

类脑计算机研究

史忠植

shizz@ics.ict.ac.cn

智能信息处理重点实验室
中国科学院计算技术研究所
<http://www.intsci.ac.cn>



中国科学院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY

内容提要

1 概述

2 认知神经科学

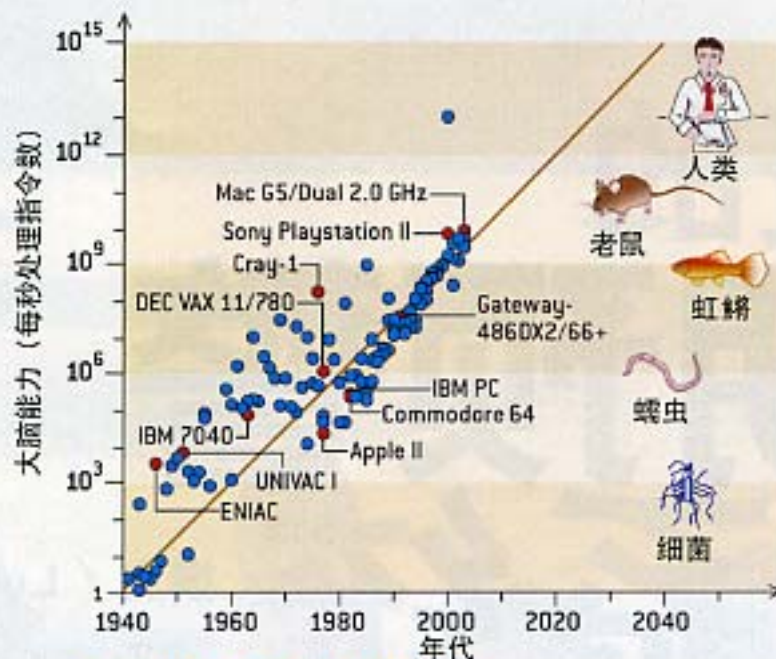
3 心智模型

4 系统结构

5 展望

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。



图中圆点代表1940年以来的120种顶级计算机，今天计算机的原始计算能力已经相当于一只虹鳟的大脑。大约在2040年，电脑将达到人类大脑的处理能力。

Cite from 《Scientific American》, 2005 (3)

图灵 Alan M. Turing



Alan Turing
(1912-1954)

1936年，年仅24岁的英国人图灵发表了著名的《论应用于决定问题的可计算数字》一文，提出思考实验原理计算机概念。图灵把人在计算时所做的工作分解成简单的动作，与人的计算类似，机器需要：

- (1) 存储器，用于贮存计算结果；
- (2) 一种语言，表示运算和数字；
- (3) 扫描；
- (4) 计算意向，即在计算过程中下一步打算做什么；
- (5) 执行下一步计算。

图灵 Alan M. Turing



Alan Turing
(1912-1954)

具体到一步计算，则分成：

- (1) 改变数字可符号；
- (2) 扫描区改变，如往左进位和往右添位等；
- (3) 改变计算意向等。图灵还采用了二进制。这样，他就把人的工作机械化了。这种理想中的机器被称为“图灵机”。图灵机是一种抽象计算模型，用来精确定义可计算函数。图灵机由一个控制器，一条可以无限延伸的带子和一个在带子上左右移动的读写头组成。这个概念如此简单的机器，理论上却可以计算任何直观可计算函数。图灵在设计了上述模型后提出，凡可计算的函数都可用这样的机器来实现，这就是著名的图灵论题。

图灵 Alan M. Turing



Alan Turing
(1912-1954)

2009-5-21

• *On computable numbers with an application to the Entscheidungsproblem (1936)*

230

A. M. TURING

[Nov. 12,

ON COMPUTABLE NUMBERS, WITH AN APPLICATION TO
THE ENTSCHIEDUNGSPROBLEM

By A. M. TURING.

[Received 28 May, 1936.—Read 12 November, 1936.]

The “computable” numbers may be described briefly as the real numbers whose expressions as a decimal are calculable by finite means. Although the subject of this paper is ostensibly the computable numbers, it is almost equally easy to define and investigate computable functions of an integral variable or a real or computable variable, computable predicates, and so forth. The fundamental problems involved are, however, the same in each case, and I have chosen the computable numbers for explicit treatment as involving the least cumbersome technique. I hope shortly to give an account of the relations of the computable numbers, functions, and so forth to one another. This will include a development of the theory of functions of a real variable expressed in terms of computable numbers. According to my definition, a number is computable if its decimal can be written down by a machine.

In §§ 9, 10 I give some arguments with the intention of showing that the computable numbers include all numbers which could naturally be regarded as computable. In particular, I show that certain large classes of numbers are computable. They include, for instance, the real parts of all algebraic numbers, the real parts of the zeros of the Bessel functions, the numbers π , e , etc. The computable numbers do not, however, include all definable numbers, and an example is given of a definable number which is not computable.

Although the class of computable numbers is so great, and in many ways similar to the class of real numbers, it is nevertheless enumerable. In § 8 I examine certain arguments which would seem to prove the contrary. By the correct application of one of these arguments, conclusions are reached which are superficially similar to those of Gödel†. These results

† Gödel, “Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme, I”, *Monatshefte Math. Phys.*, 38 (1931), 173–198.

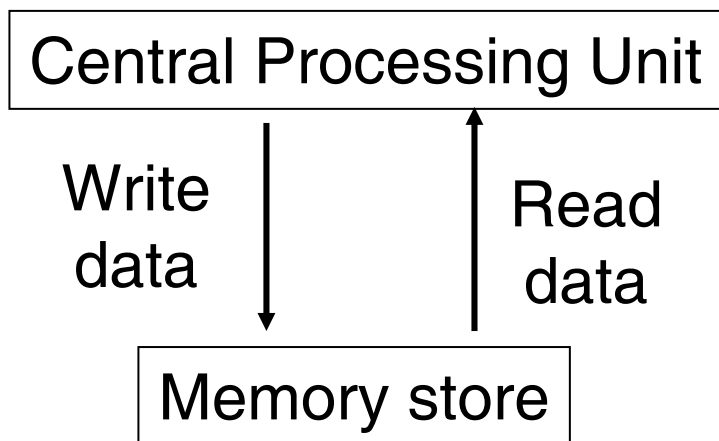
John von Neumann



Mathematician: Game Theory, Quantum Mechanics,
Theory of Computing...

Von Neumann 系统结构

Practical Implementation of Turing Machine



'fetch-execute-store' cycle

Repeat

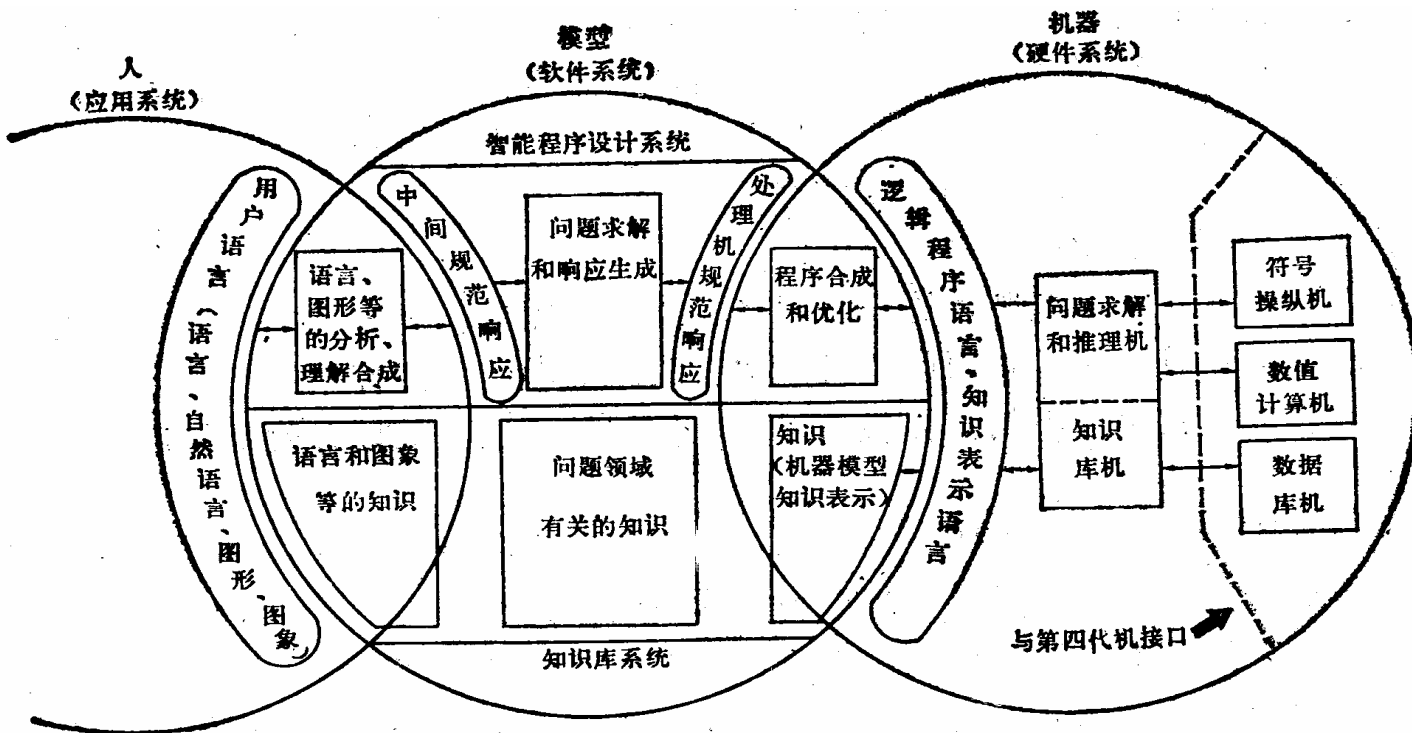
- **Fetch** an instruction and any associated data from memory
- **Execute** the instruction
- **Store** the results in memory

Until...

知识信息处理

20世纪80年代是人工智能的辉煌时代

日本提出五代机计划：知识信息处理系统



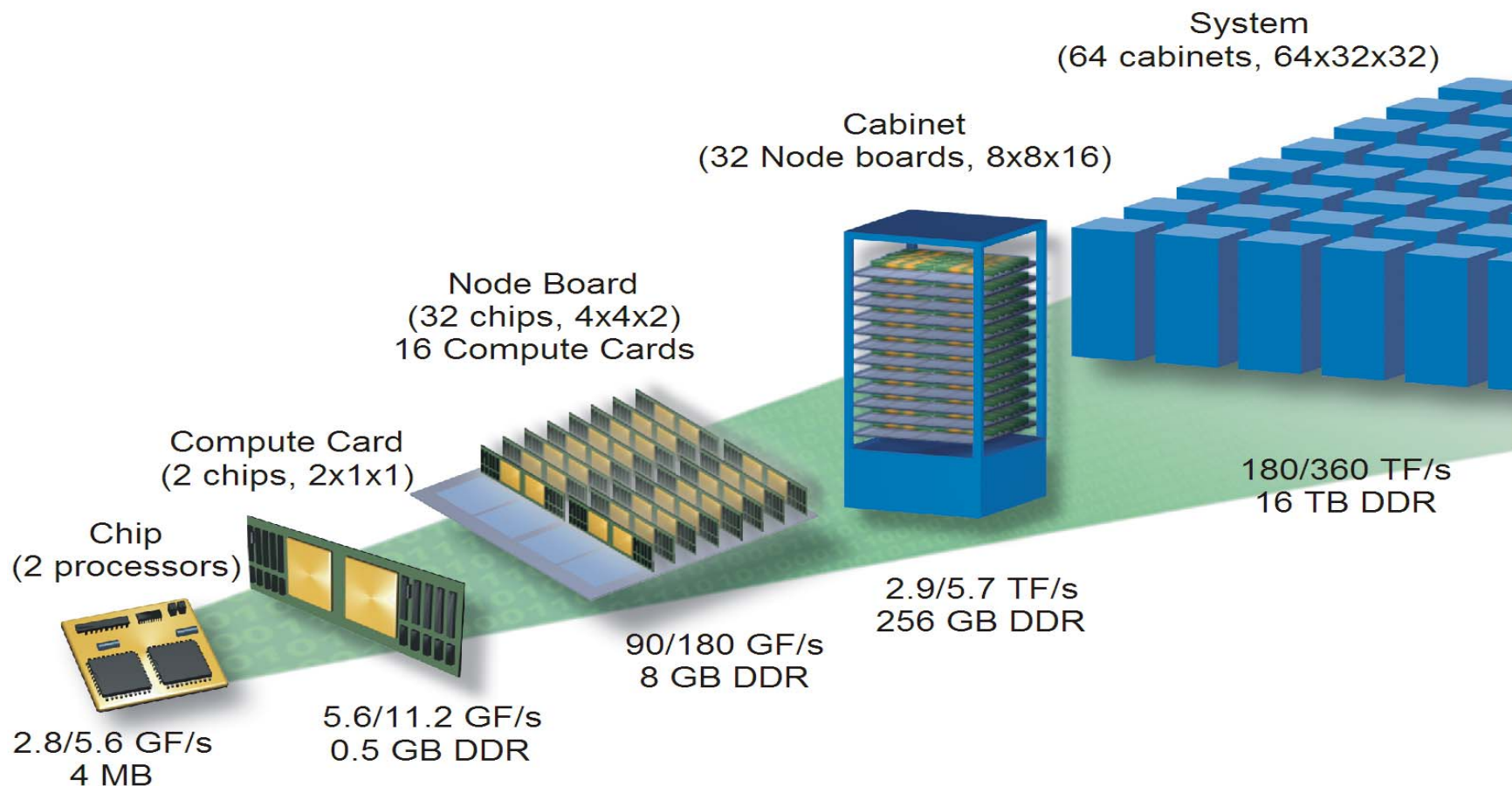
IBM类脑计算机研究

- 2005年6月19日报道，瑞士洛桑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。

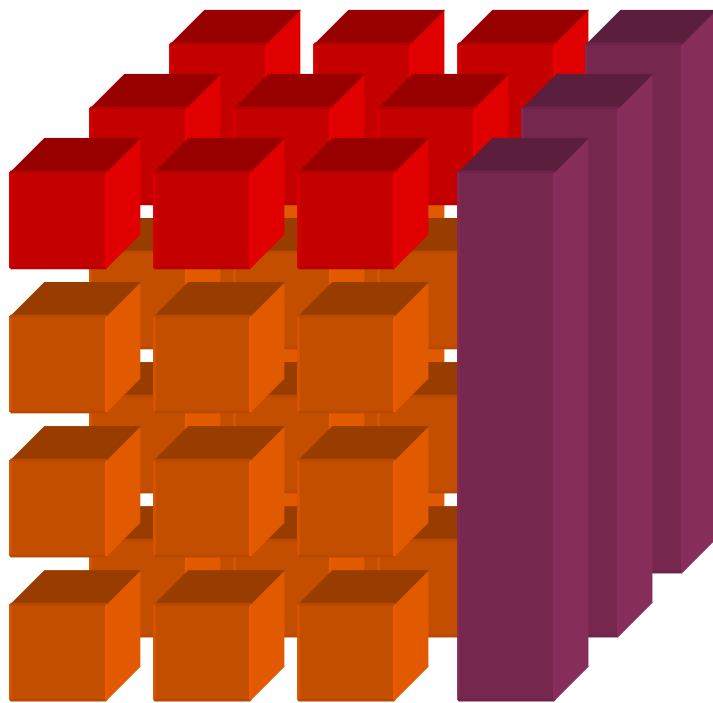
The Blue Gene/L Architecture



中科院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING
TECHNOLOGY

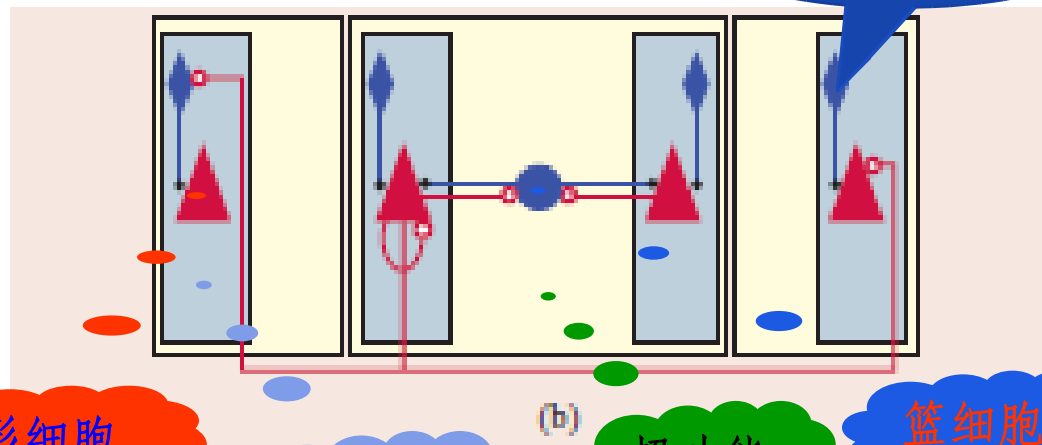
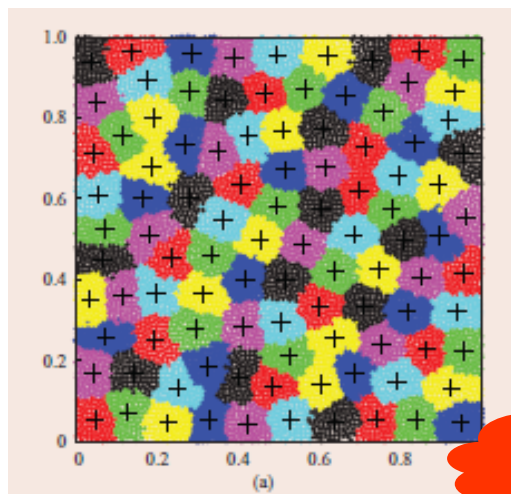


BlueGene/L System Software Architecture



- User applications execute exclusively in the **compute nodes**
 - avoid asynchronous events (e.g., daemons, interrupts)
- The outside world interacts only with the **I/O nodes**, an offload engine
 - standard solution: Linux
- Machine monitoring and control also offloaded to **service nodes**: large SP system or Linux cluster.

