

认知基础

Cognitive Foundation

第十三章

认知模型

Cognitive Model

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
- 图灵机
- SOAR系统
- ACT-R模型
- CLARION 模型
- 心智社会
- LIDA系统
- CAM模型

概 述



认知是个体认识客观世界的信息加工活动，通常包括感知与注意、心理表征、记忆与学习、语言、问题求解和推理等方面。认知模型是人类对真实世界进行认知的过程模型。建立认知模型的技术常称为认知建模，目的是为了从某些方面探索和研究人的思维机制，特别是人的信息处理机制，同时也为设计相应的人工智能系统提供新的体系结构和技术方法。

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。

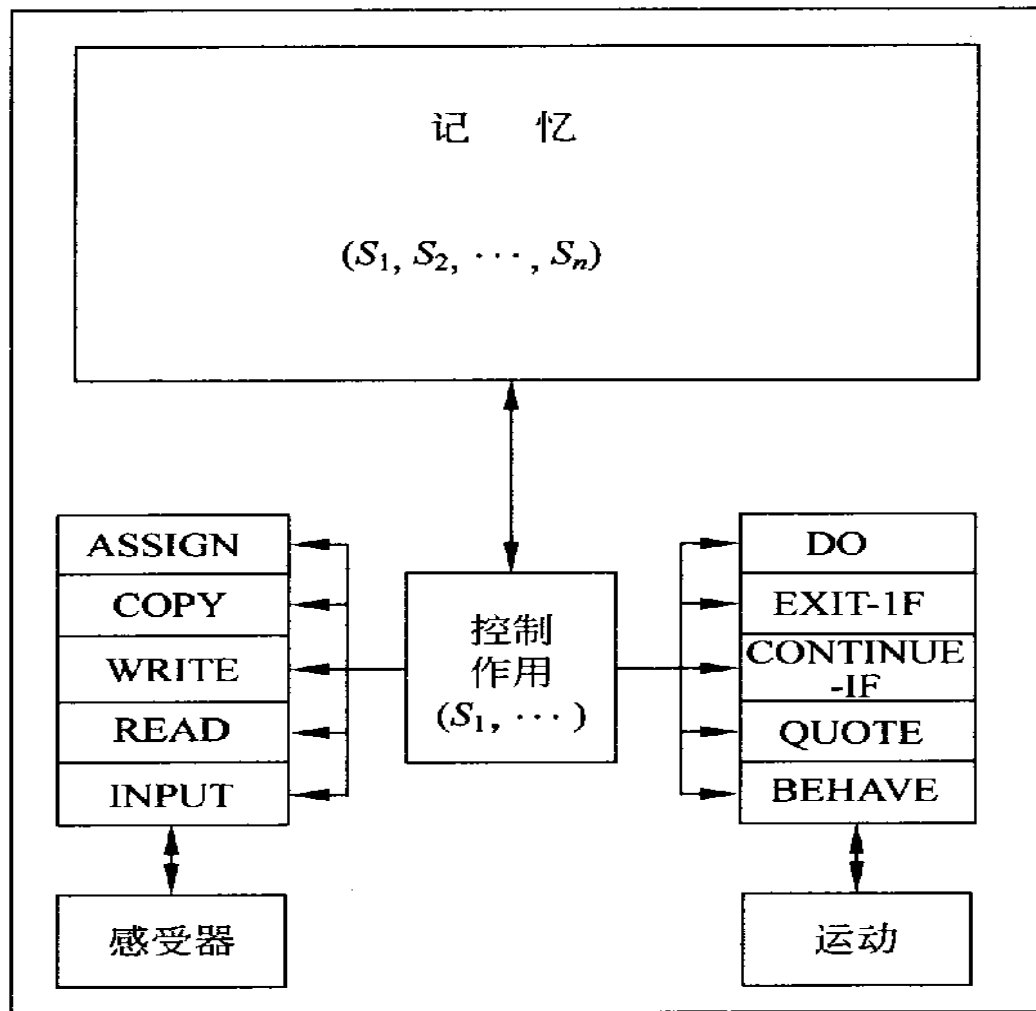
物理符号系统

- 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 $(\text{Type: } T \ R_1: S_1 \ R_2: S_2, \dots, R_n: S_n)$ 若用隐式表示，则写成：
 - $(S_1 S_2, \dots S_n$

物理符号系统



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，具有完全相同的类型和符号。
- (3) 写表达式(Write an expressiotn)：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

