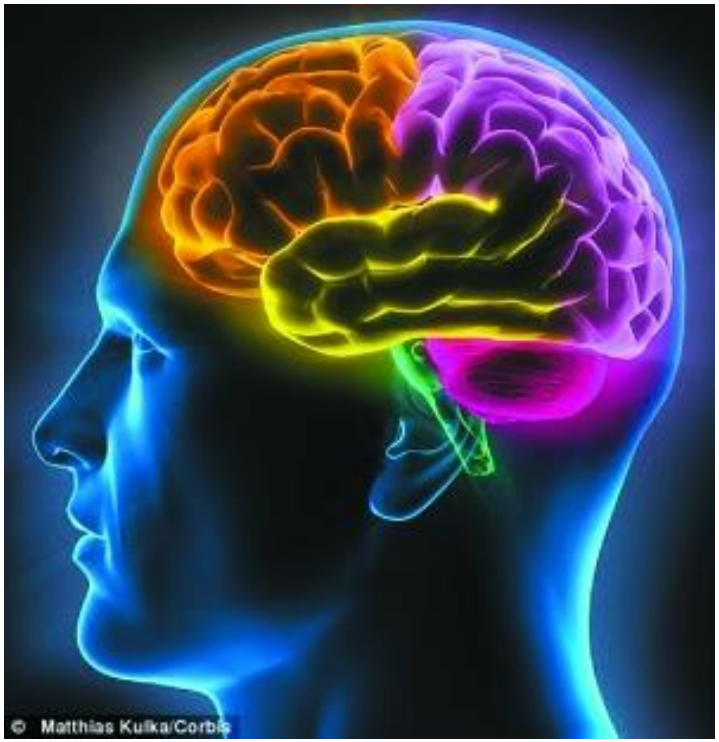
注　意

王 佐 仁
中国科学院神经科学研究所

每天都接受大量的感觉信息

实时处理巨量视觉图像信息



人 脑 （20W）

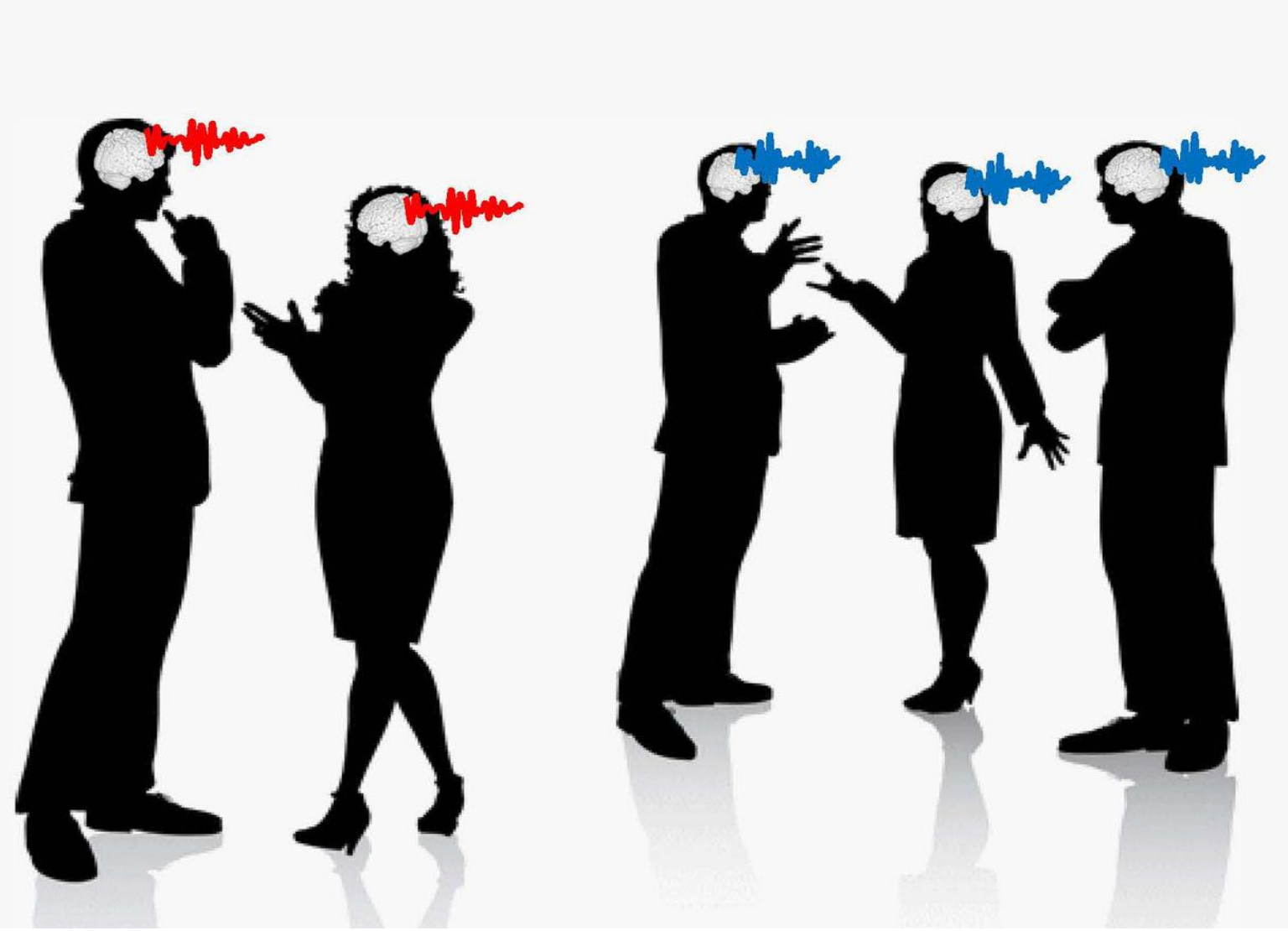
电 脑 （水电站）

什么是注意

* Cognitive process
  * Concentrate on one aspect of the environment
  * Ignore other things

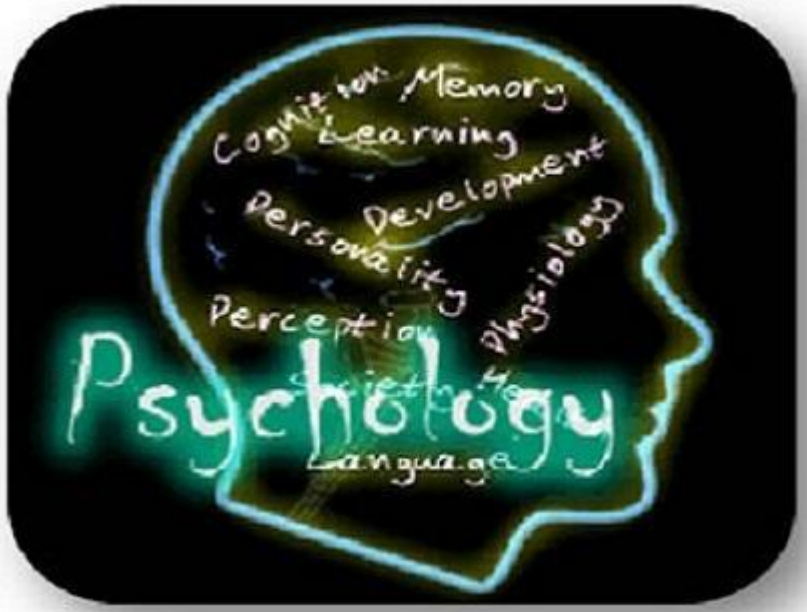
鸡尾酒会效应

鸡尾酒会效应



鸡尾酒会效应

心理学的注意


Memory
Learning
Development
Physiology
Perception
Psychology
Language

注意的分类

- 警觉（Vigilance）
- 持续性注意（Sustained Attention）
- 选择性注意（Selective Attention）
- 分配性注意（Divided Attention）
- 注意转换（Attention Switch）