IBM类脑计算机研究










锥形细胞

小功能柱

超功能柱

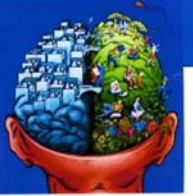
篮细胞

RSNP细胞

- | | | |
|--|--|---|
|  Minicolumn |  Hypercolumn | |
|  Basket cell |  RSNP cells |  Pyramidal cells |
|  Inhibitory connections |  Excitatory connections | |

智能科学 Intelligence Science

Connecting Great Minds



Call For Book Proposal on Intelligence Science

Special Advisors
 Marvin Minsky (USA)
 Shun-ichi Amari (Japan)
 Wenjun Wu (China)
 Lotfi A. Zadeh (USA)

Chief Editor
 Zhongzhi Shi

Editorial Board
 Giorgos Antonios (Greece)
 Lin Chen (China)
 Aike Gao (China)
 Werner Hara (Austria)
 Takeshi Kaneko (Japan)
 Ruijun Lu (China)
 Yunjia Luo (China)
 Eureka Mercier-Laurent (France)
 Aditya Murthy (India)
 Da Ruan (Belgium)
 Benjamin Wah (USA)
 Yingxu Wang (Canada)
 Sunil Vadara (UK)
 Jong Chul Ye (Korea)
 Nanning Zheng (China)
 Ning Zhong (Japan)
 Yixin Zhong (China)


Series on Intelligence Science

Aims and Scope
 Intelligence science is an interdisciplinary subject dedicated to joint research on the basic theory and technology of intelligence among the fields of brain science, cognitive science, and artificial intelligence. Brain science explores the essence of the brain, and conducts research on principles and models of natural intelligence at the molecular, cellular, and behavioral levels. Cognitive science studies human mental activity, such as perception, learning, memory, thinking, consciousness, etc. In order to implement machine intelligence, artificial intelligence is concerned with the simulation, extension, and expansion of human intelligence using artificial methodologies and technologies. Research scientists from these three disciplines work together to explore new concepts, theories, and methodologies in order to create a successful and brilliant future in the modern 21st century.

Aims of Series on Intelligence Science
 The Series on Intelligence Science will reflect the most updated progress and achievements in intelligence science. It provides a platform for scientists to exchange new ideas and share knowledge so as to promote cross-research between brain science, cognitive science, and artificial science.

Areas of particular interest encompass:

- Cognitive neuroscience
- Perception
- Memory
- Linguistic cognition
- Learning
- Thought
- Emotion
- Nature of consciousness
- Mind modeling
- Intelligent systems



World Scientific
www.worldscientific.com

ICP Imperial College Press
www.icpress.co.uk

Preferred Publisher of Leading Thinkers



内容提要

1 概述

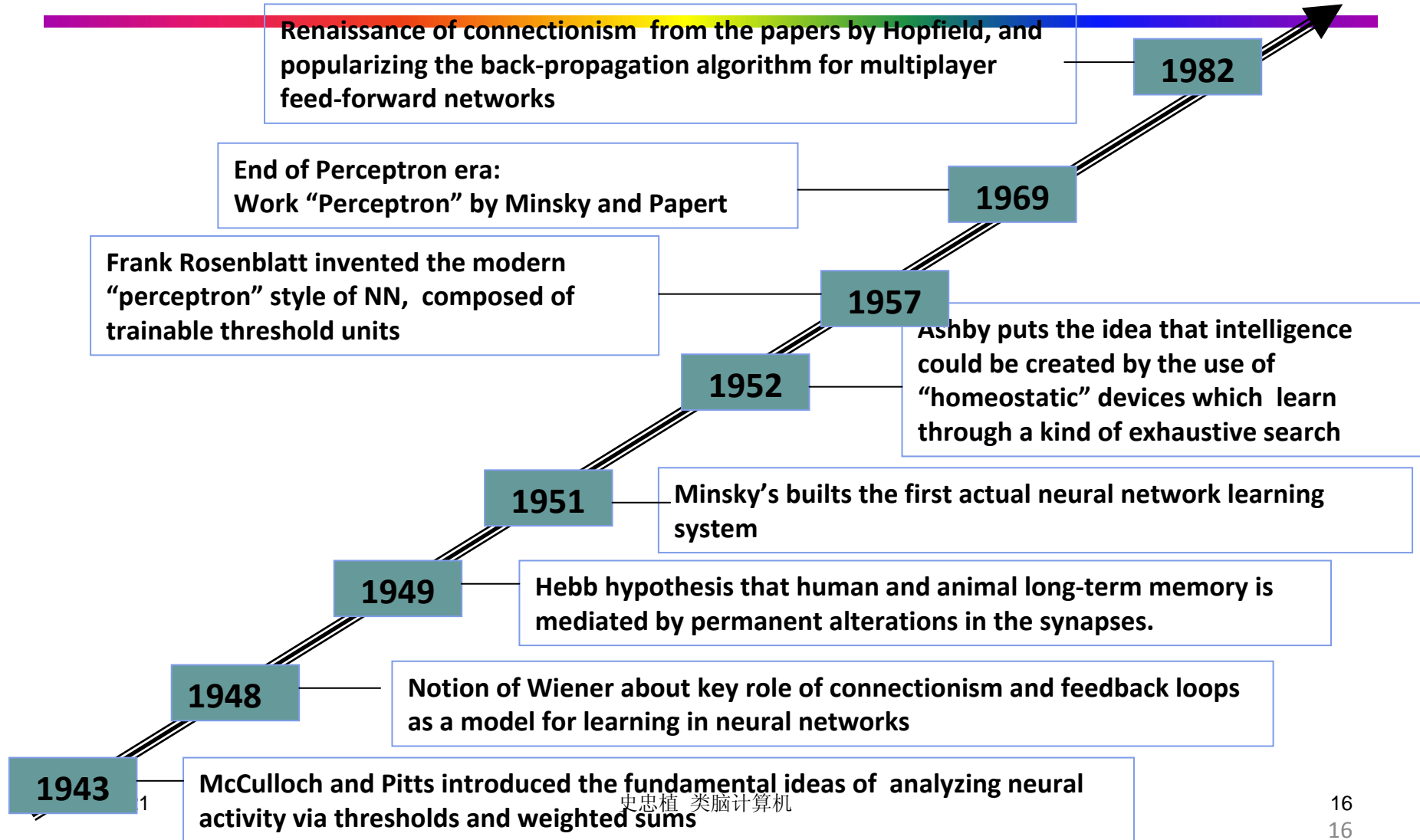
2 认知神经科学

3 心智模型

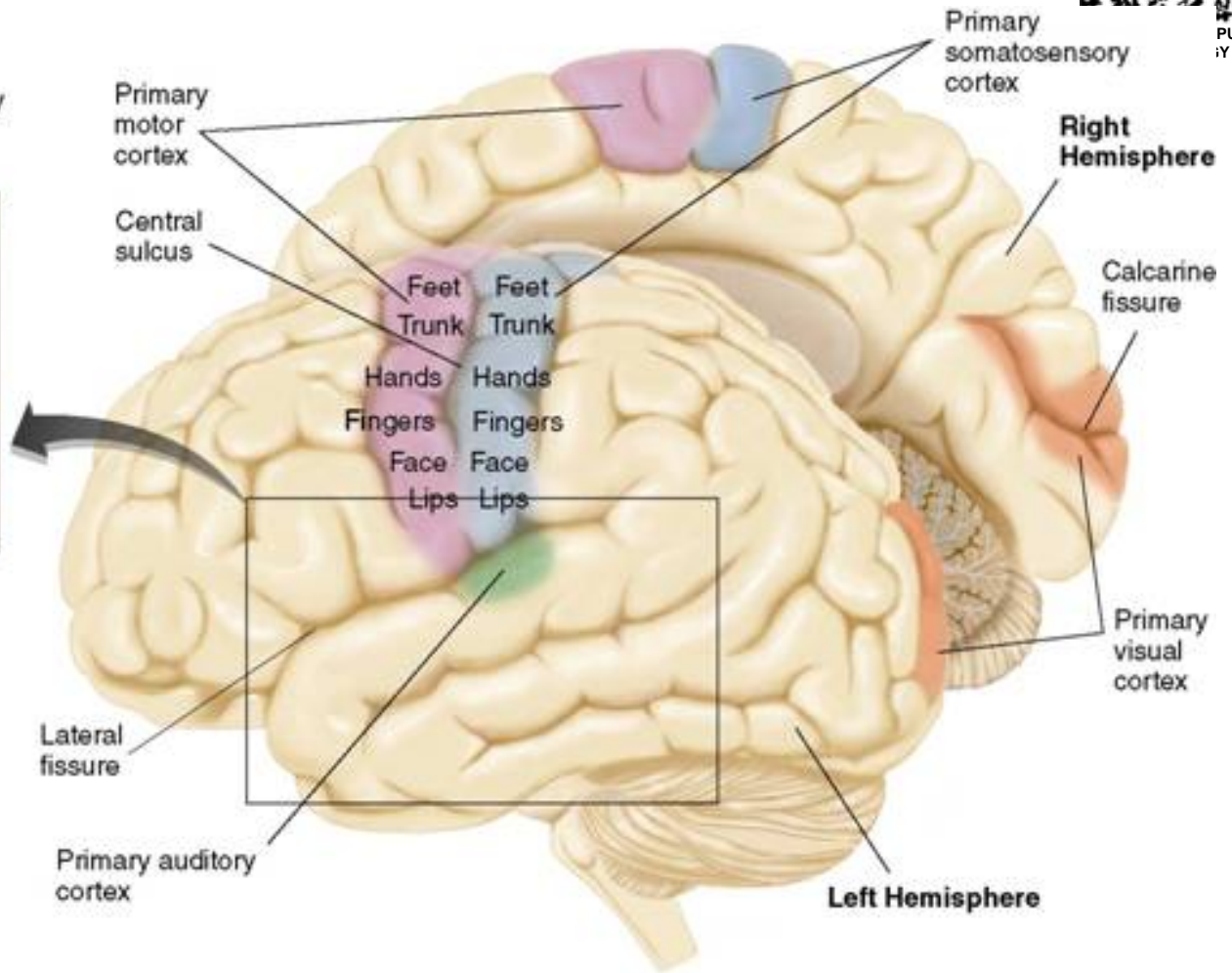
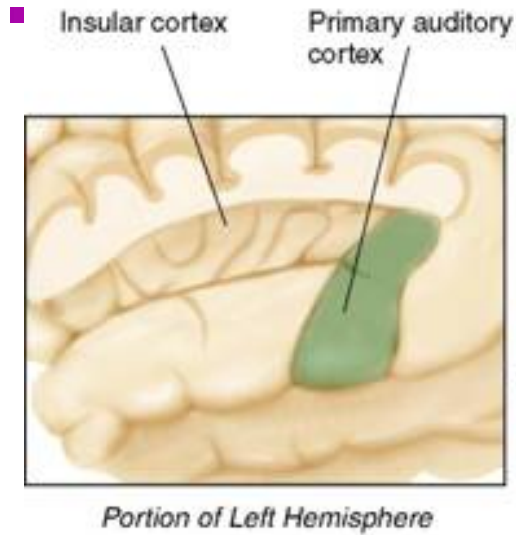
4 系统结构

5 展望

The History of Neuroscience



人脑



神经元的基本组成

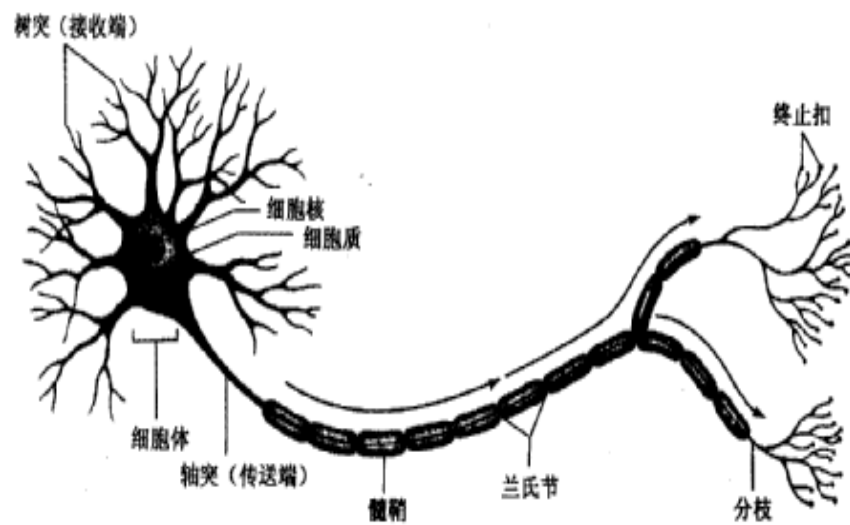
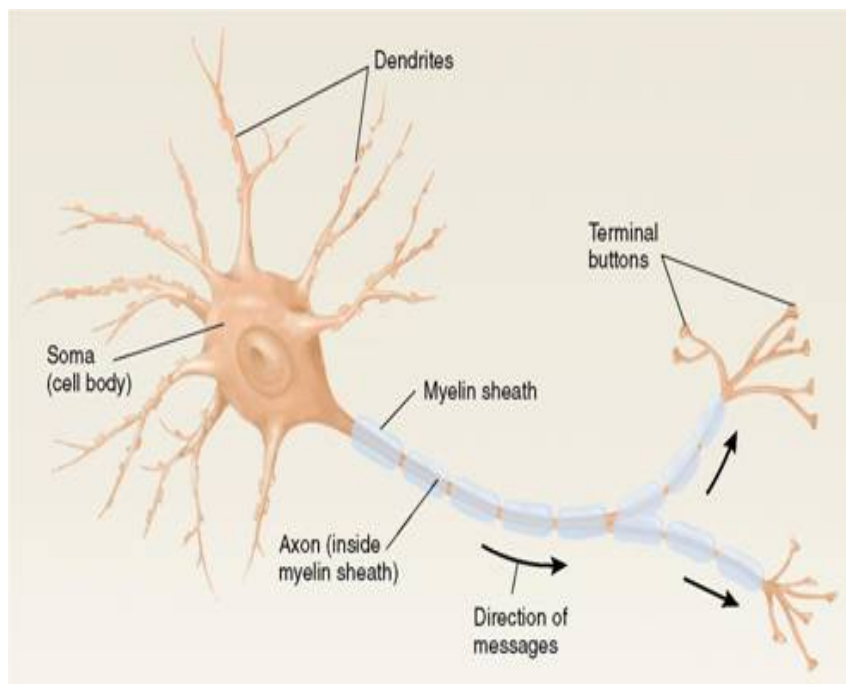


