부터 얻은 신호를 통하여 인간의 의지를 파악하여 디바이스와 상호작용을 하게 된다.

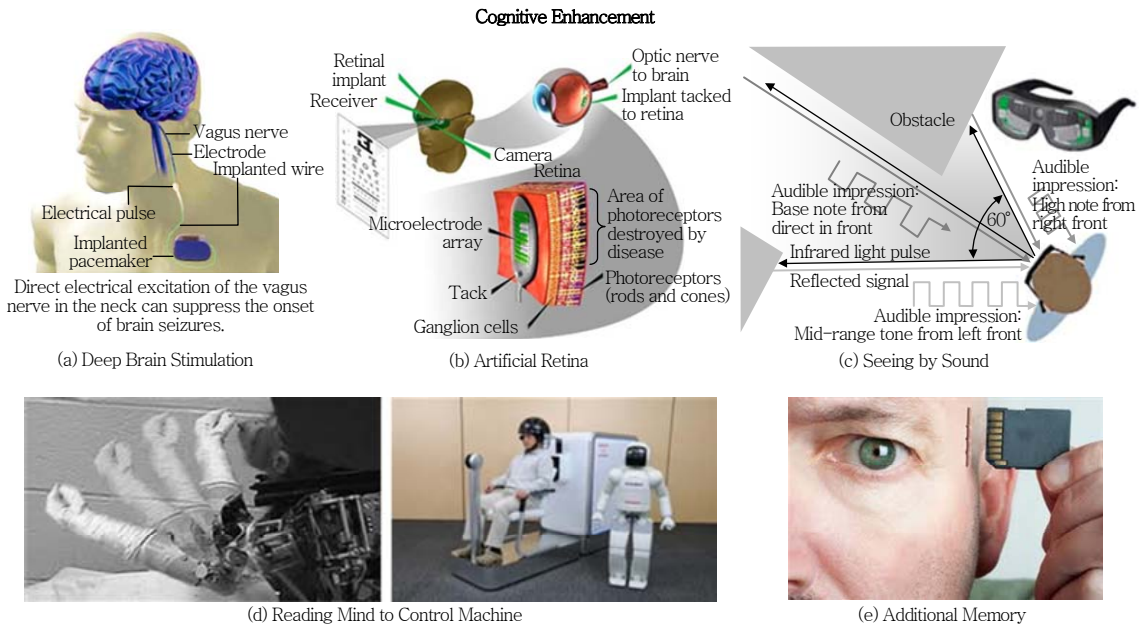
뇌의 작용을 통하여 외부 디바이스를 제어하는 연구는 40여 년 동안 이루어졌지만 아직까지는 낮은 신호형태에 머무르고 있다. 가장 잠재적인 BMI 기술의 향상은 내적인 하드웨어의 향상이다. 하드웨어 측면의 경우 뇌 속에 300개 이상의 전극을 영구적으로 임플란트하여 다중전극을 이용한 기록들이 이루어지고 있는데, 인간에 대한 초창기의 연구개발에서는 마비 환자에 단일전극을 뇌에 임플란트하여 컴퓨터 커서의 제어가 가능함을 보여주었다[16]. 그 후 임플란트 칩에서 국소의 위치에만 화학물질이 방출되도록 하여 신경세포의 성장에 대한 연구가 보고되었다. 달팽이관 이식은 널리 개발되었고 인공망막에 대한 연구들도 진행되고 있다. Cyberkinetics사에서는 brain gate system 장치를 사용하여 사람과 컴퓨터 융합기술을 사용하여 생각만으로 로봇 팔을 동작하는 것을 가능하게 하였다(그림 15) 참조[17]. BMI 기술의



(그림 16) 장애인 및 군사분야 신경임플란트 이용

또 다른 목표는 마비환자들과 말초감각기관에 손상을 입은 장애인들을 보조하는 것에 두고 있다. 그밖에 군사분야에서 신경보철을 이용한 인지적인 장점을 개발하는 분야도 진행되고 있다(그림 16) 참조. 차세대에는 BMI 개발이 더욱 활발해질 것이며 침습적(두개골 내) 기술과 비침습적(뇌전도) BMI 기술들이 개발될 것이다. 이러한 신경보철기술을 통하여 뇌는 보철디바이스를 인간 신체의 일부로 인식하게 될 것이다.

이들 임플란트 기술들은 대부분 기능적인 장애를 개선하려는 목적을 가지고 있으며 임플란트 IT 디바이스의 디지털 부분들은 원리적으로는 소프트웨어와 외부 하드웨어 기기에 무한히 연결될 수 있다. 이러한 점은 소프트웨어의 활용 그리고 인터넷이나 가상현



(그림 17) 인지향상 BMI 기술적용 예

실과의 접속을 통하여 인간 인지기능의 향상이 가능하다는 것을 말하고 있다. 이러한 뇌와의 직접적인 융합기술 이외에 장애인들의 눈 손가락, 목소리 제어에 의해 외부 디바이스를 작동하는 연구도 활발히 수행되고 있다. 달팽이관 이식은 널리 개발되고 있고 인공망막에 대한 연구들도 활발히 진행되고 있다.

