

**脑机接口与机器学习实验室**

BRAIN-COMPUTER INTERFACE AND MACHINE LEARNING LABORATORY



# 人机交互技术： 大脑基础

**伍冬睿**

**华中科技大学**

**人工智能与自动化学院**

**脑机接口与机器学习实验室**

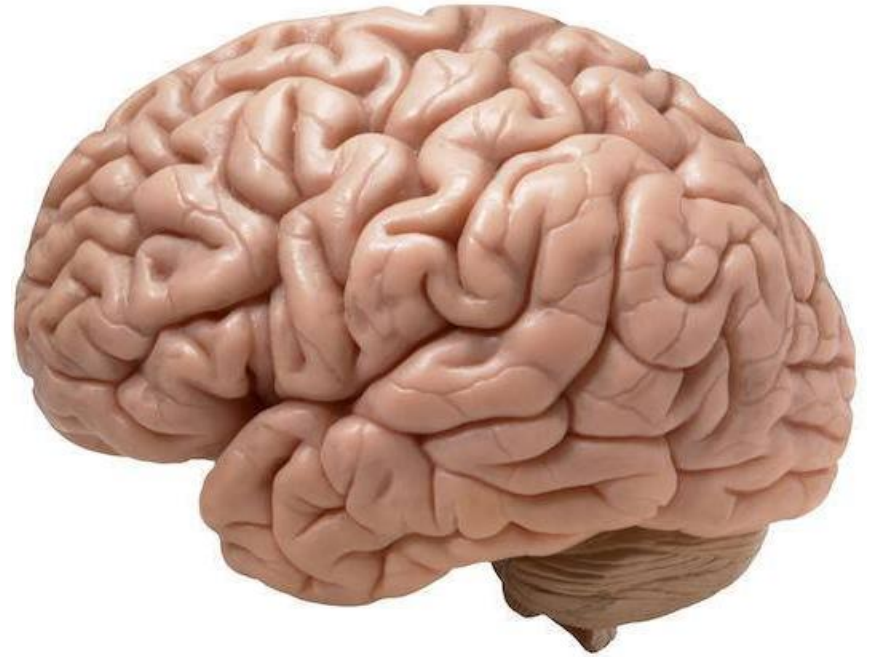
# 关于大脑

- ❑ 大脑是一个复杂的器官，位于头骨内部，管理着神经系统的活动
- ❑ 是中枢神经系统（CNS）的一部分
- ❑ 位于颅腔的前部和上部区域，并存在于所有椎骨中
- ❑ 脑脊髓液是在颅骨中漂浮的透明液体，从物理和免疫方面保护大脑
- ❑ 大脑不是肌肉，不像肌肉一样由肌细胞组成，而是由数百亿个由轴突和树突相互连接的神经元组成的
- ❑ 大脑调节身体的每一个功能：从呼吸、吃饭、跑步，到理性、陷入爱情或争论的能力



# 人类大脑

- ❑ 人类大脑是所有动物中进化最复杂的
- ❑ 更大，会卷起和折叠，在本身形成凹槽和折痕，使其有典型的褶皱外观
- ❑ 成人脑通常重1 ~ 1.5千克，体积平均为1600立方厘米
- ❑ 人脑有约1000 亿个神经元细胞
- ❑ 个人的智商与脑的重量间没有必然的联系，而与细胞间连接的数目和有效性有关



# 大脑神经元

- ❑ 大脑中的神经元通过**脉冲**来互相通信
- ❑ 平均脉冲频率约为每秒1-10次，同时发送脉冲的神经元不足1%
- ❑ **神经元之间的三维连接**：在目前主流的芯片制造中，我们只能在二维平面中放置晶体管、电路和组件；但是大脑可以利用整个三维空间，这使得哺乳动物大脑的每个神经元可以达到约一万个突触连接
- ❑ **复杂的计算与稀疏的通信结合**：神经元复杂的动力学运算能够捕捉和处理丰富的时空信息，而其稀疏的信息传输机制有助于减少不必要的计算和能源消耗；这种独特的结合使得大脑在保持高度智能处理的同时，能够以高度并行和低功耗的方式运作
- ❑ **极低功耗的计算**：通过数千年的进化，最节能的“大脑”演化出来，或许这是因为在没有食物时，消耗较少能量生存的个体更有可能生存下来。大脑的功率密度估计为每平方厘米10毫瓦，而现代数字芯片很容易就达到每平方厘米100瓦