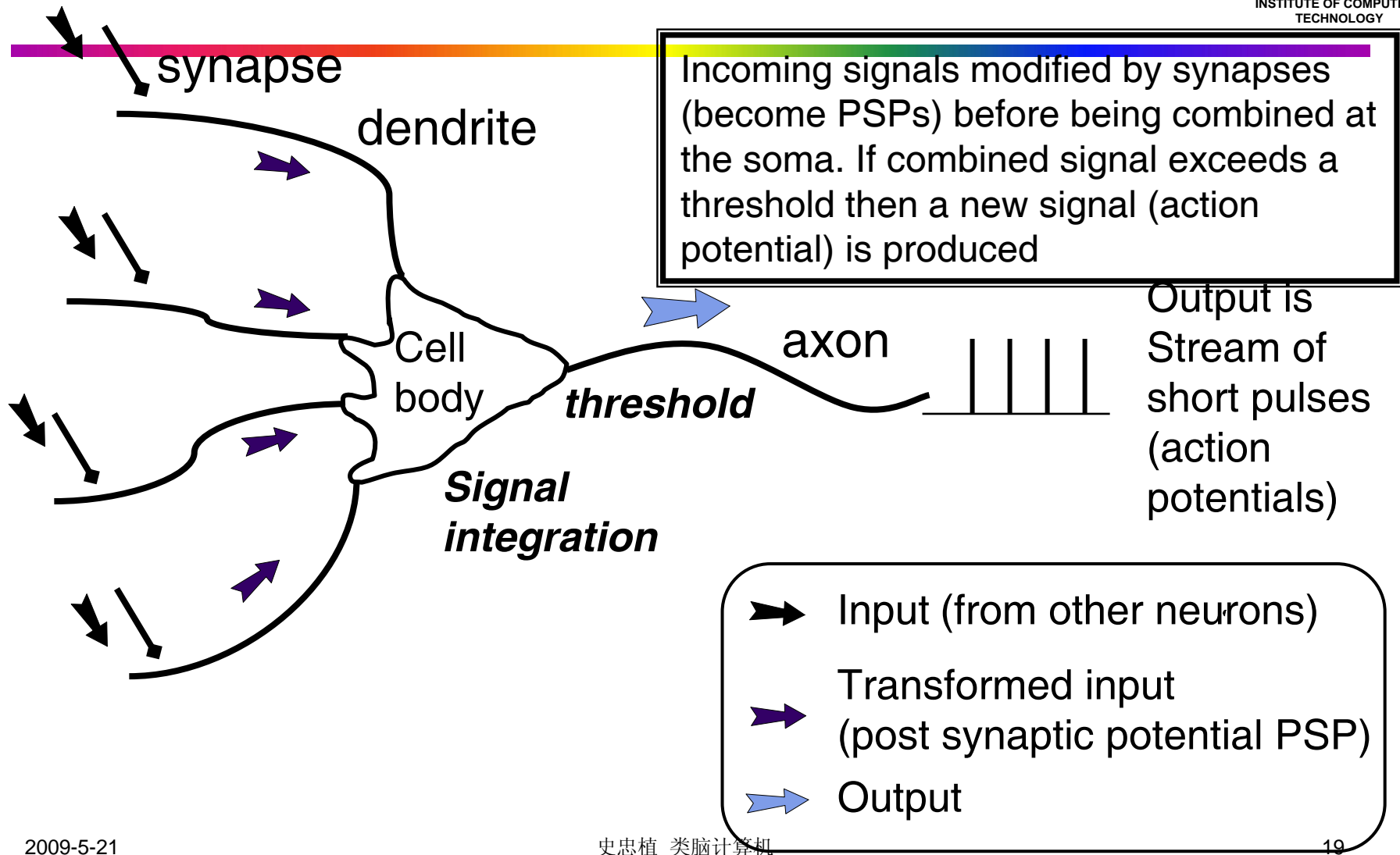
图 2-6 神经元的结构

神经细胞是构成神经系统最基本的单位，故通称为神经元。一般包括神经细胞体 (soma)、轴突 (axon) 和树突 (dendrites) 三部分

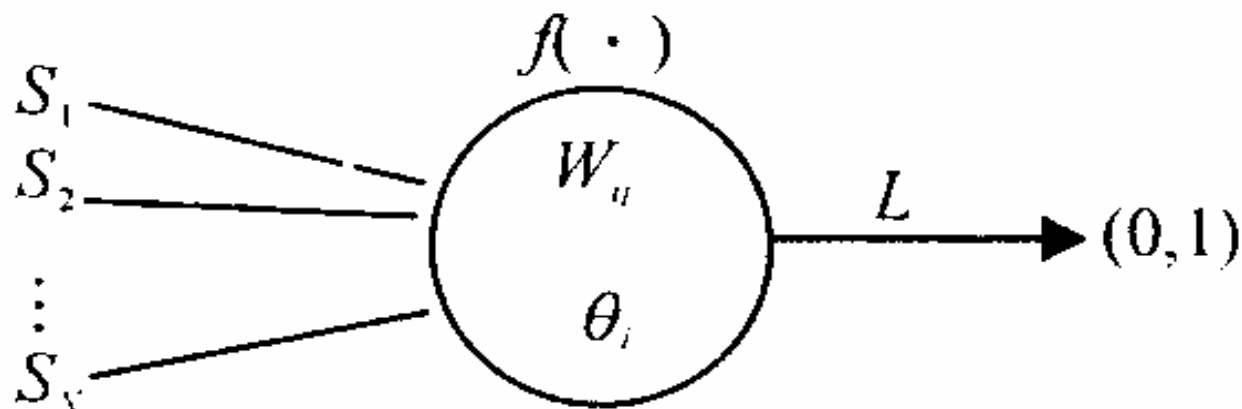
Basic biological neural operation



中科院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING
TECHNOLOGY

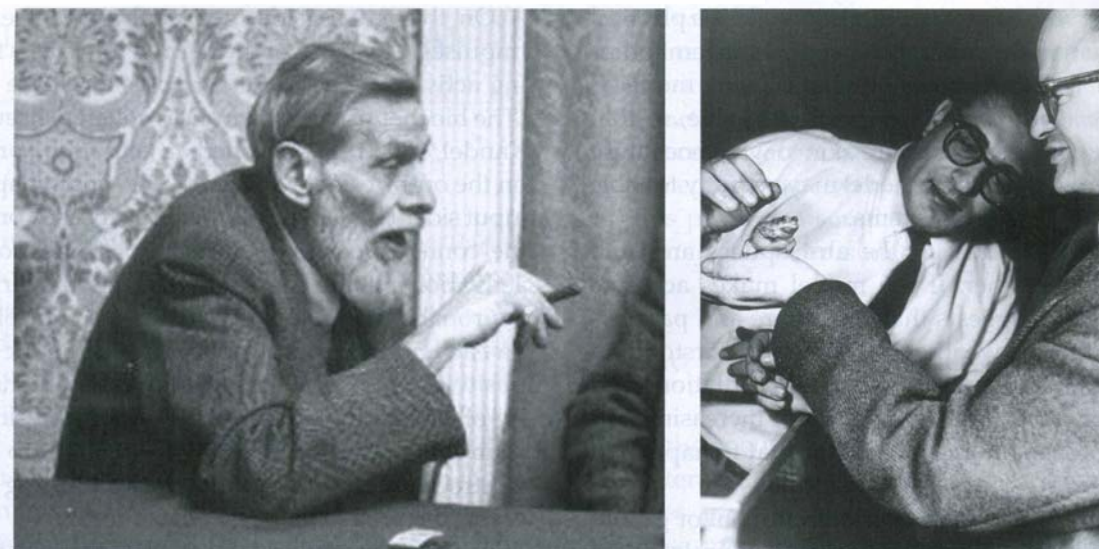


M-P神经网络模型



1943 - First artificial neuron model

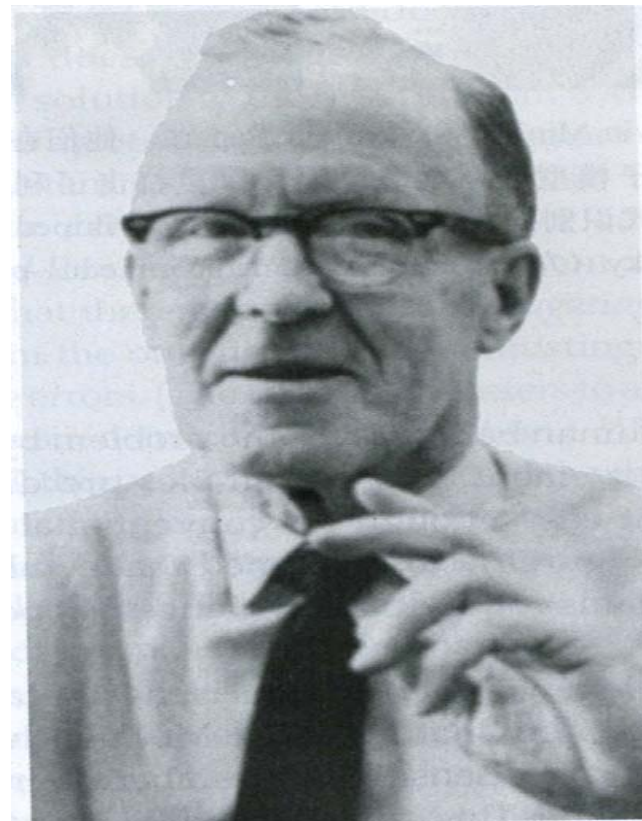
Warren McCulloch
(neurophysiologist) Walter
Pitts (mathematician)



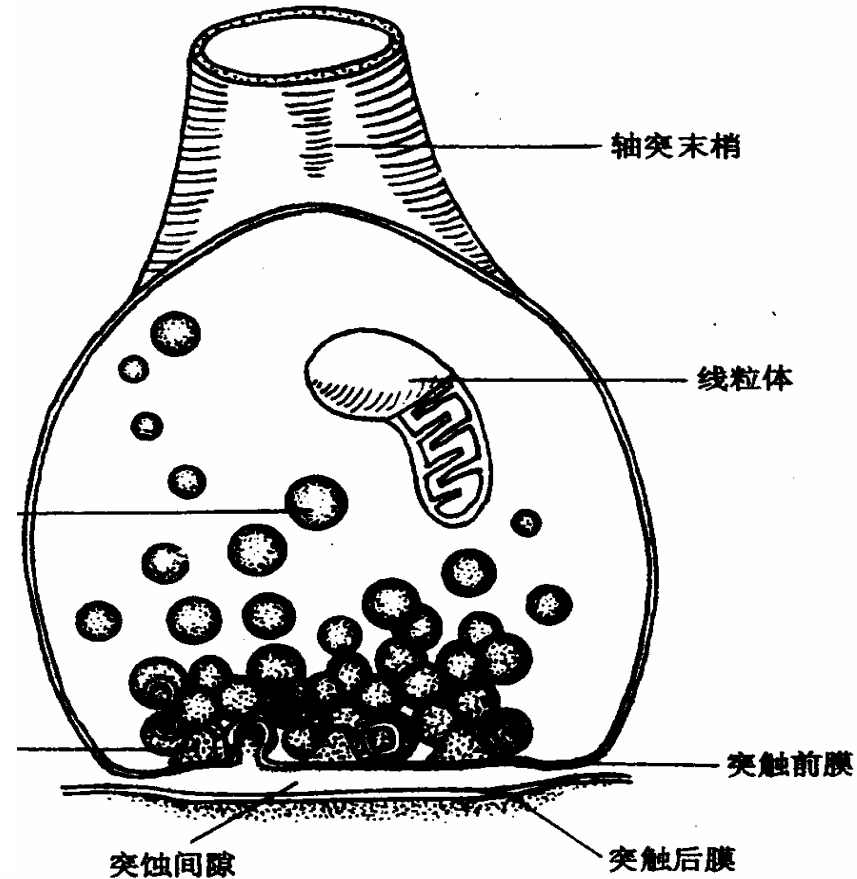
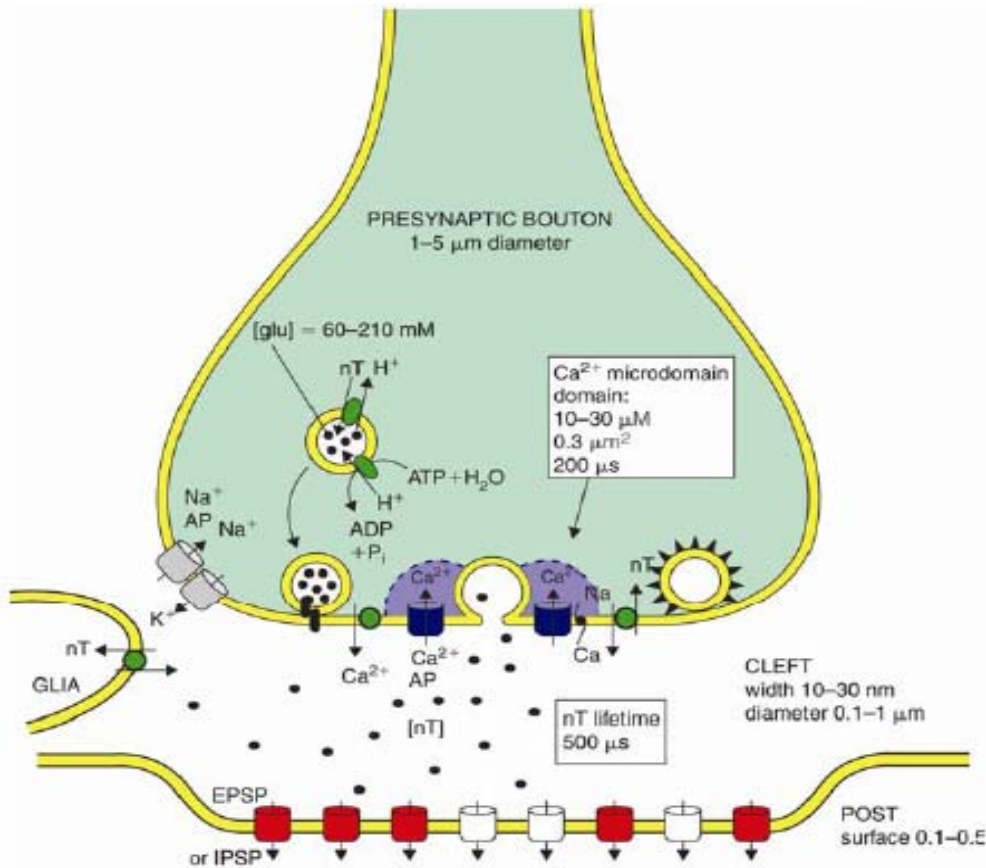
唐纳德·赫布 Hebb

唐纳德·赫布 [Donald Olding Hebb 1904.07.22 – 1985.08.20]，加拿大心理学家，认知心理生理学的开创者。赫布以其“赫布律” (Hebbian Rule) 而闻名。1949年，他提出了一个假设，来说明经验如何塑造某个特定的神经回路。赫布律基于三个基本假设：