注意的种类

- 警觉（Vigilance）

  对危险或情况变化的敏锐的感觉

注意的种类

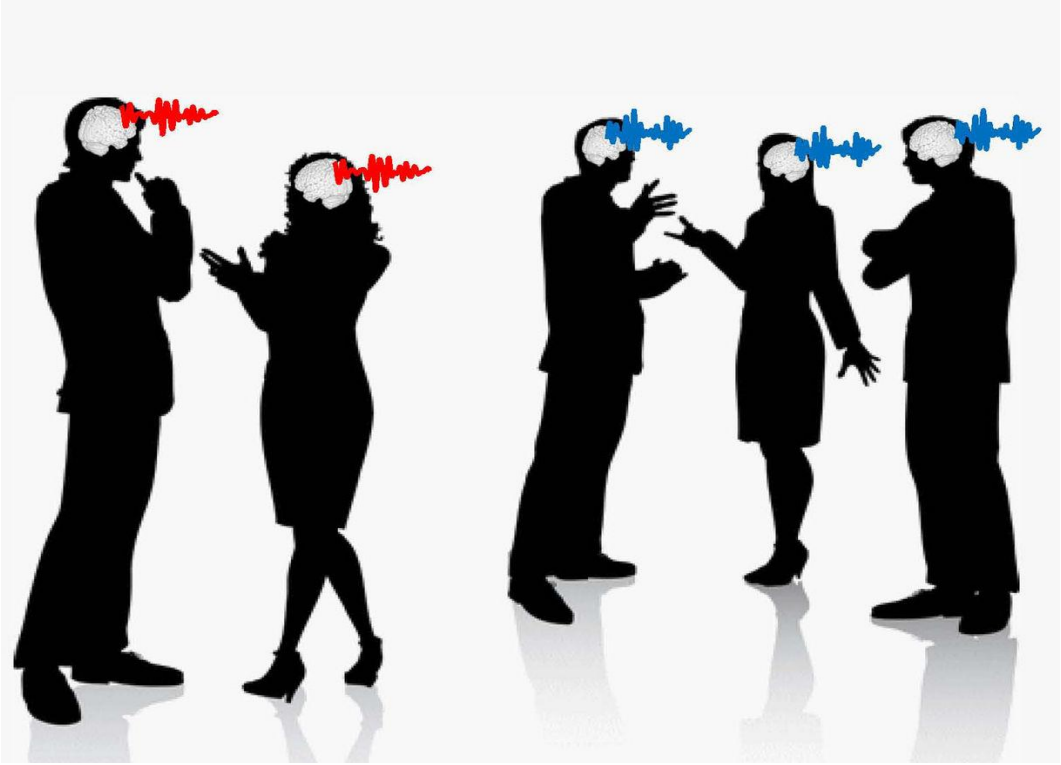
- 持续性注意（Sustained Attention）

  指注意在一定时间内保持在某个认识客体或活动上，也叫注意的稳定性

注意的种类

- 选择性注意（Selective Attention）

  是个体在同时呈现的两种或两种以上的刺激中选择一种进行注意，而忽略另外的刺激。



注意的种类

- 分配性注意（Divided Attention）

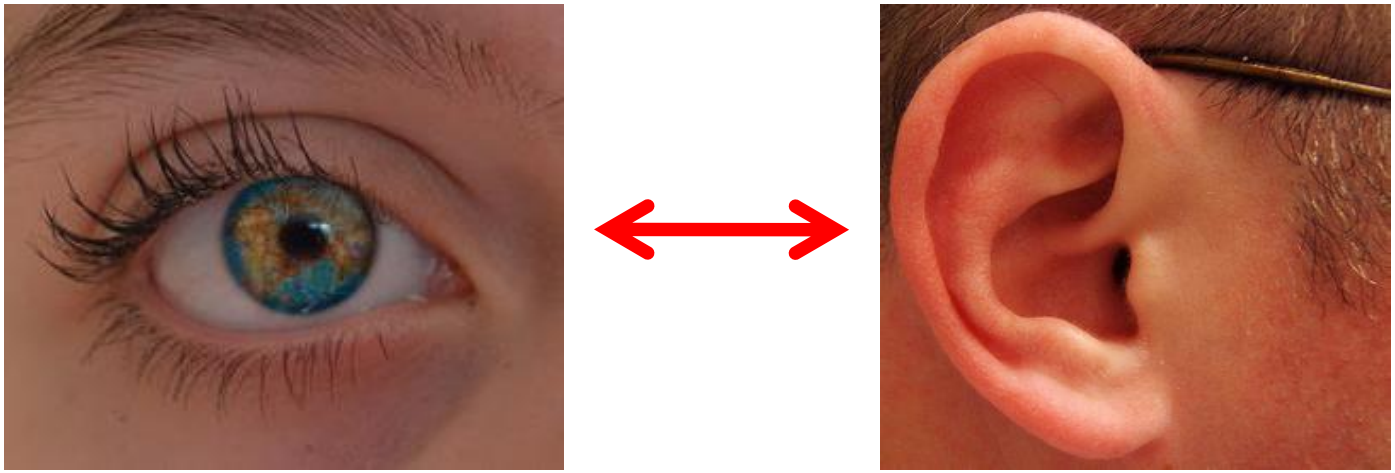
  个体在同一时间内对两种或两种以上的刺激进行注意，或将注意分配到不同的活动中。

Multitasking requires divided attention.

注意的种类

- 注意转换（Attention Switch）

  个体在同一时间内对两种或两种以上的刺激进行注意，选择一种进行注意，并且不断转换。



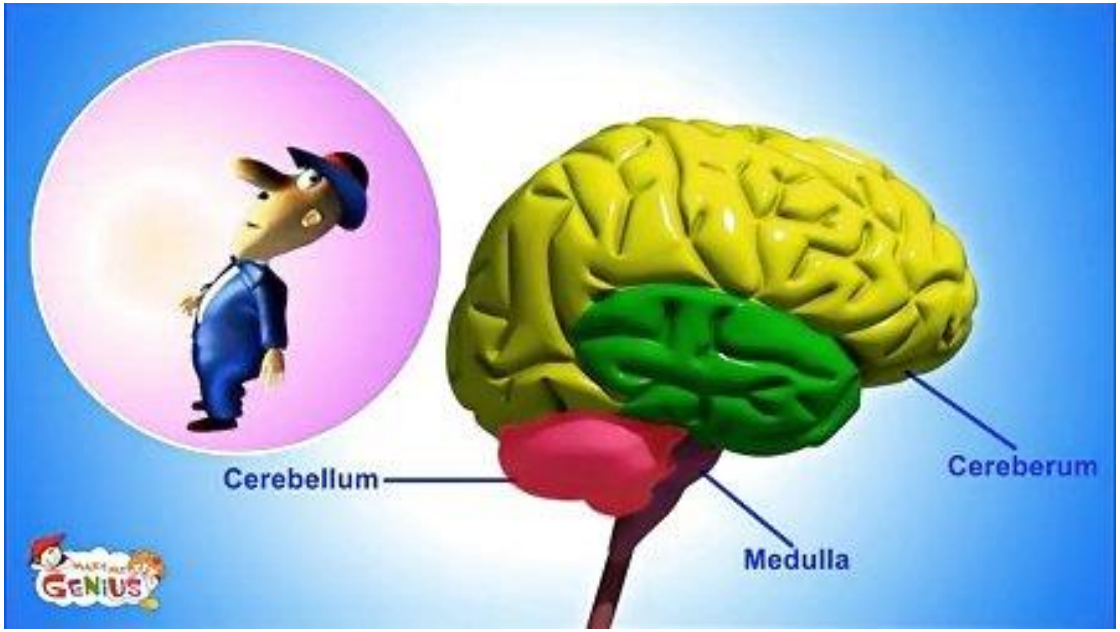
注意的功能

- 保持功能
- 选择功能
- 调节和监控功能

注意的心理学模型

- 过滤器模型
- 衰减模型
- 容量分配模型

神经科学的注意



注意是大脑活动的结果

注意的四大调节功能

- 增强反应（Enhance response）
- 增加灵敏度和分辨能力
  （Increase sensitivity and discriminability）
- 抑制其它刺激的输入
  （Suppress other stimuli）
- 时相上的同步化
  （Temporal synchrony）

