

认知基础

Cognitive Foundation

第十四章

认知模拟

Cognitive Simulation

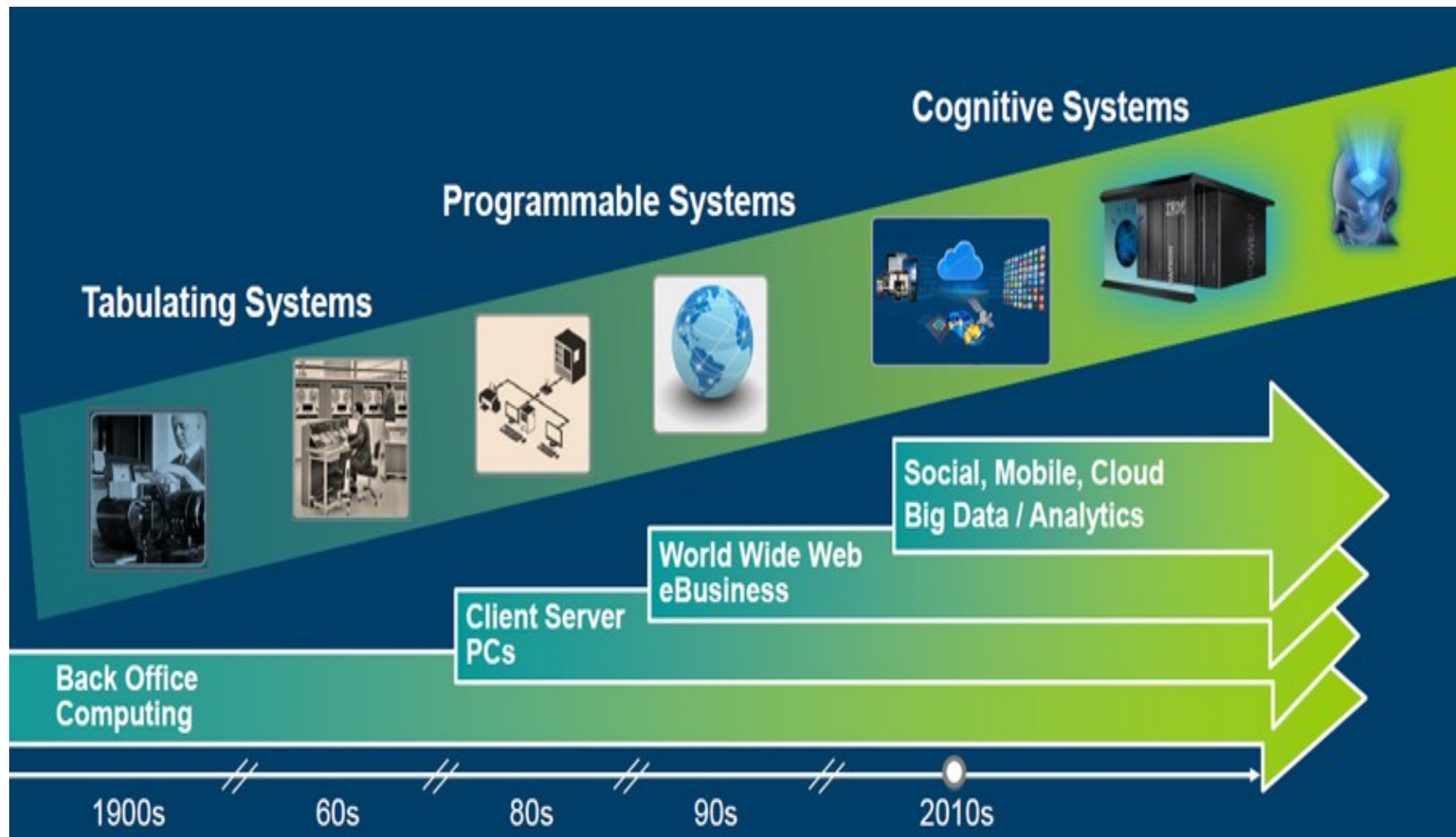
史忠植

中国科学院计算技术研究所
<http://www.intsci.ac.cn/>

内容提要

- 概述
- 兰脑计划
- 人类大脑计划
- 美国BRAIN计划
- SPAUN系统
- 中国脑计划
- 神经形态芯片
- 脑机融合

计算时代



计算时代

1946 ENIAC
宾夕法尼亚大学

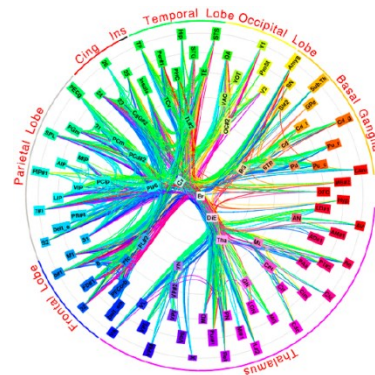
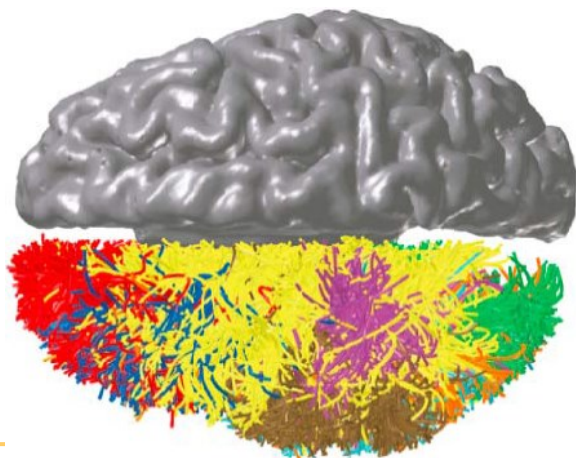


1975 Popular Electronics
大众电子学



认知计算

- 认知计算的目的是发展一个连贯的，统一的，普遍的机制，灵感来自大脑的能力。[IBM, 2011年]
- 它是基于神经形态结构的计算，探索各种过程，包括感觉、感知、行动、情感和认知。



智能时代

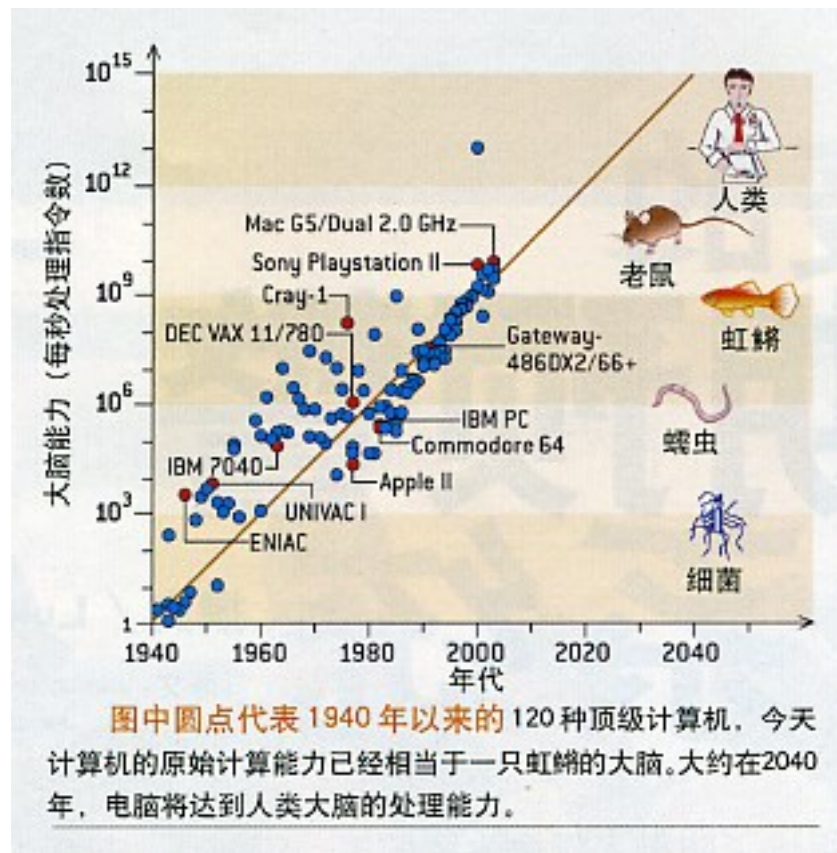
人类从磨擦起火把机械能转变为热能,瓦特发明蒸汽机,又把热能转变为机械能,这是人类历史上两次最伟大的创举,创造了人类前文明史。智能革命将开创人类后文明史。与能量革命实现能量的转换与利用不同,智能革命实现智能的转换与利用,即人把自己的智能赋予机器,智能机把人的智能转换为机器智能,并放大人的智能;人又把机器智能转换为人的智能,加以利用。如果说蒸汽机魔术般地创造了工业社会,那么智能机也一定能奇迹般地创造出智能社会

智能革命的突破口

21世纪是智能革命的世纪，我们正沿着信息高速公路迈向智能时代的入口处。以智能科学技术为核心、生命科学为主导的高科技，将掀起一次新的高科技革命----智能技术革命。特别是智能技术、生物技术与纳米技术相结合，研制具有生物特征的智能机，将是21世纪高技术革命的突破口。

重大挑战

经过60多年的发展，计算机的运算速度达到几百万亿次，但是其智能水平极为低下。研究机器的高性能与人的高智能相结合，成为探索信息处理的高效能的有效途径。开展类脑计算机的研究并取得突破性进展，将对我国经济和社会可持续发展，国家安全和国防建设，信息产业的提升等带来重要的推动作用。



Cite from 《Scientific American》

通用人工智能

- 通用人工智能 (Artificial General Intelligence, AGI) 是具有一般人类智慧，可以执行人类能够执行的任何智力任务的机器智能。通用人工智能必须具有的：
 - 自动推理，使用一些策略来解决问题，在不确定性的环境中作出决策
 - 知识表示，包括常识知识库
 - 自动规划
 - 学习
 - 使用自然语言进行沟通
 - 协同完成同一个目标

通用人工智能

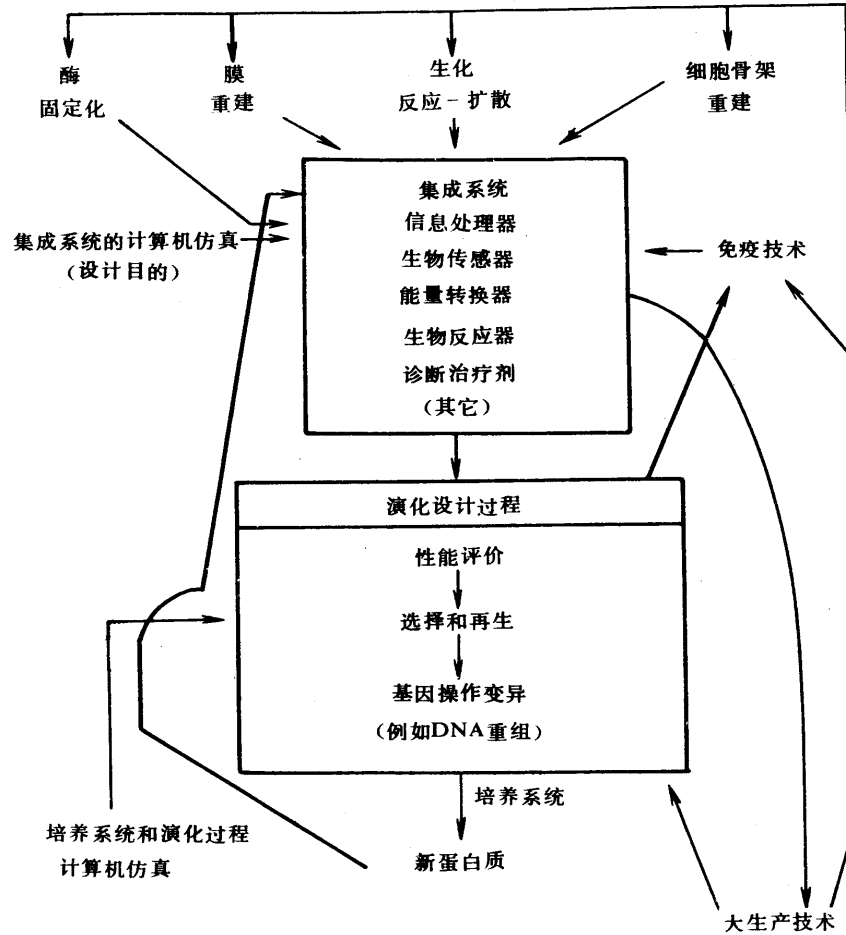


- Ben Goertzel, 美国通用人工智能会议主席，奇点大学顾问、Humanity+世界超人协会副主席、财务预测公司 Aidyia Holdings 首席科学家、机器人公司 Hanson Robotics 首席科学家、人工智能软件公司 Novamente LLC 公司董事长、OpenCog 基金会董事长，厦门大学福建省仿脑智能系统重点实验室客座教授，2007年，著作“Artificial general intelligence”全面介绍了如何构造一个全面的思考机器，对通用人工智能提出了很多思考和待解决问题。

