



中国科学院
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

从神经元到认知计算

何 清

heqing@ict.ac.cn

中科院计算技术研究所



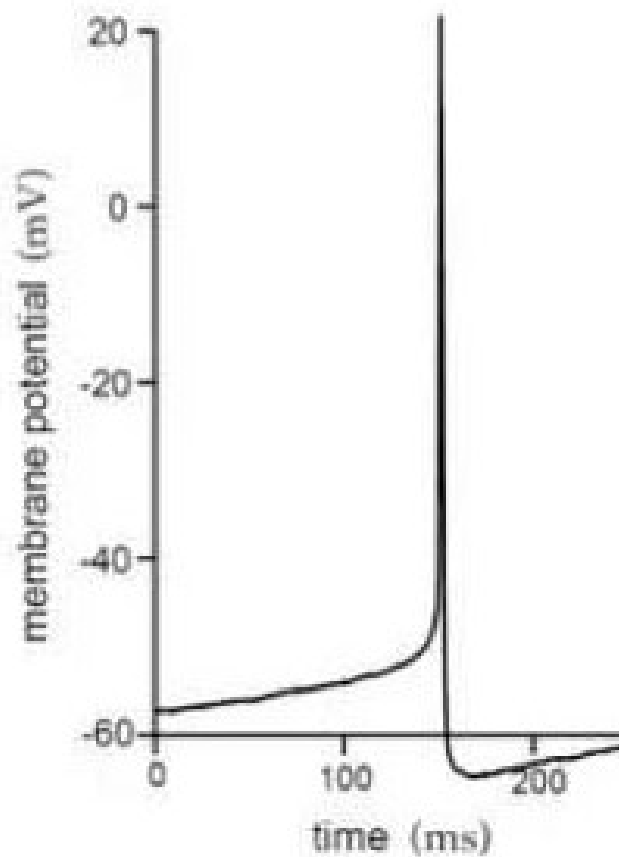
中国科学院计算技术研究所
Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences



从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences



动作电位



从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences



David Marr
(1945– 1980)

- *Learning level: How the system gradually learns to do what it does*
- computational level: what does the system do why does it do these things
- algorithmic/representational level: how does the system do what it does
- implementational/physical level: how is the system physically realised





从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

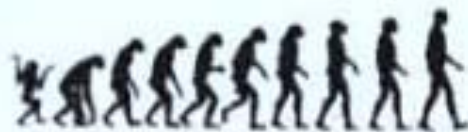
理解脑计算



明确不同尺度脑信息处理的基本单元



明确脑信息处理的重要原理和过程



揭示脑功能进化的过程和原理

阐明执行脑功能的基本结构单元，
为类脑计算的体系结构设计提供生物学基础

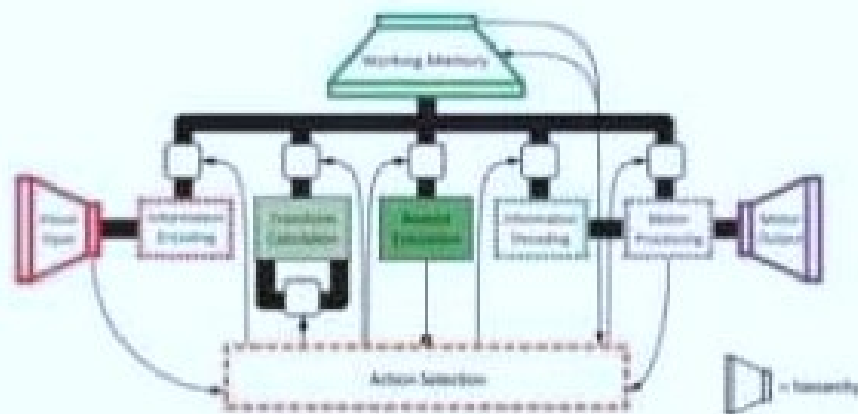
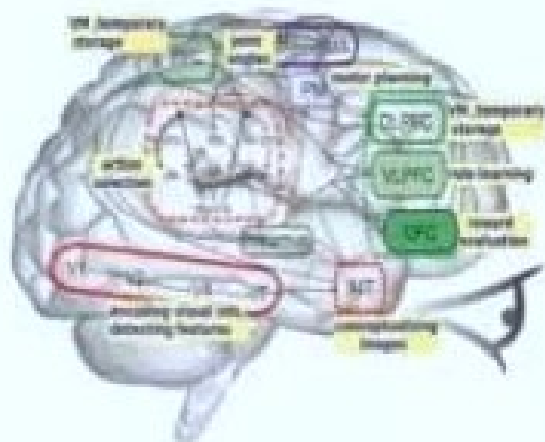