- 共同激活的神经元成为联合。
- 联合能发生在相邻的或疏远的神经元间，即整个皮层是联合存储。
- 如果神经元成为联合，它们将发展成为功能体，细胞集合。



突触传递

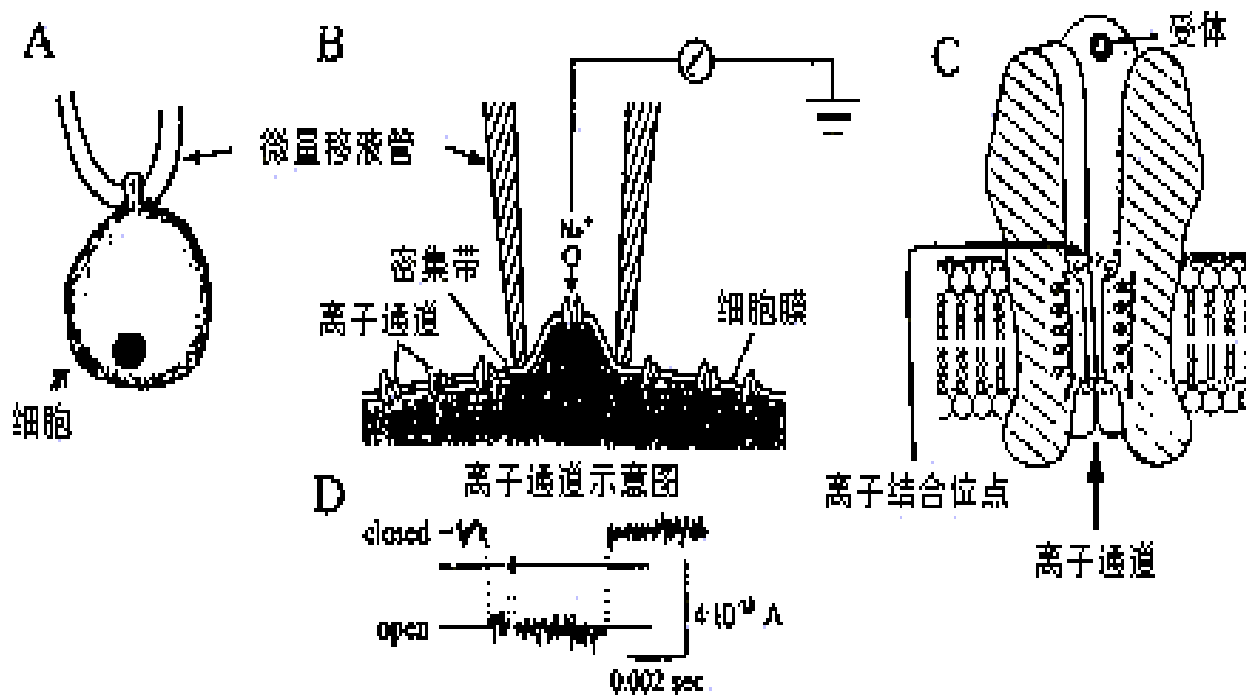


神经元与神经元之间，或神经元与非神经细胞（肌细胞、腺细胞等）之间的一种特化的细胞连接，称为突触（synapse）。

离子通道

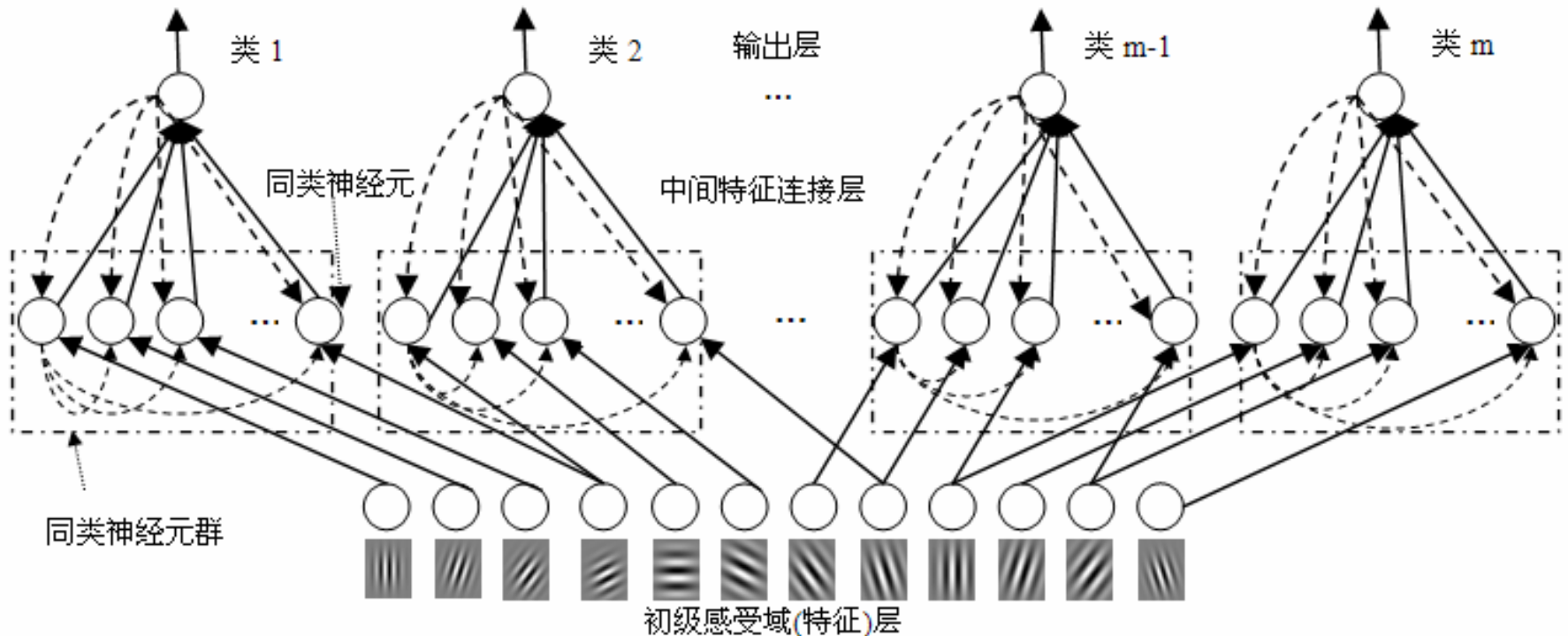
1991年10月7日年诺贝尔奖金颁奖大会上，诺贝尔生理学奖授予给了尼赫(Erwin Neher) 和萨克曼(Bert Sakman)，因为他们的重大成就——细胞膜上单离子通道的发现。细胞是通过细胞膜与外界隔离的，在细胞膜上有很多通道，细胞就是通过这些通道与外界进行物质交换的。这些通道由单个分子或多个分子组成，允许一些离子通过。通道的调节影响到细胞的生命和功能。1976年尼赫(Erwin Neher) 和萨克曼(Bert Sakman)合作，用新建立的膜片钳技术成功地记录了nAChR单离子通道电流，开创了直接实验研究离子通道功能的先河。结果发现当离子通过细胞膜上的离子通道的时候，产生十分微弱的电流。尼赫(Erwin Neher) 和萨克曼(Bert Sakman)在实验中，利用与离子通道直径近似的钠离子或氯离子，最后达到共识：离子通道是存在的，以及它们如何发挥功能的。

离子通道



特征捆绑的计算模型

图像理解是一个高层的感知任务，基于Bayes连接域网络模型BLFN，提出了一种特征捆绑计算模型，能够实现物体知觉的整体识别。



功能柱

20世纪60年代末，美国科学家发现，在大脑视觉皮层中，具有相同图像特征选择性和相同感受野位置的众多神经细胞，以垂直于大脑表面的方式排列成柱状结构——功能柱。30多年来，脑研究领域一直将垂直的柱状结构看作大脑功能组织的一个基本原则。但是，传统的功能柱研究还不能阐释视觉系统究竟是如何处理大范围复杂图像信息的。

功能柱

- 1972年：Wilson-Cowan方程来描述功能柱；
- 1990年：Shuster等人模拟视皮层中发现的同步振荡；
- 1993年：Jansen等人提出了耦合功能柱模型产生了类EEG波形和诱发电位；
- 1994年：Fukai设计了功能柱式的网络模型来模拟视觉图样的获取；
- 1997年：Hansel等人根据视皮层朝向柱的结构构建了一个超柱模型，研究其中的同步性和混沌特性，并对朝向选择性的功能柱机理做出解释；
- 1998年：Fransén等人把传统网络中的单细胞代换成多细胞构成的功能柱，来模拟工作记忆

功能柱

Rose-Hindmarsh方程来描述单神经元:

$$\dot{x} = y + ax^3 - bx^2 - z + I_{syn} + I_{stim}$$

$$\dot{y} = c - dx^2 - y$$

$$\dot{z} = r[s(x - x_0) - z]$$

x : 代表膜电位,

y : 表示快速回复电流,

z : 描述慢变化的调整电流,

I_{syn} 表示突触电流,

I_{stim} 表示外界输入

功能柱

模型采用基于电流的突触模型，在突触前细胞的每个动作电位都将触发突触后细胞的 I_{syn} 输入。突触电流 I_{syn} 表示为：

$$I_{syn} = g_{syn} V_{syn} (e^{-t/\tau_1} - e^{-t/\tau_2})$$

g_{syn} 为膜电导
 τ_1, τ_2 时间常数
 V_{syn} 表示突触后电位

功能柱

- **功能柱是一个振荡子，而且表明功能柱可以成为皮层多样化的节律活动的发生源，EEG中的各种节律均可以在结构具有普遍性的功能柱中找到生理基础。**
- **功能柱是介于单神经元和皮层脑区之间的一种中间层次的单元，理解这种中间层次的单元的活动特点，能够为脑科学中微观现象和宏观现象的研究之间建立一座桥梁**

内容提要

1 概述

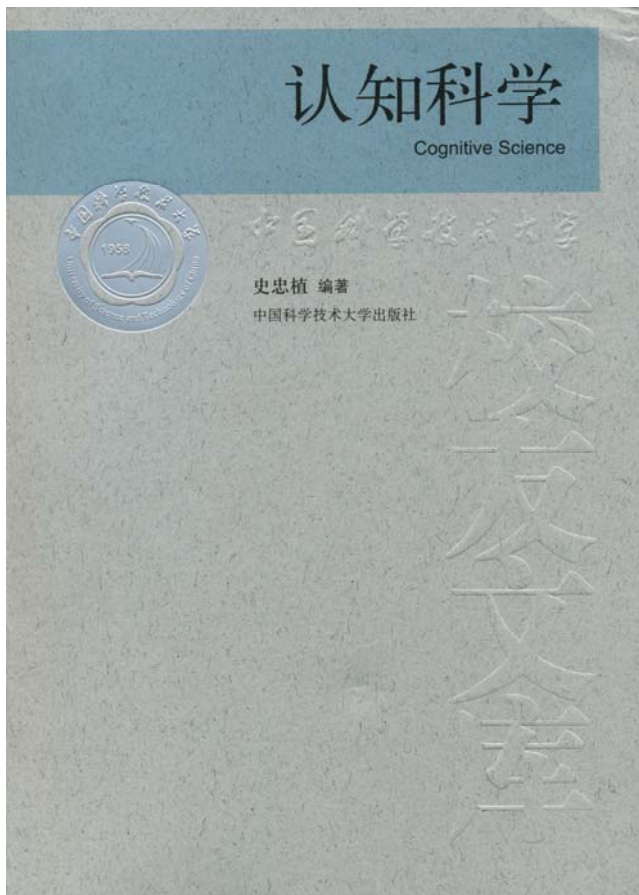
2 认知神经科学

3 心智模型

4 系统结构

5 展望

心智模型



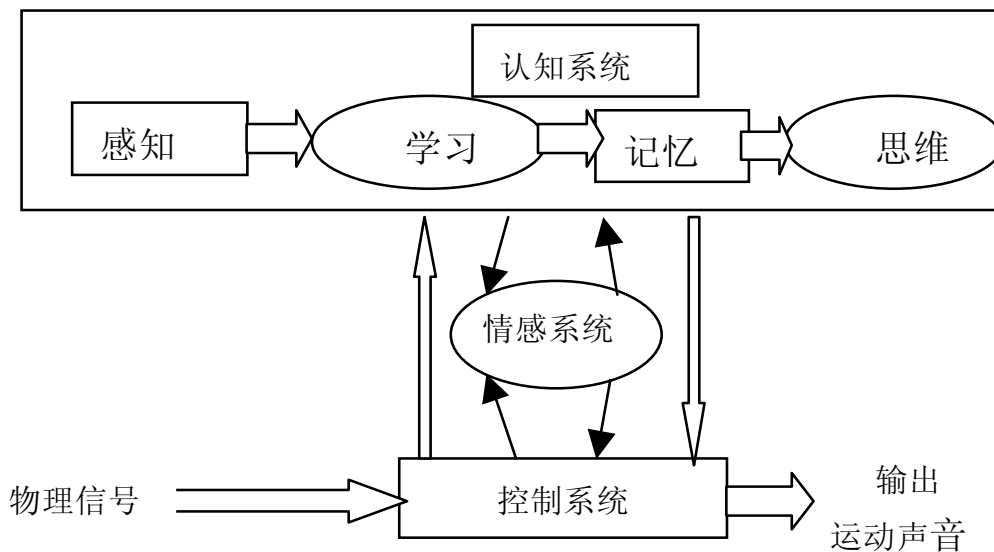
心智 (mind) 是脑的精神活动的总称，包括感觉、知觉、学习、记忆、注意、情感、意志、兴趣、性格、思维等大脑活动的一切方面。神经系统看成是脑的硬件，心智可以看成脑的软件。

心智模型

心智以人类全部精神活动（包括情感、意志和感觉、知觉、表象、思维、直觉等）为研究对象，用现代科学方法来研究人类非理性心理与理性认知融合运作的形式、过程及规律。心智是一个庞大的学科群体，它涉及生物学、心理学、细胞学、脑科学、遗传学、语言学、逻辑学、认知科学、人工智能等多个领域。其目标在于探讨人类生命和精神方面的问题，例如，信息如何经由感官输入，如何处理、储存与运用，及与遗传、进化的关系等等。

心智模型

心智
(mind)
是人脑
的软件
系统。



心智模型

Model Name	Acronym/ Abbreviation	Pew and Mavor (1998)	Ritter, Shadbolt et al. (2001)	Present IDA Study
Atomic Components of Thought	ACT	Yes	No	Yes
Adaptive Resonance Theory	ART	No	No	Yes
Architecture for Procedure Execution	APEX	No	Yes	Yes
Artificial Neural Networks	ANNs	Yes	No	No
Business Redesign Agent-Based Holistic Modeling System	Brahms	No	No	Yes
Cognition and Affect Project	CogAff	No	Yes	Yes
COGnition As a NETwork Of Tasks	COGNET	Yes	No	Yes
Cognitive Complexity Theory	CCT	No	No	Yes
Cognitive Objects within a Graphical Environment	COGENT	No	Yes	Yes
Concurrent Activation-Based Production System	CAPS	No	No	Yes
Construction-Integration Theory	C-I Theory	No	No	Yes
Distributed Cognition	DCOG	No	No	Yes
Elementary Perceiver And Memorizer	EPAM	No	Yes	No
Executive Process/Interactive Control	EPIC	Yes	No	Yes
Human Operator Simulator	HOS	Yes	No	Yes
Belief-Desire-Intention architecture	BDI	No	Yes	No
Man-machine Integrated Design and Analysis System	MIDAS	Yes	No	Yes
Micro Systems Analysis of Integrated Network of Tasks	Micro SAINT	Yes	No	Yes
MIDAS Redesign		Yes	No	Yes
Operator Model ARchitecture	OMAR	Yes	No	Yes
PSI	PSI	No	Yes	Yes
Situation Awareness Model for Pilot-in-the-Loop Evaluation	SAMPLE	Yes	No	Yes
Sparse Distributed Memory	SDM	No	Yes	No
State, Operator, And Result	Soar	Yes	No	Yes



中国科学院
INSTITUTE OF COMPUTING
TECHNOLOGY

2009-5-21

史忠植 类脑计算机

物理符号系统



Herbert A. Simon

was born in 1916 in Milwaukee, Wisconsin. He began his career at the Cowles Commission. In 1978 he was a Nobel Laureate in Economics. He is currently serving as a Richard King Mellon University Professor of Computer Science and Psychology at Carnegie Mellon University.

物理符号系统

● 我们把人看成一个信息加工系统，常称作物理符号系统。用物理符号系统主要是强调所研究的对象是一个具体的物质系统，如计算机的构造系统，人的神经系统、大脑神经元等。所谓符号就是模式；任何一个模式，只要它能和其它模式相区别，它就是一个符号。不同的英文字母就是不同的符号。对符号进行操作就是对符号进行比较，即找出哪个是相同的符号，哪几个是不同的符号。物理符号系统的基本任务和功能就是辨认相同的符号和区分不同的符号。符号既可以是物理的符号，也可以是头脑中的抽象的符号，可以是计算机中的电子运动模式，或可以是头脑中的神经元的某种运动方式。纸上的文字是物理符号系统，但这是一个不完善的物理符号系统，因为它的功能只是存储符号，即把字保留在纸上。一个完善的符号系统还应该有更多的功能。

物理符号系统

- 它由记忆、一组操作、控制、输入和输出构成。它的输入是确定部位的客体；它的输出是确定部位的客体的修改或建立，后者部位常与输入是不同的。那么，它的外部行为就由输出组成，它们的产生是输入的函数。大的环境系统加上物理符号系统就形成封闭系统，因为输出客体变成后面的输入客体，或者影响后面的输入客体。物理符号系统的内部状态由它的记忆和控制的状态构成。它的内部行为是由这些内部状态全部变化构成。

物理符号系统

- 记忆是由一组符号结构 $\{E_1, E_2, \dots, E_m\}$ 组成，在整个时间里它们在数量和内容上是变化的。符号结构的内部改变称作表达。为了定义符号结构给出一组抽象符号 $\{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ 。每种符号结构都具有给定的类型和一些不同的作用 $\{R_1, R_2, \dots\}$ ，每种作用包括一个符号。采用显式表示可以写成 (Type: T R1: S1 R2: S2, ..., Rn: Sn) 若用隐式表示，则写成：
(S1S2, ... Sn)

物理符号系统

纽威尔 (Allon Newell) 规定了10种操作符。每一个在图中表示一块。这10种操作符的功能如下：

- (1) 赋值符号 (Assign a symbol): 建立符号与项之间的基本关系。对项赋值, 称之为存取。符号可以赋给项, 而不能赋给表达式。存取一个操作符意味着存取它的输入、输出和唤醒机制。存取给定类型的作用意味着存取作用的符号, 这种作用是与给定类型的表达式有关, 并在那种作用写入新的符号。
- (2) 复制表达式 (Copy expression): 将表达式和符号加到系统里, 新的表达式是输入表达式准确的复制, 即在各种作用中具有完全相同的类型和符号。
- (3) 写表达式 (Write an expression): 建立任何规定内容的表达式。它并不建立任何新的表达式, 而是修改它的输入表达式。
- (4) 写 (write): 在给定的作用建立一个符号。
- (5) 读 (Read): 在规定作用下读符号。

物理符号系统

- (6) 执行序列 (Do sequence): 使系统按规定的序列执行任何动作。
- (7) 条件退出和条件继续 (Exit-if and Continue—if): 系统行为有条件地继续执行一个序列, 或从中退出。
- (8) 引用符号 (Quote a symbol): 控制自动地解释被运行的表达式。
- (9) 外部行为 (Behve externally): 符号系统可控的外部行为的集合。
- (10) 环境输入 (Input from enuironment): 利用记忆中新建立的表达式将外部环境的输入录入到系统中。

物理符号系统

我们可以将物理符号系统的功能简化成6种，即：

- (1) 输入符号。
- (2) 输出符号。
- (3) 存储符号。
- (4) 复制符号。
- (5) 建立符号结构：通过找到各种符号之间的关系，在符号系统中形成符号结构。
- (6) 条件转移：如果在记忆中已经有了一定的符号系统，再加上外界的输入，就可以继续完成行为。

物理符号假设

- 1976年纽威尔和司马贺提出了物理符号系统假设，说明物理符号系统的本质。主要假设内容如下：
- 物理符号系统假设，物理系统表现智能行为必要和充分的条件是它是一个物理符号系统。
- 必要性意味着表现智能的任何物理系统将是一个物理符号系统的例示。
- 充分性意味着任何物理符号系统都可以进一步组织表现智能行为。
- 智能行为就是人类所具有的那种智能：在某些物理限制下，实际上所发生的适合系统目的和适应环境要求的行为。

ACT模型



安德森 (J. A. Anderson)