通用人工智能

- 2015年，奥尔特曼和埃隆·马斯克创建OpenAI，目标是开发通用人工智能
- 谷歌AI负责人Jeff Dean近日接受《连线》专访，透露谷歌正在尝试构建具有通用智能、而非高度专业化智能的系统。
- 通用人工智能/强人工智能虽说是人工智能研究的最终目标，可是就现状来看，弱人工智能仍是研究发展的重点。通用人工智能的实现，离不开机器与意识、感性、知识和自觉等人类特征的连结，目前还有很长的路要走。

分子神经计算机



分子神经计算机的体系结构

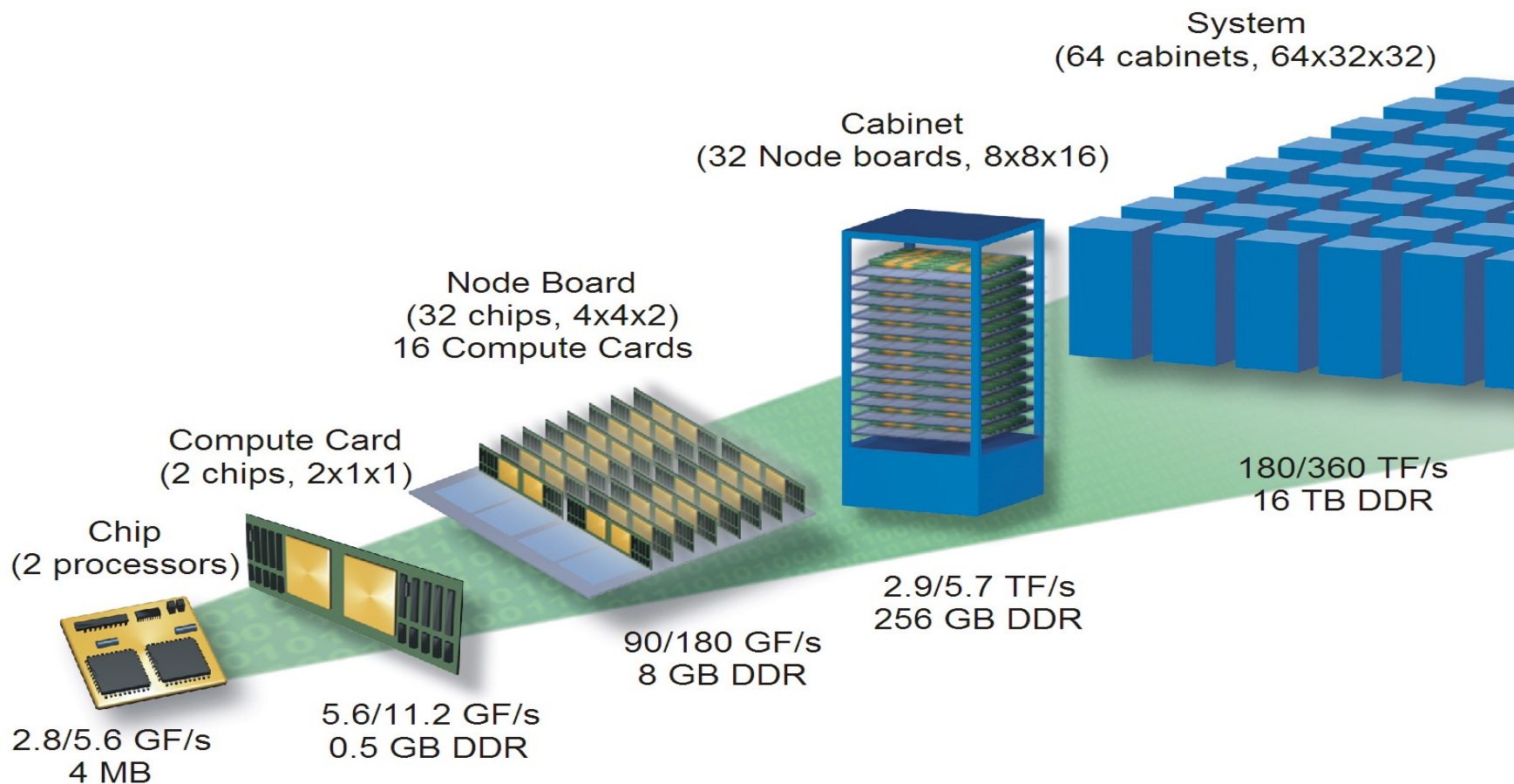
内容提要

- 概述
- 兰脑计划
- 人类大脑计划
- 美国BRAIN计划
- SPAUN系统
- 中国脑计划
- 神经形态芯片
- 脑机融合

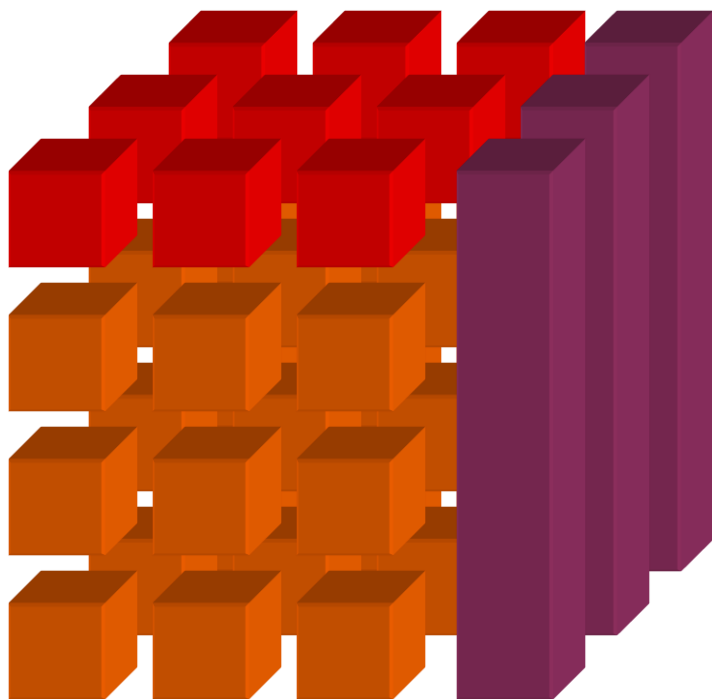
IBM类脑计算机研究

- 2005年6月19日报道，瑞士洛桑洛桑联邦理工学院(EPFL)的脑心智研究所的Henry Markram和IBM公司联合开展蓝脑计划研究。
- 《ACM通讯》2009年2月份报道，IBM从DARPA得到490万美元的资助，研制类脑计算机。与IBM Almaden研究中心和IBM T. J. Watson研究中心一起，斯坦福大学，威斯康辛-麦迪逊大学，康奈尔大学，哥伦比亚大学医学中心和加利福尼亚Merced大学都参加该项计划。去年Modha领导的IBM团队使用蓝色基因巨型计算机，模拟具有5500万神经元和5000亿个突触的老鼠大脑。

蓝色基因/L体系结构



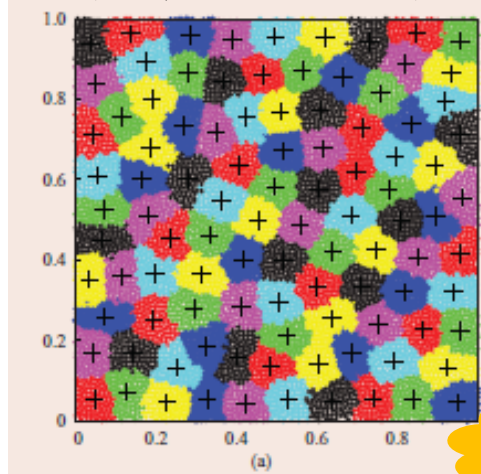
蓝色基因/L软件



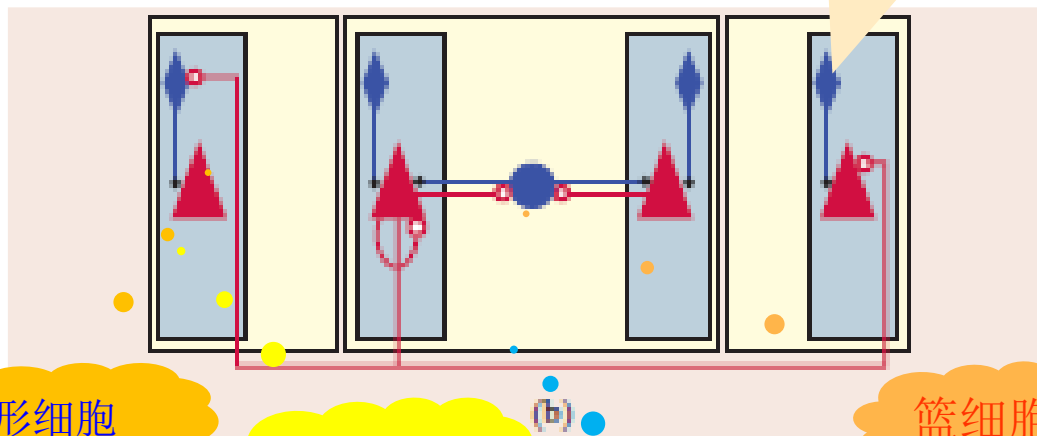
- 用户应用程序以独占方式在计算节点中执行
 - 避免异步事件（如守护进程、中断）
- 外部世界只与I/O节点（离线引擎）交互
 - 标准解决方案：Linux
- 机器监视和控制也卸载到服务节点：大型SP系统或Linux群集。

