



W0D0_1-소개: 뇌와 뇌 과학 (The brain and brain science)

순천향대학교 컴퓨터공학과

이 상 정

순천향대학교 컴퓨터공학과

1

W0D0_1-소개: 뇌와 뇌 과학



뇌와 마음 (Brain and Mind)



□ 뇌 ≡ 물질과 처리(process)

- 뇌의 물리적, 화학적 구조
- 뇌의 생리(physiology)
 - 뇌의 생물학적 기능, 작용, 원리
- 역학 관계(dynamics)
 - 뇌의 물질들 간의 역학 관계가 계산 또는 마음을 생성

□ 마음 ≡ 아이디어와 의도 (purposes)

- 환경에서 불변성과 규칙성을 파악하는 능력
- 알고리즘, 명령어 세트

순천향대학교 컴퓨터공학과

2

숫자로 본 뇌

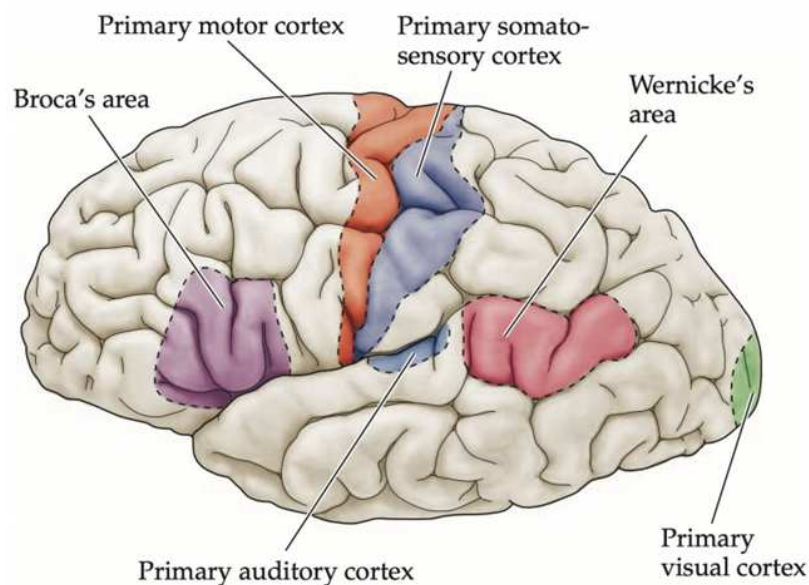


Weight	~1.5 Kg
Volume	1260 cm ³
Area	2500 Cm ²
Energy	25Watts, 20% of body O ₂
Length of capillaries	400 miles

뇌의 기능적 위치 (1)

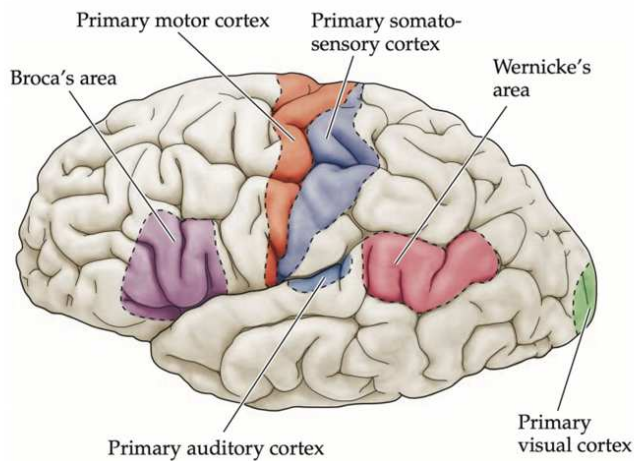
□ 대뇌피질(Cerebral Cortex)의 기능적 구성

- 대뇌피질은 뇌의 표면으로 140억개의 뉴런(신경세포)로 구성
- 90%의 **신피질(neocortex)**과 10%의 **이종피질(allocortex)**로 구성