从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

相关研究进展



Eliasmith et al. Science 2012

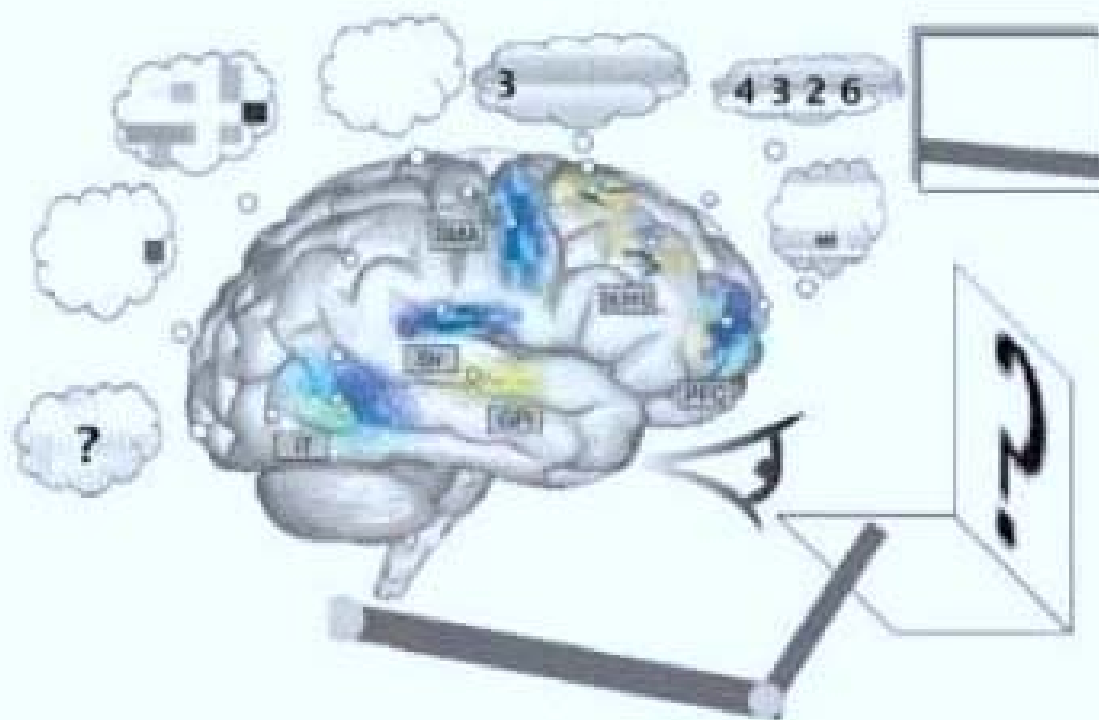


从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

相关研究进展



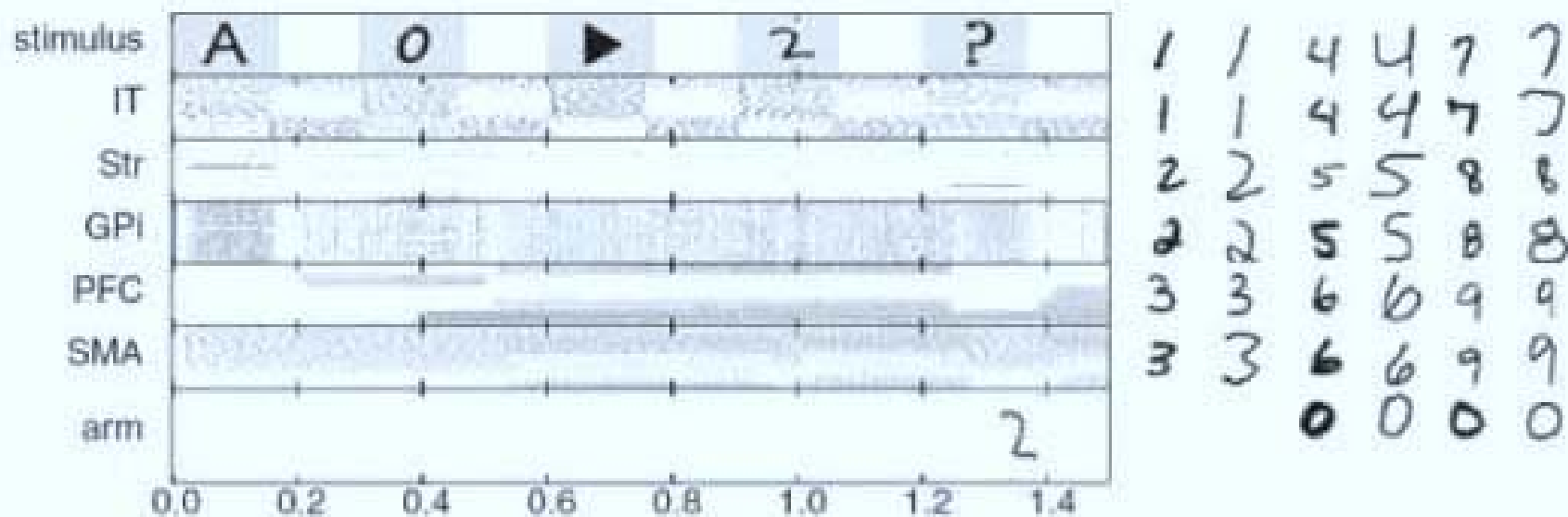


从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

● A0 : copy drawing (needs extraction of details from images)