IBM类脑研究

■ IBM蓝脑计划采用功能柱：锥形细胞、篮细胞、RSNP细胞、小功能柱、大功能柱



锥形细胞



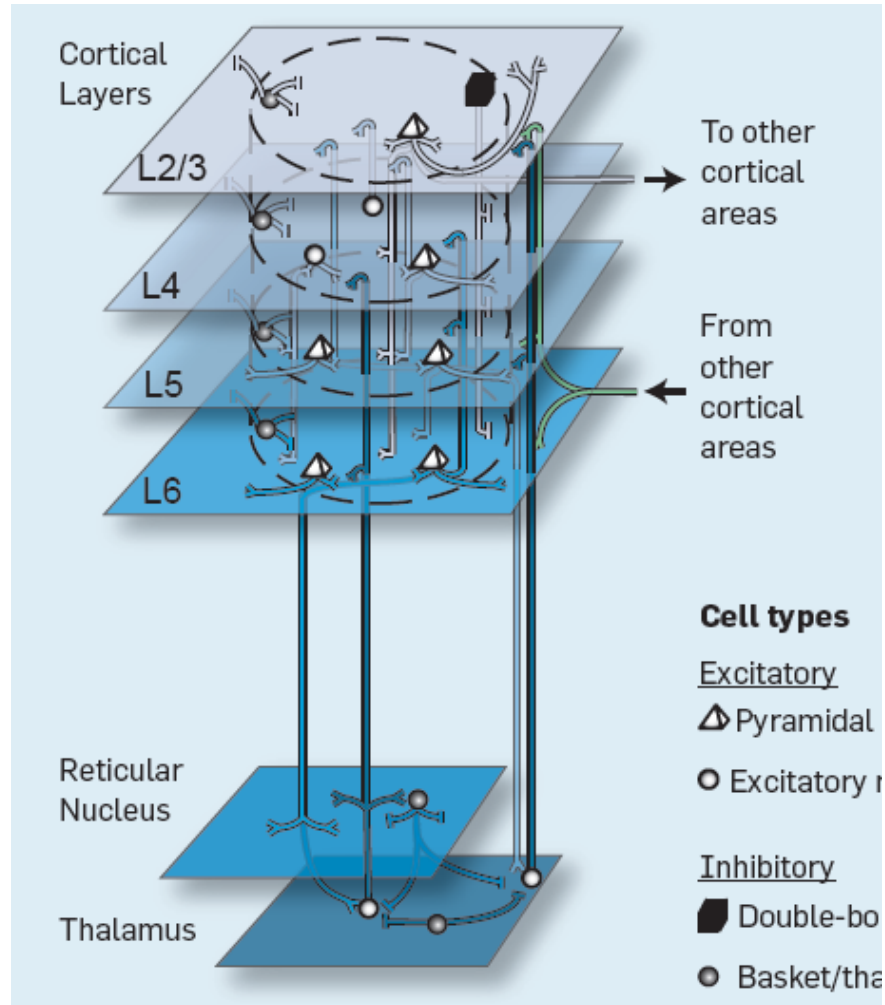
小功能柱

超功能柱

篮细胞

- Minicolumn □ Hypercolumn
- Basket cell ◆ RSNP cells ▲ Pyramidal cells
- Inhibitory connections ○ Excitatory connections

脑皮层Cortical Layers



内容提要

- 概述
- 兰脑计划
- 人类大脑计划
- 美国BRAIN计划
- SPAUN系统
- 中国脑计划
- 神经形态芯片
- 脑机融合



人类大脑计划

Human Brain Project

欧盟委员会于2013年1月28日宣布，人类大脑计划入选“未来新兴旗舰技术项目”，并分别设立专项研发计划。该计划将在未来10年内分别获10亿欧元的研发经费。计划规模大到结合80个世界顶尖研究单位跨领域的200名学者，一同解读超过上兆个脑神经联结的人类情感、意识与思维。而这些复杂的运算，将透过超级计算机多段多层的模拟来实现。



Henry Markram



人类大脑计划

Human Brain Project

建脑
 蓝脑模拟:人脑计划的雏形,从单个神经元的细微模型入手,自下而上建立脑皮层的模拟区。

模拟神经元

离子通道
 在每个模型神经元中,约7千个离子通道控制着眼通信。



神经元突触
 每个神经元中约3000个连接在细胞与细胞之间的传递信号。



细胞单元
 约350个圆柱形元素模拟每个细胞的神经轴突和神经树突。

皮层柱
 (1万个神经元)



该模型通过老鼠脑皮层的6个层次模拟垂直状部分。

Henry Markram 蓝脑模拟
 史忠植 认知基础(14): 认知模拟

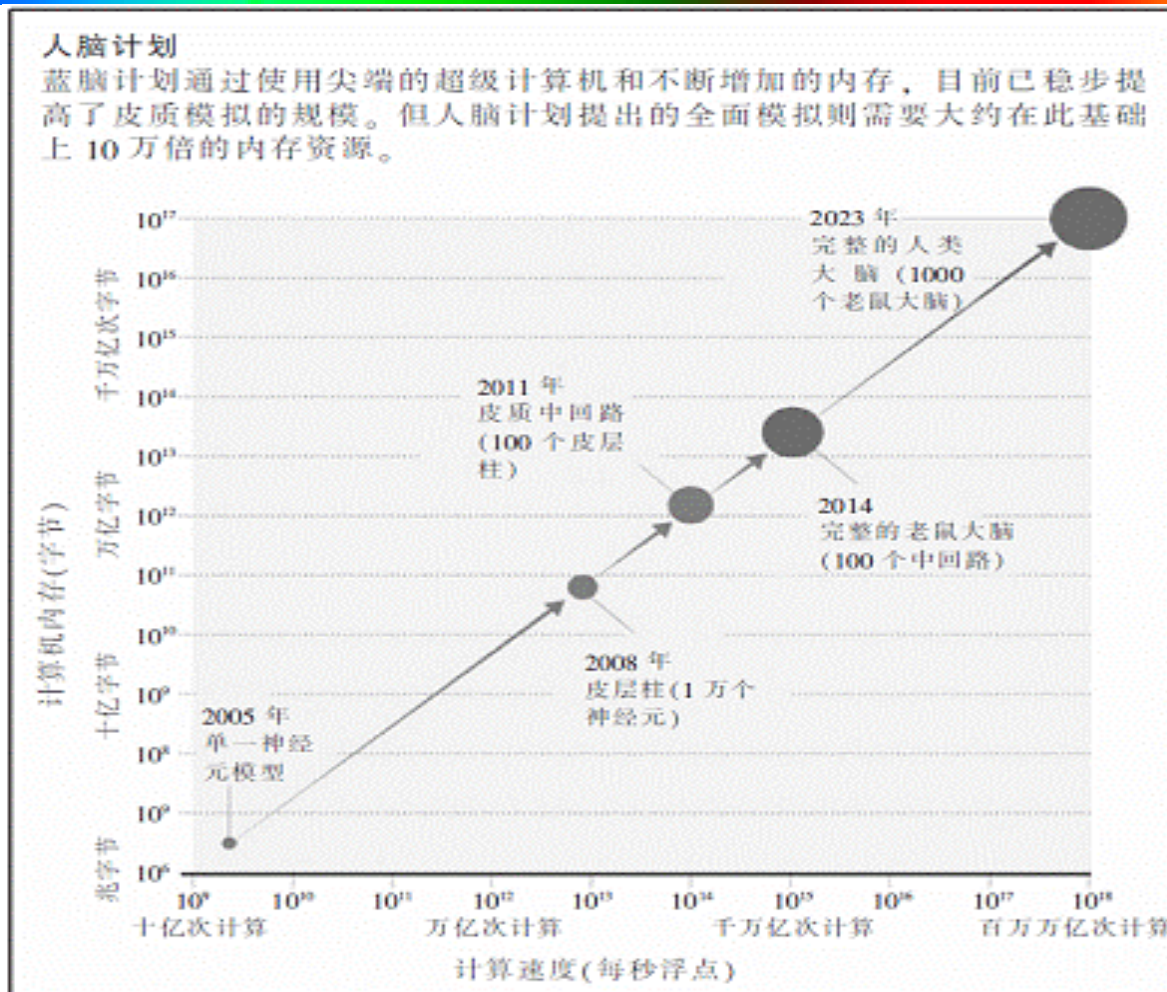


人类大脑计划

Human Brain Project

人脑计划

蓝脑计划通过使用尖端的超级计算机和不断增加的内存，目前已稳步提高了皮质模拟的规模。但人脑计划提出的全面模拟则需要大约在此基础上 10 万倍的内存资源。



人脑计划的路线图

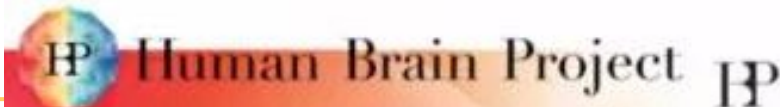
史忠植 认知基础(14): 认知模拟



人类大脑计划

Human Brain Project

- | | | |
|------|--|--------------|
| SP1 | Strategic Mouse Brain Data | 1 策略性鼠脑数据 |
| SP2 | Strategic Human Brain Data | 2 策略性人脑数据 |
| SP3 | Cognitive Architectures | 3 认知架构 |
| SP4 | Mathematical and Theoretical Foundations of Brain Research | 4 脑研究数学与理论基础 |
| SP5 | Neuroinformatics Platform | 5 神经信息学平台 |
| SP6 | Brain Simulation Platform | 6 大脑仿真平台 |
| SP7 | High Performance Computing Platform | 7 高性能计算平台 |
| SP8 | Medical Informatics Platform | 8 医疗信息学平台 |
| SP9 | Neuromorphic Computing Platform | 9 神经形态计算平台 |
| SP10 | Neurorobotics Platform | 10 神经机器人平台 |
| SP11 | Applications | 11 应用 |
| SP12 | Ethics and Society | 12 伦理与社会 |
| SP13 | Management | 13 管理 |



内容提要

- 概述
- 兰脑计划
- 人类大脑计划
- 美国BRAIN计划
- SPAUN系统
- 中国脑计划
- 神经形态芯片
- 脑机融合

运用先进创新型神经技术的 大脑研究 (BRAIN)

- 美国总统奥巴马于2013年4月2日宣布BRAIN (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies) 重大计划，将从2014财年的政府预算中拿出1亿美元，用于进行一项旨在揭开人类大脑未解之谜的研究计划，希望找出治疗阿尔茨海默氏症 (又叫老年痴呆症) 等与大脑有关疾病的方法。
- 此计划将利用新技术解析脑细胞及神经的运作，了解脑部神秘一面，目的是帮助研究人员找到治疗、治愈甚至预防老年痴呆、癫痫和创伤性脑损伤等脑部疾病的新方法。有分析称，该项目也可能对伦理、法律、社会等问题提供一些认知突破。



USA: BRAIN 计划



2014年，美国国立卫生研究院（NIH）在2013年美国奥巴马（Barack Obama）宣布的重大神经科学研究计划BRAIN的基础上，提出了一项十年计划。该计划建议的10年，预算为45亿美元。



