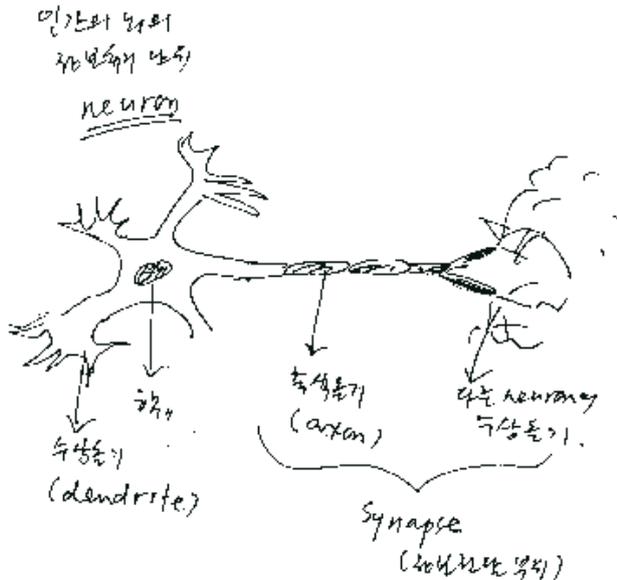


# 12. 신경망, 뇌생체

2010 데이터로 표현하는 세상 요약본  
 고려대학교 김현철 교수  
 hkim64@gmail.com

How does our brain process information?  
 우리의 뇌는 어떻게 정보를 처리하는가?



Facts:

- ✓ neuron 개수 :  $10^{11}$
- ✓ connection 개수 :  $10^4$ / neuron
- ✓ neuron death rate :  $10^5$ /day
- ✓ neuron birth rate : 0
- ✓ connection birth rate: slowly
- ✓ Neuron의 performance:
  - 외부자극에 응답시간 :  $10^{-3}$  초
  - 컴퓨터 CPU는  $10^{-9}$ 초 (훨씬 빠르다)
  - 그럼에도 불구하고 지식처리 능력은 월등히 우수 (컴퓨터는 단순 반복적 계산능력만 우수)
- ✓ => 인간의 뇌는 컴퓨터와는 다른 방법으로 정보/지식 처리!
  - 폰노이만 방식 VS 병렬처리 방식
  - 컴퓨터: 정보저장은 주소로 지정된 위치에 데이터 저장. 새로운 데이터 저장하면 이전 데이터 영구삭제
  - 뇌: 정보는 뉴런간의 synapse(신경연접)의 연결강도의 형태로 저장. 새로운 정보는 연결강도의 적응적 조절. 정보삭제도 쉽지 않음. 또한 noise-tolerant, fault-tolerant

“사이보그(Cyborg)”는 무엇인가?

사람과 기계의 결합

- ✓ Computing Your Body
- ✓ Computing Your Mind

우리의 “기억”의 본질은 무엇인가?  
우리의 “추억”의 본질은 무엇인가?  
우리의 “마음”은 무엇이며, 우리의 “생각”은 무엇인가? 우리의 “영혼”은 무엇인가?  
영화 Total Recall에서처럼 인간의 기억을 임의적으로 프로그래밍 할 수 있는가.

인간두뇌-컴퓨터 결합시대

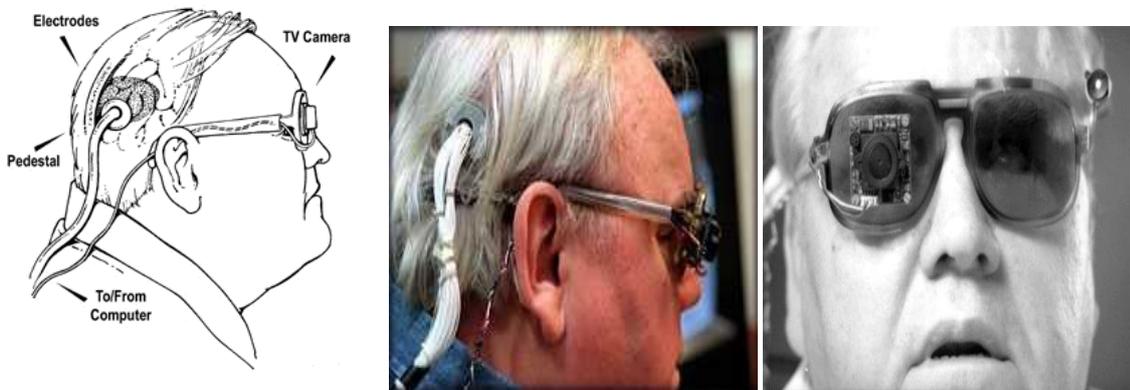
- 의사가 뇌파를 조종해 한 인간의 기억을 지우고 다른 생각을 주입한다.
- 지루한 여행에 지친 우주 비행사는 무료함을 달래기 위해 가상현실 속으로 들어간다.
- 목 뒤나 척추에 구멍을 뚫은 바이오포트(Bio-Port: 생체포트)에 컴퓨터를 직접 접속해 사이버스페이스와 현실을 넘나든다.