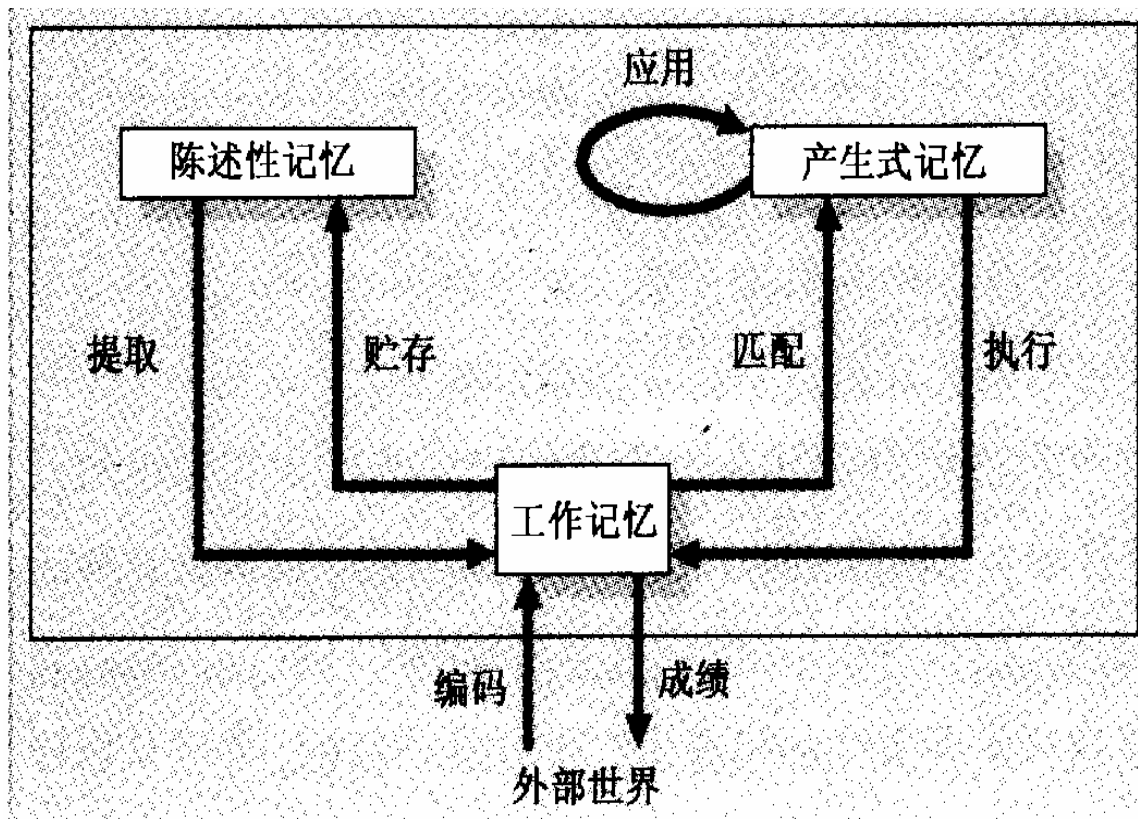
- 美国心理学家安德森(J.A. Anderson)于1976年提出系统的整合理论与人脑如何进行信息加工活动的理论模型,简称**ACT模型** [Anderson 1976], 原意为“思维的适应性控制”。
- 安德森将人类联想记忆模型(HAM)与产生式系统的结构相结合,模拟人类高级认知过程的产生式系统,在人工智能的研究中有重要意义。



History of the ACT-framework*

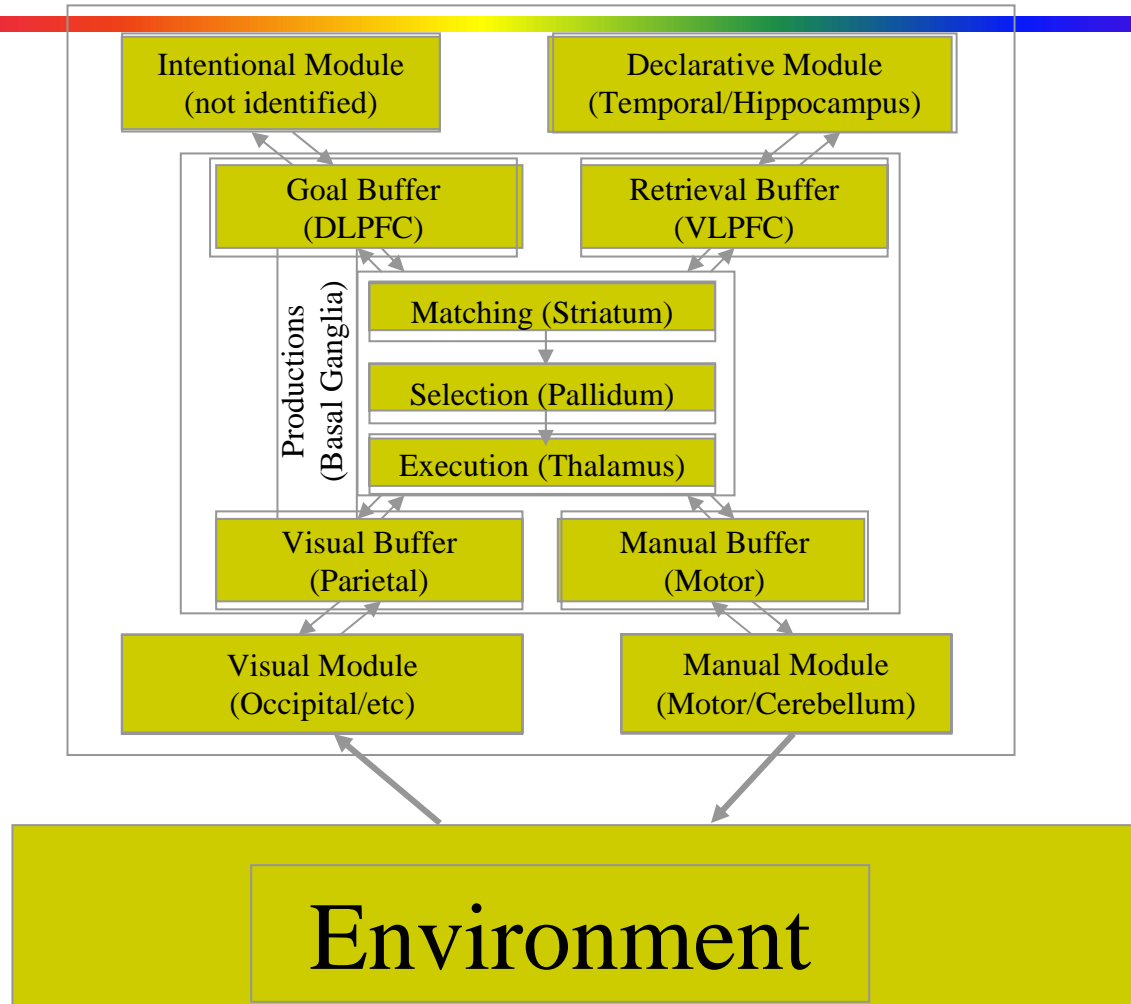
Predecessor	HAM	(Anderson & Bower 1973)
Theory versions	ACT-E	(Anderson, 1976)
	ACT*	(Anderson, 1978)
	ACT-R	(Anderson, 1993)
	ACT-R 4.0	(Anderson & Lebiere, 1998)
	ACT-R 5.0	(Anderson & Lebiere, 2001)
Implementations	GRAPES	(Sauers & Farrell, 1982)
	PUPS	(Anderson & Thompson, 1989)
	ACT-R 2.0	(Lebiere & Kushmerick, 1993)
	ACT-R 3.0	(Lebiere, 1995)
	ACT-R 4.0	(Lebiere, 1998)
	ACT-R/PM	(Byrne, 1998)
	ACT-R 5.0	(Lebiere, 2001)
	Windows Environment	(Bothell, 2001)
	Macintosh Environment	(Fincham, 2001)
	ACT-R 6.0	(Bothell, 2004??)

ACT-framework*

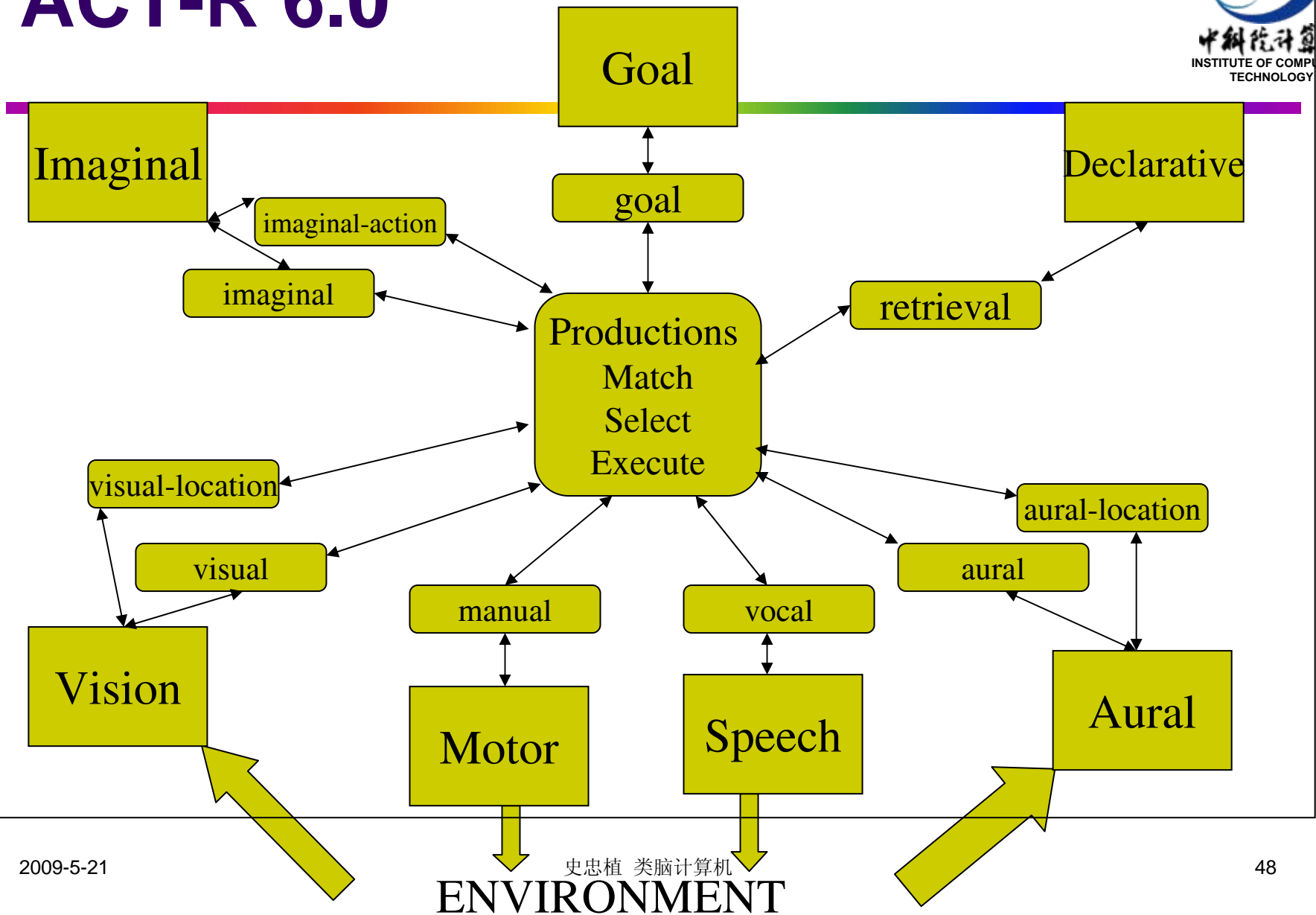


- Procedural vs Declarative Knowledge
- Declarative
 - Aware of
 - Can describe to others
 - Facts
- Procedural
 - Display in behavior
 - Not conscious of
 - e.g. language

ACT-R 6.0 Mapping to the Brain*



ACT-R 6.0

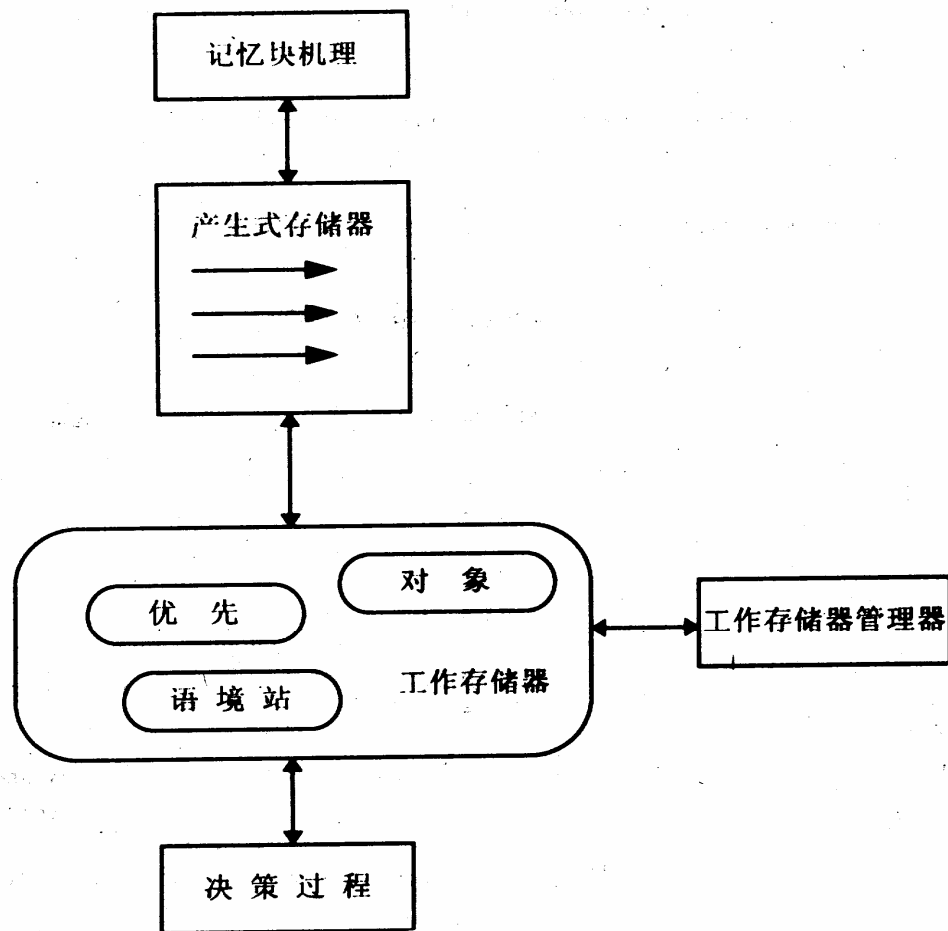


SOAR



A. Newell

2009-5-21

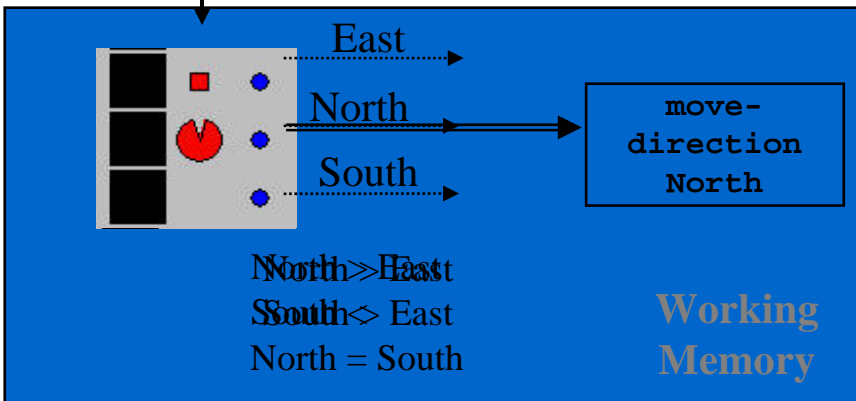
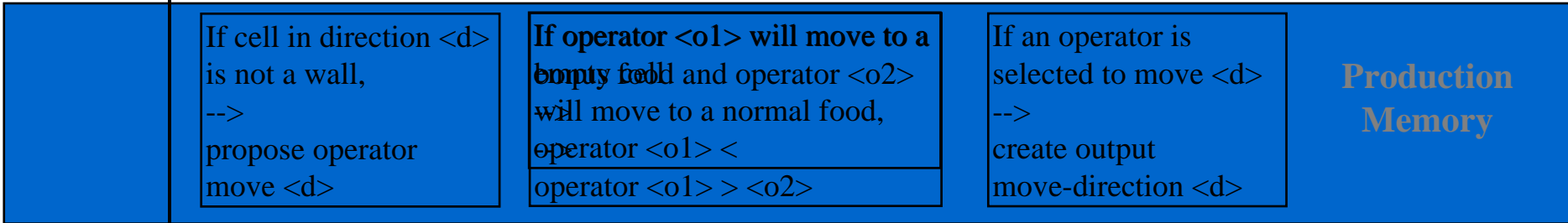
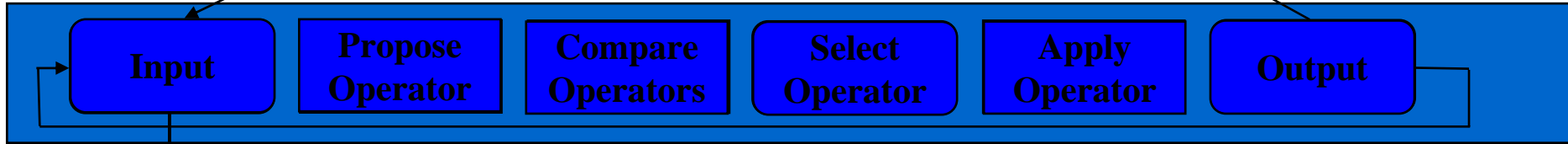
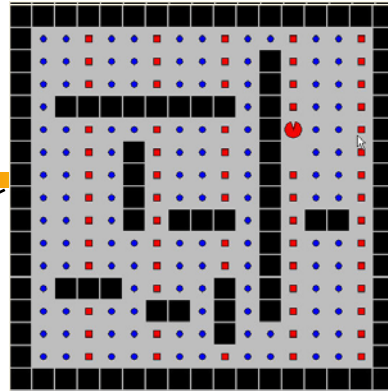