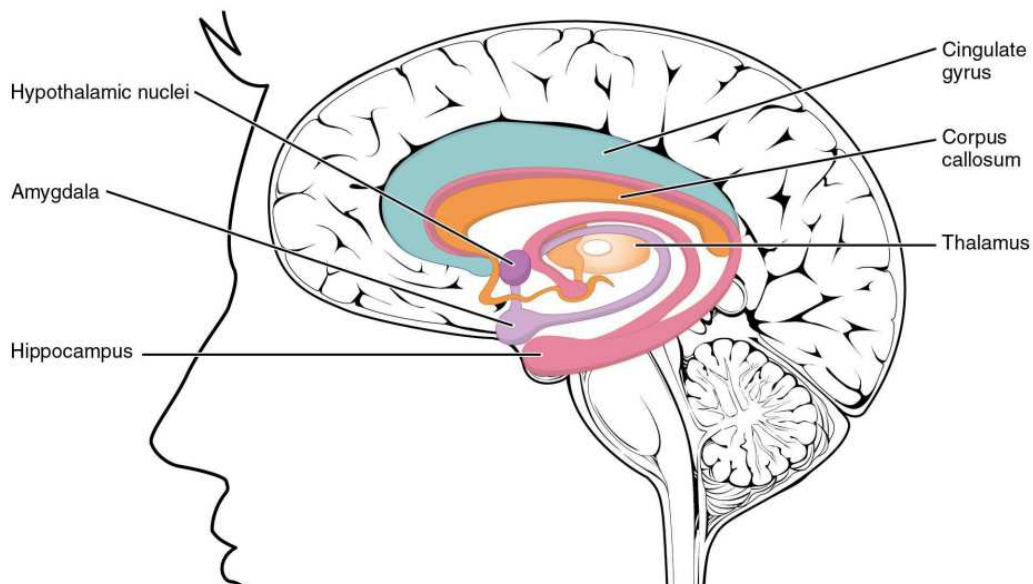
뇌의 기능적 위치 (2)

- 일차시각피질 (primary visual cortex)
- 일차청각피질 (primary auditory cortex)
- 일차체감각피질 (primary somatosensory cortex)
- 베르니케영역 (Wernicke's area): 언어 이해
- 일차운동피질 (primary motor cortex)
- 브로카영역 (Brocca's area): 언어 표현



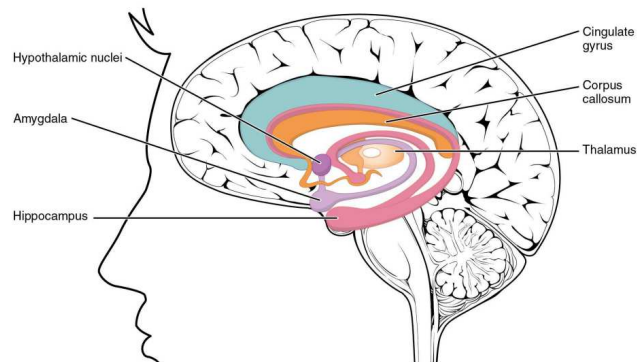
피질하 영역 (Subcortical Regions) (1)

□ 대뇌피질의 아래에 피질하 영역



피질하 영역 (Subcortical Regions) (2)

- 해마 (hippocampus): 기억과 공간 감각
- 편도체 (amygdala): 공포, 정서
- 시상하부 핵 (hypothalamic nuclei): 체온, 수분균형, 대사조절에 작용하는 자율신경계 중추
- 시상(thalamus): 후각을 제외한 감각 정보를 대뇌피질로 중계
- 뇌량 (corpus callosum): 좌뇌와 우뇌를 연결하는 신경세포 집합
- 대상회 (cingulate gyrus): 주의를 전환하고 인지적 융통성 발휘