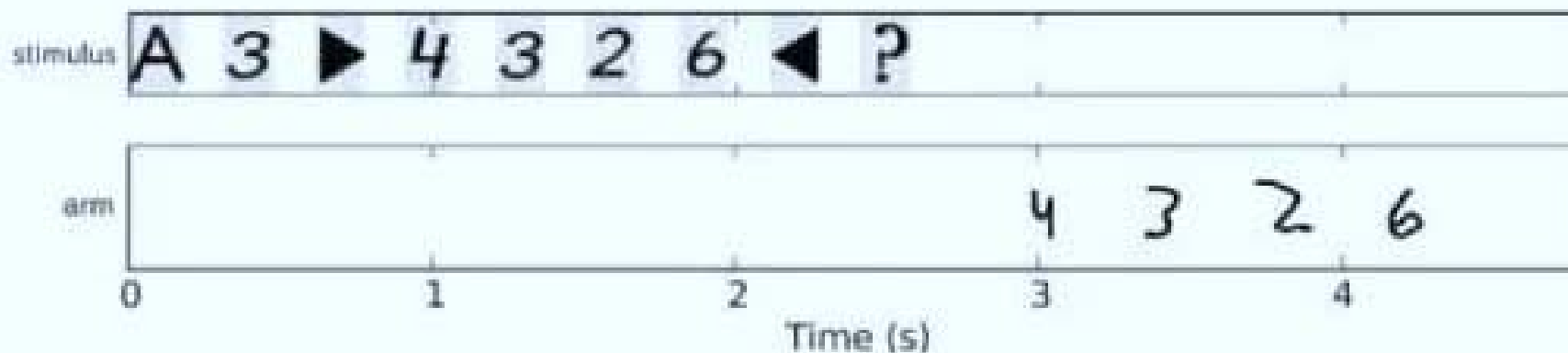


从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

- A3 : remember sequences (needs memorizing long sequences)





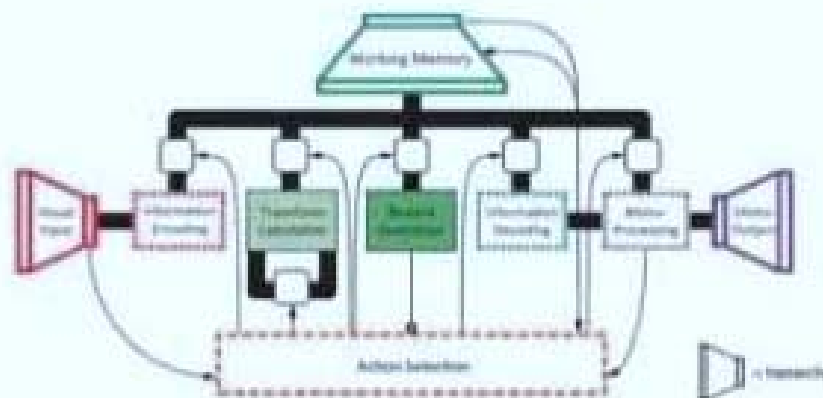
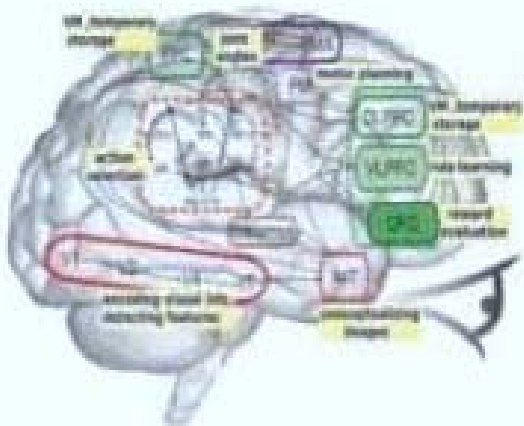
-
- The diagram illustrates the stimulus and arm response over a 12-second period. The stimulus sequence is: 7, 1, 1, 1, 1, 4, 4, 4, 4, 4, 5, 5, 5. The arm response is shown as a horizontal line with vertical ticks at 0, 2, 4, 6, 8, 10, and 12 seconds. The arm is at the starting position (0) until approximately 10.5 seconds, where it begins to move, indicated by three curved arrows pointing right.