신경융합기술은 궁극적으로 인간이 뇌의 내부에서 일어나는 작업들과 정보처리 기기시스템을 연결할 수 있게 하여 인간 지능의 향상과 감성제어의 향상을 제공할 수 있을 것이다. BMI 기술의 유용성은 기분(마음)을 전환시키는 약물보다 훨씬 정밀하게 작용할 수 있는 기능을 갖는 것에 있다. 신경조직에 직접 작용하므로 부작용이 훨씬 적고 약물에 의한 것보다 작용이 훨씬 빠르게 될 수 있다. 뇌기기 융합기술은 향후 심뇌부 자극기술, 인공망막기술, 감각대체기술, 뇌신호를 이용한 기기제어, 인공메모리 접속 등 광범위하게 인지향상을 위하여 사용될 것이다((그림 17) 참조).

4. 인지향상 융합기술

기본적으로 인간의 인지기능향상은 생물학적인 두뇌와 인지(마음, 생각) 사이의 일관성 그리고 다른 종류의 정보처리 사이의 일관성을 바탕으로 한다. 즉 생물학적인 과정의 변화는 마음의 변화를 가능하게 하고 이것의 역도 가능하며, 정보처리는 뇌나 컴퓨터나 동일하다는 것을 가정하고 있다. 이러한 개념을 바탕으로 인간-기기 간의 융합기술의 적용이 가능하며 융합기술은 인지기능을 확장하고 더 많은 기능을 부여하게 할 수 있다. 예를 들면, 대뇌피질의 가소성의 향상을 위하여 현재는 주의력 훈련, 뇌자기 자극(TMS), 약물치료기술을 사용하여 뇌의 기능회복을 향상시키거나, 학습을 향상시키는 기술을 사용하여 가소성을 증가시키는 연구가 수행되고 있다. 이들 기술들이 융합될 경우 뇌의 가소성은 크게 향상될 수 있다. 뇌의 특정한 위치에 TMS 자극을 집중시켜 향상시키기 위해서 신호를 증폭할 수 있는 마이크로 또는 나노 입자들을 뇌 속에 임베드하여 TMS의 효과

를 증강시킬 수 있으며, 또한 입자들 내에 약물을 넣어서 이들이 신경의 재생장이나 수치상으로 성장하는 것을 촉진할 수 있다[13]. 이러한 메커니즘을 사용하여 뇌의 가소성을 증진시키는 약물을 대뇌피질의 원하는 영역에 수술 없이 투여하는 것이 가능하게 될 수 있다. 더욱 진보된 입자들이나 또는 약물방출 조절 마이크로 칩을 이용할 경우에는 국부적인 곳의 신경조절자의 농도를 감지할 수 있고 약물방출을 조절하여 훈련하는 동안이나 집중력 강화시 선택적으로 뇌의 인지기능을 증대시킬 수 있게 된다. 이밖에 웨어러블 컴퓨팅이나 개인의 생체기능 센서 디바이스는 인간의 신체상태와 행위도 모니터링 하는 것이 가능하게 될 것이다. 이러한 개인 데이터 마이닝 기술은 개개인의 신체상태의 최적화를 가능하게 할 것이다.

IV. 결론

인간의 진화는 정신적, 문화적, 기술적인 것들의 영향을 받은 인지향상을 통하여 급속히 진행되어 오고 있지만 이러한 인지향상 기능을 가진 인지향상 융합기술은 이미 우리주변에서 널리 사용되고 있는 것에 비하여 많이 인식되어 있지 않다. 이러한 이유는 인지향상기술들이 인간의 생활문화에 자연스럽게 스며들어와 있는 경우가 많기 때문이다. 모닝커피(카페인 약물), 십자말 풀이, 전자메일, 휴대폰, 인터넷 웹 등은 현대 인간의 인지향상을 이루어주는 인프라 구조를 이루고 있다. 한편 인지향상을 위한 HMI 기술은 인간과 환경 사이의 소통간격을 융합을 통하여 연결해주는 도움기술(assistive technology)의 일종으로 일반적인 단일모드 융합기술, 커맨드/액션 기반의 융합기술, 수동형 융합기술 기술에서 지능형 및 적응형 융합기술, 멀티모달 융합기술, 능동형 융합기술로 자연스럽게 실감적인 방식으로 발전이 이루어지고

있으며, 스마트 가상환경 또는 유비쿼터스 환경 속에 HMI 기술을 묻어두려는 방향으로 연구개발되고 있다. 이러한 인지향상 HMI 기술은 치매 등 인간의 인지손상의 치료나 예방의 목적으로 사용될 뿐만 아니라 향후에는 현대인간을 뛰어넘는 무한인지 확장능력을 지닌 초능력적인 인간; 변형 가능한 인간, 컴퓨터, 기기 그리고 센서시스템과 직접적으로 연결된 인간, 유전자변형 인간 등의 탄생도 가능할 것으로 보여 궁극적으로는 인간과 기기, 또는 물질 사이의 경계가 없어질 것으로 생각된다. 현재의 시점에서 인지향상 융합기술은 아직도 가야 할 길이 먼 미래의 기술로 보이지만 국내의 많은 연구자들이 함께 참여한다면 IT 융합기술의 궁극적인 미래기술로 고부가가치를 창출할 수 있는 분야라고 생각된다.