解决神经科学的基本问题

Perception

Emotion and Motivation

Cognition

Learning and Memory

Action



Discovering cellular diversity

Connectivity maps at multiple scales

Monitoring the brain in action

Demonstrating causality

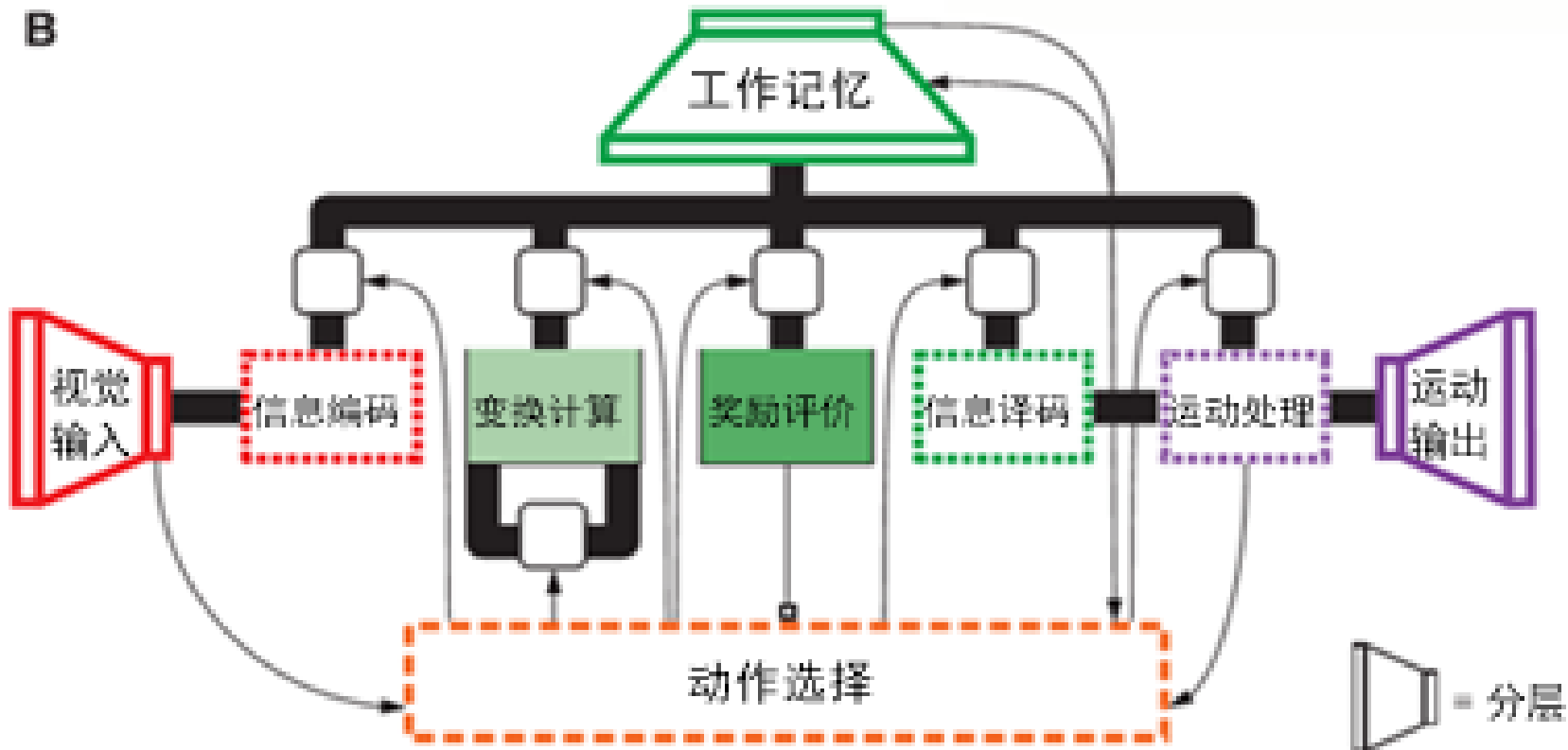
Identifying fundamental principles

Advancing human neuroscience

内容提要

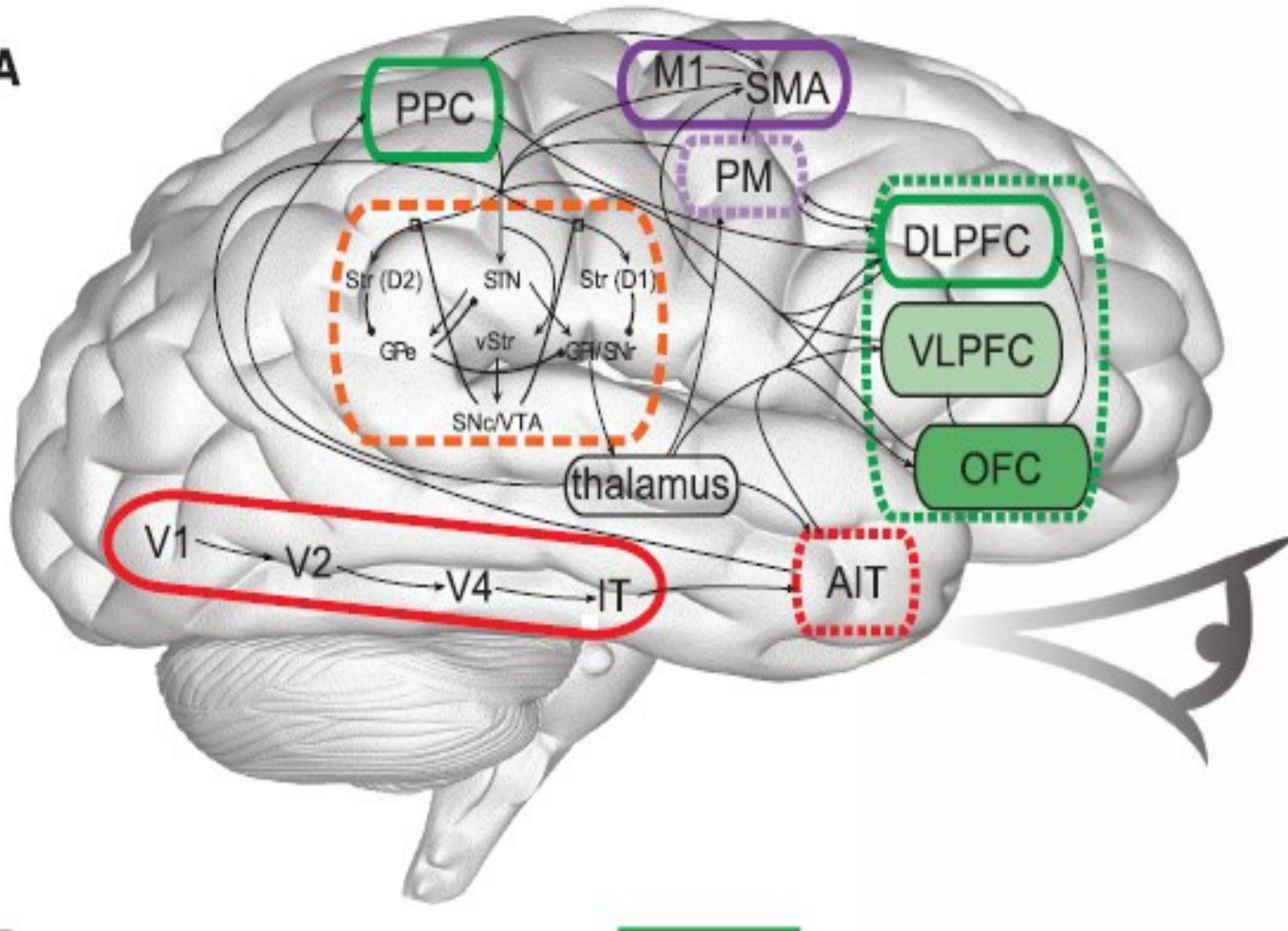
- 概述
- 兰脑计划
- 人类大脑计划
- 美国BRAIN计划
- SPAUN系统
- 中国脑计划
- 神经形态芯片
- 脑机融合

加拿大SPAUN系统



加拿大SPAUN系统

A



加拿大SPAUN系统

1. 视觉输入visual input

- V1初级视觉皮层：视觉皮层层级的第一层，调节不同空间频率的小的取向块 (33)
- V2 第二级视觉皮层：搜集来自V1的响应，描述更大的空间图案(33)
- V4 extrastriate视觉皮层：组合来自V2的输入，识别简单的几何形状(33)

IT 颞皮层：高级视觉皮层，表示复杂的物体

Eliasmith, C., Stewart T. C., Choo X., Bekolay T., DeWolf T., Tang Y., Rasmussen, D. Supplementary Materials for A large-scale model of the functioning brain. Science 338, 2012.

加拿大SPAUN系统

2. 信息编码information encoding

AIT 前颞叶皮层：表示视觉分类和概念化的视觉特征 (34)

3. 变换计算transform calculation

VLPFC 腹外侧前额叶皮层：该区域参与认知任务中模式匹配的
规则学习 (35)

4. 奖励评价reward evaluation

OFC 眶额皮层：该区域参与表示收到的奖励 (36)

Eliasmith, C., Stewart T. C., Choo X., Bekolay T., DeWolf T., Tang Y., Rasmussen, D. Supplementary Materials for A large-scale model of the functioning brain. Science 338, 2012.

加拿大SPAUN系统

5. 信息解码information decoding

PFC前额叶皮层：在各种各样有关的功能，包括工作记忆的执行和操纵功能 (37)

6. 工作记忆working memory

PPC后顶叶皮层：参与信息，特别是视觉数据的临时记忆和处理 (38, 39)

DLPFC 背外侧前额叶皮层：参与认知控制更高级数据的暂时存储和操作 (40, 41)

Eliasmith, C., Stewart T. C., Choo X., Bekolay T., DeWolf T., Tang Y., Rasmussen, D. Supplementary Materials for A large-scale model of the functioning brain. Science 338, 2012.

加拿大SPAUN系统

7. 动作选择action selection

- STR (D1) 纹状体 (D1多巴胺神经元) : 输入 “直接通路” 的基底神经节 (42)
- STR (D2) 纹状体 (D2多巴胺神经元) : 输入 “间接通路” 的基底神经节 (42)
- STN丘脑底核: 输入 “超连接通路” 的基底神经节 (43)
- VSTR腹侧纹状体中表示: 负责预测奖励, 以产生奖励预测误差 (44)

Eliasmith, C., Stewart T. C., Choo X., Bekolay T., DeWolf T., Tang Y., Rasmussen, D. Supplementary Materials for A large-scale model of the functioning brain. Science 338, 2012.

加拿大SPAUN系统

7. 动作选择action selection

- GPE苍白球externus: “间接通路”的一部分, 投射到基底神经节的其他组成部分, 以调节它们的活动 (45)
- GPI / SNr苍白球internus和黑质网状部: 基底神经节的输出 (42)
- SNC / VTA黑质致密部和腹侧被盖区: 转播从腹侧纹状体多巴胺调制信号来控制基底神经节连接的学习 (46)

8. 路由丘脑routing thalamus

- 丘脑: 接收从基底神经节的输出, 感觉输入和协调/监控脑区间的相互交互作用(47)

Eliasmith, C., Stewart T. C., Choo X., Bekolay T., DeWolf T., Tang Y., Rasmussen, D. Supplementary Materials for A large-scale model of the functioning brain. Science 338, 2012.

加拿大SPAUN系统

9. 运动加工motor processing

- PM 前运动皮层：参与规划和指导复杂的运动（48，49）

10. 运动输出motor output

- M1初级运动皮层：基于内部控制信号产生肌肉运动，实现给定的内部移动指令（50）
- SMA辅助运动区：参与产生复杂的运动（49）

Eliasmith, C., Stewart T. C., Choo X., Bekolay T., DeWolf T., Tang Y., Rasmussen, D. Supplementary Materials for A large-scale model of the functioning brain. Science 338, 2012.