从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences



Eliasmith et al. Science 2012

现在对于脑功能模块的划分过于粗糙，
需要更加精细准确的脑分区图谱



从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

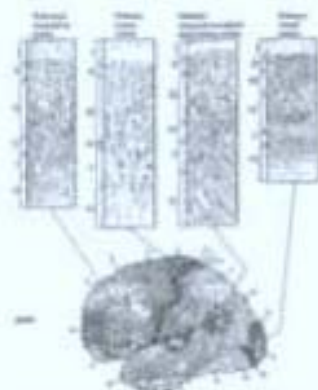
传统解剖学方法
现代脑成像方法

明确宏观尺度的基本功能单元：脑网络组图谱

(蒋田仔研究员团队)



标本组织切片



基于细胞构筑的脑区划分

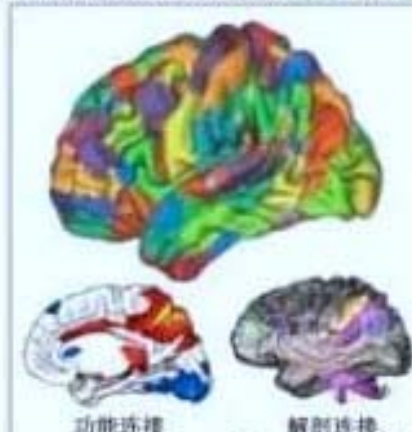
Brodmann's atlas 1909 52 areas



JU-Brain(近20年的工作, 完成70%, 120 areas)



Brainnetome atlas (Version 1.0, 306 areas)



活体多模态脑成像



基于脑连接信息的脑区划分



从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

脑网络组图谱在类脑计算中的应用

	大脑区域划分	可能应用
	布洛卡区与维尼克区	自然语言处理
	颞叶视觉皮层	复杂图形识别
	顶叶皮层	空间位置信息处理
	额叶皮层	在线决策系统
	海马及内嗅皮层	时域信息整合与导航