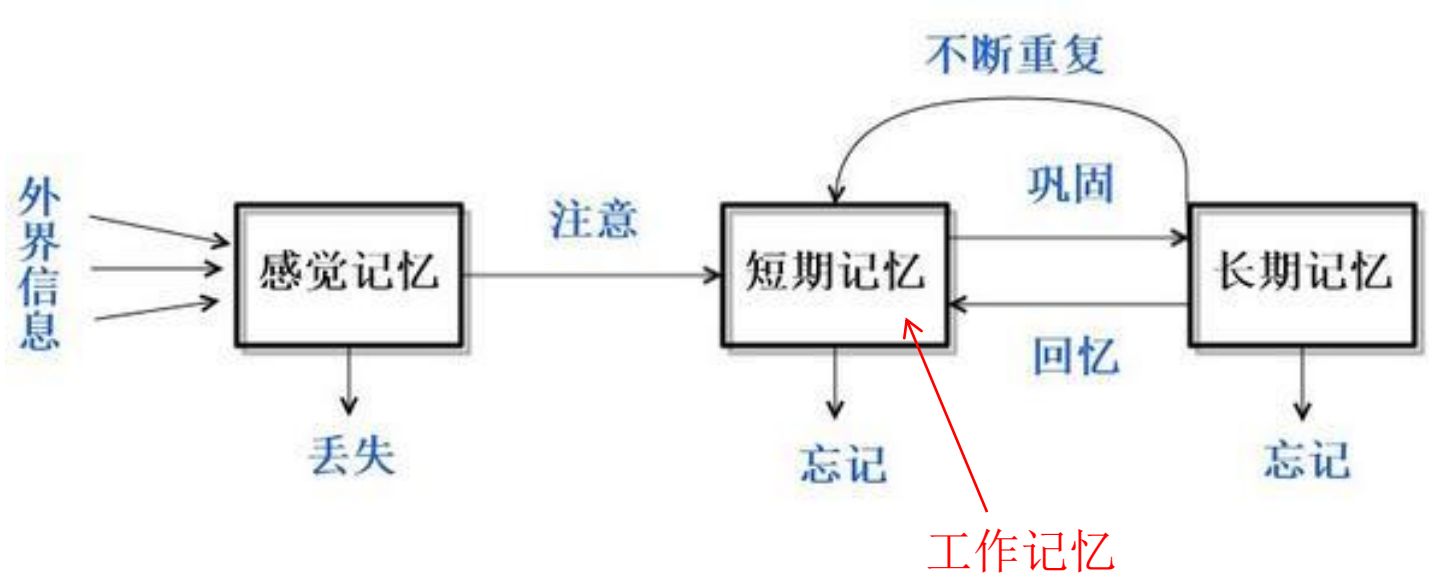
注意的四大成分

- 工作记忆（Working Memory）
- 自下向上的过滤（Bottom-Up Filter）
- 自上而下的调节（Top-down Bias）
- 竞争性选择（Competitive Selection）

1、注意与工作记忆的关系

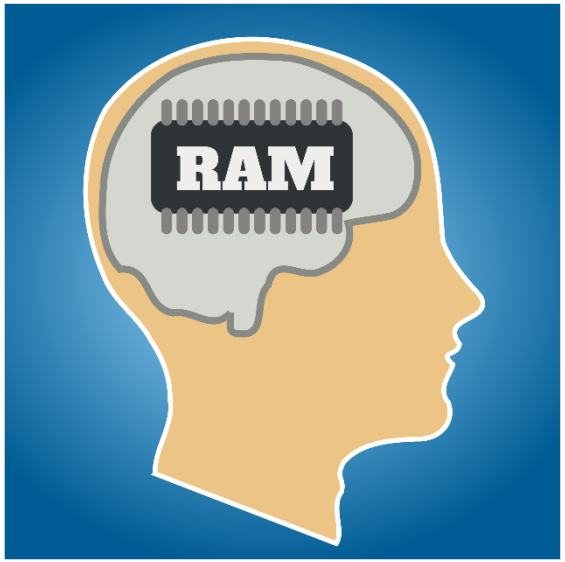
- 什么是工作记忆

工作记忆是一种对信息进行暂时加工和贮存的容量有限的记忆系统



1、注意与工作记忆的关系

- 工作记忆与注意是紧密不可分的
- 当动物注意某一事物时，与该事物相关的信息将进入工作记忆
- 工作记忆的内容是与注意对象相关的信息



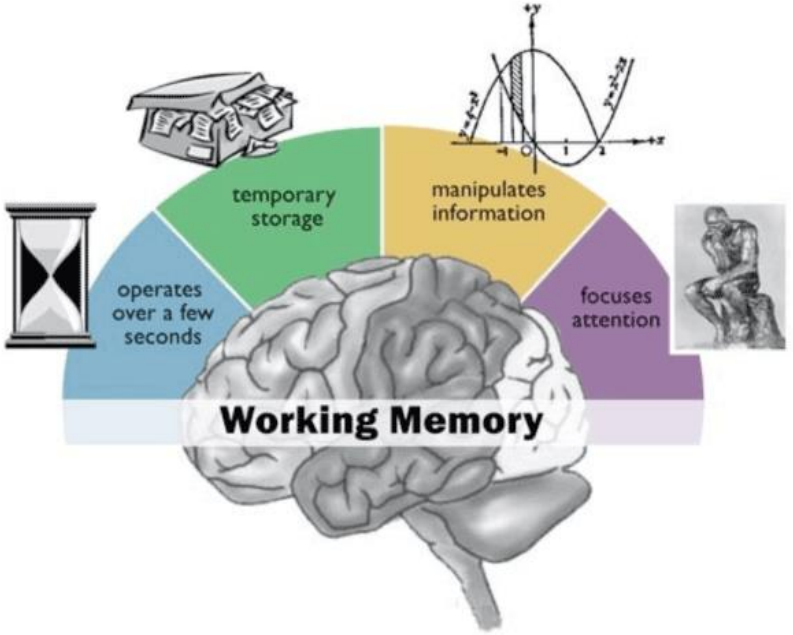
结论：工作记忆表征了注意的对象

Knudsen, 2007 Annu Rev. Neurosci. 30:57-68

1、注意与工作记忆的关系

- 工作记忆在哪里？

所有工作记忆任务
均激活PFC(前额叶)



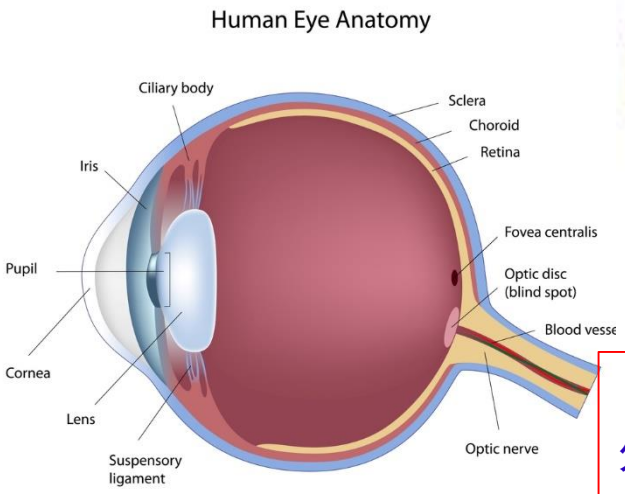
Working memory is a function that is usually distributed widely in the brain, with the PFC acting as an executive controller

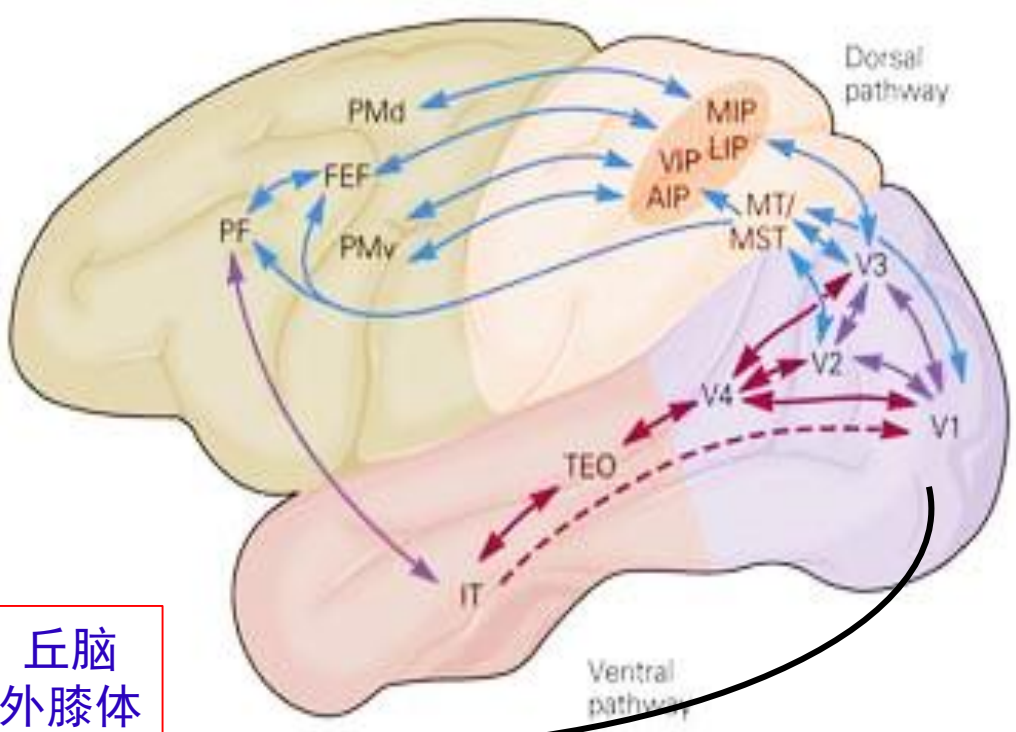
Knudsen, 2007 Annu Rev. Neurosci. 30:57-68