内容提要

- 概述
- 兰脑计划
- 人类大脑计划
- 美国BRAIN计划
- SPAUN系统
- 中国脑计划
- 神经形态芯片
- 脑机融合

中国脑科学和类脑研究

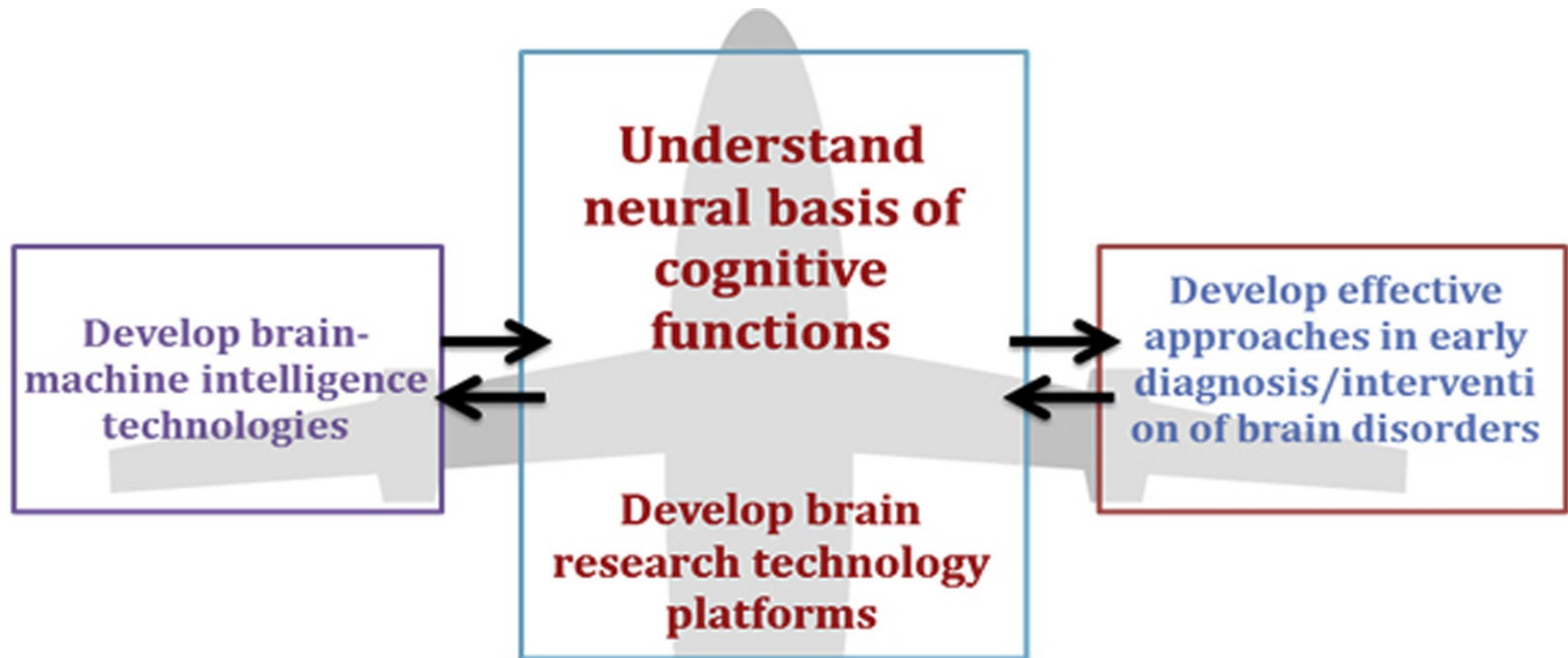
蒲慕明说，脑科学和类脑研究的全球性热潮反映了科学界和各国政府的三点共识：

- 1、脑科学是人类理解自然界现象和人类本身的终极疆域，是本世纪最重要的前沿学科之一；
- 2、脑疾病所带来的社会经济负担已超过心血管病和癌症，脑科学的发展对脑疾病的诊断治疗将有关键性的贡献；
- 3、计算机技术和人工智能发展至今已面临瓶颈，对人脑认知神经机制的理解可能为新一代人工智能算法和器件的研发带来新启发。

中国脑科学和类脑研究

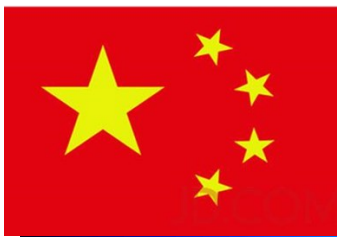
- 中国脑计划提出了“一体两翼”的布局建议：即以研究脑认知的神经原理为“主体”，研发脑重大疾病诊治新手段和脑机智能新技术为“两翼”。
- 目标是在未来十五年内，在脑科学、脑疾病早期诊断与干预、类脑智能器件三个前沿领域，取得国际领先的成果。

中国脑科学和类脑研究

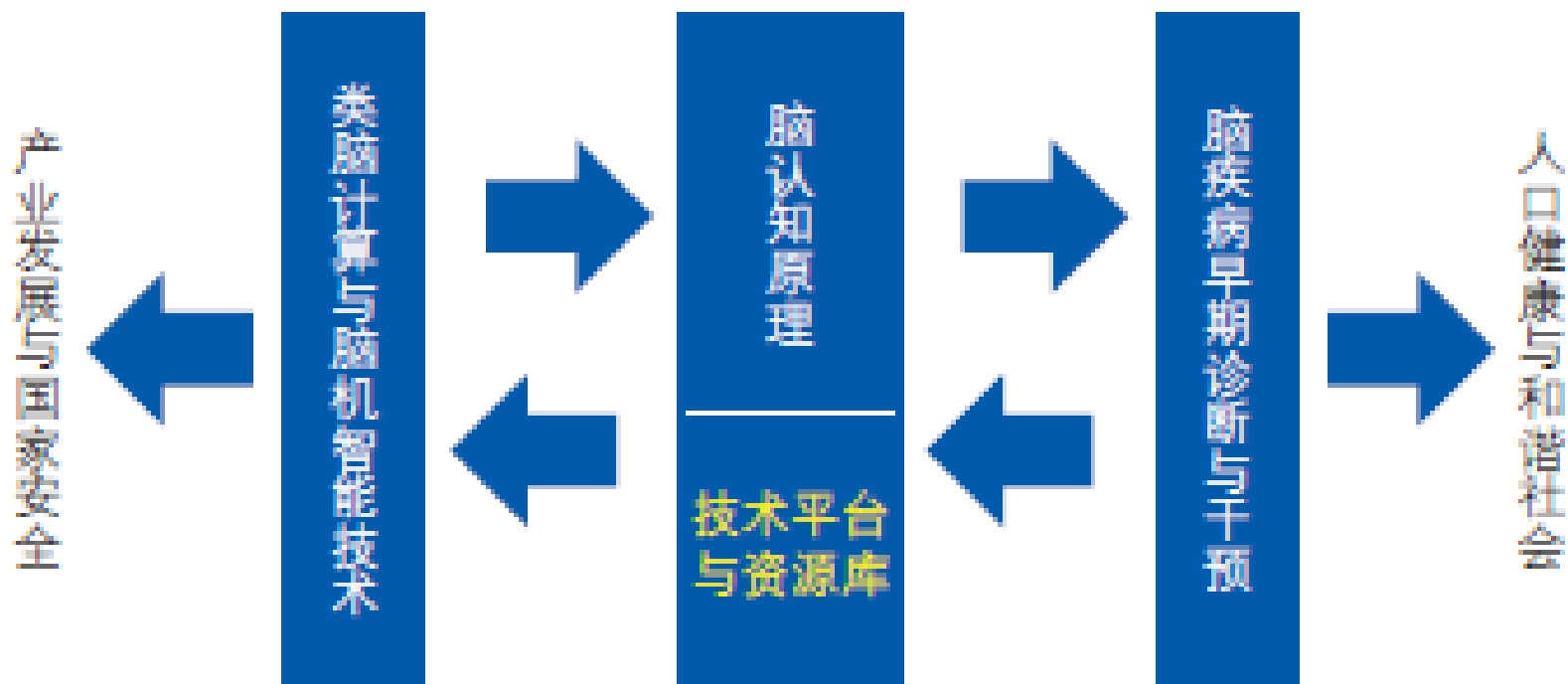


“One body two wings (一体两翼)”

Building the core and developing the applications



中国脑科学与类脑研究



中国脑科学和类脑研究

- 目前科学家已利用小鼠等模型，部分理解了人认知外部世界的神经网络机制。
- 未来一二十年内，对小鼠神经网络的研究将大致完成。其后，以非人灵长类动物为模型研究人类高等认知功能，如思考、自我意识、共情以及语言等，这是中国必须抓住的机会。

中国脑科学和类脑研究

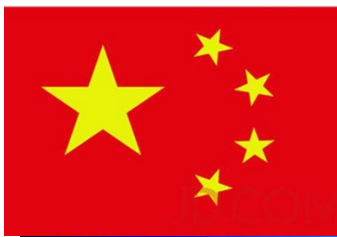
- 基于“中国脑计划”布局，北京和上海均已启动“脑科学与类脑智能”地区性计划，开始资助相关研究项目。中科院于2018年初成立包含20院所80个精英实验室的脑科学和智能技术卓越创新中心，由蒲慕明担任中心主任，各高校也纷纷成立类脑智能研究中心。目前科学家已利用小鼠等模型，部分理解了人认知外部世界的神经网络机制。

北京脑科学与类脑研究中心

- 2018年3月22日，北京脑科学与类脑研究中心在北京成立，建立智源研究院。
- 北京脑科学与类脑研究中心将围绕国家脑科学计划“一体两翼三大需求”的重点研究方向，结合北京的工作基础和优势特色，通过机制体制创新，汇聚和培养一批国际顶尖专家团队，服务国家战略需求，推进脑科学领域高水平研究创新，产出一批“领跑型”原始创新成果，实现基础研究、应用研究、成果转化、产业化等环节的有机链接，将北京中心建成世界一流的脑科学研究机构，

上海脑科学与类脑研究中心

- 2018年5月14日下午，上海脑科学与类脑研究中心揭牌仪式在张江实验室举行。
- 充分发挥多学科交叉与协同攻关的优势，
 - 在最前沿进行开创性、引领性研究，力争产出世界级成果；
 - 引进培养全球最顶尖的科学家团队，将中心打造成为具有全球影响力的脑科学与类脑研究高地；
 - 大力弘扬科学精神和专业主义，培育让创新竞相迸发的沃土。



中国脑科学与类脑研究

根据《脑科学与类脑研究重大项目实施方案》，2021年9月16日，科技部关于发布科技创新 2030 — “脑科学与类脑研究”重大项目 2021年度项目申报指南的通知。

- 一、脑认知原理解（22项）
 - 二、认知障碍相关重大脑疾病发病机理与干预技术研究（7项）
 - 三、类脑计算与脑机智能技术及应用（10项）
 - 四、儿童青少年脑智发育研究（3项）
 - 五、技术平台建设（2项）
 - 六、青年科学家项目（15项）
- 共部署指南方向 59 个，国拨经费概算 31.48 亿元。

内容提要

- 概述
- 兰脑计划
- 人类大脑计划
- 美国BRAIN计划
- SPAUN系统
- 中国脑计划
- 神经形态芯片
- 脑机融合

神经形态芯片

- ◆ 计算机的“冯·诺依曼架构”与“人脑架构”的本质结构区别是与计算机相比，人脑的信息存储和处理，通过突触这一基本单元来实现，因而没有明显的界限。正是人脑中的千万亿个突触的可塑性——各种因素和各种条件经过一定的时间作用后引起的神经变化（可变性、可修饰性等），使得人脑的记忆和学习功能得以实现。

神经形态芯片定义

- ◆ 1990 年，加州理工学院名誉教授米德（Mead C）给出了神经形态芯片的定义——“模拟芯片不同于只有二进制结果（开/关）的数字芯片，可以像现实世界一样得出各种不同的结果，可以模拟人脑神经元和突触的电子活动。”然而，米德本人并没有完成模拟芯片的设计。

IBM神经形态芯片

- ◆ IBM公司在1956 年创建第一台人脑模拟器（512 个神经元）以来，就一直在从事对类脑计算机的研究，模仿了突触的线路组成、基于庞大的类神经系统群开发神经形态芯片也就自然而然地进入了其视野。其中，IBM第一代神经突触（neurosynaptic）芯片用于“认知计算机”的开发。尽管“认知计算机”无法像传统计算机一样进行编程，但可以通过积累经验进行学习，发现事物之间的相互联系，模拟大脑结构和突触可塑性。