史忠植 类脑计算机

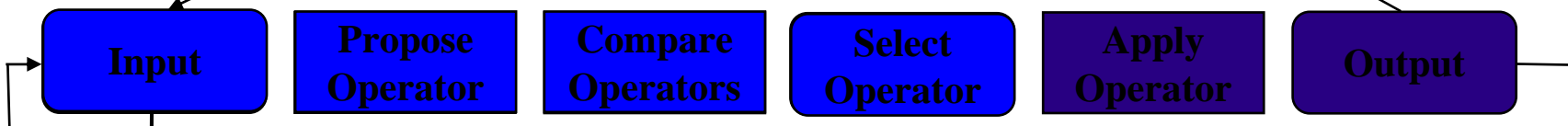
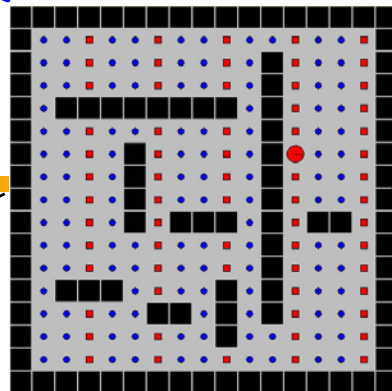
开发智能系统的统一架构

- 确立计算结构：
 - 编码知识Encode knowledge
 - 访问知识Access encodings
 - 产生动作Produce actions
 - 达到目标Achieve goals

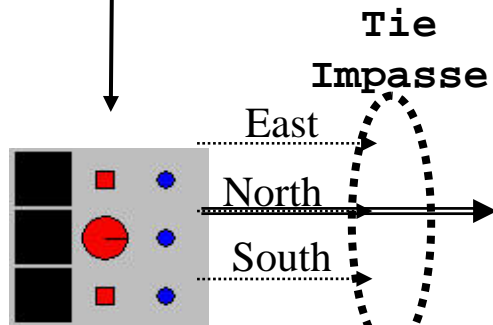
处理



处理：子目标



Chunking creates rules that create preferences based on what was tested

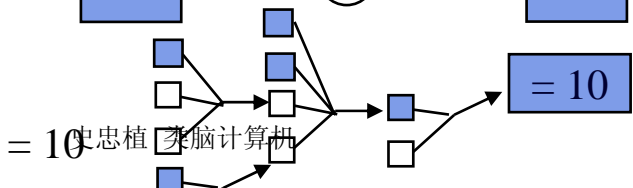
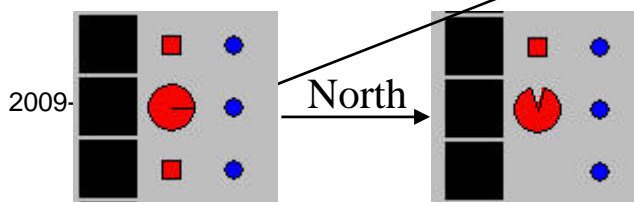


North > East
South > East
North = South

Evaluate-operator = 10 (North)

Evaluate-operator = 10 (South)

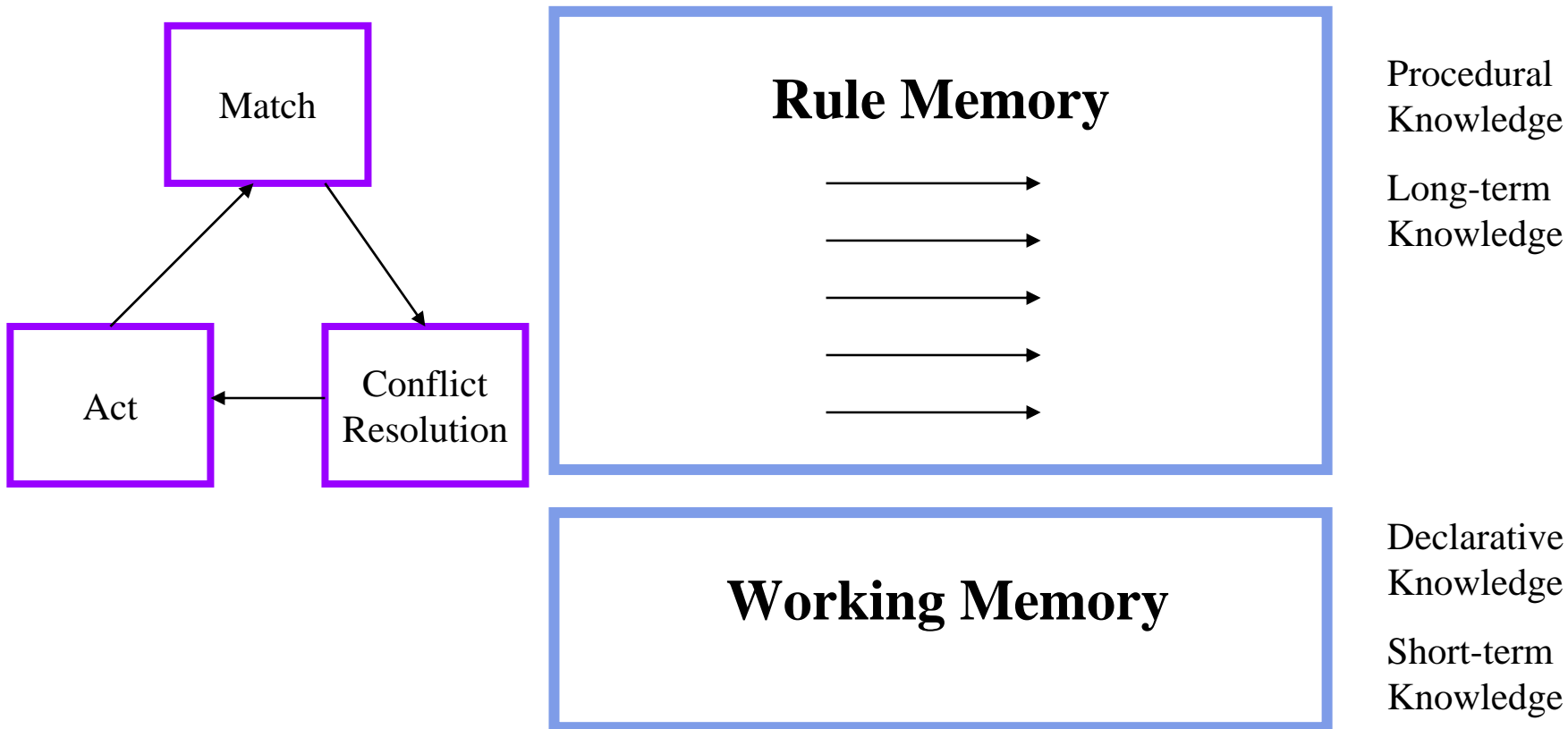
Evaluate-operator = 5 (East)



Chunking creates rule that applies evaluate-operator

2009-

表示和方法论 Memories

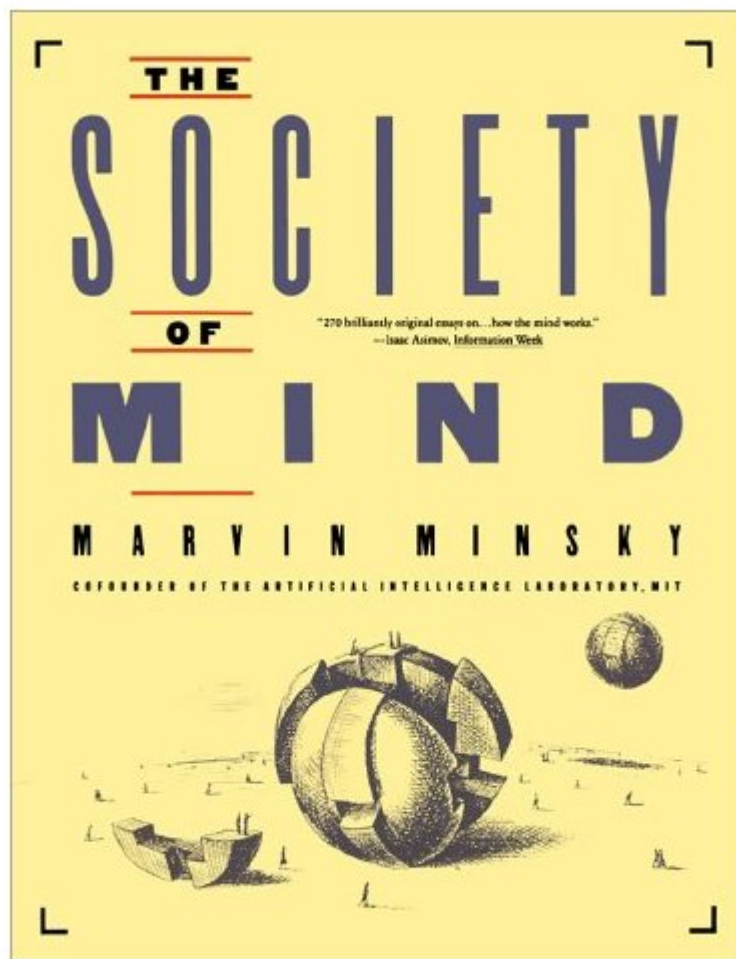


Marvin Lee Minsky



- 1927: 出生在纽约
- 1950: 获得学士学位
- 1954: 获得数学博士学位
- 1959: 创建MIT人工智能实验室
- 1969: 与S. Papert 合著
„Perceptrons“
- 1969: 荣获 ACM Turing Awards
- 1985: 发表„The Society of Mind“
- 1990: 荣获 des Japan Preises

心智社会



明斯基(M. Minsky)于1985年出版了《心智的社会》一书。他在这本书中指出，智能并非存在于中央处理器中，而是在许多具有专门用途、彼此紧密联结的机器的集体行为中产生的。明斯基指出：心智是由许多称作智能主体(agent)的小处理器组成；每个主体(agent)本身只能做简单的任务，他们并没有心智；当主体(agent)构成社会，就得到智能。

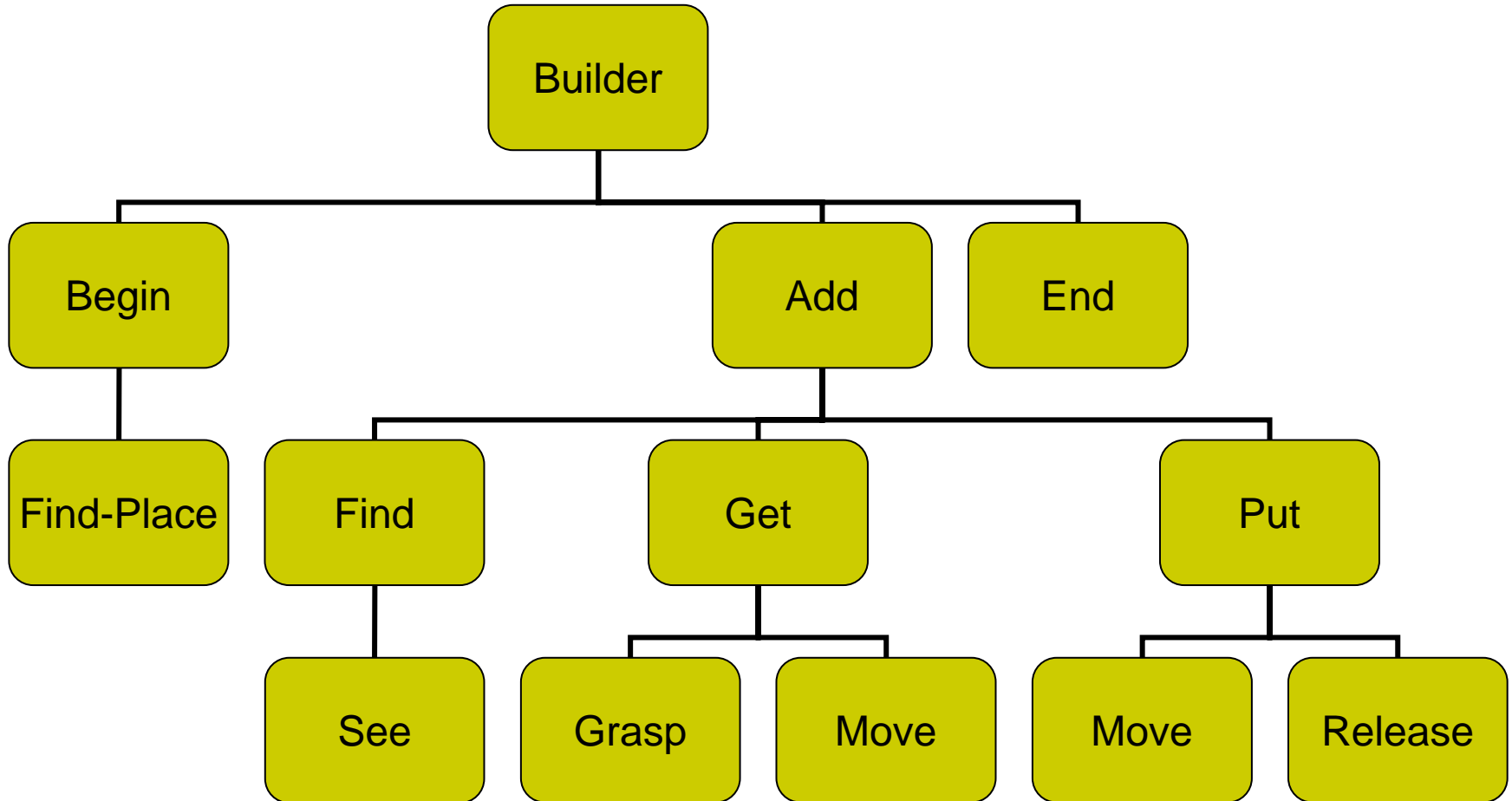
Society Theory of Mind (STM)

- Mind is made of many smaller processes, called *mental agents*.
- Each agent can only do a simple (almost *mindless*) task by itself.
- When agents are joined in special ways (in *societies*) we get intelligence.