从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

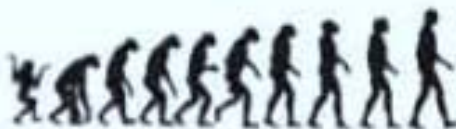
理解脑计算



明确不同尺度脑信息处理的基本单元



明确脑信息处理的重要原理和过程



揭示脑功能进化的过程和原理

阐明脑网络信息存储、传递及处理的动态过程，为建立类脑计算的理论与算法奠定基础；

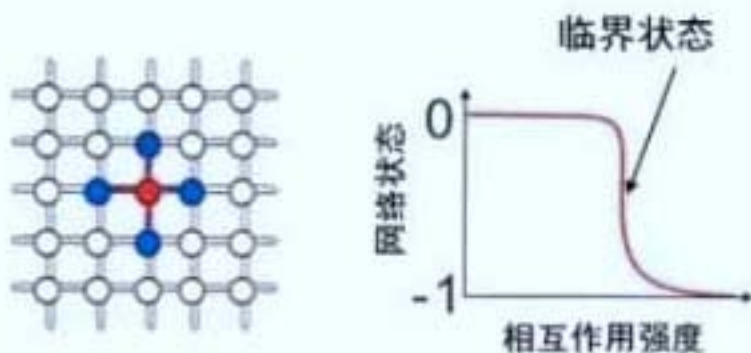


从神经元到认知计算

中国科学院

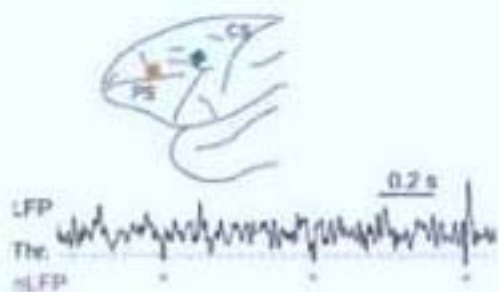
Chinese Academy of Sciences

大脑皮层的临界状态研究



猕猴，局部场电位

人，MEG



首次证明脑网络活动位于热力学临界态附近, 为理解这些现象提供了一个统一的框架

- 对整体状态的有效调节
- 系统信息表征能力最大
- 对外界刺激最敏感
- 位于混沌与有序的边缘

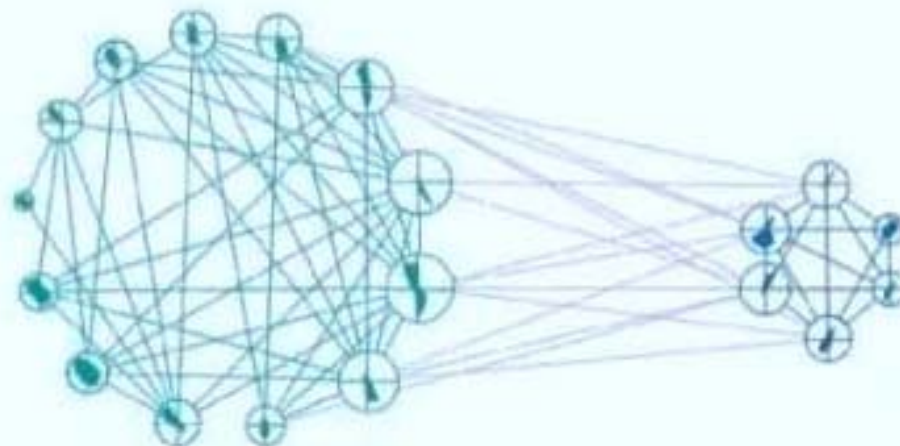
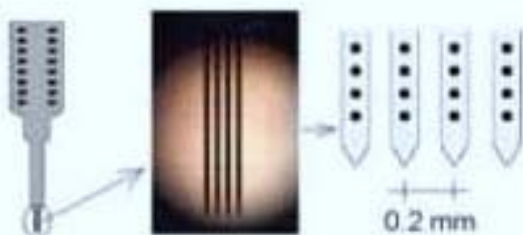


从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

视皮层神经网络的结构与功能

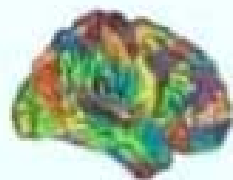
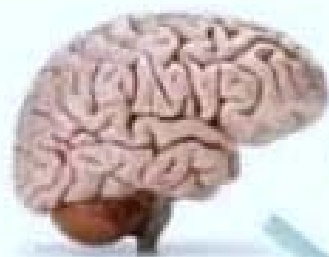