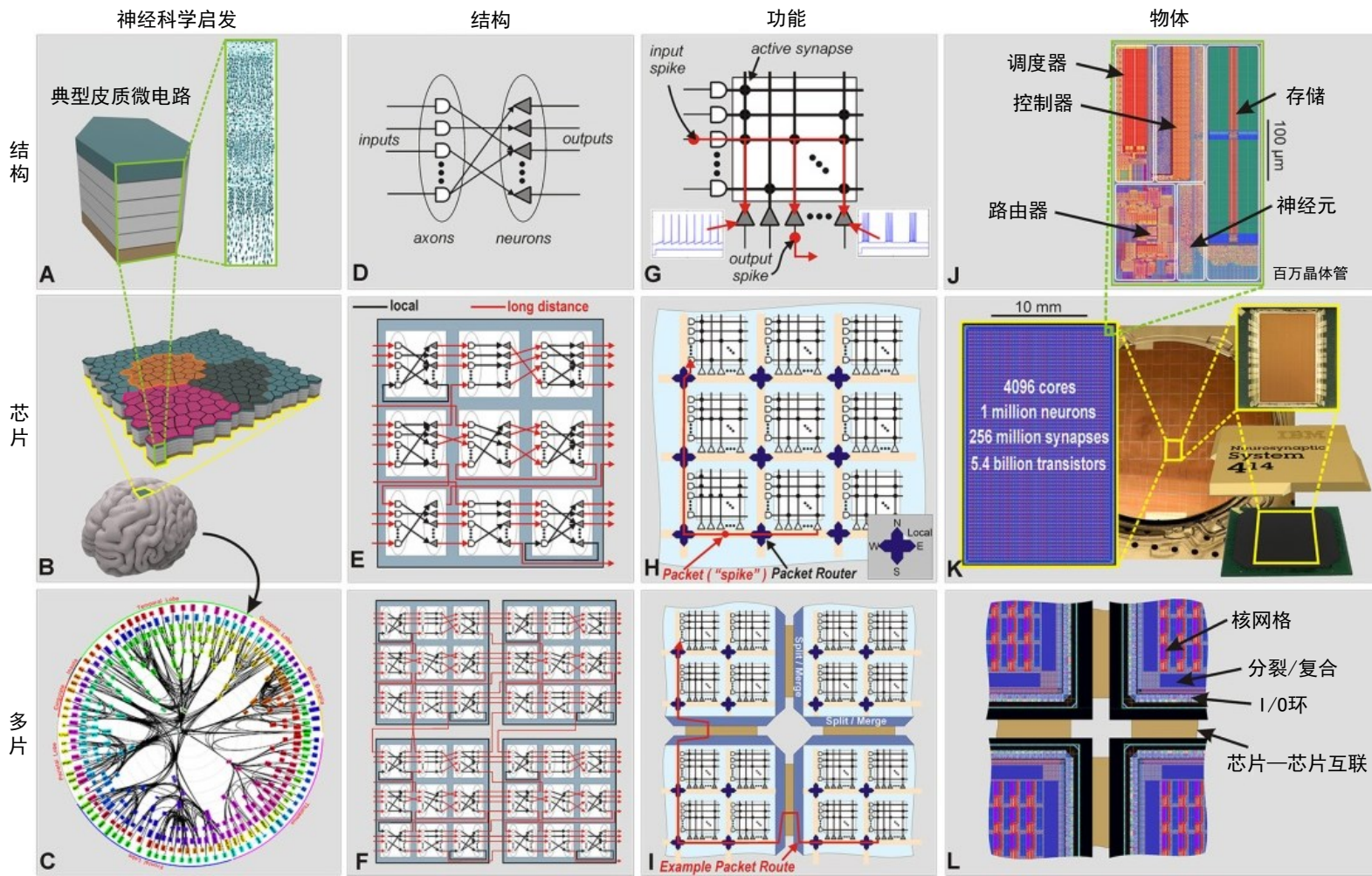
IBM神经形态芯片

- ◆ 2008年，在美国国防高级研究计划局（DARPA）的资助下，IBM的“自适应可变神经可塑可扩展电子设备系统”项目（SyNAPSE）第二阶段项目则致力于创造既能同时处理多源信息又能根据环境不断自我更新的系统，实现神经网络的学习性和可塑性、容错、免编程、低能耗等特征。项目负责人莫得哈 (Modha D) 认为，神经芯片将是计算机进化史上的又一座里程碑。

IBM神经形态芯片

- 2014年8月8日，IBM在《Science》刊物上公布仿人脑功能的芯片^[307]，能够模拟人脑神经元、突触功能以及其他脑功能，从而完成计算功能[，这是模拟人脑芯片领域所取得的又一大进展。IBM表示，这款名为TrueNorth的微芯片擅长完成模式识别和物体分类等繁琐任务，而且功耗还远低于传统硬件。
- IBM使用软件生态系统将众所周知的算法，例如，卷积网络，液态机器、受限玻尔兹曼机、隐马尔可夫模型、支持向量机、光学流量、多模态分类通过离线学习加到系统结构中。现在这些算法在TrueNorth中运行无需改变。

IBM神经形态芯片



寒武纪芯片

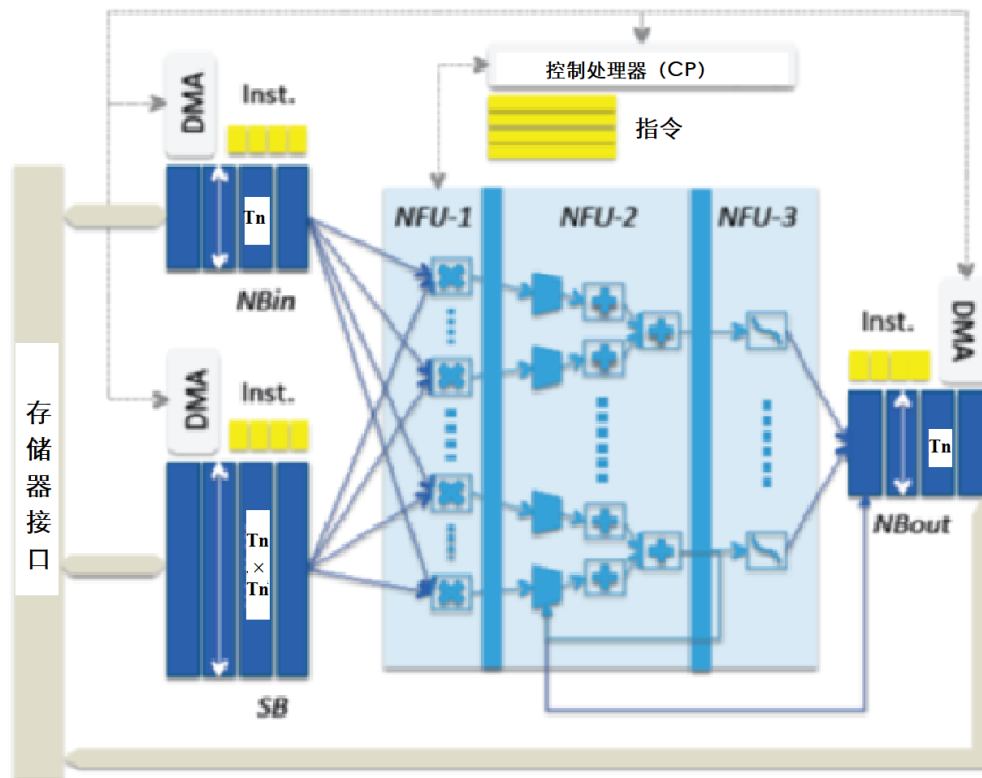
2015年，在中科院战略性先导专项和中科院计算所的支持下，寒武纪芯片首次成功流片。2016年，寒武纪科技于北京中关村和上海临港注册成立，成立伊始就成为中国身价最高的智能芯片创业公司，得到了各级政府的大力扶持和关怀，这一年里，寒武纪科技还面向产业界发布了全球首款商用深度学习处理器IP产品寒武纪1A，面向学术界发布了全球首个智能指令集寒武纪指令集Cambricon ISA。2017年，集成了寒武纪技术的华为Kirin970手机芯片和mate10手机全球发布，实测结果表明寒武纪科技与华为的联合研发成果在图片识别速度上超越了搭载A11芯片的iPhone X。

寒武纪芯片

- 传统计算架构在神经网络处理方面有所欠缺。目前深度学习的基本操作是神经元和突触的处理，传统的处理器指令集（包括 x86 和 ARM 等）是为了进行通用计算发展起来的，其基本操作为算术操作（加减乘除）和逻辑操作（与或非），往往需要数百甚至上千条指令才能完成一个神经元的处理，深度学习的处理效率不高。
- 中科寒武纪 NPU 专为神经网络处理定制，提供高性能功耗比解决方案，赋能移动端 AI 芯片。中科寒武纪是全球智能芯片领域的先行者，宗旨是打造各类智能云服务器、智能终端以及智能机器人的核心处理器芯片。2016 年推出的寒武纪 1A 处理器 (Cambricon-1A) 是世界首款商用深度学习专用处理器，面向智能手机、安防监控、可穿戴设备、无人机和智能驾驶等各类终端设备，在运行主流智能算法时性能功耗比全面超越 CPU 和 GPU。

寒武纪芯片

- 陈天石等人提出的DianNao是寒武纪系列的第一个原型处理器结构^[14]，包含一个处理器核，主频为0.98GHz，峰值性能达每秒4520亿次神经网络基本运算（如加法、乘法等），65nm工艺下功耗为0.485W，面积3.02 mm²