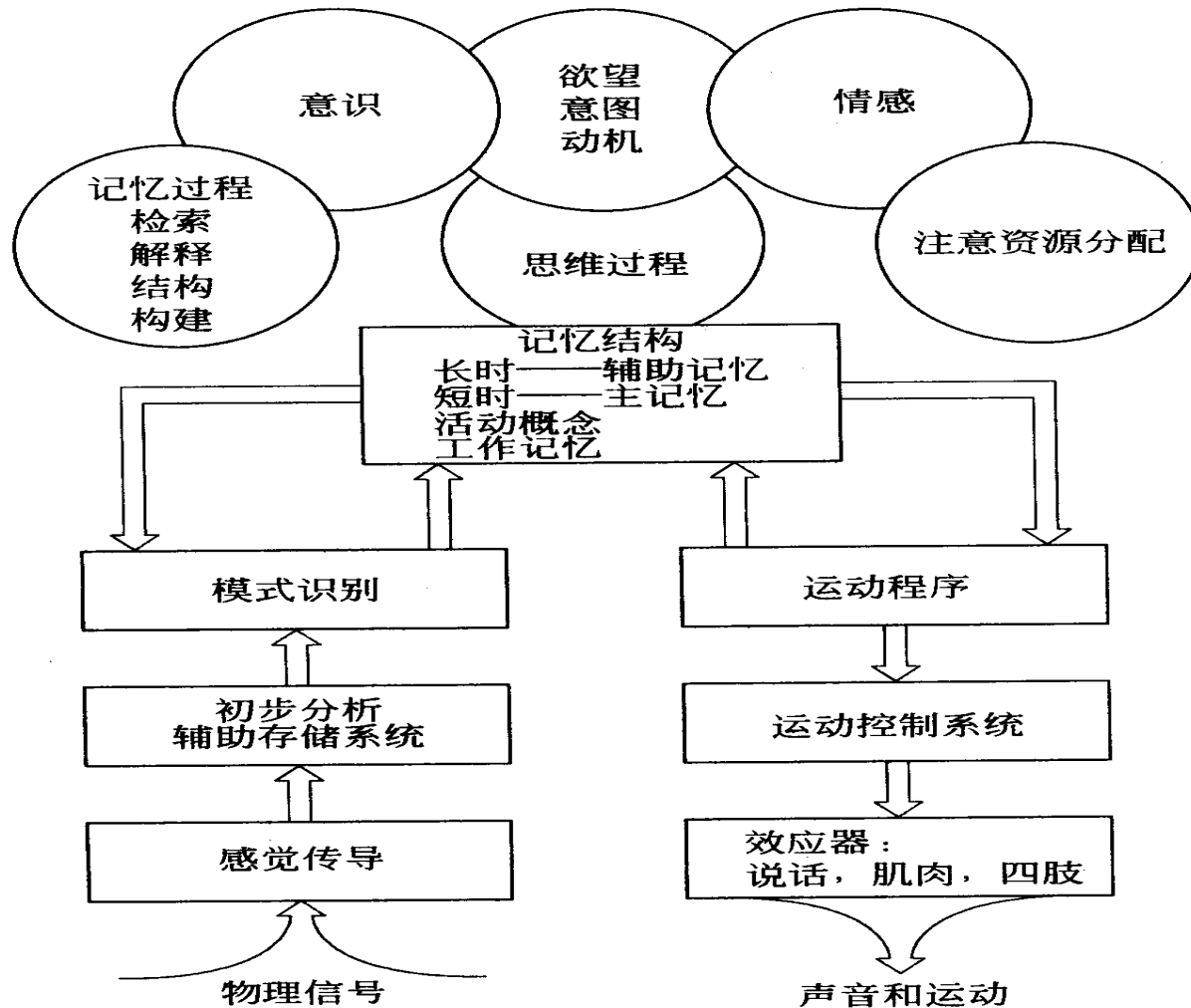
- (6) 执行序列(Do sequence)：使系统按规定的序列执行任何动作。
- (7) 条件退出和条件继续 (Exit-if and Continue—if)：系统行为有条件地继续执行一个序列，或从中退。
- (8) 引用符号(Quote a symbol)：控制自动地解释被运行的表达式。
- (9) 外部行为 (Behve externally)：符号系统可控的外部行为的集合。
- (10) 环境输入(Input from enuironment)：利用记忆中新建立的表达式将外部环境的输入录入到系统中。

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

纯认知系统模型



图灵奖

- 图灵奖 (Turing Award) ， 全称 A. M. 图灵奖 (ACM A.M Turing Award) ， 是由美国计算机协会 (ACM) 于1966年设立的计算机奖项 ， 名称取自艾伦 ● 麦席森 ● 图灵 (Alan M. Turing) ， 旨在奖励对计算机事业作出重要贡献的个人 。
- 1975年， 纽威尔和西蒙一起因人工智能方面的基础贡献而被授予图灵奖。