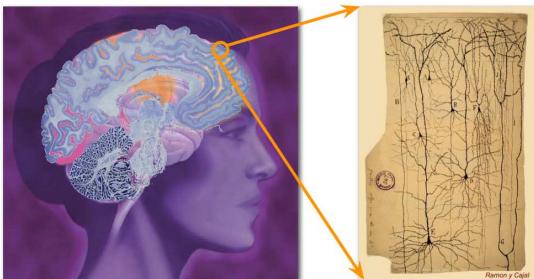


7


뇌의 하드웨어

- 뇌의 피질 조직(cortical tissue)은 많은 뉴런(neuron, 신경 세포)으로 구성

- 스페인의 Santiago Ramón y Cajal(산티아고 라몬 이 카할)이 뇌의 미세구조를 도시



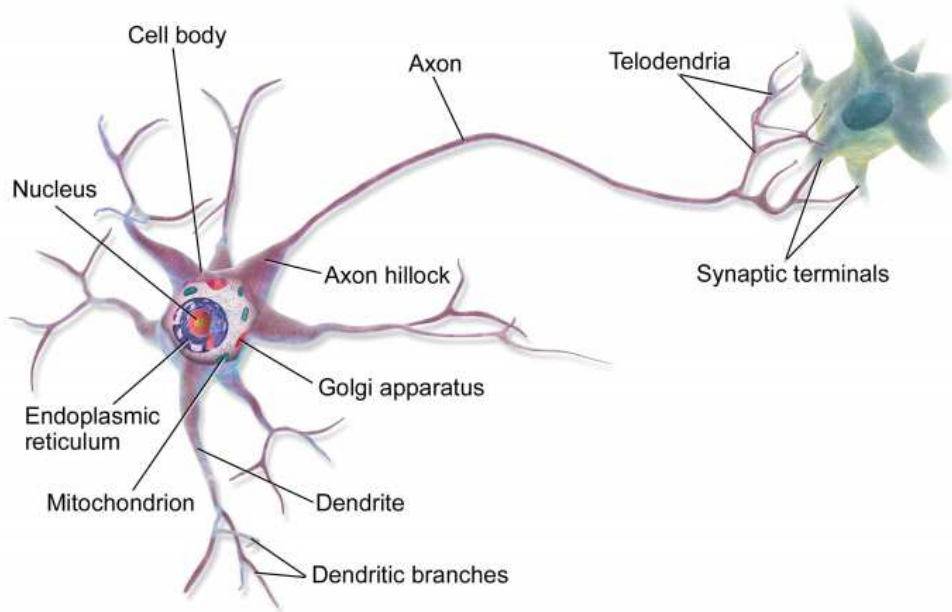
1 May 1852- 17 Oct. 1934
Nobel Prize: 1906

 10 000 neurons
3 km wires



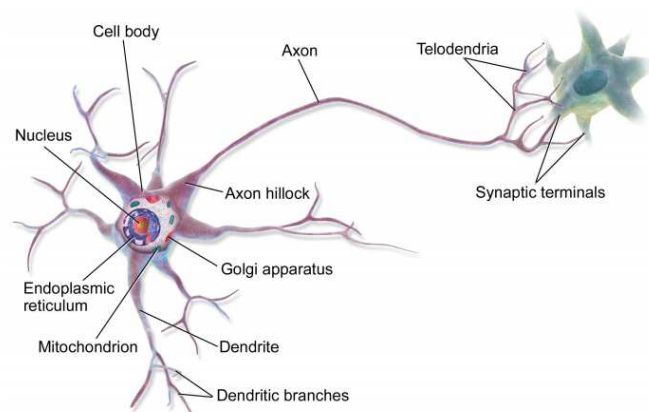
뇌의 하드웨어: 뉴런 구조 (1)

□ 뉴런(neuron, 신경세포)



뇌의 하드웨어: 뉴런 구조 (2)

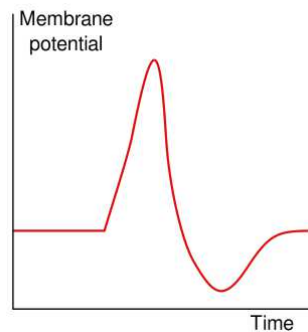
- 세포체(cell body): Soma라고도 함, 입력 신호들을 통합하고 활동 전위 생성
- 가지돌기, 수상돌기(dendrite): 다른 뉴런으로 부터의 신호 입력
- 세포핵(nucleus)
- 축삭돌기(axon): 다른 뉴런으로 신호 출력
- 축삭소구(axon hillock)
- 시냅스(synapse): 뉴런 접합부로 신호를 전달
- 소포체(endoplasmic reticulum): 단백질 생성