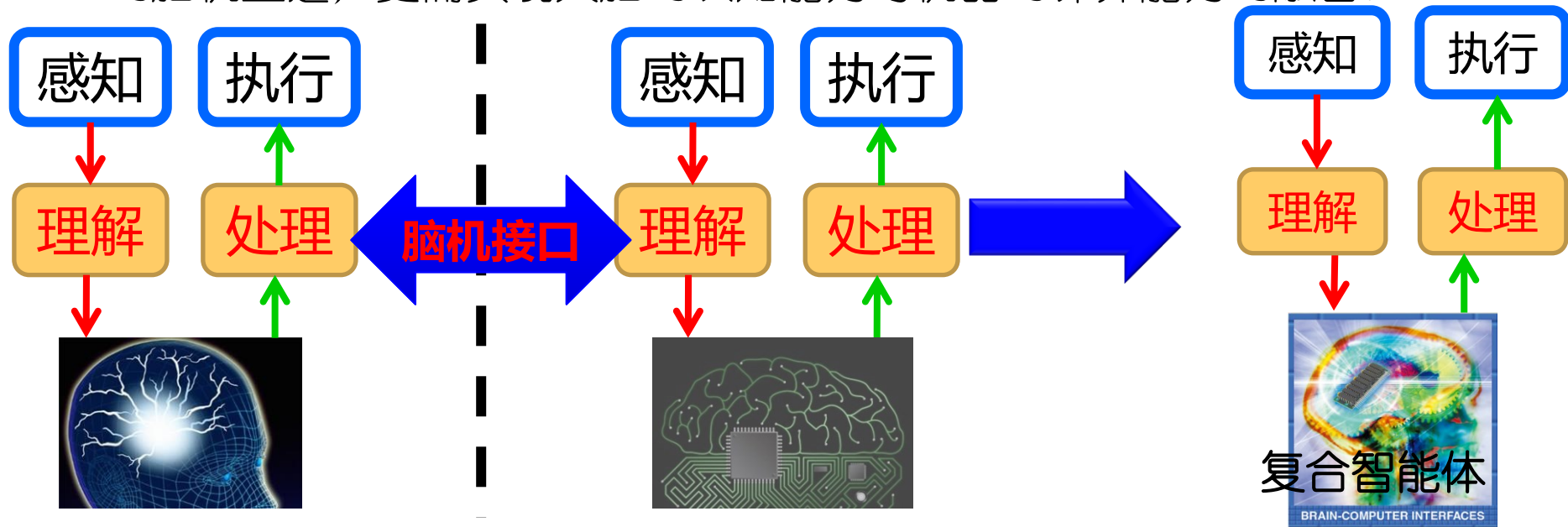


内容提要

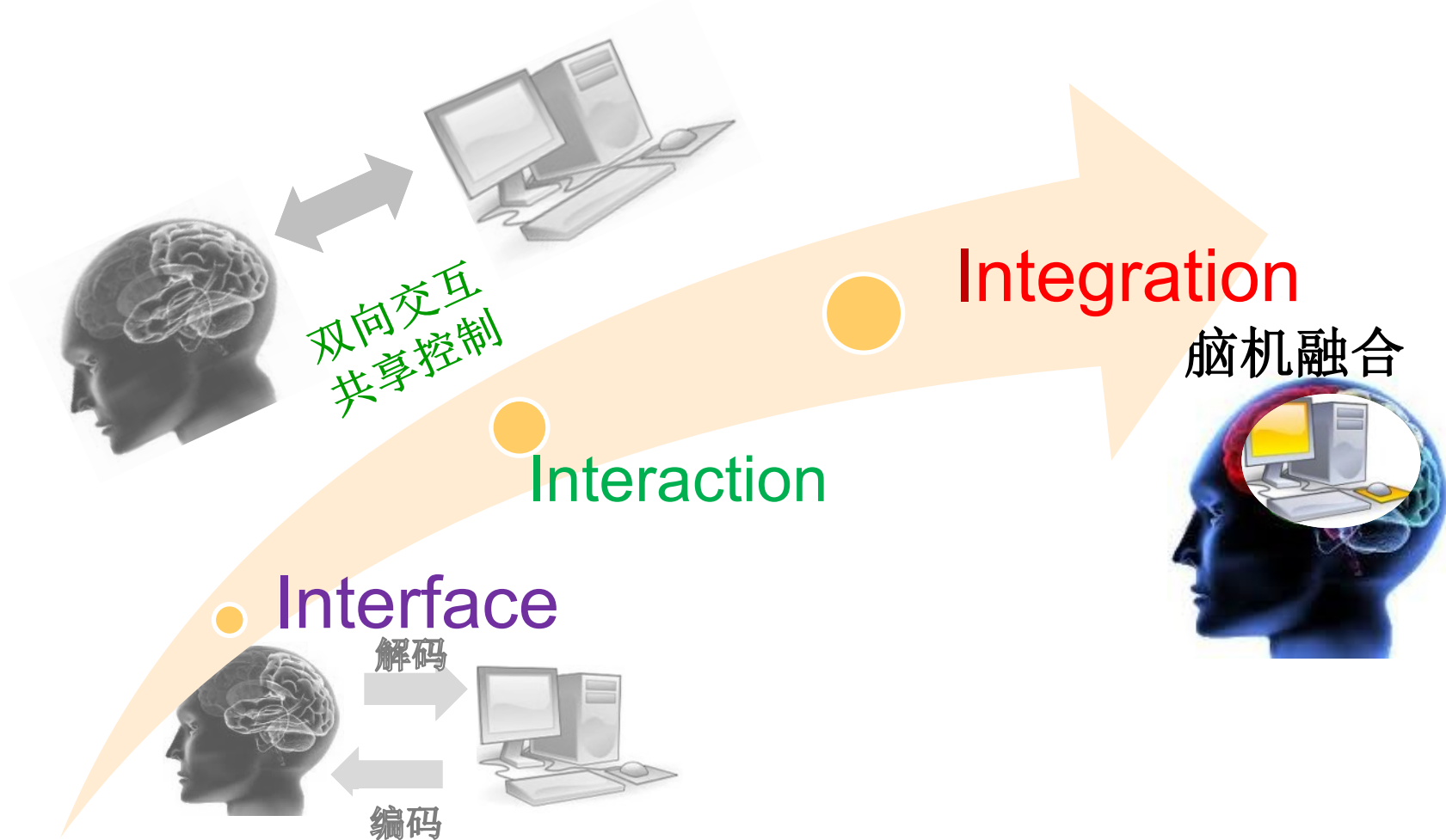
- 概述
- 兰脑计划
- 人类大脑计划
- 美国BRAIN计划
- SPAUN系统
- 中国脑计划
- 神经形态芯片
- 脑机融合

脑机融合

➤脑机融合 (Brain-Machine Integration) 是一种综合利用生物智能和机器智能的新型智能系统。脑机融合是脑机接口技术发展的必然趋势。在脑机融合系统中，大脑与大脑、大脑与机器之间不仅是信号层面上的脑机互通，更需实现大脑的认知能力与机器的计算能力的融合。



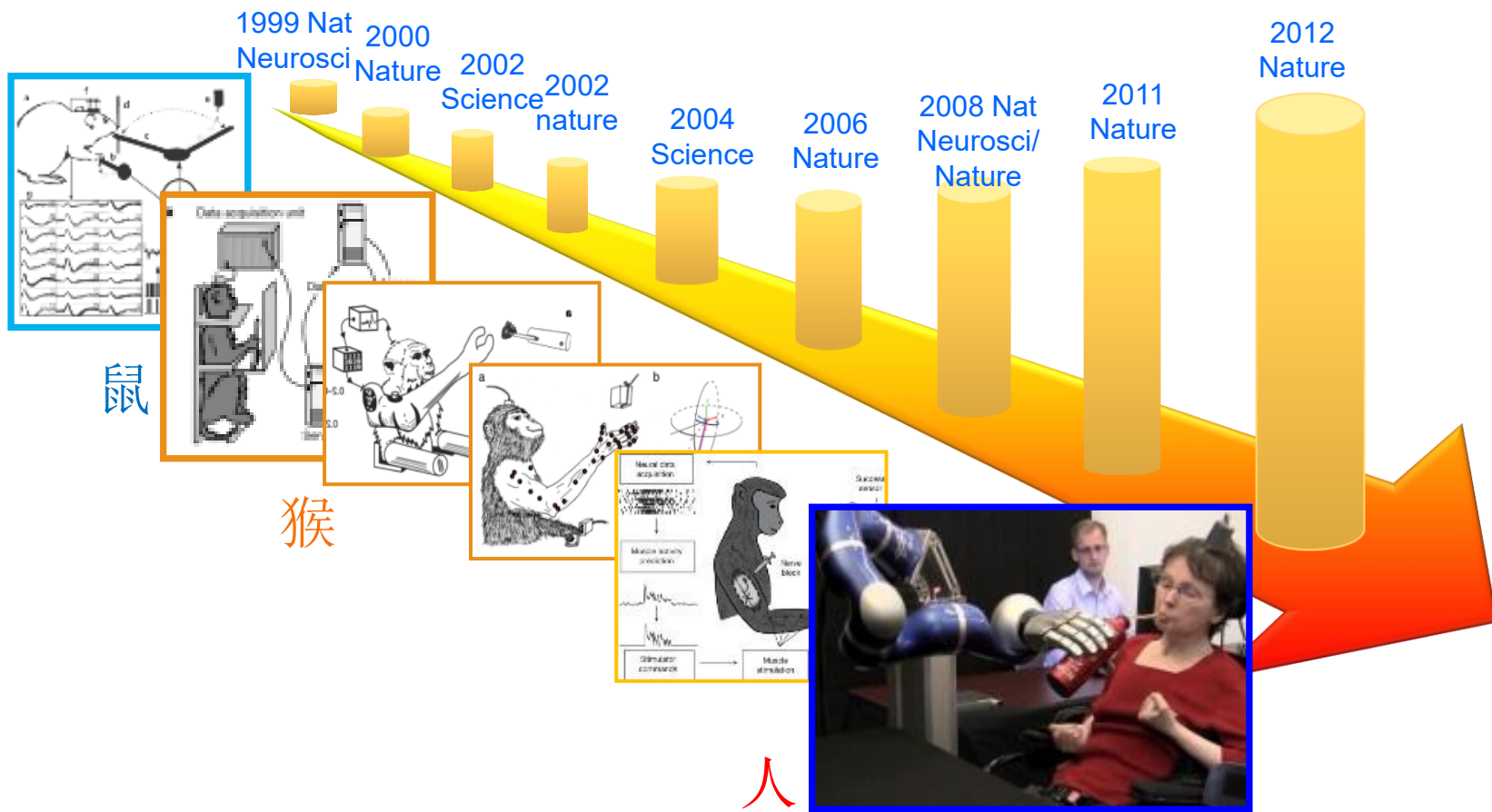
脑机接口的发展



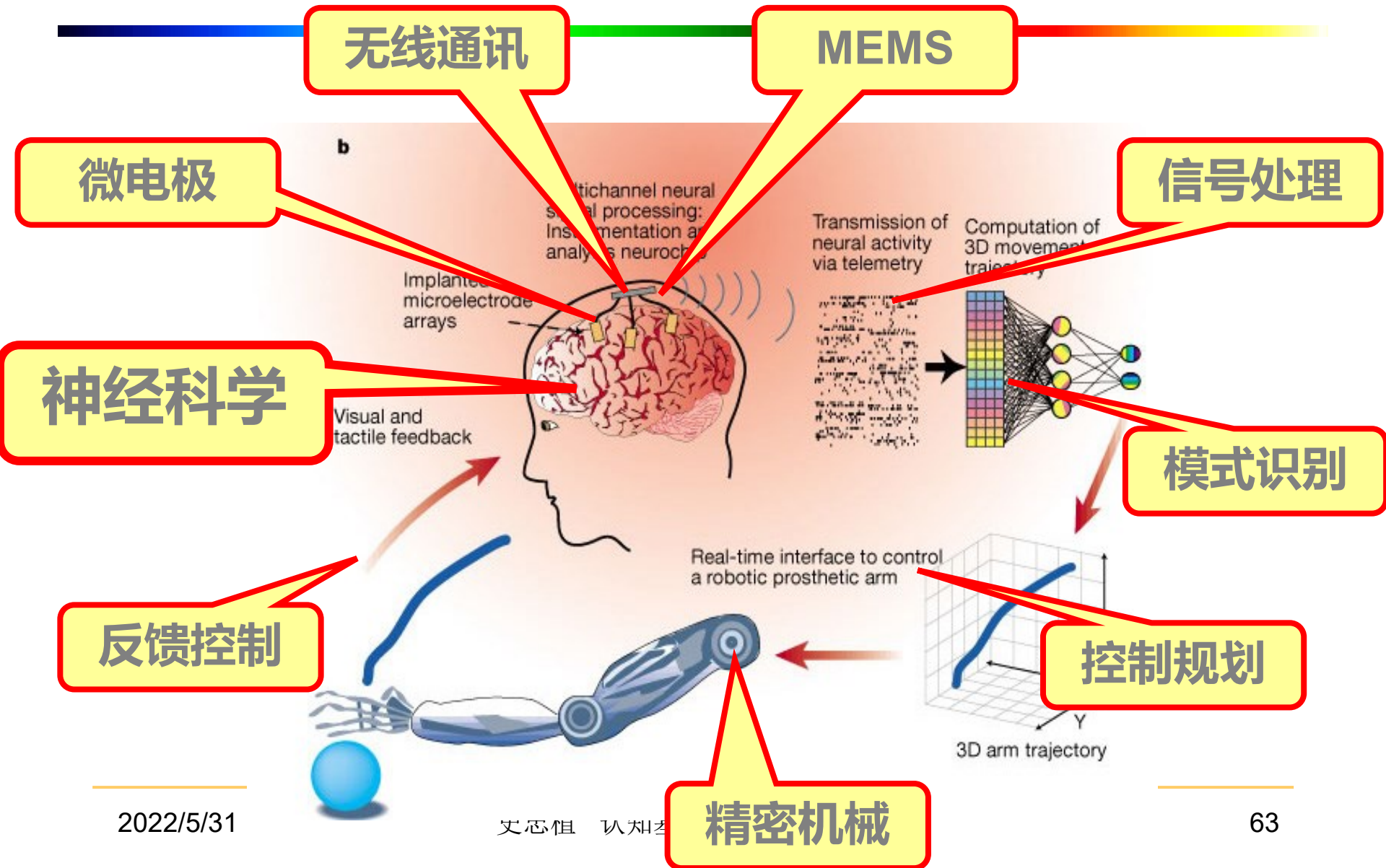
脑机接口

- 脑机接口 (brain-computer interface, 简称BCI; 有时也称作brain-machine interface 或者direct neural interface) , 是在人或动物脑与外部设备间创建的直接连接通路。
- 不依赖于脑的正常输出通路(外周神经系统及肌肉组织)的脑-机(计算机或其它装置)通讯系统。