2、自下而上的过滤（Bottom-up Filter）

视觉通路

背侧通路　Where？





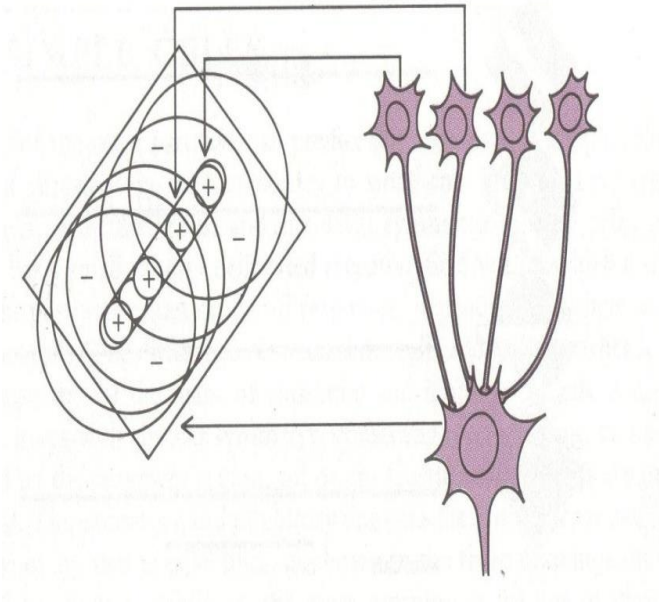
丘脑
外膝体
LGN

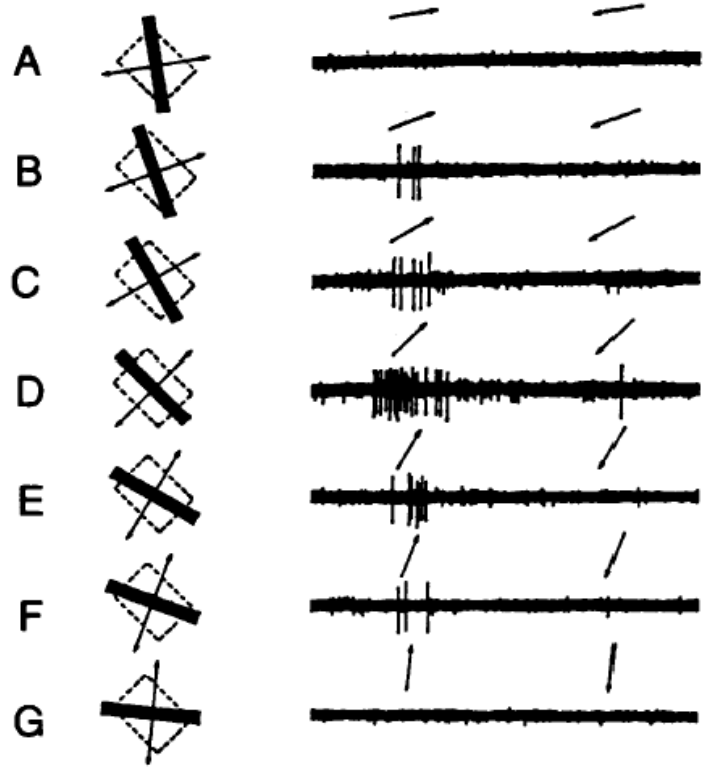
腹侧通路　What？

2、自下而上的过滤（Bottom-up Filter）

视觉通路越往上行，
神经元选择性越高

LGN





朝向选择性神经元

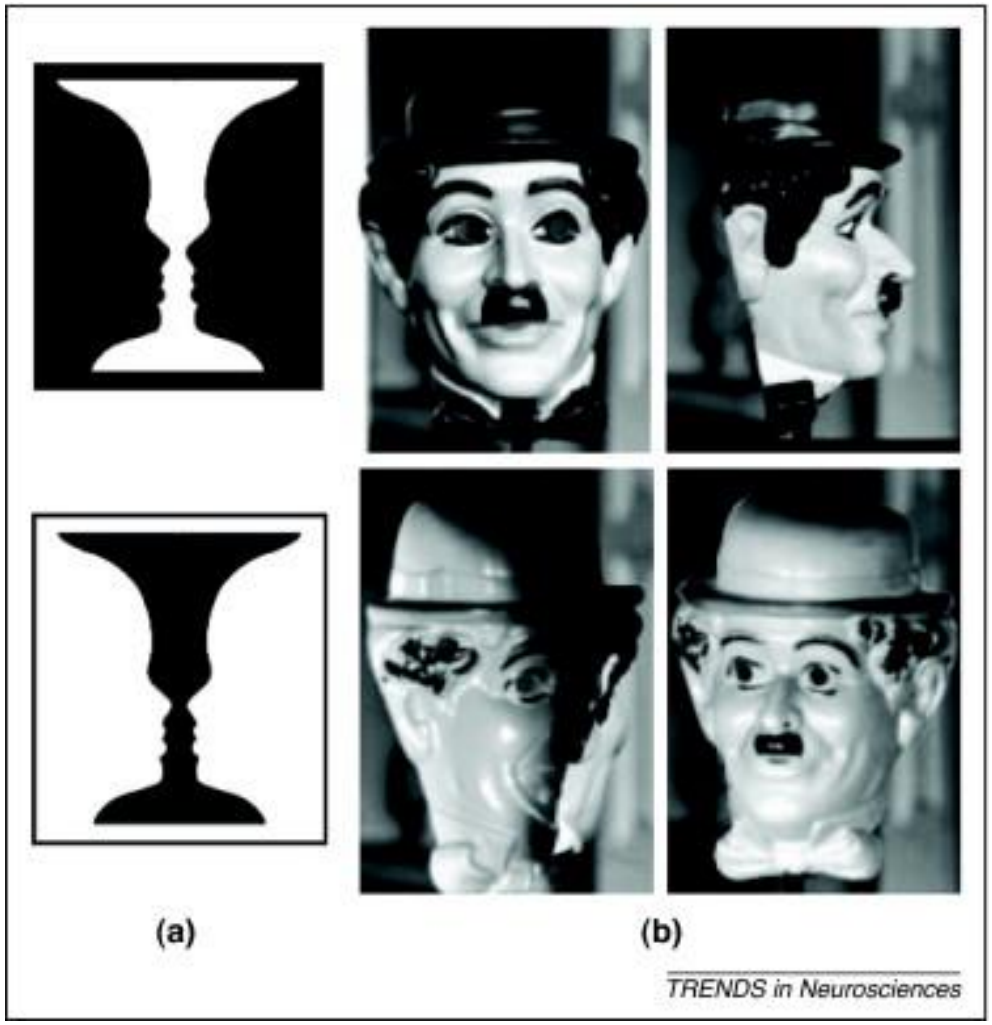
2、自下而上的过滤（Bottom-up Filter）

无意注意

3、自上而下的调节（Top-Down Bias）

无意注意搞不定

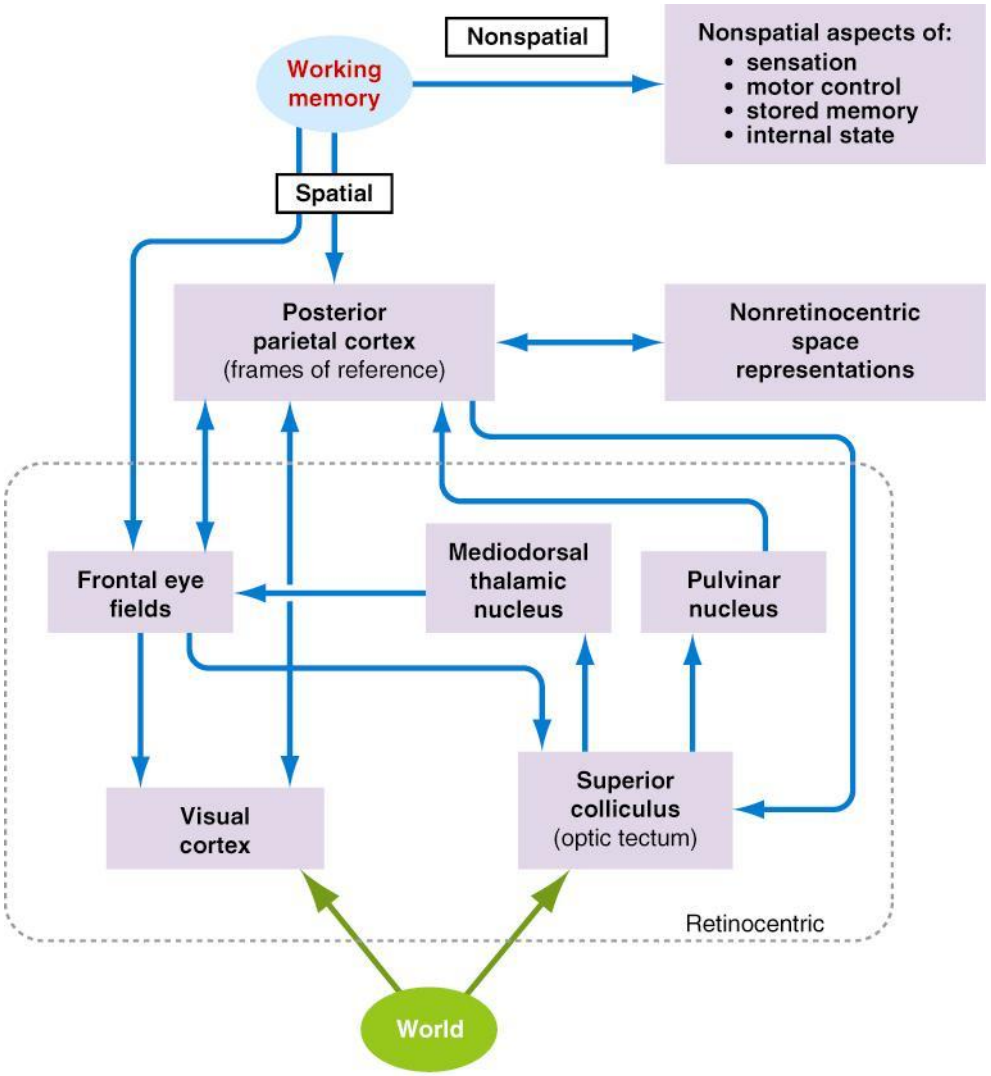
3、自上而下的调节（Top-Down Bias）