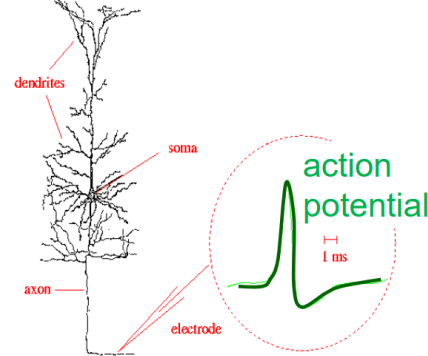
뇌의 하드웨어: 뉴런 신호

□ 세포막(membrane)의 컨덕턴스가 변하면 활동전위(action potential)/스파이크(spike)이 발생

- 뉴런들 사이에 스파이크 신호를 전달하고, 이는 뇌의 정보 처리 흐름



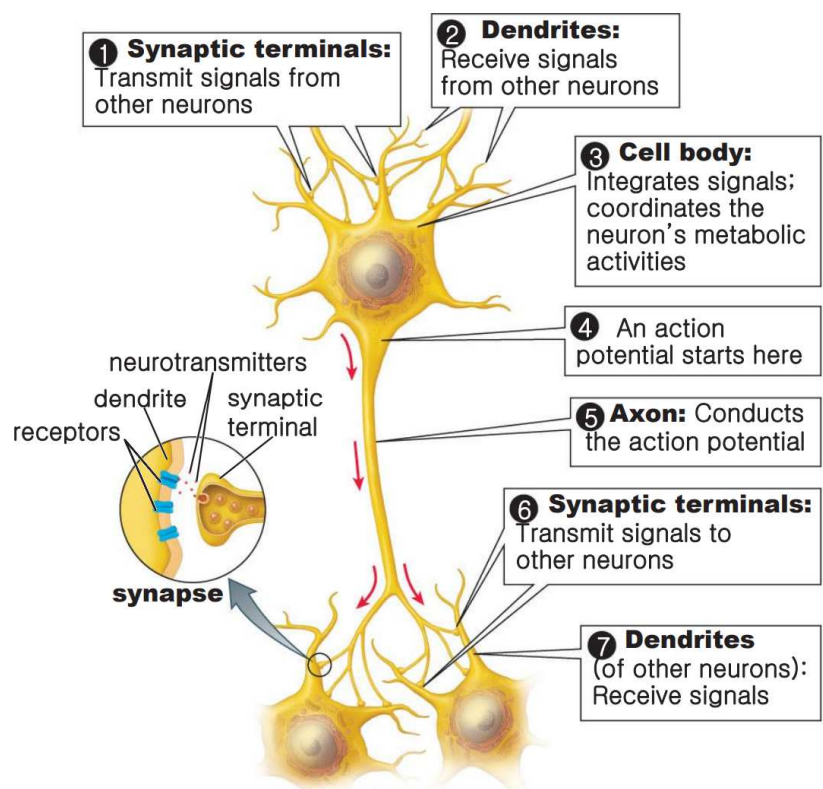
Signal:
action potential (spike)



뇌의 하드웨어: 시냅스 (Synapse) (1)

□ 시냅스는 다른 뉴런으로 신호 전달하는 연결 통로

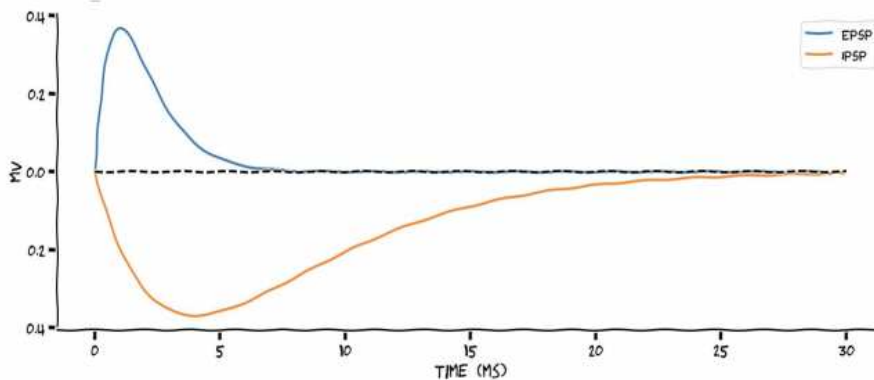
- 일반적으로 화학물질인 **신경전달물질 (neurotransmitter)**을 방출하여 막전위 생성



뇌의 하드웨어: 시냅스 (Synapse) (2)