공상과학영화 「토탈리콜」 「스타트렉」 「매트릭스」 등에 나오는 장면들이다. 이러한 영화속 장면들은 한가지 공통점을 갖고 있다. 방식은 서로 다르지만 인간의 두뇌와 기계가 직접 접속한다는 것이다. 인간두뇌와 컴퓨터의 직접 결합은 가능한 것일까. 과학자들의 대답은 「그렇다」이다. 뇌과학, 신경과학, 인공지능공학, 컴퓨터공학, 의과학 분야의 연구자들은 공상과학영화에 등장하는 두뇌와 기계의 결합이 과학적 허구에서 과학적 사실로 빠르게 바뀌고 있다고 전한다.

미국의 의료기구회사인 도벨연구소가 지난해 개발한 「인공 눈」은 두뇌와 기계의 직접 결합 가능성을 보여준다. 78년부터 인공 눈 연구를 시작한 도벨연구소는 기존의 인공 망막 연구와 달리 뇌에 직접 전극을 연결해 시각장애인에게 시력을 회복시켜주는 방식을 채택하고 있다.

이에 앞서 미국 버클리대 신경생물학 연구팀이 지난해 9월 「Journal of Neuro-Science」 지에 발표한 보고서는 더욱 충격적이다. 가렛 스탠리 등 3명의 연구자는 고양이의 뇌에 전극을 연결해 고양이 눈에 비친 영상을 사람의 눈으로 볼 수 있게 하는 데 성공했다. 이들은 시각을 관장하는 고양이 뇌의 한 부분에 전극을 꽂아 177개 뇌세포에서 나오는 전기적 신호를 컴퓨터의 영상이미지로 바꾸는 기술을 개발했다. 이에 대해 과학자들은 눈에 비친 시각신호가 뇌에서 어떻게 작용하는가를 이해할 수 있게 됨에 따라 두뇌와 기계의 결합에 한 걸음 다가서게 됐다고 평가하고 있다. 도벨의 연구가 기계로 포착한 영상을 두뇌에 직접 연결하는 것이라면 스탠리 교수팀의 연구는 두뇌에 비친 영상을 기계로 그려낼 수 있게 한 것이다. 물론 두뇌와 기계의 결합은 갈 길이 멀다. 컴퓨터의 지능을 높이고 신경신호를 정확하게 통역하기까지는 많은 시간이 필요하다. 하지만 과학자들은 「두뇌 접속(Brain Interface)」 기계의 출현을 시간 문제일 뿐이라고 받아들이고 있다. 두뇌 접속 장치가 만들어진다면 심장이나 팔, 다리 등 인공장기를 뇌로 직접 통제할 수 있게 된다. 나아가 자신이 본 광경을 비디오테이프 틀 듯 다른 사람에게 보여주거나 컴퓨터를 통해 인간의 지능을 업그레이드하는 것도 가능하다. 두뇌 접속 장치로 초소형 신경 칩을 인체에 삽입하고 바이오포트로 연결하는 방안이 검토되는 한편 전극이나 바이오포트의 거부감을 줄이기 위해 저출력 레이저로 뇌파를 자극하는 방법이 시도되고 있다. 영국의 미래학자 이언 피어슨 박사는 오는 2030년쯤으로 두뇌와 기계의 완전 결합을 점치고 있다.

다음은 도벨 연구소의 "도벨아이"에 대한 사진 자료이다.



현재 도벨 박사는 "도벨아이"라 명명 된 인공 눈을 사고로 실명된 62세의 남성에게 이식 한 후 그 결과를 발표해서 주목을 받고 있다.

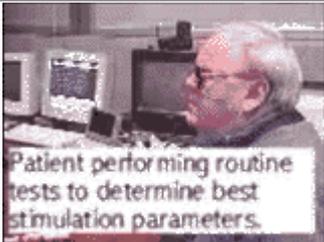
현재 주요 구성은 오른쪽 그림에서 보시는 것처럼 선글라스 왼쪽 눈에 장착된 "작은 비디오 카메라"와 오른쪽 선글라스 테 부분의 "거리 감각 레이저 센서"로 구성이 되어 있다.