可控的和不可控的Top-down调节

3、自上而下的调节（Top-Down Bias）

3、自上而下的调节（Top-Down Bias）

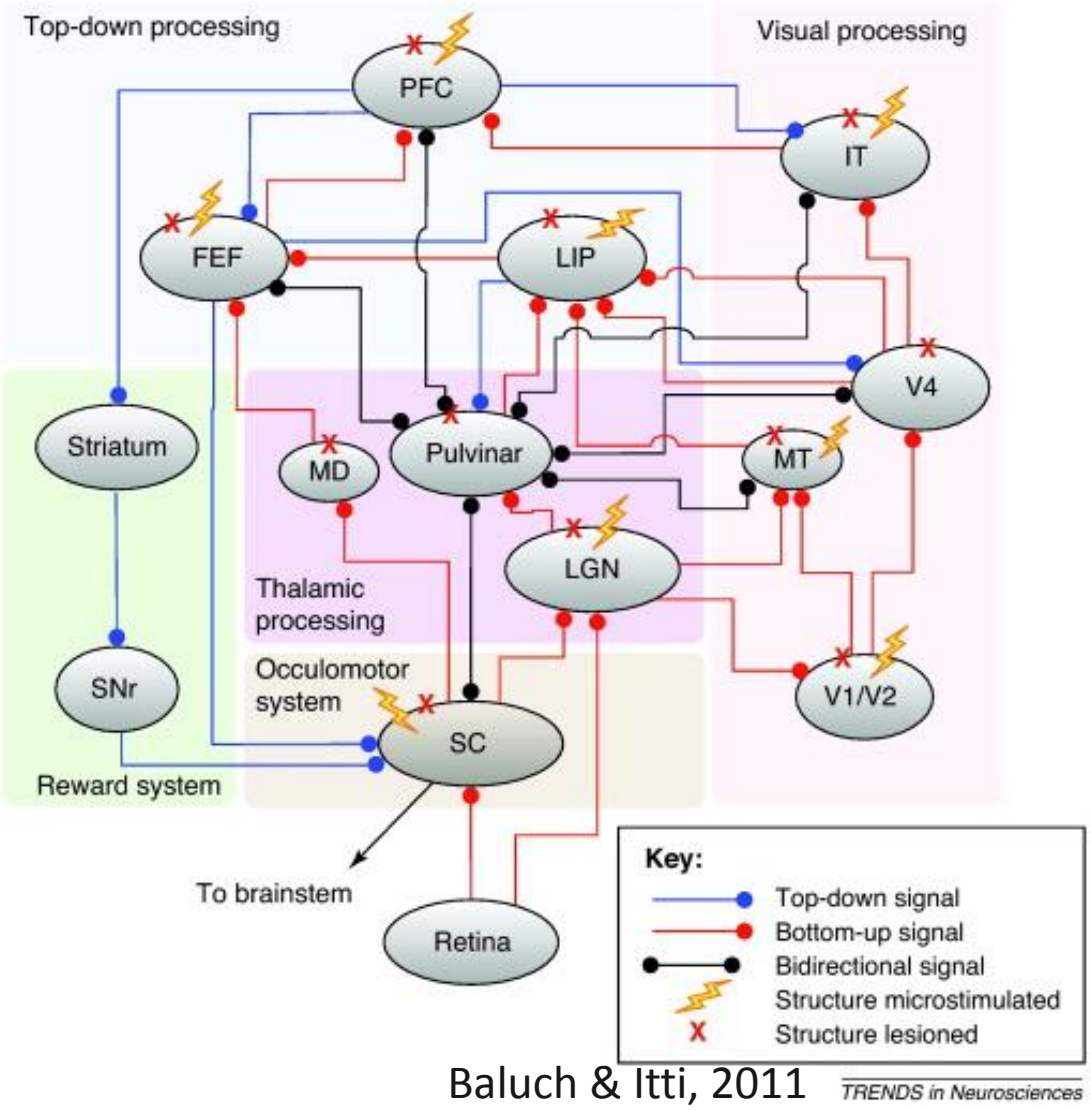


Knudsen EI. 2007.
Annu. Rev. Neurosci. 30:57–78

Top-down sensitivity control.

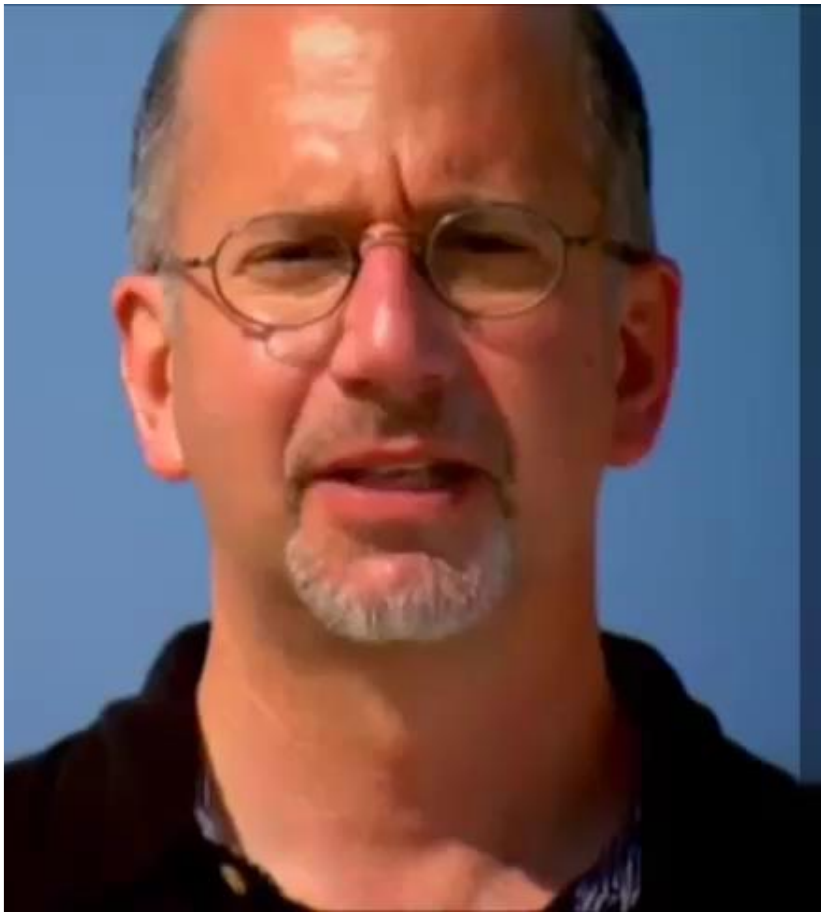
Blue arrows: Bias signals that regulate neural responsiveness.
Green arrows: bottom-up information filtered for salience in the superior colliculus and in visual cortical areas.