# 大脑功能

- ❑ 控制重要职能：体温、血压、心率、呼吸、睡觉、吃饭
- ❑ 接收、处理、整合、解释所有通过感官接收到的信息：视觉、听觉、味觉、触觉、嗅觉
- ❑ 控制动作和坐姿：站立、散步、跑步、说话
- ❑ 情绪、行为
- ❑ 思考、推理
- ❑ 高级认知功能：记忆、学习等

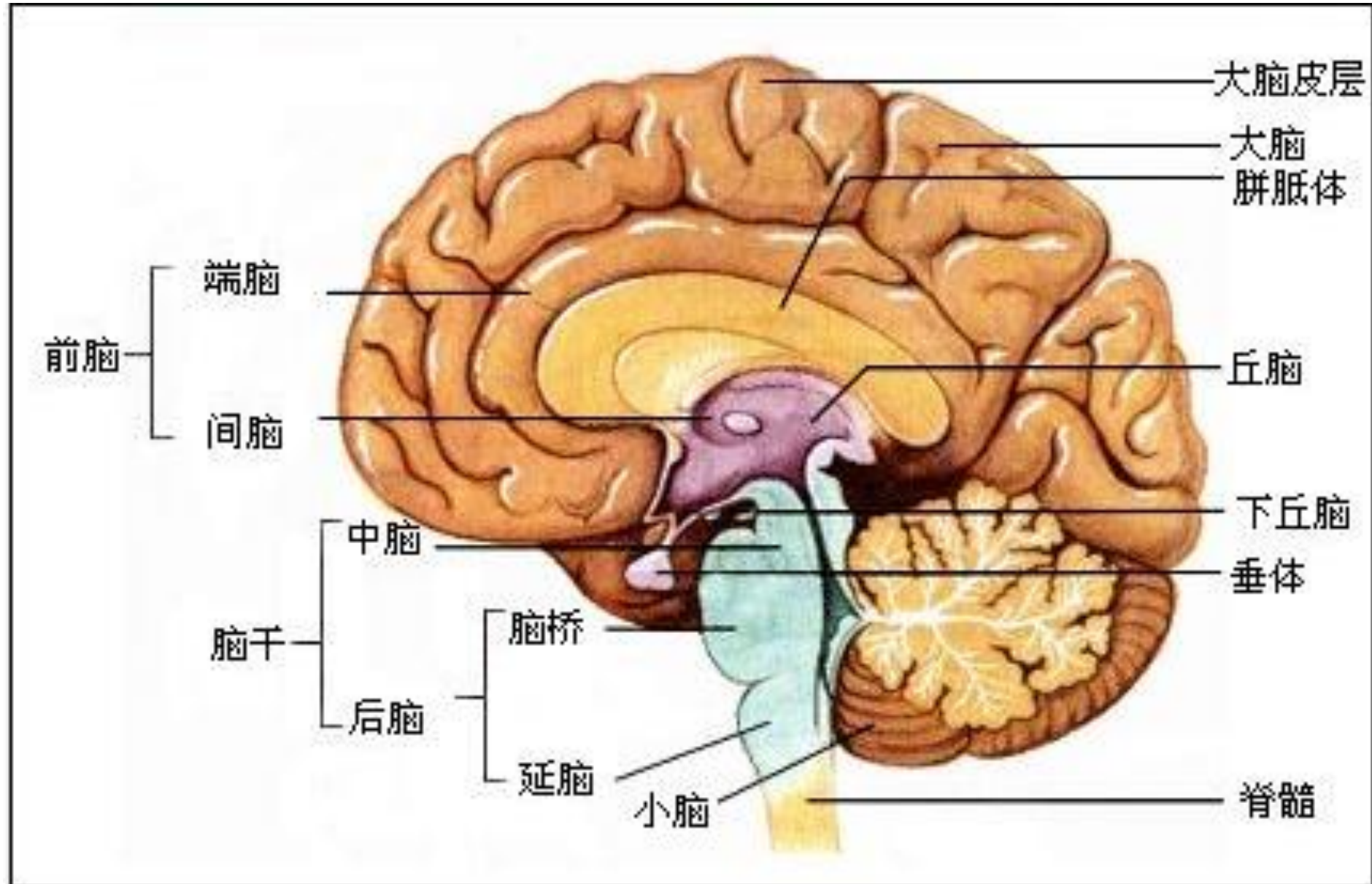
# 大脑进化

思维实验室 bilibili

## 大脑神经



# 大脑结构



# 大脑结构



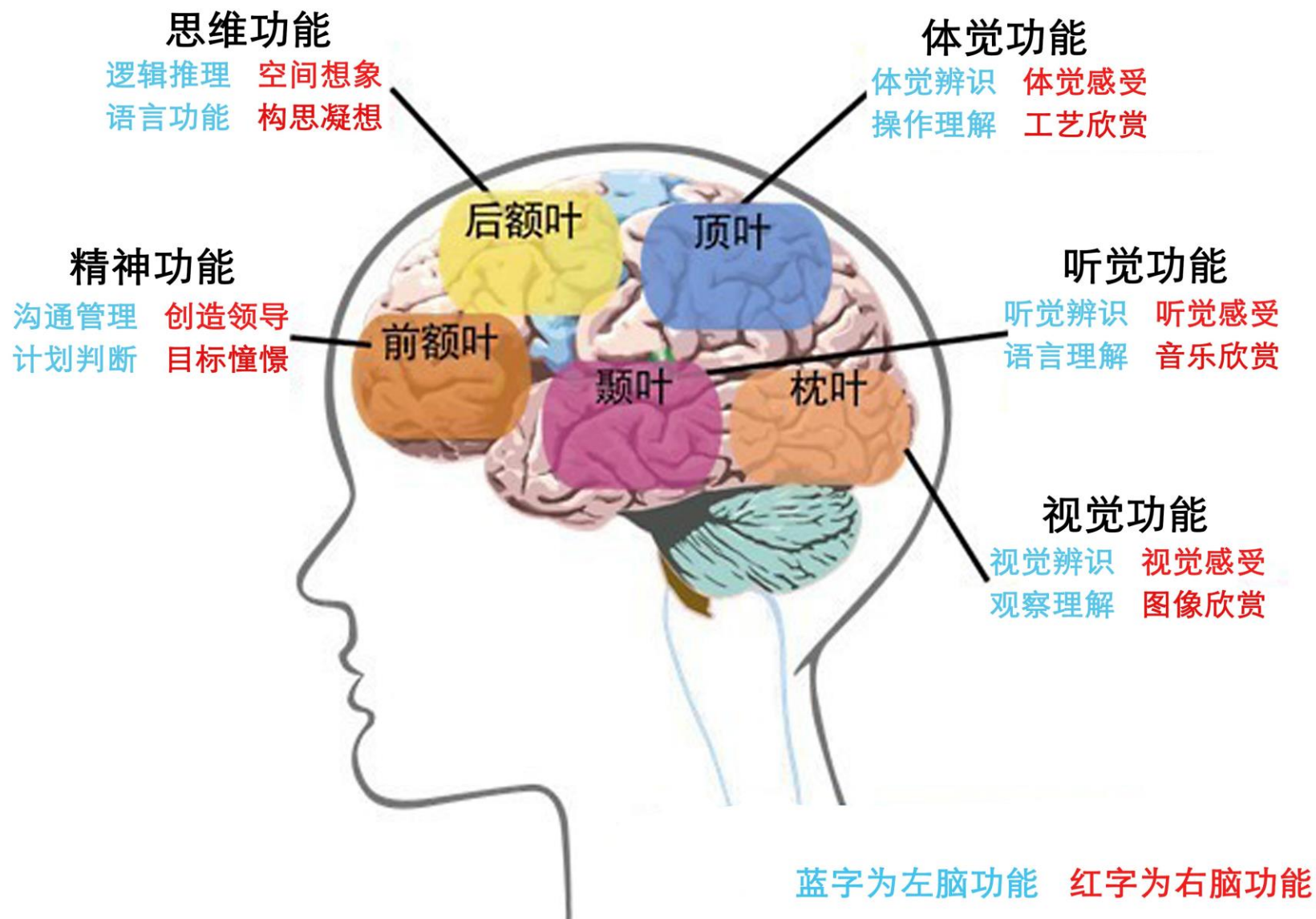
## 大脑功能性结构

神经解剖学第2期

哈咯大家好，我是明朗



# 大脑功能地图



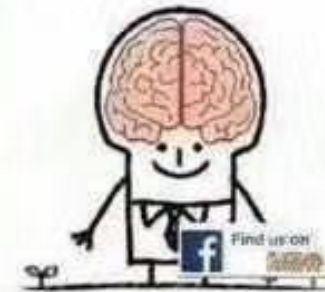
# 大腦功能地圖



左右腦優勢，如果你是右腦，你會看到粉紅色和白色的組合，如果你是左腦，你會看到它的灰色和綠色 - 非常有趣。

左腦理性

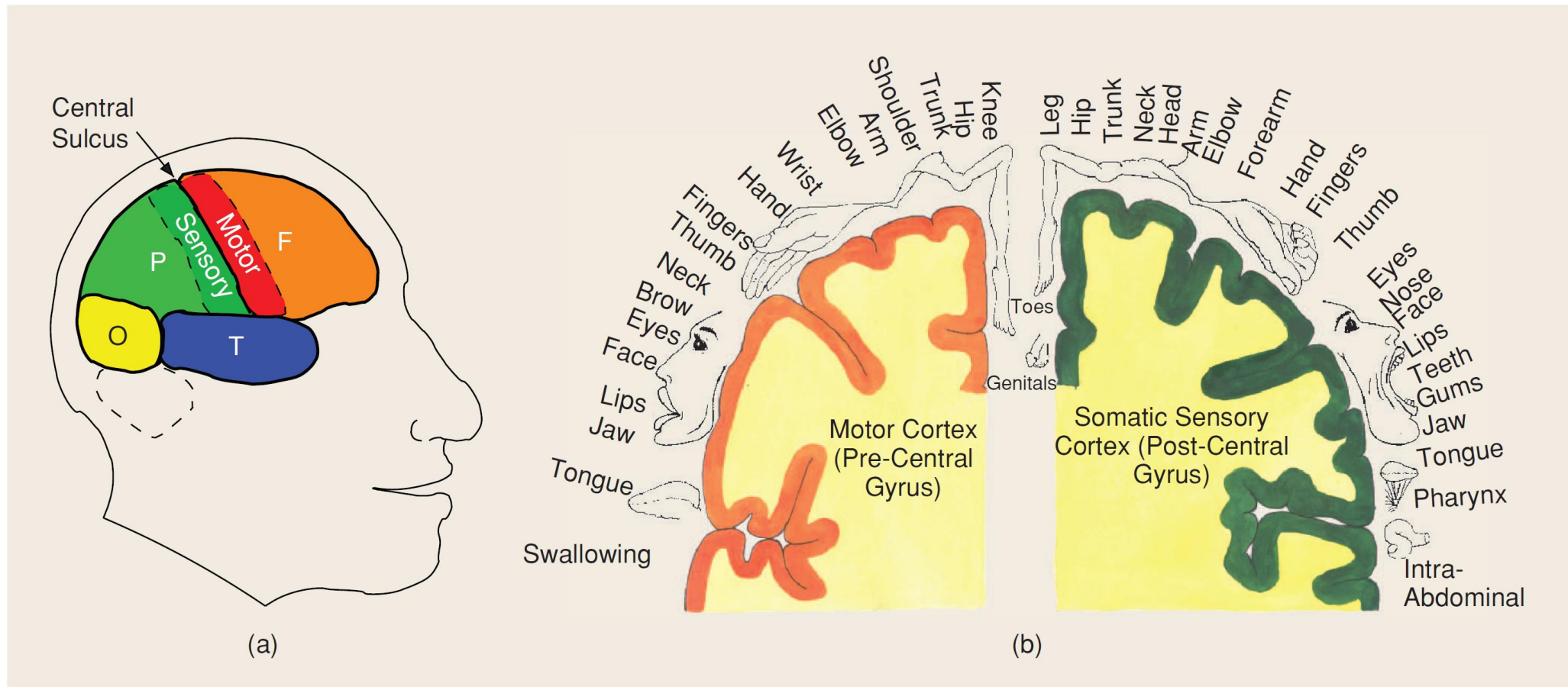
邏輯  
語言  
數學  
文字  
推理  
分析



右腦感性

圖畫  
音樂  
律感  
情感  
想象  
創意