脑机接口



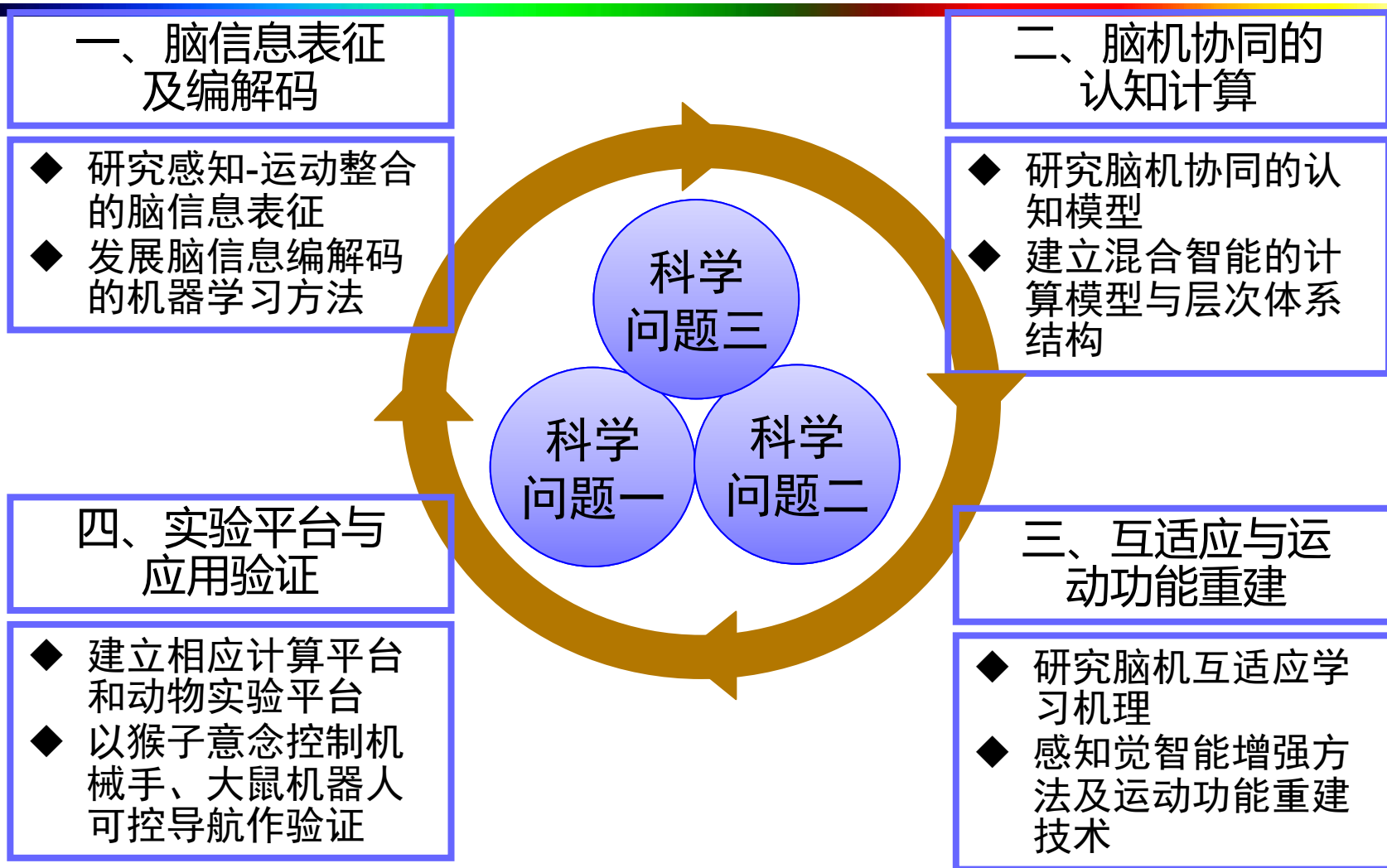
重要的研究领域



脑机融合系统特征

- 对生物体的感知更加全面，包含表观行为理解与神经信号解码；
- 生物体也作为系统的感知体、计算体和执行体，且与系统其他部分的信息交互通道为双向；
- 多层次、多粒度的综合利用生物体和机器的能力，达到系统智能的极大增强。

973脑机融合的感知与认知计算理论和方法



脑机融合的协同认知

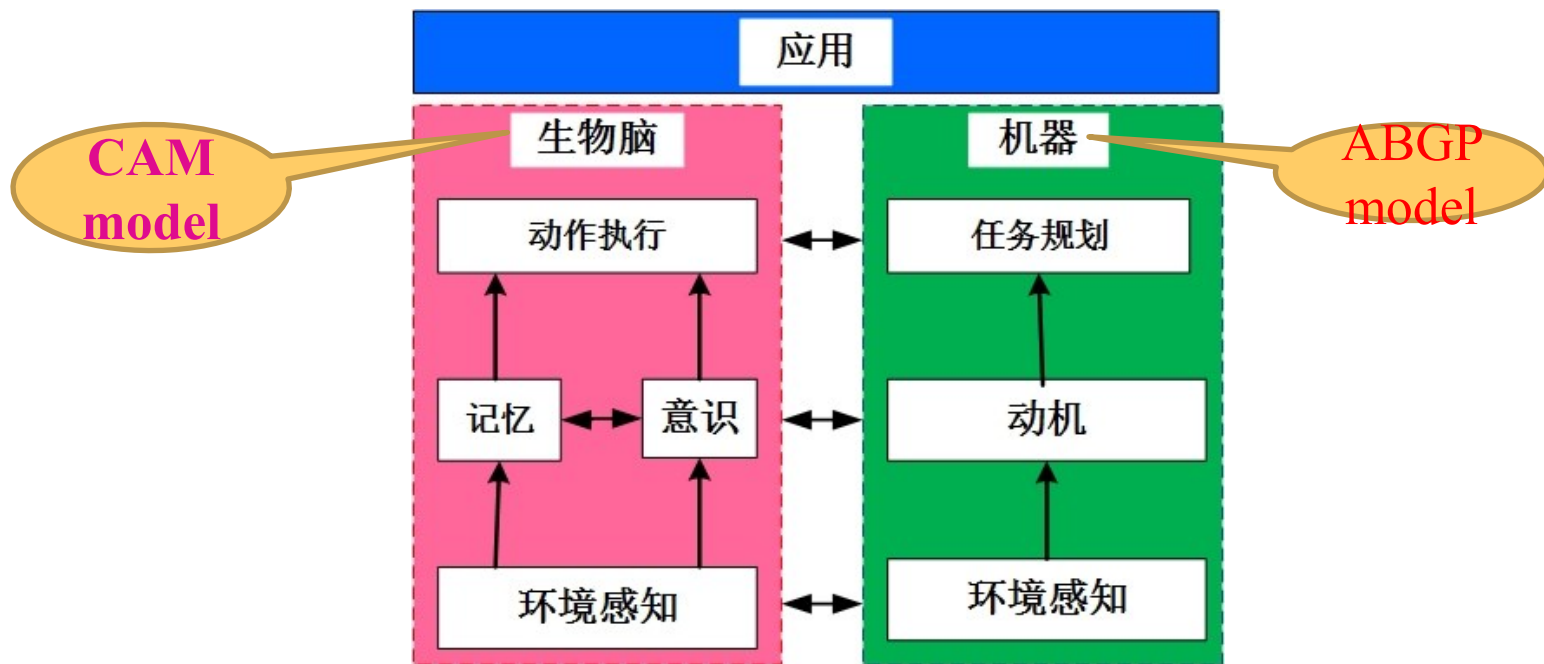
- 脑机协同的环境感知：利用环境信息分析中的判别式、生成式等方法，分析环境感知信息的特征，挖掘感知信息的模式和知识，生成高层语义，有效理解环境感知的内容。
- 脑机协同的认知建模：结合脑机交互认知的特点，利用智能科学中有关意识、记忆研究取得的成果，研究脑机协同信息处理过程的认知周期。

脑机融合的协同认知

- 动机驱动的联合意图。脑机协同工作的本质特征是智能体有共同的目标、承诺、意图等联合约束，为了表示脑机系统所应当具有的特性，研究联合意图理论描述多个自治的智能体间的联合约束；针对脑与机器协同工作的需要，研究行为动机的本质及其产生的机制，提出动机驱动的联合意图。
- 脑机协同的动作规划。在本体知识系统的支持下，研究脑机协同的动作规划方法；利用强化学习和马尔科夫决策理论，研究部分感知情况下的规划方法，提出具有学习能力的动作规划理论和优化策略。

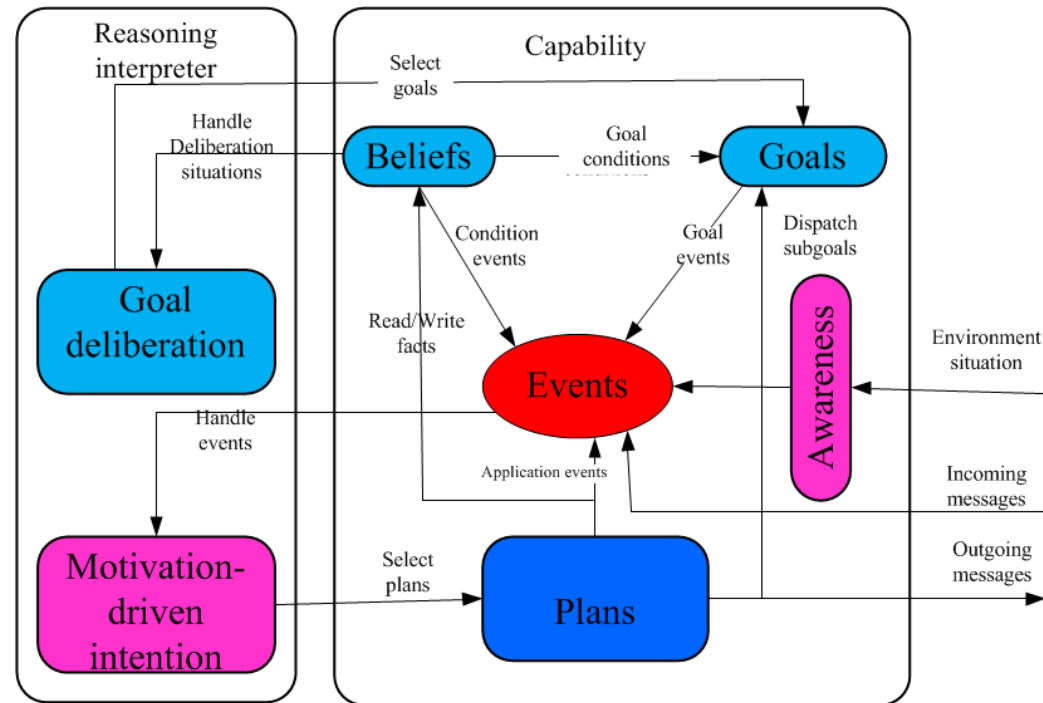
脑机融合的认知模型

通过CAM模型描述生物脑，智能体模型刻画机器智能单元，解决生物脑与机器异构协同工作，提出脑机协同的认知计算模型。在机器意识的协调控制下，实现脑机协同工作。



ABGP 模型

我们提出了智能体ABGP模型，其中，A表示环境感知，B表示信念，G表示目标，P表示规划。在脑机融合系统中，每个单元基于内部的心智状态，通过BDI推理机，进行多智能体协同工作；同时要通过与外界环境交互，感知外部环境的单元和行为，适应环境的动态变化，更好实现协同工作。



马斯克 Neuralink



- 2017年3月28日，SpaceX和特斯拉首席执行官埃隆·马斯克（Elon Musk）创建了Neuralink Corp的脑-机接口公司，该公司致力于开发神经植入物。它是生物智能和数字智能的更紧密结合。
- Neuralink将开发马斯克称之为“神经蕾丝”的技术，在人脑中植入细小的电极，实现脑机接口。

思考题

- 14-1 什么是认知模拟？
- 14-2 为什么说图灵机是一种理论计算模型？
- 14-3 请阐述细胞自动机的工作原理。
- 14-4 蓝脑计算机怎样模拟大脑皮层的基本单元？
- 14-5 请阐述欧盟人脑计划的路线图。
- 14-6 试述人脑模拟系统SPAUN的基本结构，概要介绍各个模块的主要功能。

Thank You