- 运用复杂网络分析，首次发现视觉皮层神经网络小世界结构
- 小世界特性与视觉皮层方位选择性密切相关
- 有利于神经元通过同步活动进行视觉信息的整合



从神经元到认知计算

理解脑计算



明确不同尺度脑信息
处理的基本单元



明确脑信息处理
的重要原理和过程



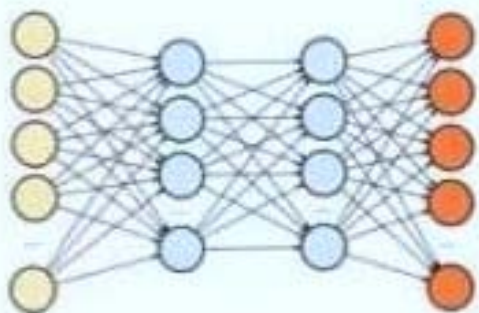
揭示脑功能进化的过
程和原理

阐明神经网络通过进化过程不断完善
的机制，为实现持续自组织演进的类脑计
算系统提供借鉴



从神经元到认知计算

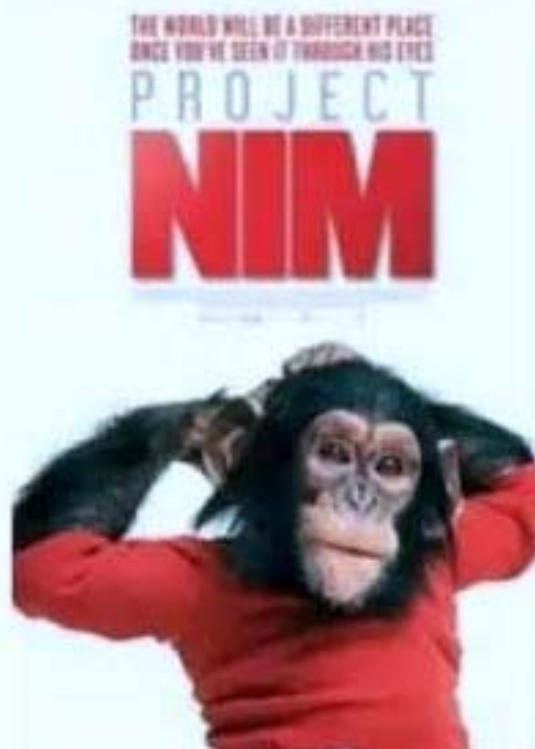
研究如何将先验知识压缩及注入神经网络



目前的人工神经网络不依赖于先验知识

V. S.

脑网络出生时即蕴含了大量的先验知识

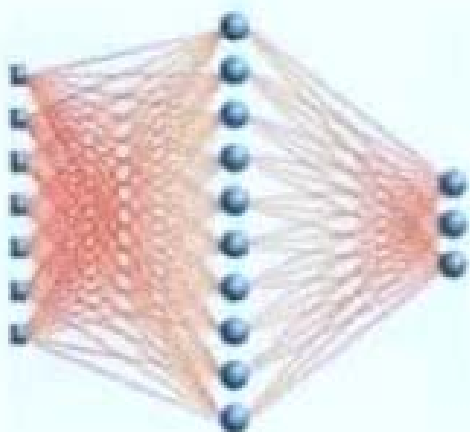




从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences



类脑计算系统的设计和实现

设计类脑信息处理系统的体系结构及硬件方案、研发类脑算法和软件，研制高效率、低能耗的信息处理系统，突破现有计算系统和信息技术面临的瓶颈

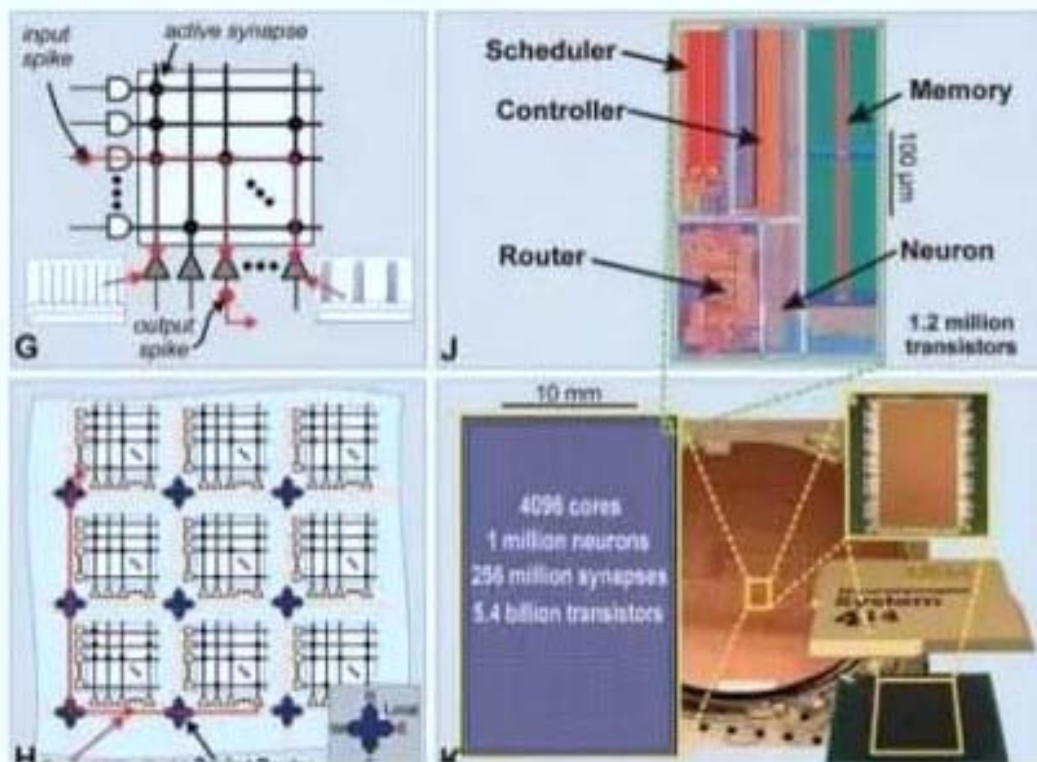


从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

相关研究进展 (1)



Neuromorphic 芯片
(分布式处理, 事件驱动,
低耗能, 小体积)