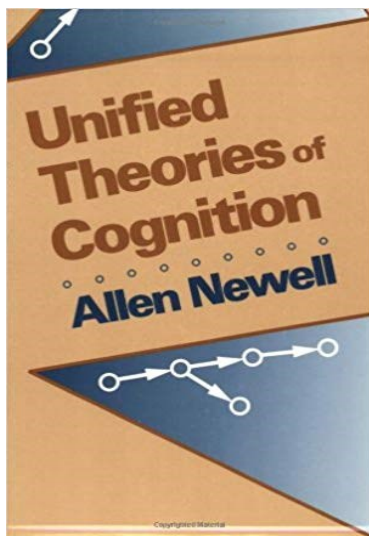
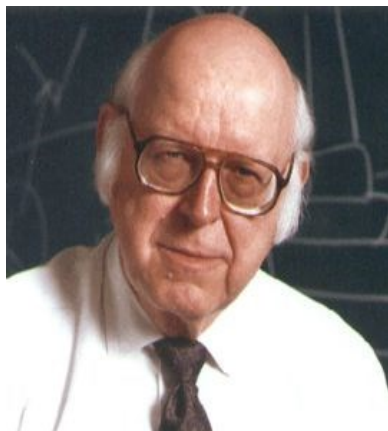


物理符号假设

1976年, 纽威尔和西蒙在图灵奖授奖演讲时提出了物理符号系统假设:

- 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。

纽厄尔的认知统一理论



- 1991年，纽厄尔（Allen Newell）发表《认知的统一理论》著作，把人类心智描述为一组功能约束。
- 1980年，纽厄尔首先提出了心智建模的约束。
- 1990年，纽厄尔提出心智的13条约束

内容提要

- 概述
- 图灵机
- SOAR系统
- ACT-R模型
- CLARION 模型
- 心智社会
- LIDA系统
- CAM模型

图灵机



Alan Turing
(1912-1954)

1936年，年仅24岁的英国人艾伦·麦席森·图灵 (Alan Mathison Turing) 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。图灵提出与人的计算类似，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。

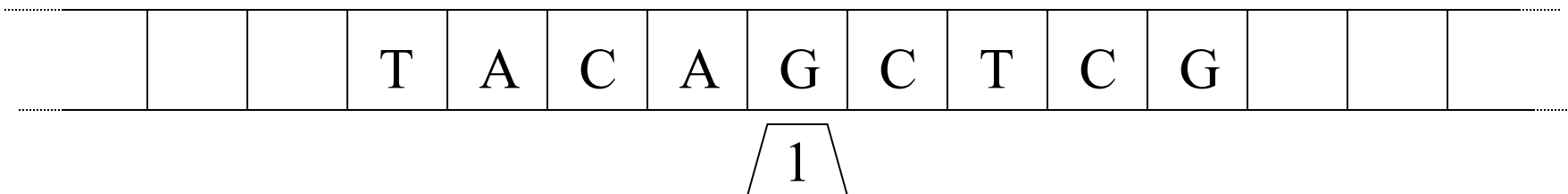
图灵机

具体到一步计算，则分成：

- (1) 改变数字符号；
- (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。图灵还采用了二进位制。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。