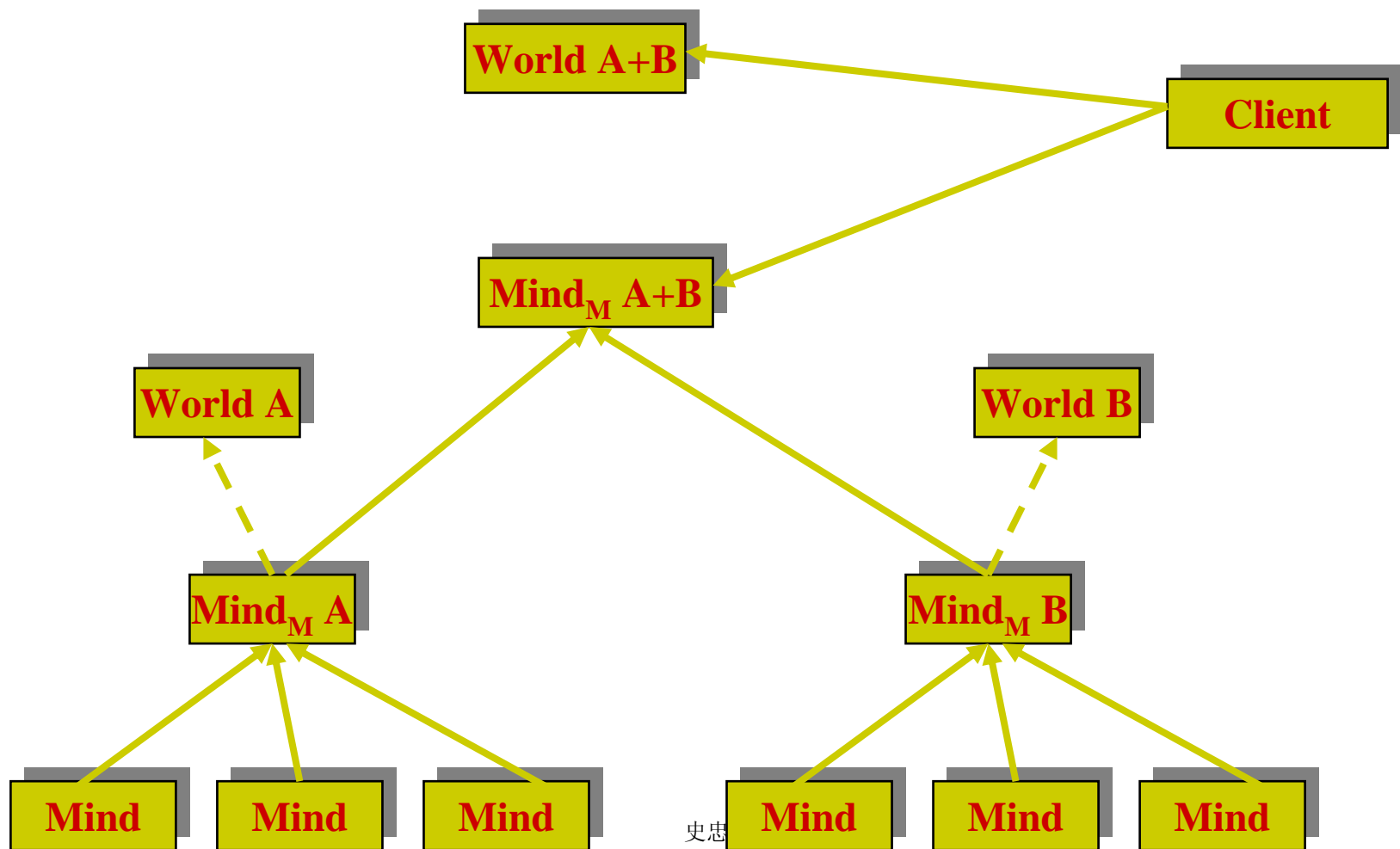
Mental Agents

- Task: Make a tower from blocks
- Some of the agents involved in task:
 - Builder
 - Begin
 - Add
 - End
 - Find
 - Get
 - Put
 - See
 - Grasp
 - Move
 - Release
 - Find-Place

Mental Agents in a *Bureaucracy*



心智社会



构建复杂心智联机系统

Constructing complex minds, online



Ciarán O'Leary
Dublin Institute of Technology
22nd May 2003

**Technology for automated assessment:
The World-Wide-Mind**

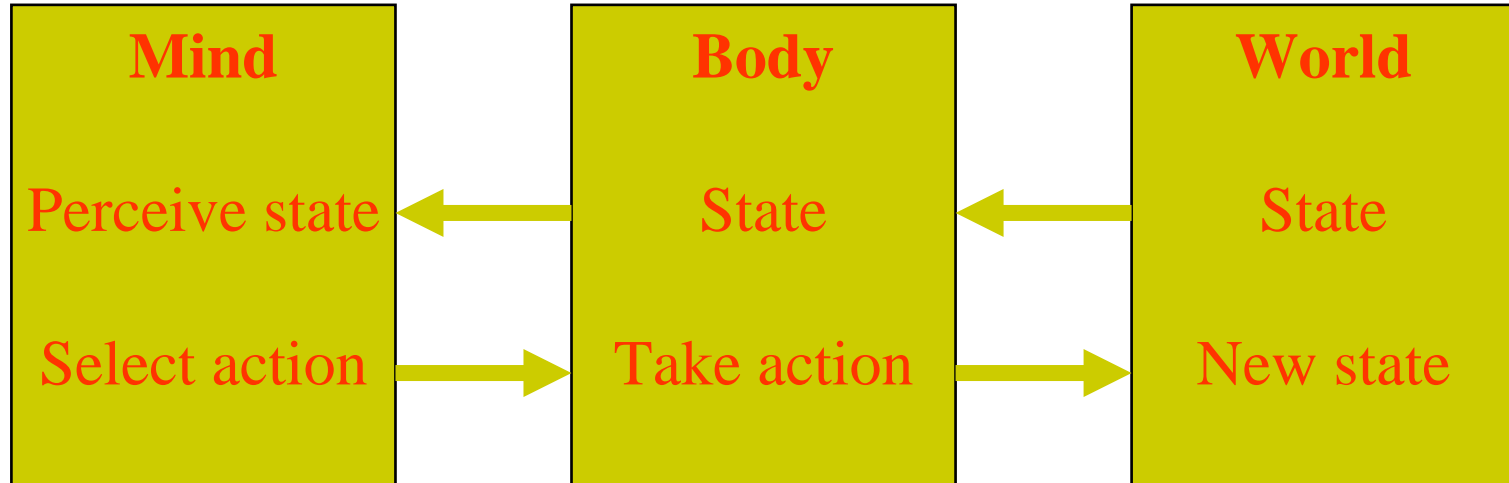
The Jolly Little Creature's Mind

- Multiple (massively diverse) modules
- *Since, according to faculty psychologists, the mental causation of behaviour typically involves the simultaneous activity of a variety of **distinct psychological mechanisms**, the best research strategy would seem to be divide and conquer: first study the **intrinsic characteristics of each of the presumed faculties**, then study the ways in which they interact*
 - Jerry Fodor – The Modularity of Mind, p1.

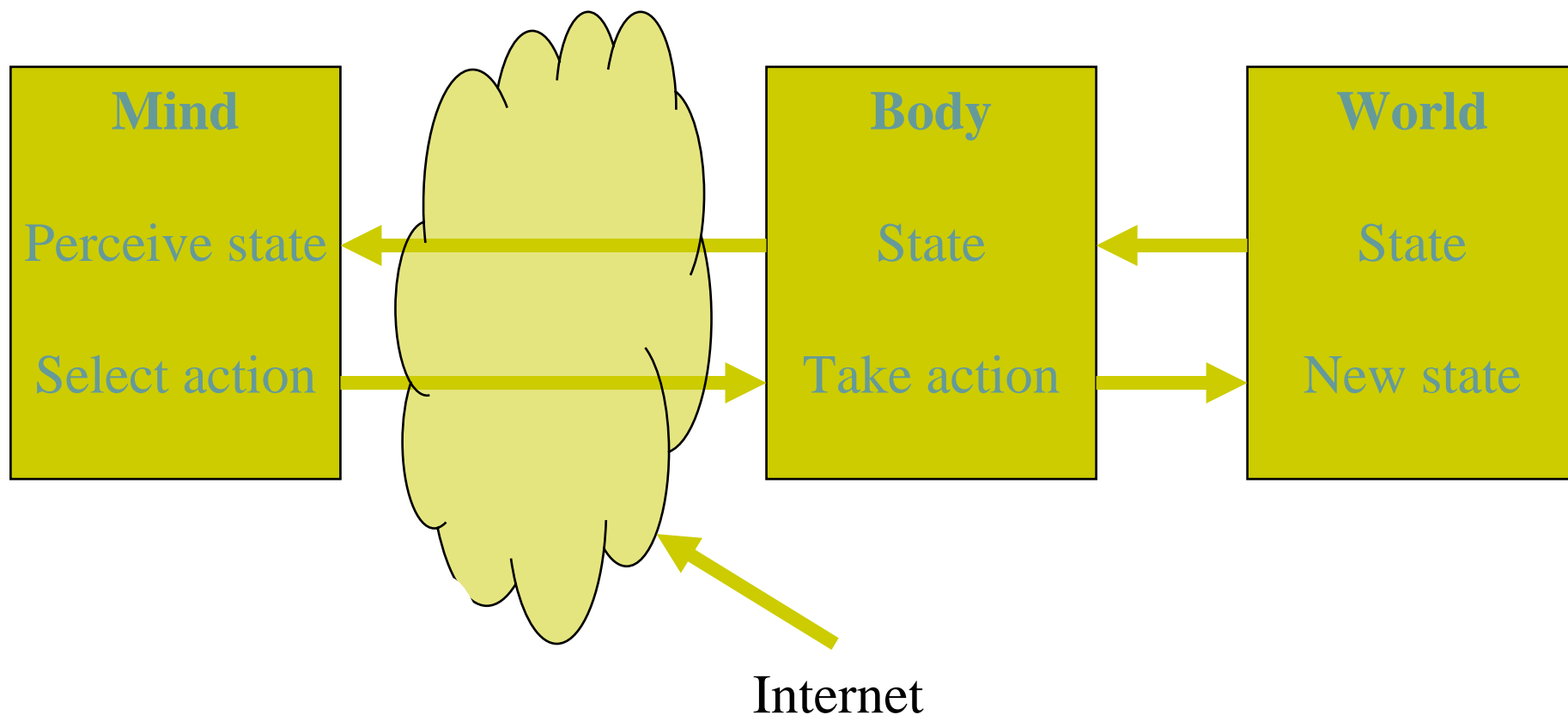
Building JLC's Mind

- Requirements
 - Architecture
 - Standard/protocol to use to integrate components
- Requirement for protocol
 - No barriers to entry
 - Simple
 - Not tied to any platform

JLC's Mind



JLC's Mind Online

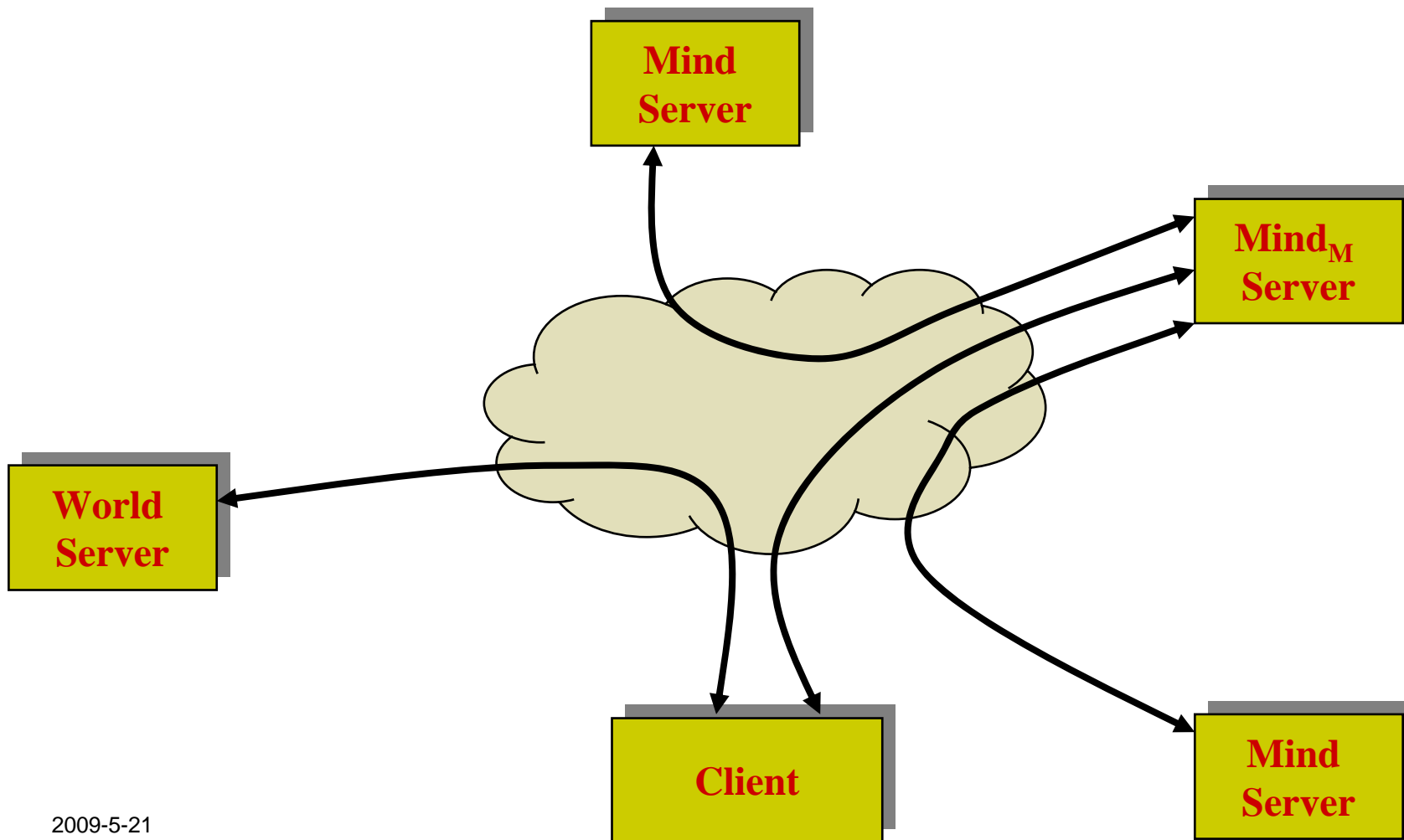


构建复杂心智联机系统

Constructing complex minds, online



中科院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING
TECHNOLOGY



Service Methods

World Service

- newrun
- getstate
- takeaction
- endrun

Mind Service

- newrun
- getaction
- endrun

World-Wide-Mind Protocol

- “The term **Web services** describes a **standardized way of integrating Web-based applications** using the XML, SOAP, WSDL and UDDI open standards over an Internet protocol backbone. XML is used to tag the data, SOAP is used to transfer the data, WSDL is used for describing the services available and UDDI is used for listing what services are available”
 - <http://www.webopaedia.com>
- Society of Mind Markup Language (SOML)
 - Lightweight Web Services

内容提要

1 概述

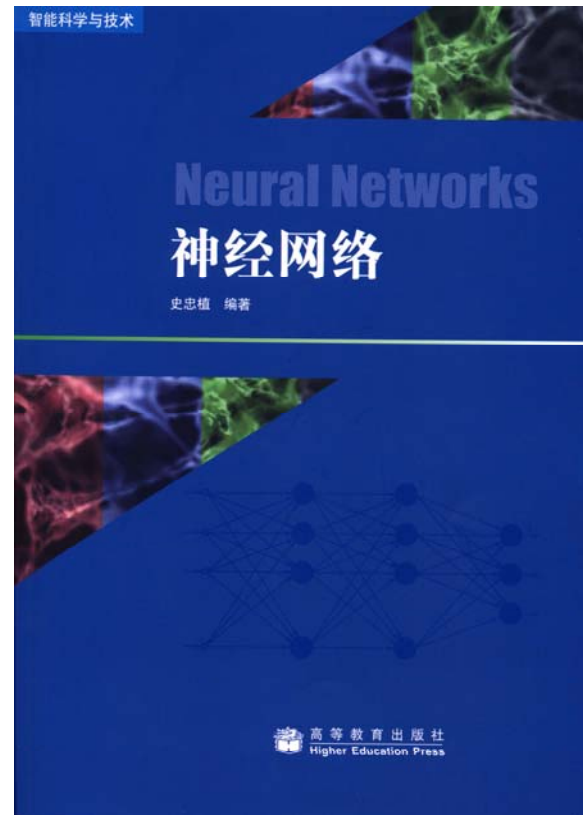
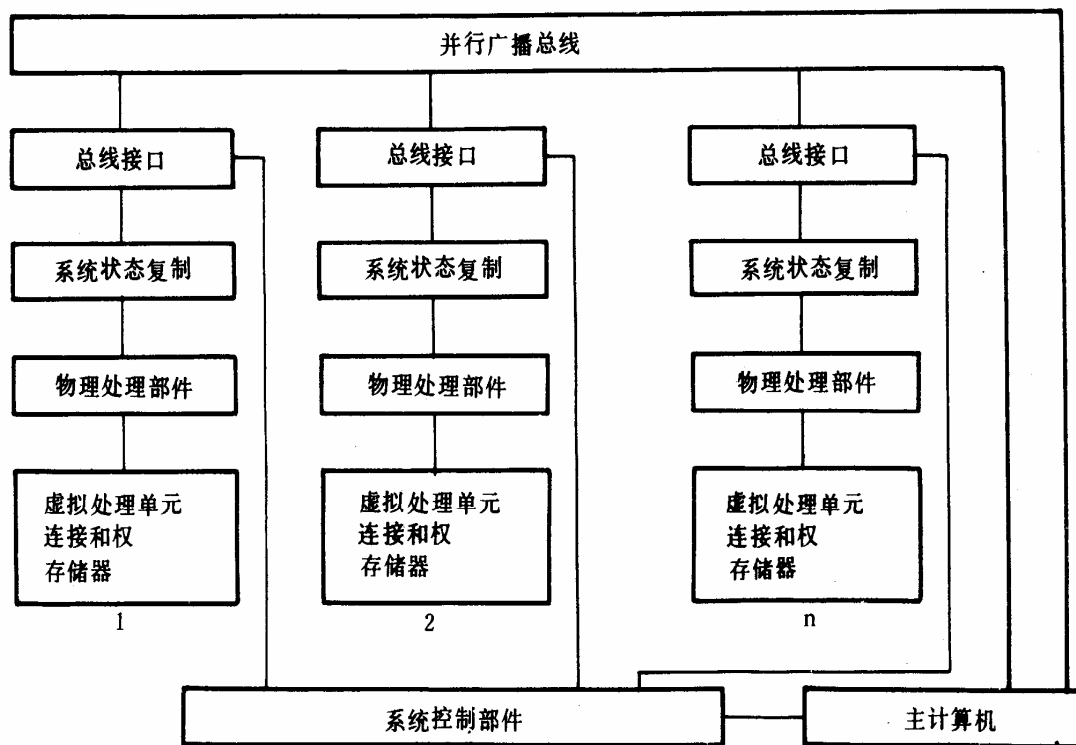
2 认知神经科学