Merolla *et al.* Science 2014

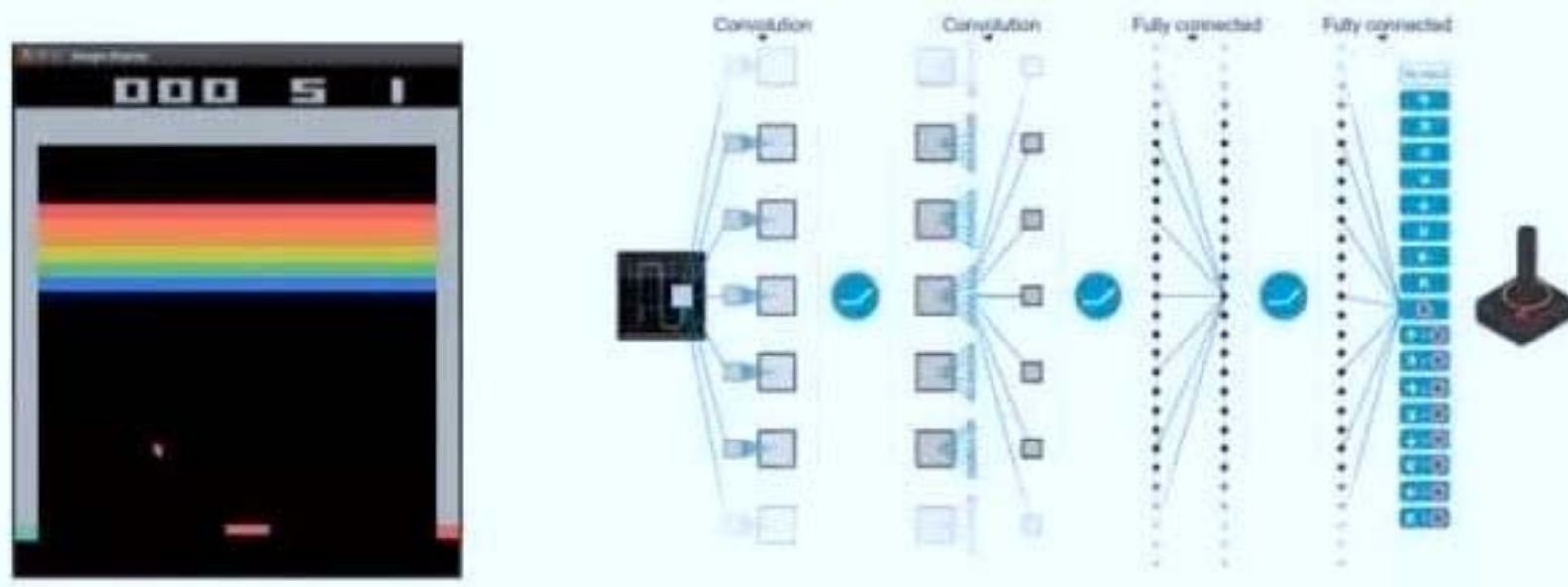


从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

相关研究进展 (2)



Mnih et al. Nature 2015



从神经元到认知计算

中国科学院

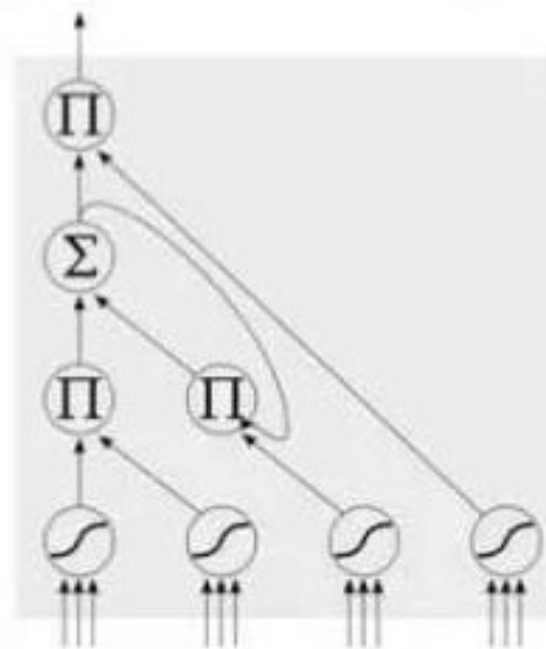
Chinese Academy of Sciences

临界态网络处理时序信息



利用自组织临界网络实现状态的自适应调节，提升时序信息处理能力。

Long short-term memory network





从神经元到认知计算

中国科学院

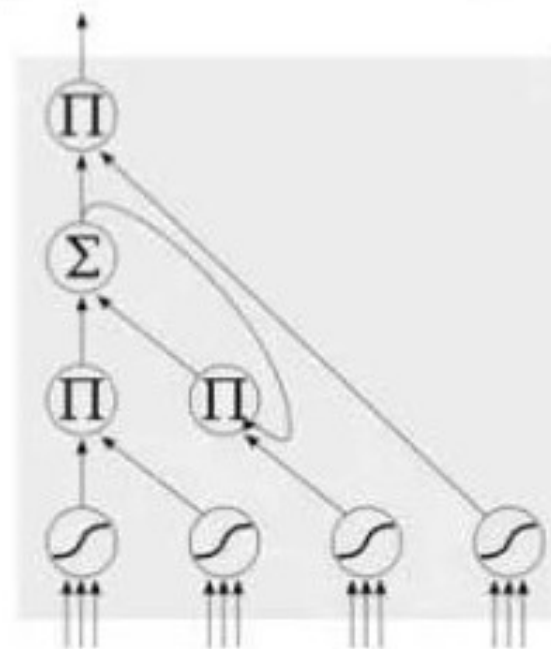
Chinese Academy of Sciences

临界态网络处理时序信息



利用自组织临界网络实现状态的自适应调节，提升时序信息处理能力。

Long short-term memory network





从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences



类脑计算系统的应用

探索类脑人工智能在智能机器人、自动驾驶、大数据处理、精准医疗、智能制造等领域的应用。



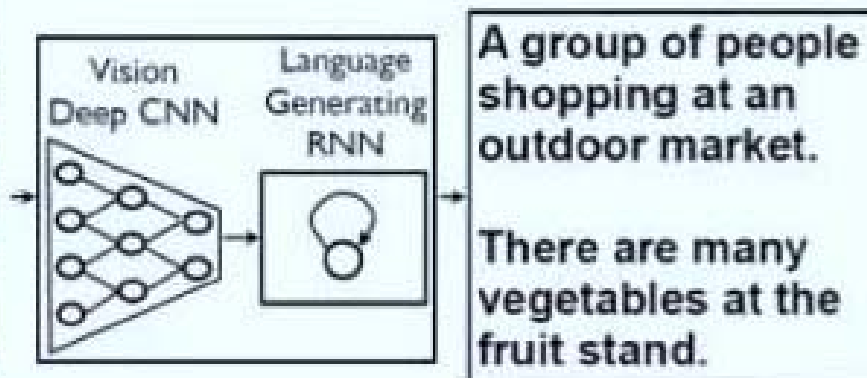


从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

相关研究进展





从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

相关研究进展



A person riding a motorcycle on a dirt road.