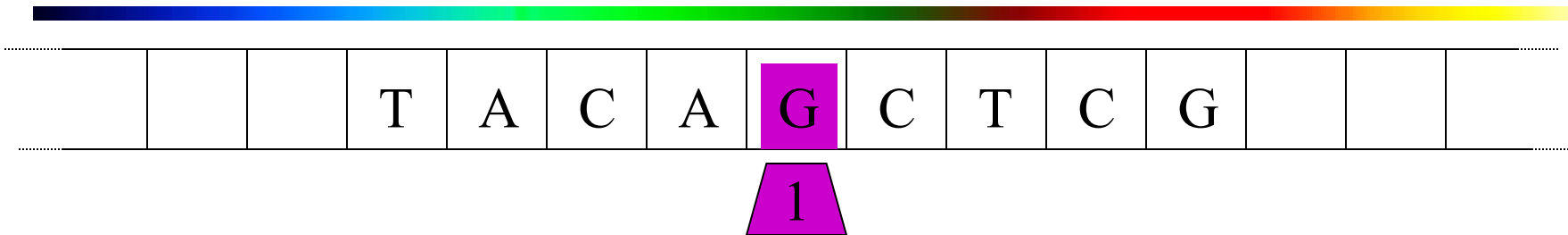
图灵机

The Turing Machine



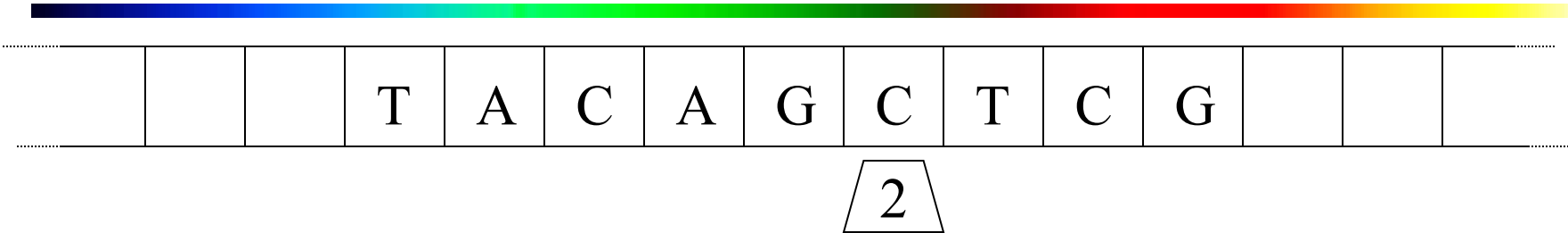
	-	A	C	G	T
0	HALT	HALT	HALT	HALT	HALT
1	-,<=,0	A,>,1	C,>,1	G,>,2	T,>,1
2	-,<=,0	A,>,1	C,<=,3	G,>,2	T,>,1
3				T,>,4	
4			A,>,1		

图灵机

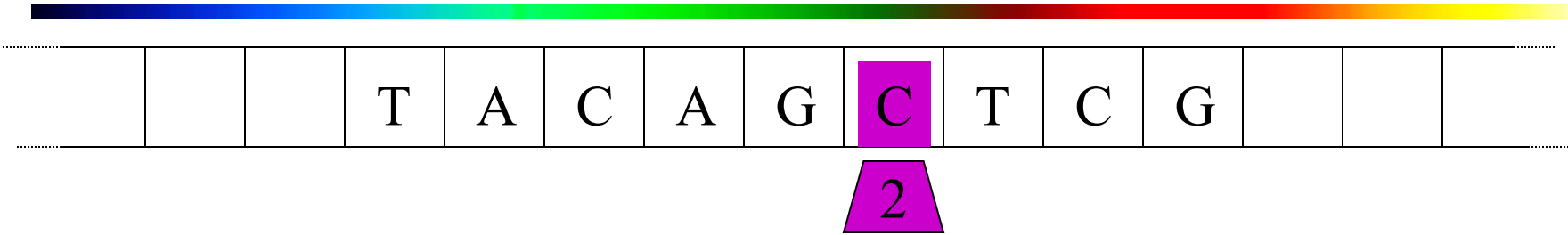


	-	A	C	G	T
0	HALT	HALT	HALT	HALT	HALT
1	-,<=,0	A,<=>,1	C,<=>,1	G,<=>,2	T,<=>,1
2	-,<=,0	A,<=>,1	C,<=,3	G,<=>,2	T,<=>,1
3				T,<=>,4	
4			A,<=>,1		