3、自上而下的调节（Top-Down Bias）



Baluch & Itti, 2011 TRENDS in Neurosciences

4、竞争性选择（Competitive Selection）



Ba

4、竞争性选择（Competitive Selection）

Fa

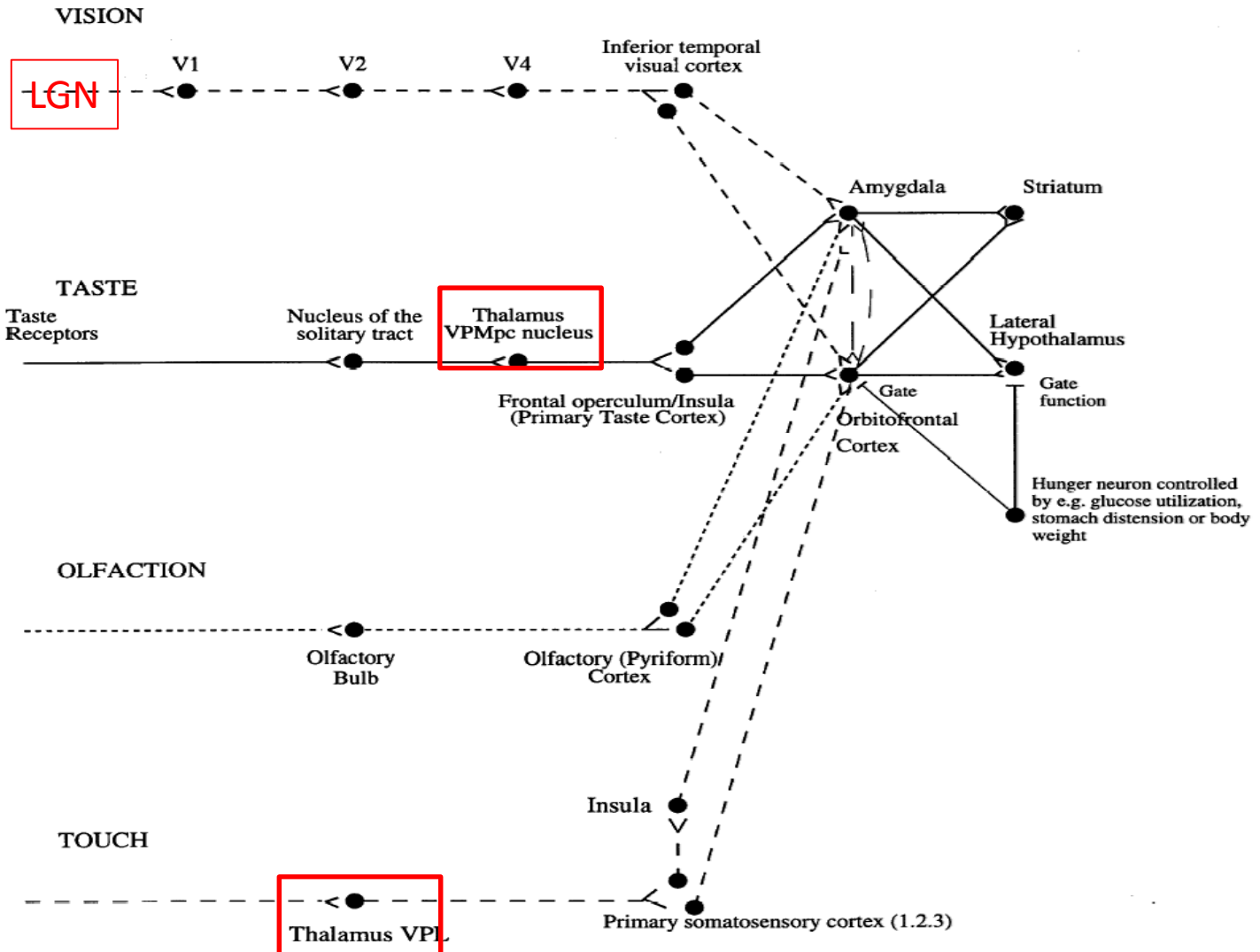
4、竞争性选择（Competitive Selection）

Fa

Ba

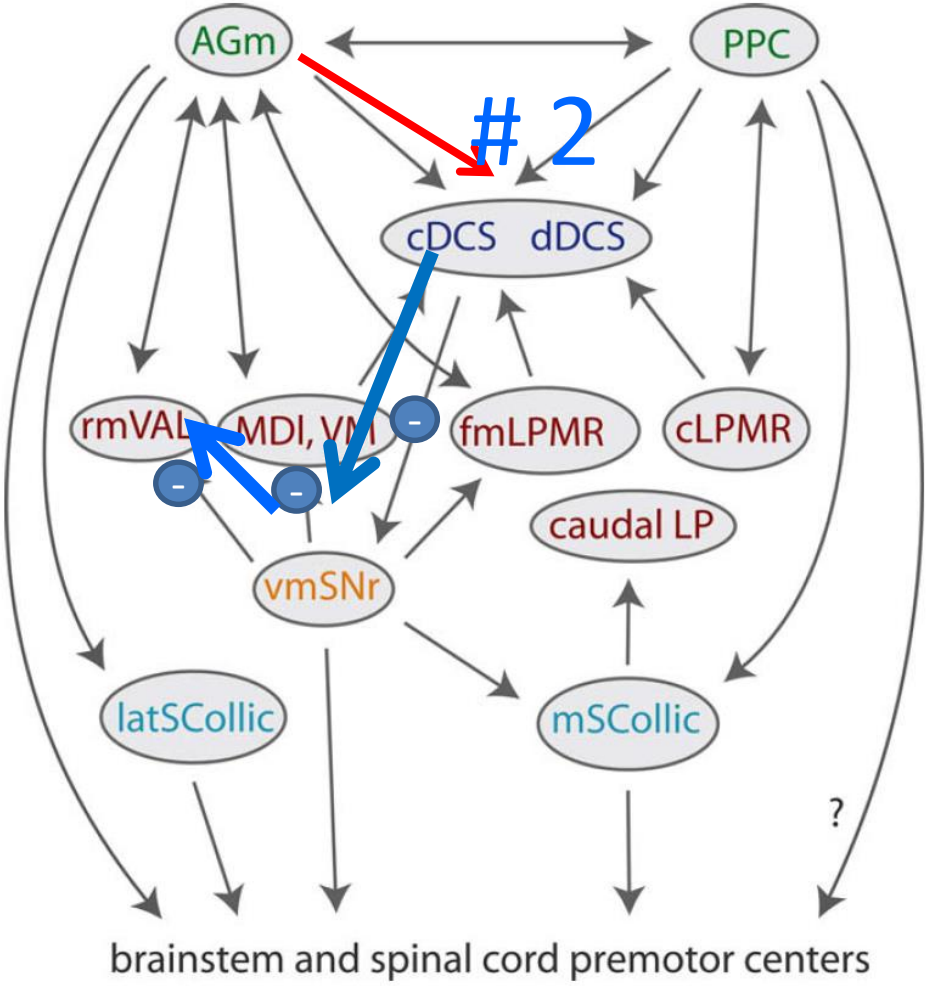
竞争性选择的途径(1)

Thalamus shutdown



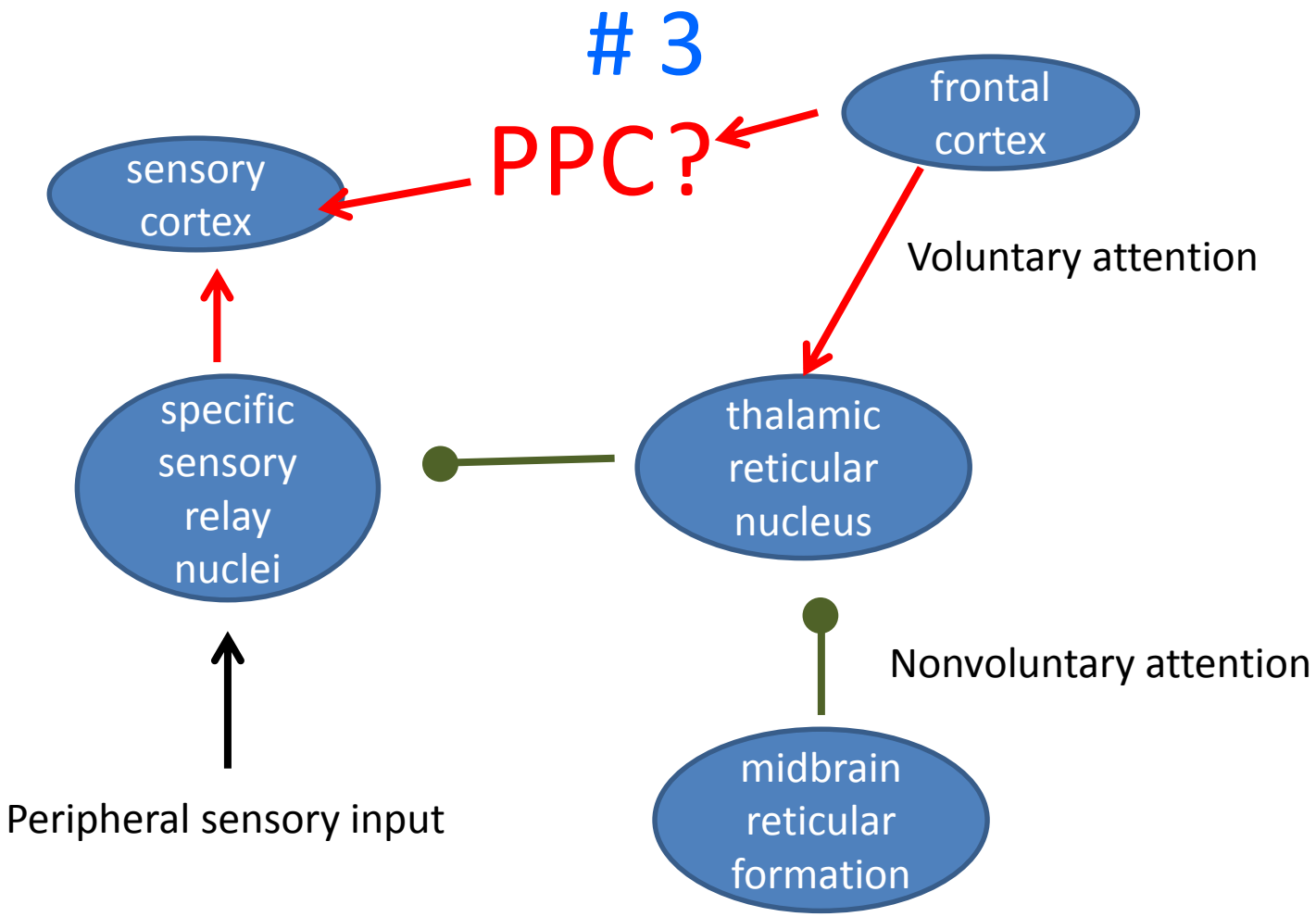
竞争性选择的途径(2)