● 용 어 해 설 ●

인지향상융합기술: 인간의 인지능력을 향상시키기 위하여 인간에게 사용하는 나노부터 매크로 레벨수준에서의 내적 또는 외적 하드웨어 및 소프트웨어 융합기술

외적자아(exoself): 웨어러블 컴퓨터나 가상환경과 같은 스마트 정보통신 환경 속에서 인간과 함께 움직이며 인간의 인지능력 향상에 기여하는 가상체 요소

약어 정리

AID	Adaptive Interface Device
AT	Assistive Technology
BMI	Brain Machine Interface
GPS	Global Positioning System
HMI	Human Machine Interaction/Interface
IID	Intelligent Interface Device
TMS	Transactional Magnetic Stimulation
VID	Virtual Interface Device
WID	Wearable Interface Device

참고 문헌

[1] N. Bostrom and A. Sandberg, "Cognitive En-

- hancement: Methods, Ethics, Regulatory Challenges,” *Sci. Eng.*, Vol.15, 2009, pp.311-341.
- [2] D.C. Engelbart, “Augment Human Intellect: a Conceptual Framework,” Stanford Research Institute, 1962.
- [3] “Converging Technologies for Human Performance Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology, and Cognitive Technology,” NSF/DOC Sponsored, June 2002.
- [4] M. Weiser, “The Computer for the Twenty-first Century,” *Scientific American*, Vol.265, 1991, pp.94-110.
- [5] S. Greenfield, “Tomorrow’s People:How 21st Century Technology is Changing the Way We Think and Feel,” London:Penguin, 2003.
- [6] R. Kurzweil, “The Age of Spiritual Machines: When Computers Exceed Human Intelligence,” NewYork:Penguin, 2000.
- [7] J.F. Weng and J.C. Ren, “Luminescent Quantum Dots: a Very Attractive and Promising Tool in Biomedicine,” *Current Medicinal Chemistry*, Vol. 13, 2006, pp.897-909.
- [8] K.C. Cheng, Y.K. Choi, T. Kubow, and L.P. Lee, “Nanostructured Electrodes for Improved Neural Recording,” Materials Research Society Meeting, Spring, 2002.
- [9] R.R. Llinas, K.D. Walton, M. Nakao, I. Hunter, and P.A. Anquetil, “Neurovascular Central Nervous Recording/Stimulating System:Using Nanotechnology Probes,” *J. of Nanoparticles Research*, Vol.7, 2005, pp.111-127.
- [10] A.C.R. Grayson, I.S. Choi, and B.M. Tyler, “Multi-pulse Drug Delivery from a Resorbable Polymeric Microchip Device,” *Nature Materials*, Vol.2, 2003, pp.767-772.
- [11] S. Sershen and J. West, “Implantable, Polymeric Systems for Modulated Drug Delivery,” *Advanced Drug Delivery Reviews*, Vol.54, 2002, pp.1225-1235.
- [12] M.G. Ceruti, V.V. Dinh, N.X. Phan, H.V. Duffy, L.T. Ton et al., “Wireless Communication Glove Apparatus for Motion Tracking, Gesture Recognition, Data Transmission, and Reception in Extreme Environment,” *Proc. of 24th ACM Symposium on Applied Computing*, Honolulu, Mar. 2009.
- [13] “Canesta Says ‘Virtual Keyboard’ is Reality,” 2007, <http://www.extremetech.com>
- [14] A. Ferreira, R.L. Silva, W.C. Celeste, T.F.B. Filho, and M.S. Filho, “Human-machine Interface Based on Muscular and Brain Signals Applied to a Robotic Wheelchair,” *J. of Physics: Conference Series*, Vol.90, 2007, pp.012094-012102.
- [15] W. Beinhauer and C. Hipp, “Using Acoustic Landscapes for the Evaluation of Multimodal Mobile Applications,” *Human-Computer Interaction Part II*, 2009, pp.3-11.
- [16] P.R. Kennedy and R.A. Bakay, “Restoration of Neural Putput from Paralyzed Patient by a Direct Brain Connection,” *Neuroreport*, Vol.9, 1998, pp.1707-1711.
- [17] <http://www.cyberkinetics.com>