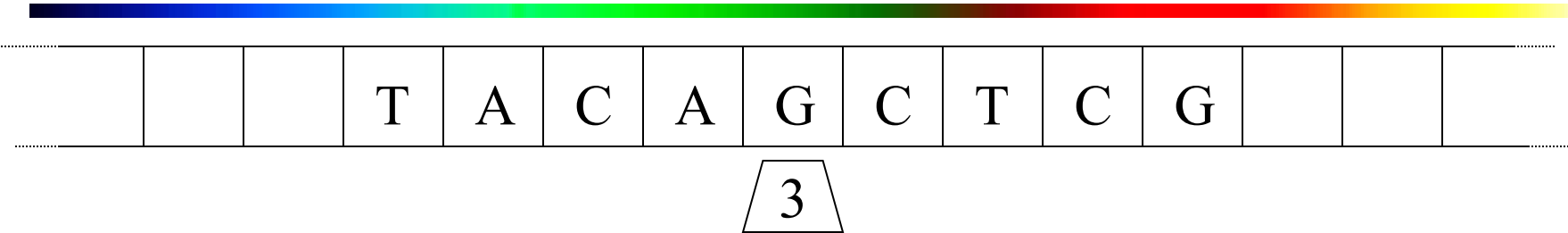
Replaces GC with TA 史忠植 认知基础（13）：认知模型



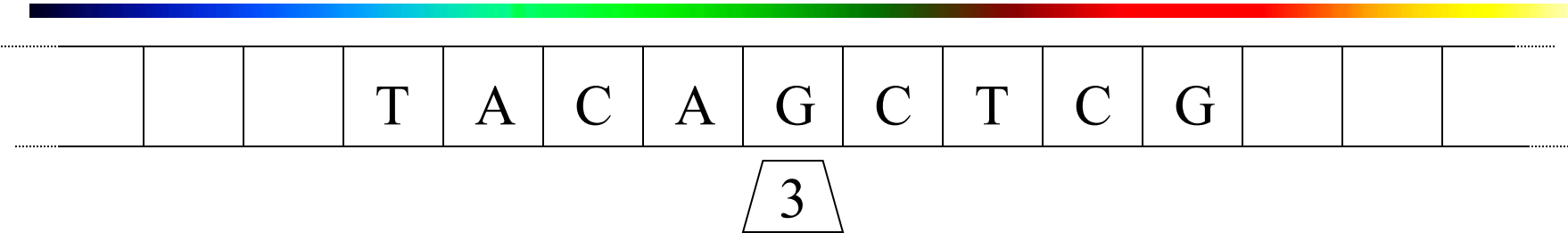
	-	A	C	G	T
0	HALT	HALT	HALT	HALT	HALT
1	-,<=,0	A,>,1	C,>,1	G,>,2	T,>,1
2	-,<=,0	A,>,1	C,<=,3	G,>,2	T,>,1
3				T,>,4	
4			A,>,1		



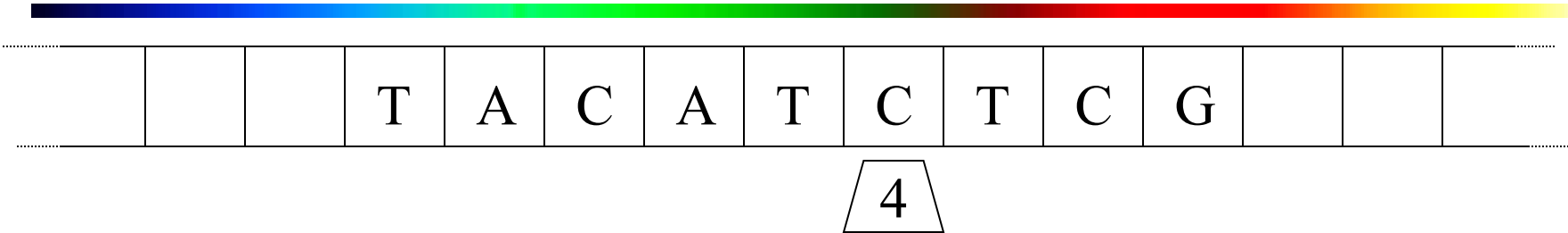
	-	A	C	G	T
0	HALT	HALT	HALT	HALT	HALT
1	-,<=,0	A,<=>,1	C,<=>,1	G,<=>,2	T,<=>,1
2	-,<=,0	A,<=>,1	C,<=,3	G,<=>,2	T,<=>,1
3				T,<=>,4	
4			A,<=>,1		



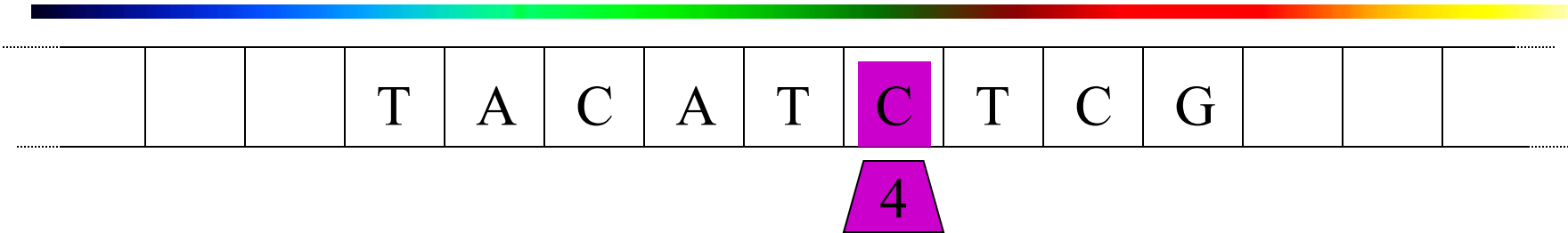
	-	A	C	G	T
0	HALT	HALT	HALT	HALT	HALT
1	-,<=,0	A,=>,1	C,=>,1	G,=>,2	T,=>,1
2	-,<=,0	A,=>,1	C,<=,3	G,=>,2	T,=>,1
3				T,=>,4	
4			A,=>,1		



	-	A	C	G	T
0	HALT	HALT	HALT	HALT	HALT
1	-,<=,0	A,=>,1	C,=>,1	G,=>,2	T,=>,1
2	-,<=,0	A,=>,1	C,<=,3	G,=>,2	T,=>,1
3				T,=>,4	
4			A,=>,1		