□ 2가지 종류의 막전위 생성

- 흥분성 시냅스 후전위(excitatory postsynaptic potential, EPSP)
- 억제성 시냅스 후전위(inhibitory postsynaptic potential, IPSP)



Dale's Dogma

In general, a neuron makes either excitatory or inhibitory synapses

뇌의 연결성: 신피질 (Neocortex)

□ 신피질은 6개의 층으로 구성되며 각 층 간에 고유의 연결성 존재

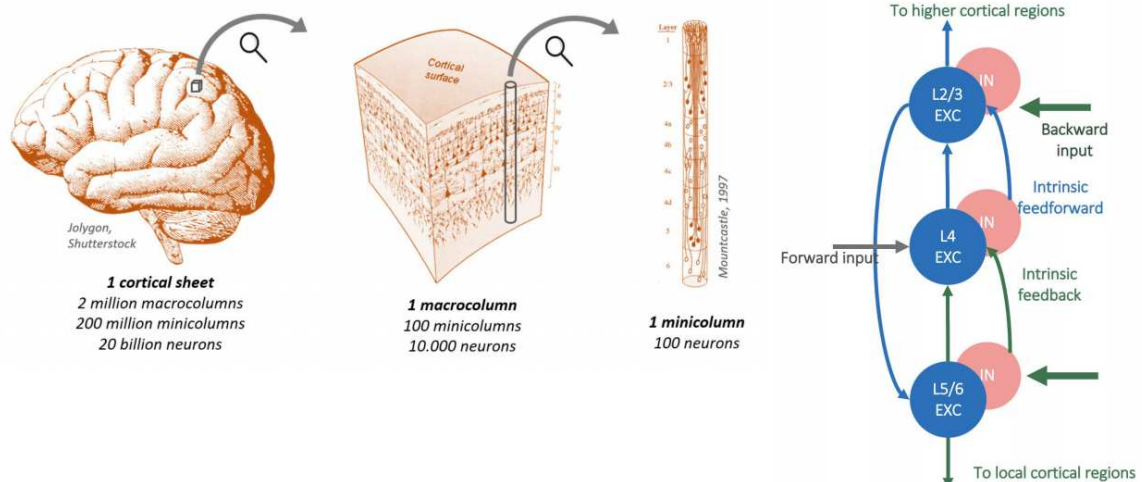


Image: Mountcastle 1971, Bastos et al. Neuron 2012

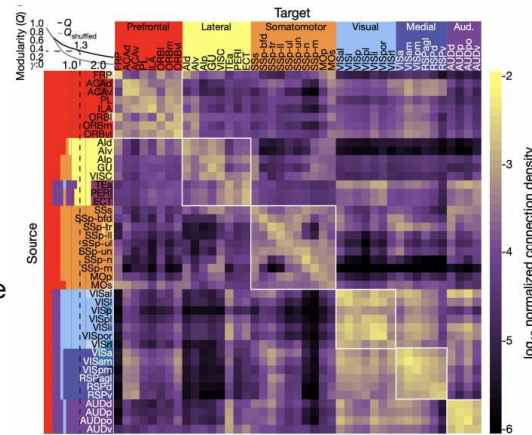
뇌의 대규모 스케일 연결성: 신피질

- 뇌의 복잡성은 뉴런의 수가 아닌 뉴런 간의 **연결성**에 있음

Tracer studies:

Highly non-random
connectivity across 43
cortical regions

Data: Allen brain institute



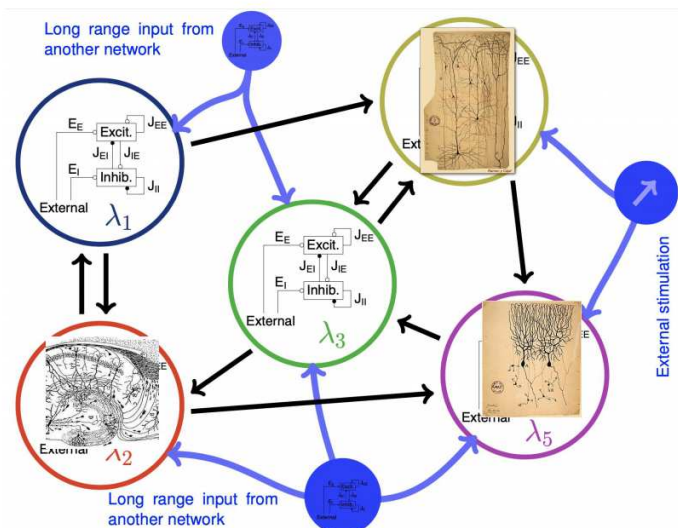
Neurons	~86 Billion
Synapses	10 Trillion
Synapses per neuron	10,000
Axon length	100,000 Miles
Axon conduction speed	220 Miles/hour