Thalamo-Cortical-Basal Ganglia networks

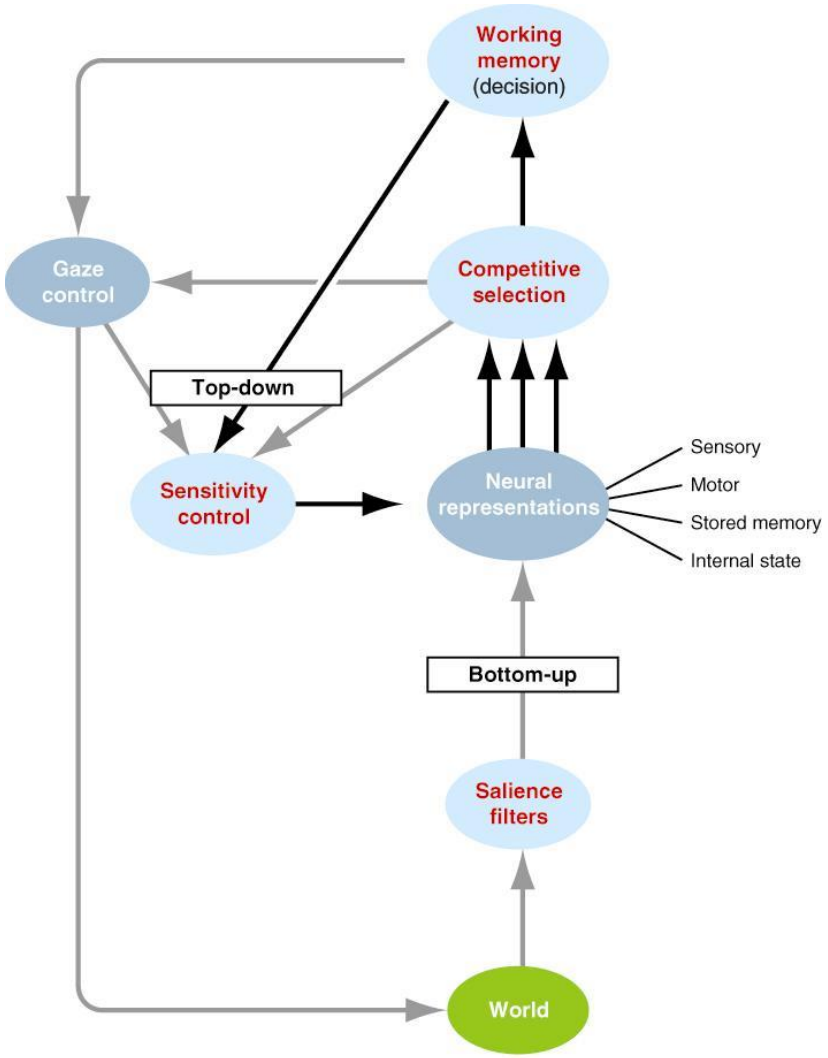


Reep and Corwin, 2009

竞争性选择的途径(3)


3
PPC?
frontal cortex
sensory cortex
Voluntary attention
specific sensory relay nuclei
thalamic reticular nucleus
Nonvoluntary attention
midbrain reticular formation
Peripheral sensory input