	-	A	C	G	T
0	HALT	HALT	HALT	HALT	HALT
1	-,<=,0	A,>,1	C,>,1	G,>,2	T,>,1
2	-,<=,0	A,>,1	C,<=,3	G,>,2	T,>,1
3				T,>,4	
4			A,>,1		



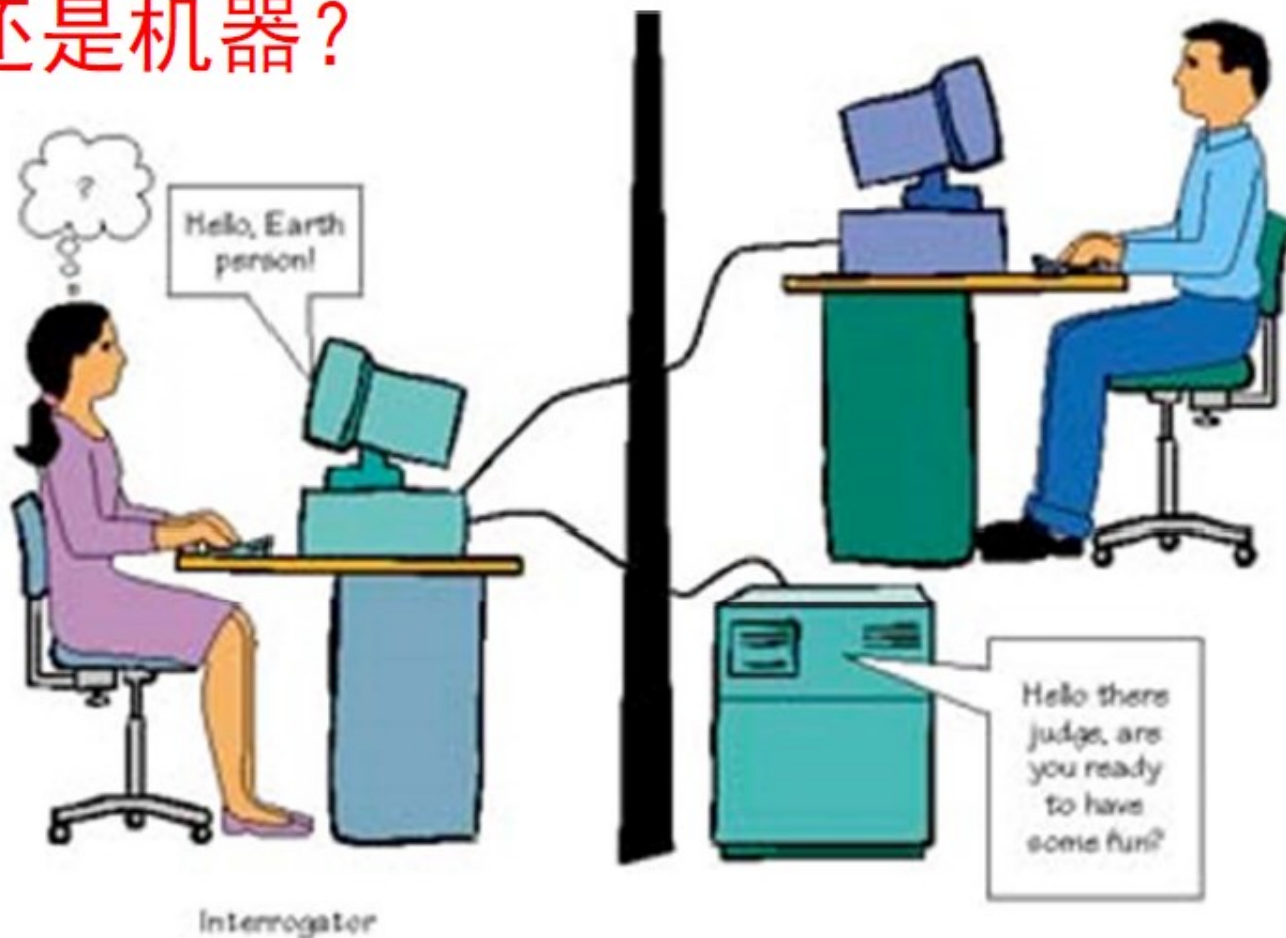
	-	A	C	G	T
0	HALT	HALT	HALT	HALT	HALT
1	-,<=,0	A,<=>,1	C,<=>,1	G,<=>,2	T,<=>,1
2	-,<=,0	A,<=>,1	C,<=,3	G,<=>,2	T,<=>,1
3				T,<=>,4	
4			A,<=>,1		