Image: Harris et al. 2018 Bioarxiv doi: <https://doi.org/10.1101/292961>

뇌: 네트워크들의 네트워크

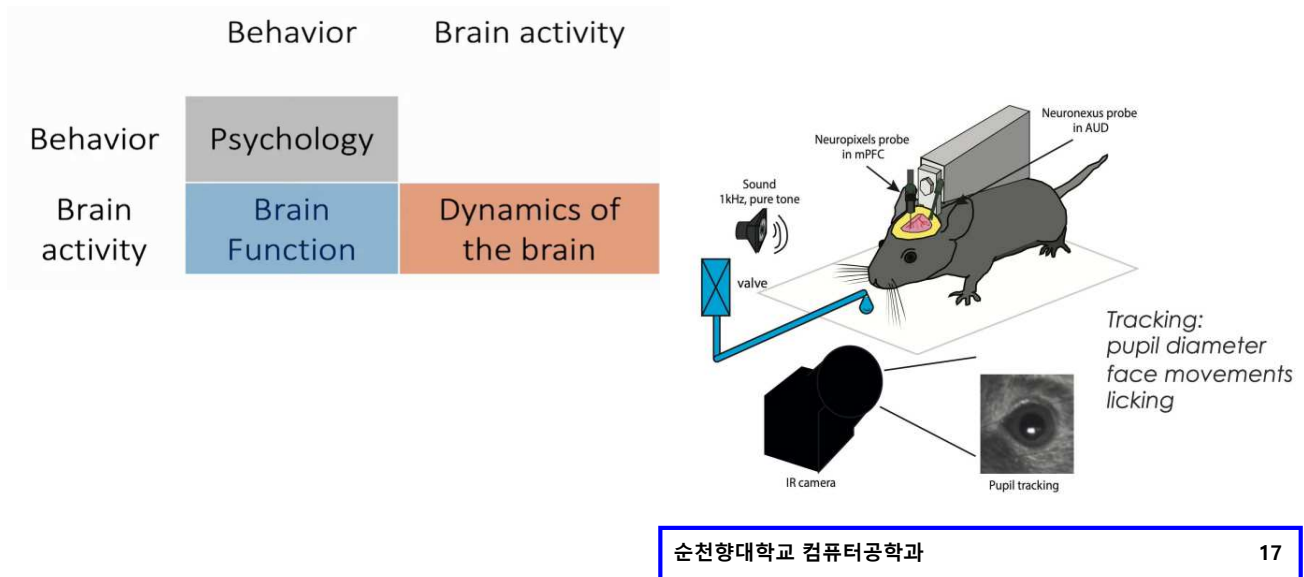
- 뇌는 네트워크들의 네트워크로 표현

- 자신의 연결 규칙을 가진 로컬 영역들이 다른 규칙을 갖는 로컬 영역들과 상호 연결
- 로컬 영역들 간의 상호 연결이 뇌 기능을 제공



뇌 과학 연구 방법

- 정상, 비정상 조건에서 **뇌의 활동성(brain activity)**과 **행동(behavior)**과의 **연관성(뇌 기능, brain function)** 탐구
 - 뇌 기능과 머신 러닝(강화 학습) 알고리즘등과의 유사성 연구



참고 사이트

- **Neuro Video Series (W0D0): Intro**
 - https://compneuro.neuromatch.io/tutorials/W0D0_NeuroVideoSeries/student/W0D0_Tutorial1.html
- **Neuronal Dynamics online book**
 - Part I Foundations of Neuronal Dynamics
 - <https://neurondynamics.epfl.ch/online/Pt1.html>
- **8장 신경계**
 - <http://contents.kocw.or.kr/KOCW/document/2013/koreasejong/KimHyongbae/08.pdf>