3 心智模型

4 系统结构

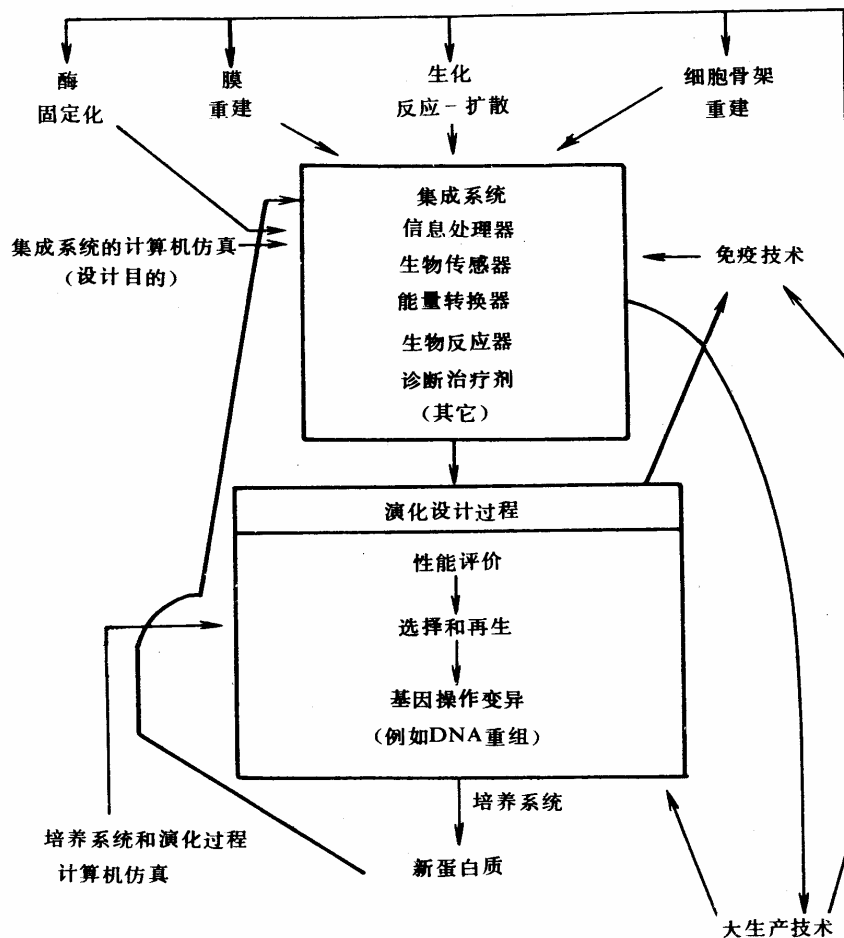
5 展望

通用神经计算机

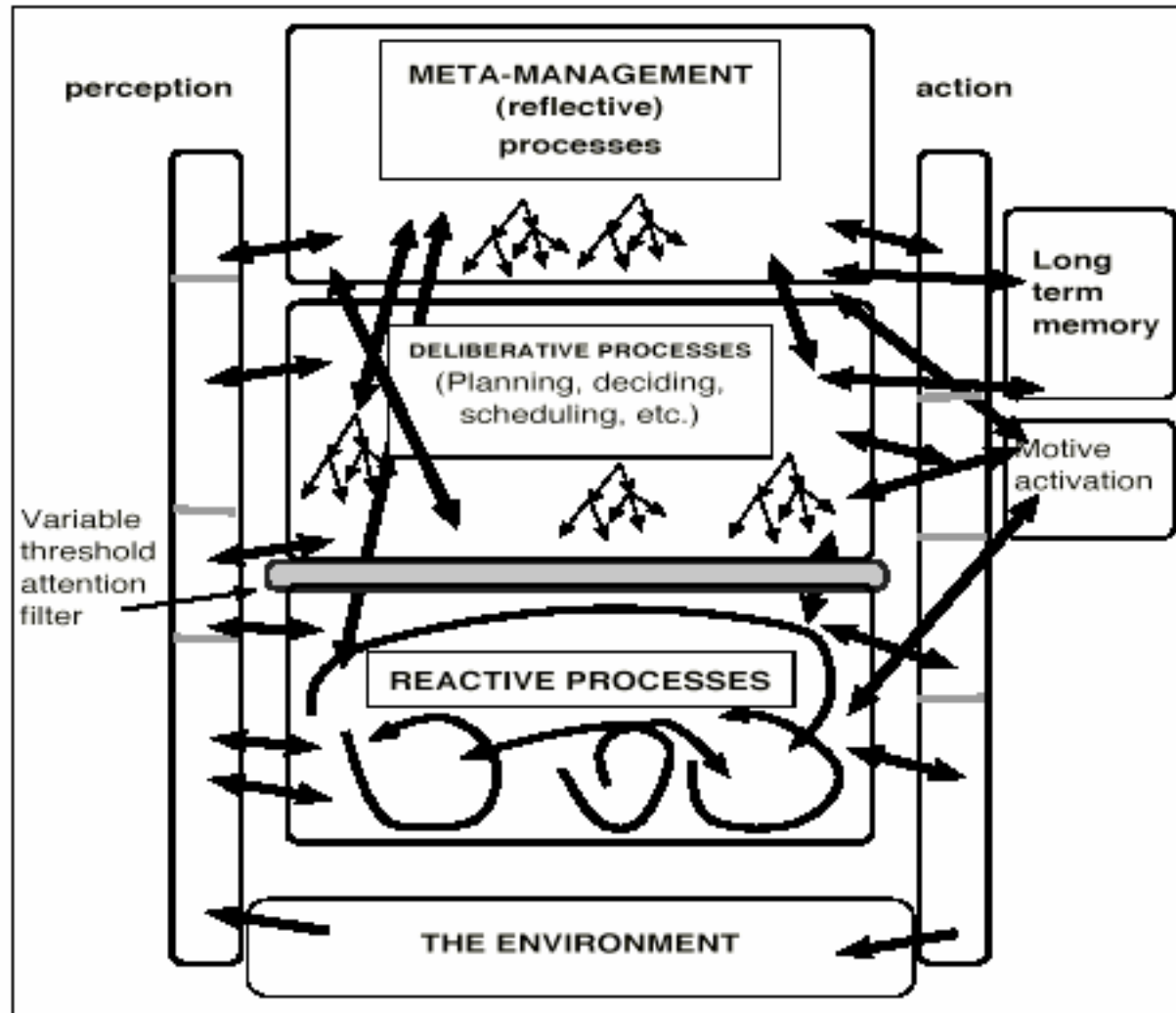


通用神经计算机的体系结构

分子神经计算机

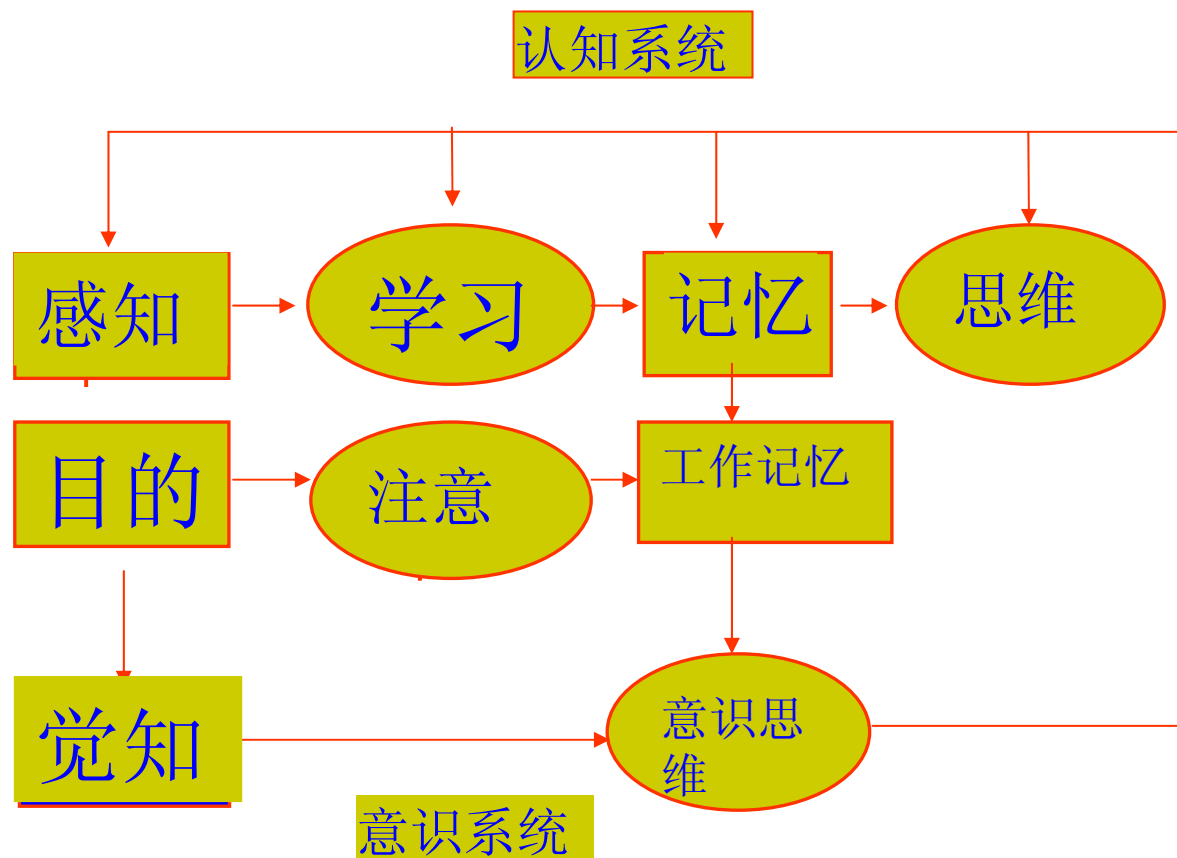


Sloman's 认知机

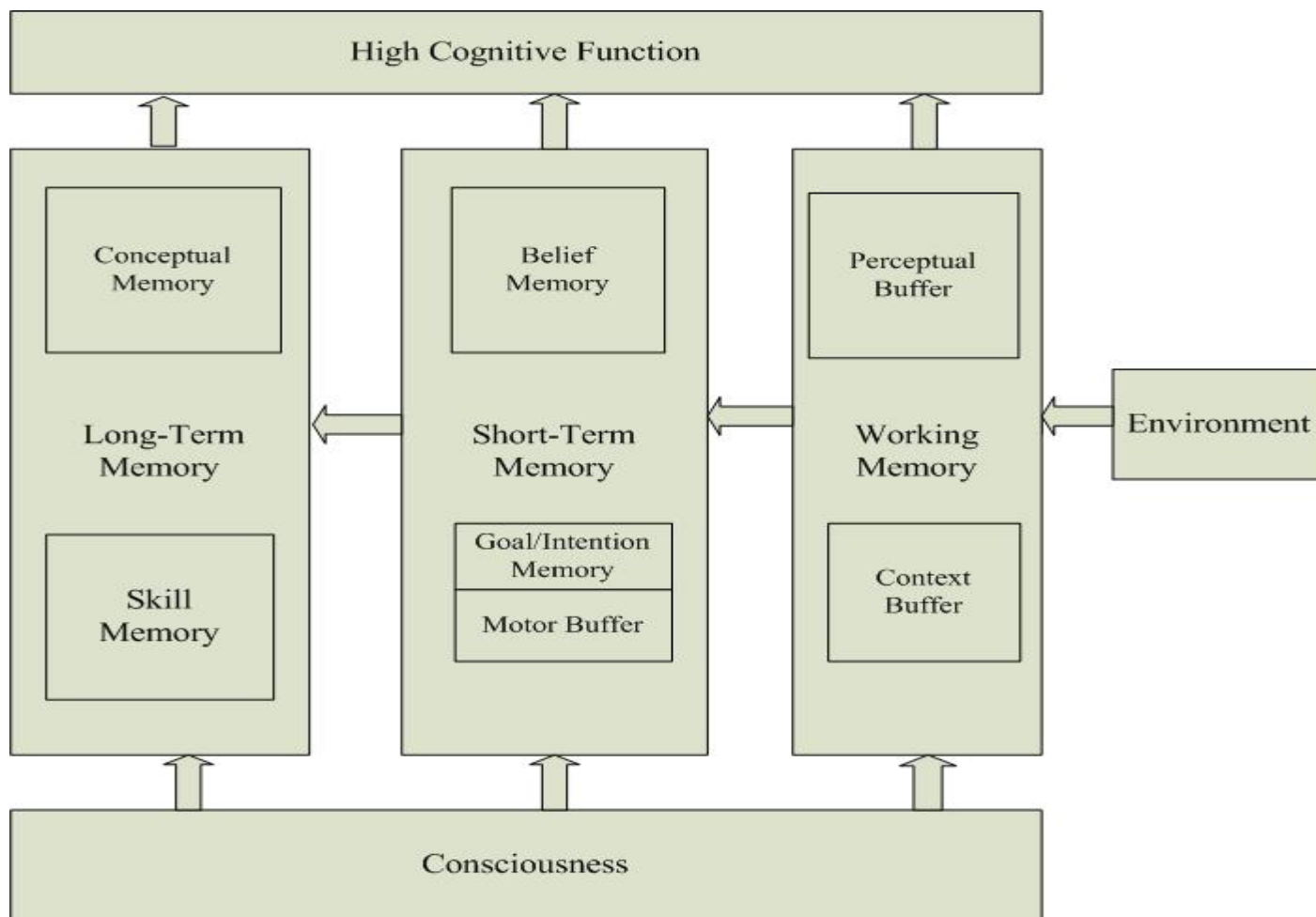


意识机

意识的原理是21世纪科学面临的一大难题，也是心理学历来关注的问题。近年来，国际学术界从事意识研究的自然科学人员队伍迅速扩大，如何用自然科学的方法研究意识的核心问题，是目前值得探讨的



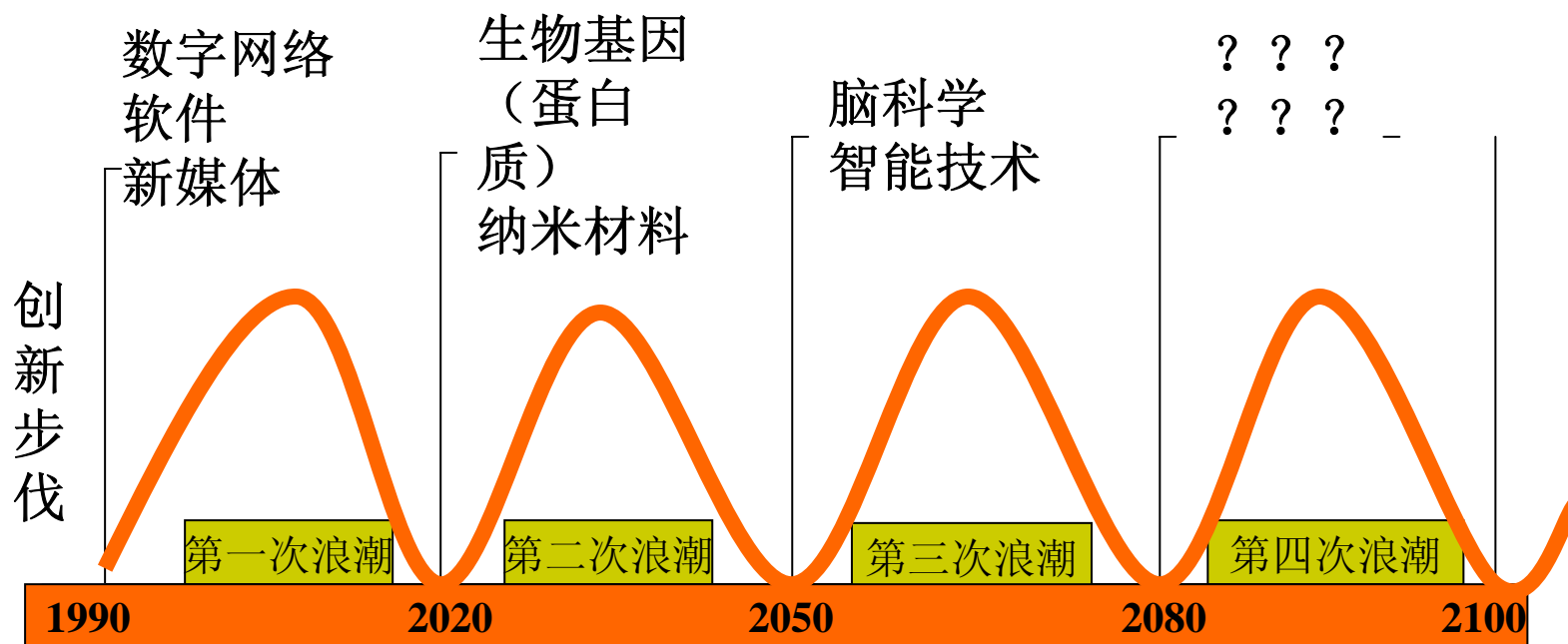
意识机



展望

对21世纪技术创新浪潮长波的猜想

(康德拉捷夫)



Thank You



中科院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING
TECHNOLOGY

Question!

Intelligence Science

<http://www.intsci.ac.cn>