# 大脑运动地图



**[FIG3]** (a) Lobes of the brain: frontal, parietal, occipital, and temporal (named after the bones of the skull beneath which they are located). The central sulcus separates the frontal and parietal lobe. (b) Geometric mapping between body parts and motor/somatosensory cortex. The motor cortex and the somatosensory cortex are shown at the left and right part of the figure, respectively. Note that in each hemisphere there is one motor area (frontal to the central sulcus) and one sensori area (posterior to the central sulcus). The part which is not shown can be obtained by mirroring the figure folded at the center.

Optimizing Spatial Filters for Robust EEG Single-Trial Analysis: Revealing tricks of the trade



# 大脑可塑性 (Plasticity)

- 人的大脑具有极强的可塑性，许多功能取决于后天的训练
- 2000年, Sharma等人的实验：把幼年鼯鼠的视觉神经和听觉神经剪断，交换后接合：眼睛接到听觉中枢，耳朵接到视觉中枢。鼯鼠长大后，依然发展出了视觉和听觉。这意味着大脑中视觉和听觉的计算方法是通用的
- 2009年, Vuillerme和 Cuisinier为盲人发明了一套装置，将摄像机的输出表示成二维微电极矩阵，放在舌头表面。盲人经过一段时间的学习训练，可以用舌头“看到”障碍物
- 2011年，人们发现许多盲人独自发展出一套“声纳”技术，他们可以通过回声来探测并规避大的障碍物。Thaler等研究表明，他们“声纳”技术采用的并不是听觉中枢，而是原来被废置的视觉中枢
- 如果大脑某个半球的一个区域受损，产生功能障碍，依随时间流逝，另一半球的对称区域会“接替”受损区域，掌管相应功能