A herd of elephants walking across a dry grass field.



从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

相关研究进展





从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

相关研究进展





从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

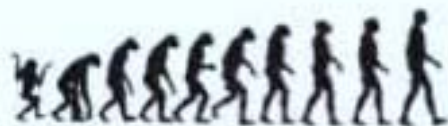
理解脑计算



明确不同尺度脑信息处理的基本单元



明确脑信息处理的重要原理和过程



揭示脑功能进化的过程和原理



类脑计算系统的设计和实现



类脑计算系统的应用



从神经元到认知计算

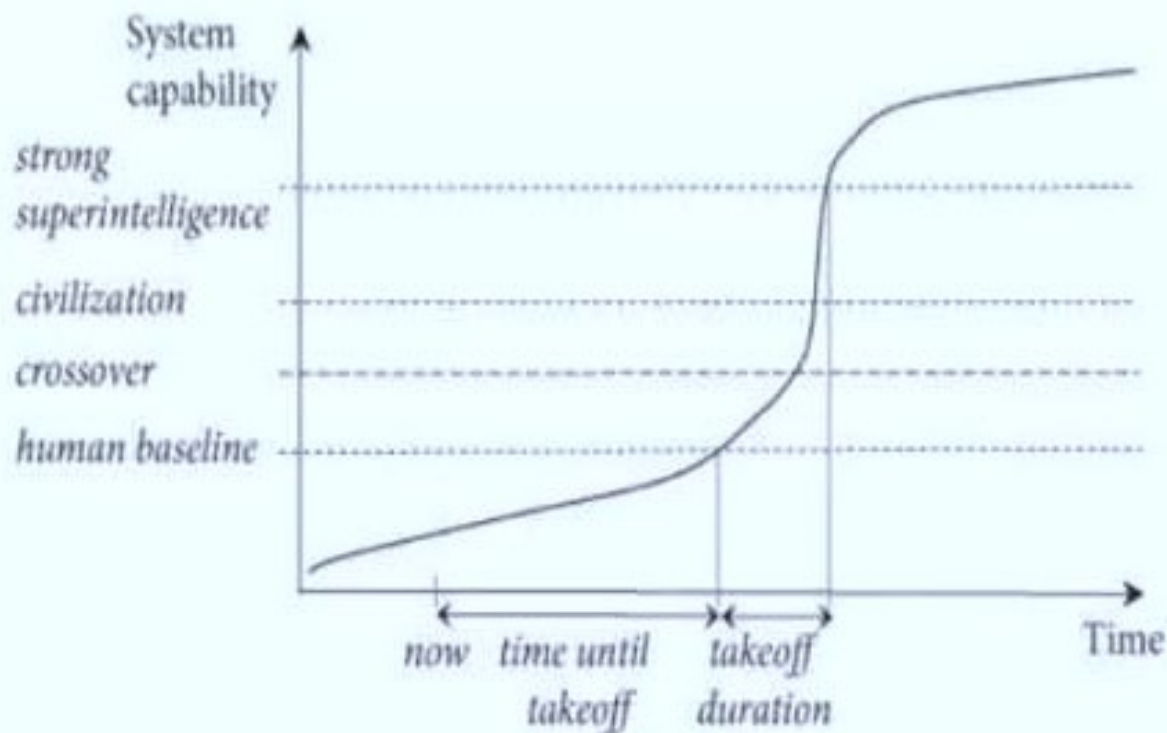
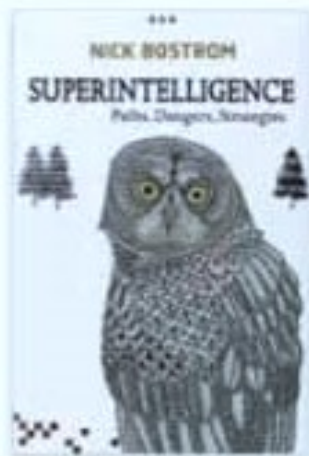
中国科学院

Chinese Academy of Sciences

发展前景



Nick Bostrom





从神经元到认知计算

中国科学院

Chinese Academy of Sciences

发展前景

经济总量倍增时间

农业革命	农业革命前	22 万年
	农业社会	909 年
工业革命	工业社会	6.3 年
	智能化社会	14 天





参考报告

中国科学院

Chinese Academy of Sciences



从神经元到脑网络组 ——神经科学对类脑计算的启示

余 山

中国科学院自动化研究所
2015.10.22