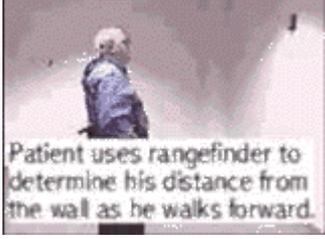
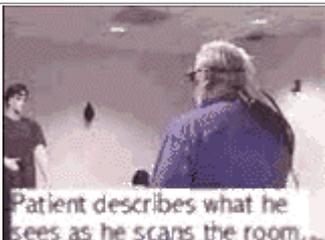
이곳에서 입력된 정보는 왼쪽 그림에서 보는 것처럼 선글라스에 연결된 케이블을 통해 허리에 장착된 컴퓨터로 전송이 된다. 그것이 몇 가지 과정을 거쳐 다시 왼쪽 그림에서 보는 것처럼 케이블을 통해 뇌로 전송이 된다. 이 신호를 뇌가 인식을 하여 사물을 구분 할 수 있게 되는 것이다.

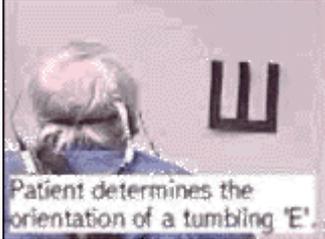
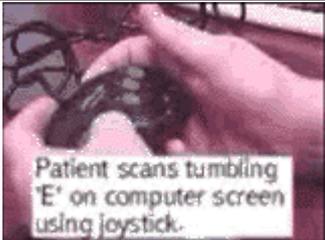
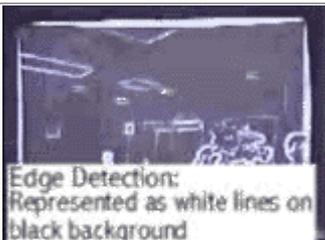
아래 그림은 컴퓨터를 허리에 장착한 모습이다.



아래는 단계 별로 인공눈의 구성과 원리를 나타낸 것이다.

Preview	Description
 <p data-bbox="316 1308 576 1391">Description of subminiature camera and distance sensors.</p>	<p data-bbox="699 1256 1034 1285">초소형 카메라와 거리 감각 센서.</p>
 <p data-bbox="323 1585 571 1648">Mating of connector to patient's pedestal.</p>	<p data-bbox="699 1512 1369 1541">뇌의 피질에 이식된 전극에 컴퓨터 케이블을 연결 하기 위한 장치.</p>
 <p data-bbox="288 1809 580 1895">Patient performing routine tests to determine best stimulation parameters.</p>	<p data-bbox="699 1771 1326 1800">환자를 위해 최상의 자극 신호를 찾기 위해 검사를 하는 모습.</p>

 <p>Patient uses rangefinder to determine his distance from the wall as he walks forward.</p>	<p>벽까지 걸어가기 위해 환자가 거리 측정 센서를 조정 하는 모습.</p>
 <p>Simulation of what the patient is seeing overlaid on the camera image.</p>	<p>환자가 보는 것처럼 사물의 신호가 안경에 장착된 카메라에 감지 되었다. 하얀 박스는 시야를 나타내며 하얀 점들은 감지 할 수 있는 섬광을 나타낸다.</p>
 <p>Camera view of retrieving hat with simulation overlaid.</p>	<p>환자가 모자를 잡을 수 있게 카메라가 감지를 했다.</p>
 <p>Patient describes what he sees as he scans the room.</p>	<p>환자는 방을 둘러 보고 무엇을 보았는지 말한다.</p>
 <p>Patient finds hat taped to wall and retrieves it.</p>	<p>환자는 벽에 걸려 있는 모자를 발견 했다.</p>
 <p>Patient finds dummy and places hat on his head.</p>	<p>환자는 또한 마네킹을 찾았다.</p>
 <p>Patient removes hat from the wall and places it on the dummy.</p>	<p>환자는 벽에 있는 모자를 집어서 마네킹의 머리에 씌운다.</p>

 <p>The patient follows child around the room.</p>	<p>환자는 아이를 따라 방을 걸어 다닌다.</p>
 <p>Patient determines the orientation of a tumbling 'E'.</p>	<p>환자가 벽에 있는 누운 "E"를 읽는다.</p>
 <p>Patient scans tumbling 'E' on computer screen using joystick.</p>	<p>환자는 조이스틱을 사용하여 컴퓨터에 누운 "E"를 스캔 했다. 이것을 이용하여 환자는 TV나 컴퓨터, 인터넷을 사용 할 수 있는가를 실험 중이다.</p>
 <p>Edge Detection: Represented as white lines on black background</p>	<p>특별한 필터를 사용하여 카메라를 테스트 하는 사진</p>
 <p>Testing of old system on the subway.</p>	<p>뉴욕 지하철 역에서 도벨아이 초창기 작품을 실험 하는 사진이다. 그 당시 카메라는 모자에 장착 되었다.</p>

〈자료출처; 도벨 연구소 홈페이지, 정리; 조재선〉

.끝.