- 种种研究表明：大脑实际上是一台“万用学习机器”，同样的学习机制可用于完全不同的应用

# 大脑认知的3个层面

- 1. 对外界事物的基本认知功能**，是许多动物生存必需的能力，包括对外界刺激的感觉和知觉、对重要外界事物的注意、在多种可能采取的行为之间作出抉择、对外界事物的概念和功能进行分类等。对这些认知功能的研究可使用各种模式动物，包括线虫、果蝇、斑马鱼、大鼠、小鼠、猫、猴等
- 2. 对自我与非我的认知**，是动物社会行为的基础，包括自我意识、同情心、同理心、理解他人意图的能力。这些能力演化到灵长类有了大幅进展，非人灵长类（如狒猴和猕猴）可能是最好的研究模型
- 3. 逻辑思维和对语言的认知**。只有人类才具有复杂的逻辑思维（如数学运算）和使用有句法、文法、无限开放式的语音交流。研究这些人类特有的认知功能的神经机制，只有使用非侵入性的手段对人类进行研究



# 大脑文字地图



Jack Gallant, UC Berkeley



# 脑机接口与机器学习实验室

BRAIN-COMPUTER INTERFACE AND MACHINE LEARNING LABORATORY



伍冬睿

华中科技大学

人工智能与自动化学院

脑机接口与机器学习实验室