小结：神经科学的注意



Knudsen EI. 2007.
Annu. Rev. Neurosci. 30:57–78

工作记忆

自下向上的过滤

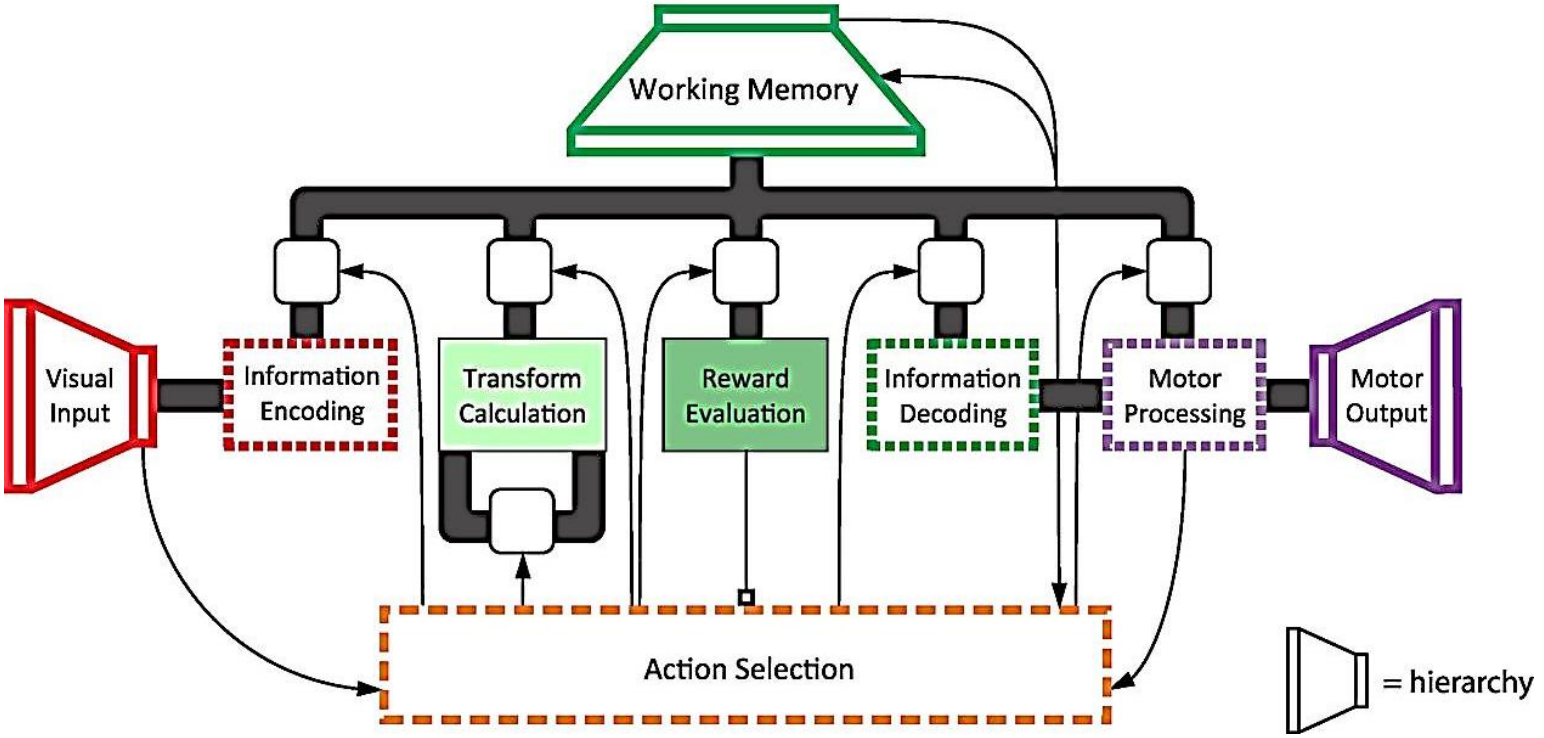
自上而下的调节

竞争性选择

计算机科学的注意

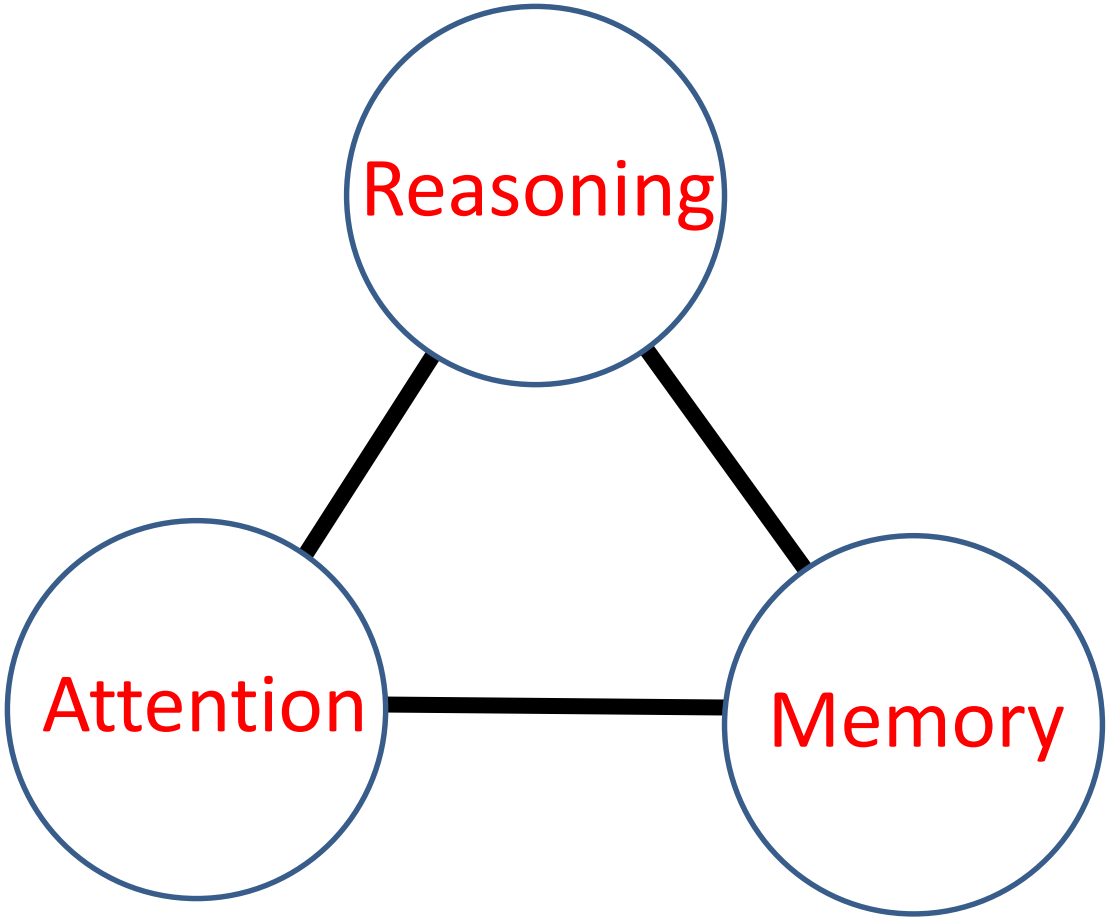
SPAUN

A Large-Scale Model of the Functioning Brain



Eliasmith, et al Science 2012

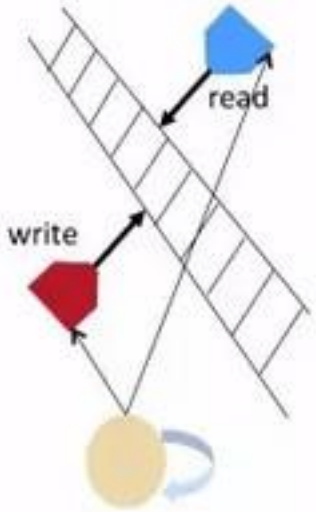
推理、注意、记忆（RAM）模型



Bengio: Attention让深度学习取得巨大成功

Attention Mechanisms for Memory Access

- Neural Turing Machines (Graves et al 2014)
- and Memory Networks (Weston et al 2014)
- Use a form of attention mechanism to control the read and write access into a memory
- The attention mechanism outputs a softmax over memory locations
- For efficiency, the softmax should be sparse (mostly 0's), e.g. maybe using a hash-table formulation.



40

来自Bengio的演讲

Bengio: Attention让深度学习取得巨大成功

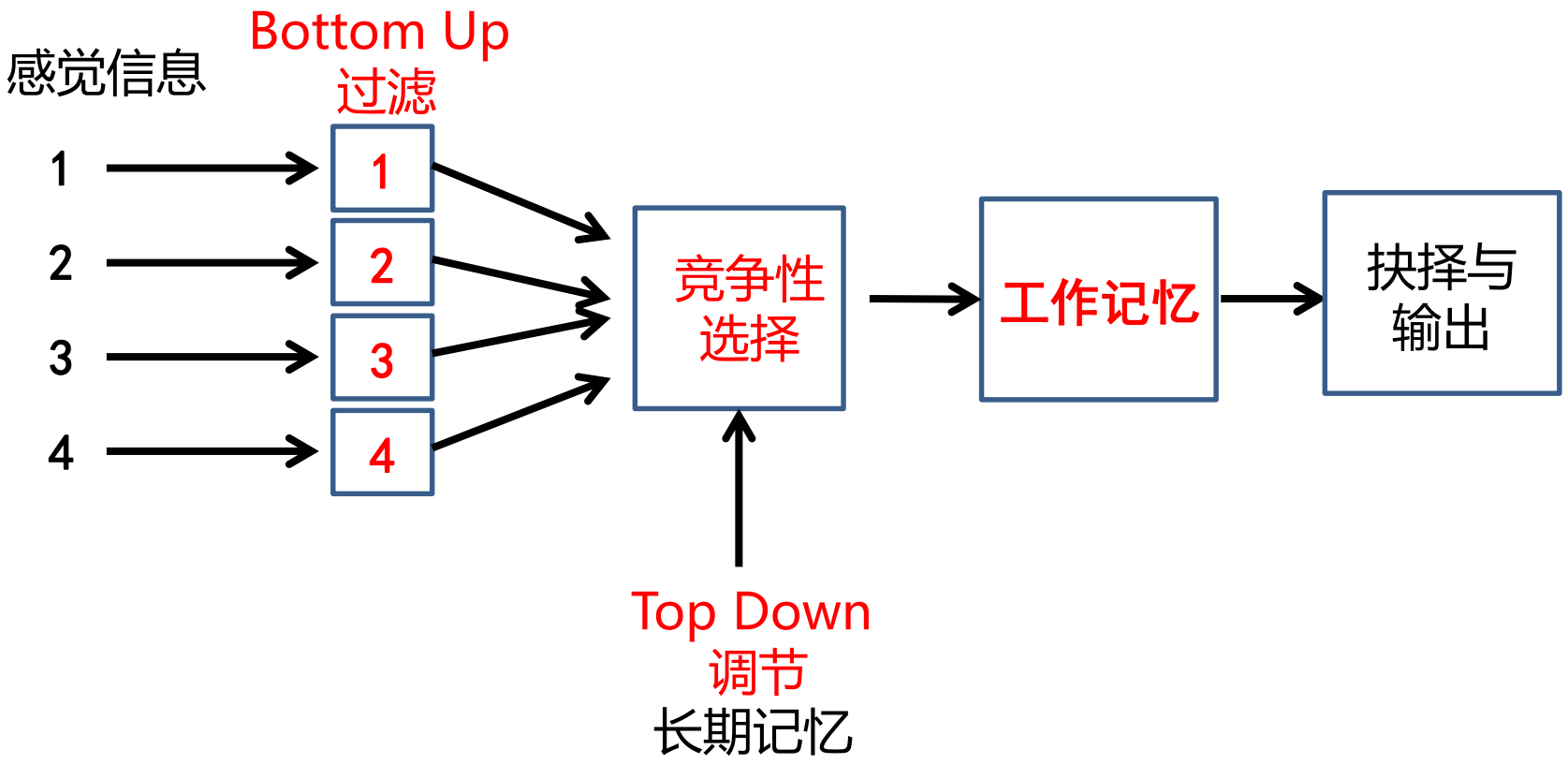
Conclusions

- Theory for deep learning has progressed substantially on several fronts: why it generalizes better, why local minima are not the issue people thought, and the probabilistic interpretation of deep unsupervised learning.
- Attention mechanisms allow the learner to make a selection, soft or hard
- They have been extremely successful for machine translation and caption generation
- They could be interesting for speech recognition and video, especially if we used them to capture multiple time scales
- They could be used to help deal with long-term dependencies, allowing some states to last for arbitrarily long

45

来自Bengio的演讲

总　结



改自 Donald Broadbent的选择性注意理轮模型

The End

Thanks For Your Attention .