图灵测试

- 半个世纪以来，数学家提出的各种各样的计算模型都被证明是和图灵机等价的。1945年，图灵到英国国家物理研究所工作，并开始设计自动计算机。
- 1950年，图灵发表了题为《计算机能思考吗？》的论文，提出图灵测试（The Turing test），而且论证了人工智能的可能性。1951年，他被选为英国皇家学会会员。
- 图灵测试指测试者与被测试者（一个人和一台机器）隔开的情况下，通过一些装置（如键盘）向被测试者随意提问。进行多次测试后，如果机器让平均每个参与者做出超过30%的误判，那么这台机器就通过了测试，并被认为具有人类智能

图灵测试

是人？还是机器？



内容提要

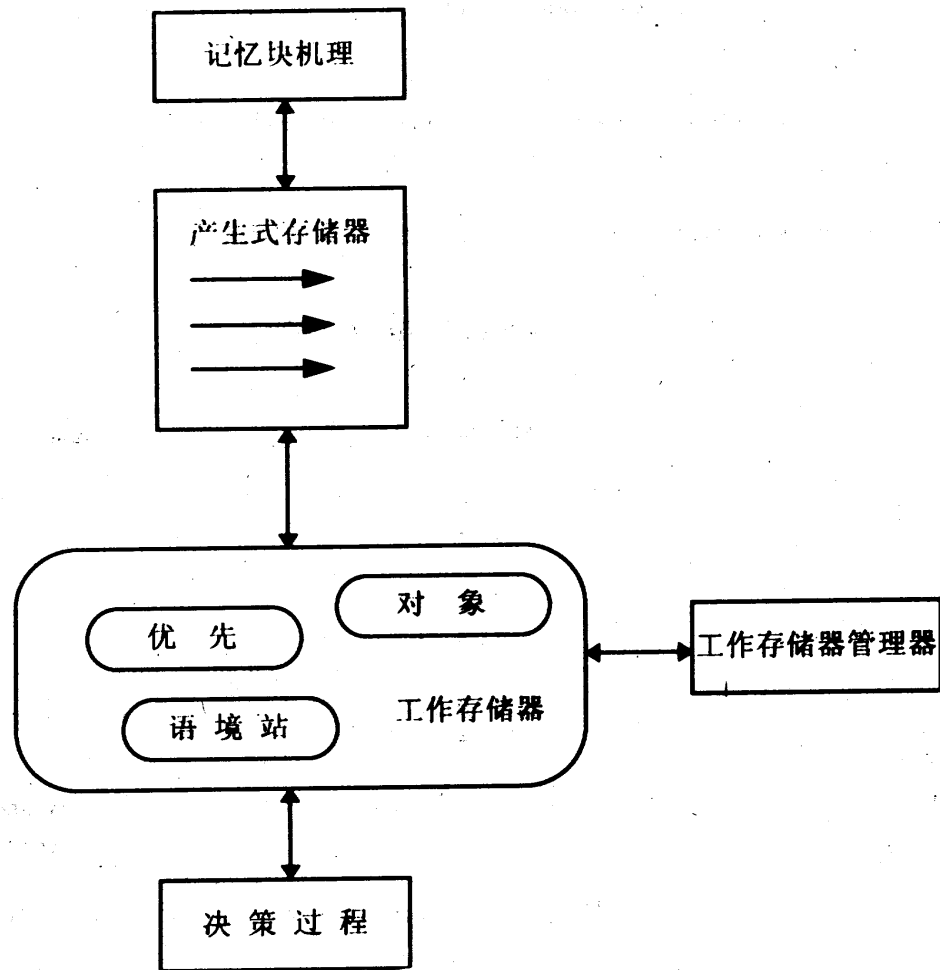
- 概述
- 图灵机
- SOAR系统
- ACT-R模型
- CLARION 模型
- 心智社会
- LIDA系统
- CAM模型

SOAR



- 1987年，纽厄尔和莱德(J Laird)、罗森勃卢姆提出了一个通用解题结构SOAR，希望能把各种弱方法都实现在这个解题结构中
- SOAR是State, Operator and Result的缩写，即状态，算子和结果之意，意味着实现弱方法的基本原理是不断地用算子作用于状态，以得到新的结果。SOAR是一种理论认知模型，它既从心理学角度，对人类认知建模，又从知识工程角度，提出一个通用解题结构。

SOAR的系统结构



SOAR的工作机理

- 产生式记忆器和决策过程形成处理结构。产生式记忆器中存放产生式规则，它进行搜索控制决策分为两个阶段。第一阶段是详细推敲阶段，所有规则被并行地用于工作记忆器，判断优先权，决定哪部分语境进行改变，怎样改变。第二阶段是决策阶段，决定语境栈中要改变的部分和对象。
- SOAR中的所有成分统称为对象，这些成分包括状态、状态空间、算子和目标。所有这些对象都存放在一个叫Stock的库中，因此，库中也划分为这么四个部分。

SOAR工作周期



SOAR问题求解过程中，大体上是一个分析-决策-行动的三部曲。

1. 分析阶段

输入：库中的对象

任务：从库中选出对象加入当前环境；

增加有关当前环境中对象的信息角色；

控制：反复执行，直至完成。

SOAR工作周期

2. 决策阶段

输入：库中的对象

任务：赞成，或反对，或否决库中的对象。选择一个新的对象，用它取代当前环境中的同类对象。

控制：赞成和反对同时进行。

3. 执行阶段

输入：当前状态和当前算子

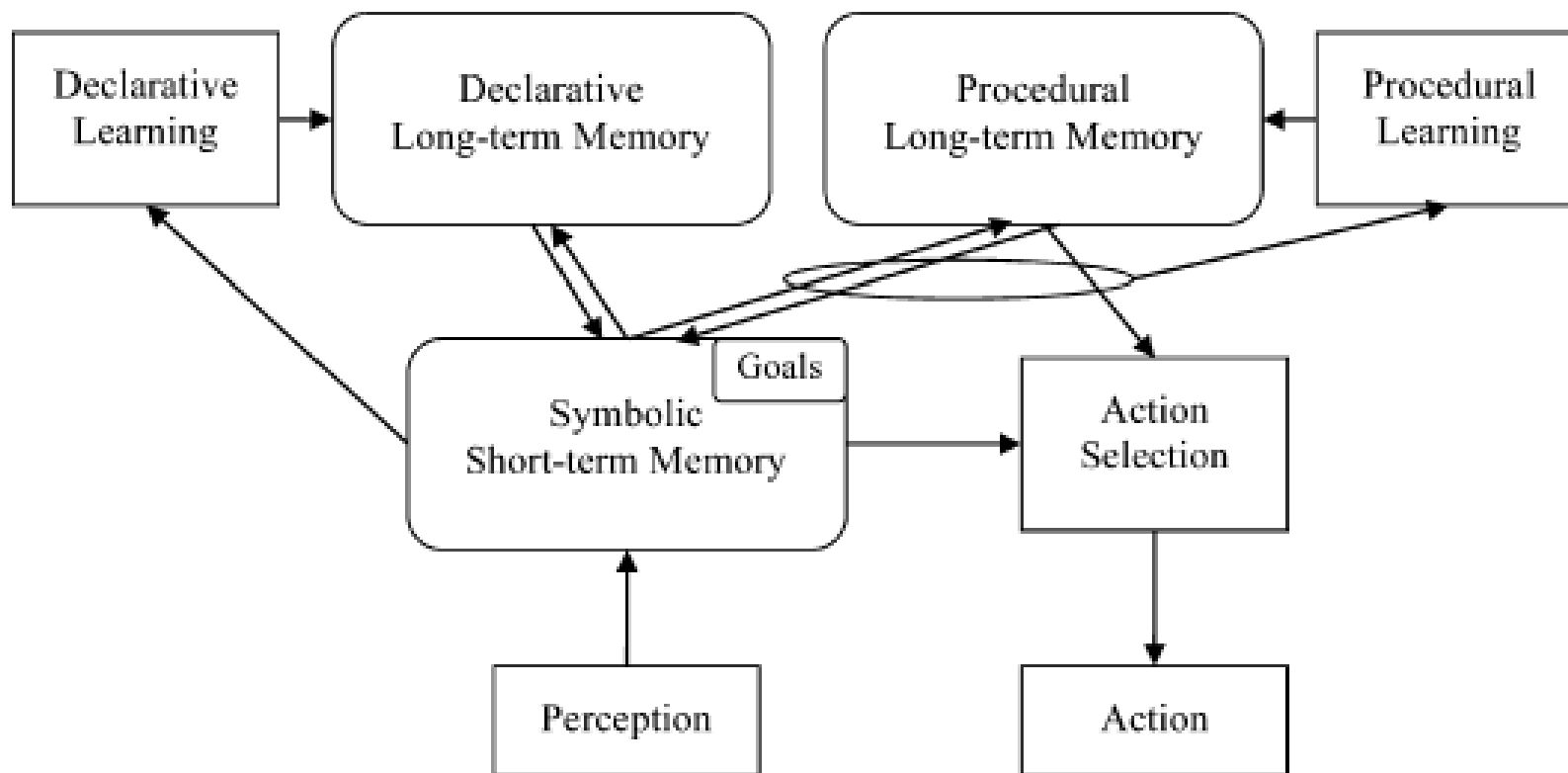
任务：把当前算子应用于当前状态。因此而产生一个新状态，则把新状态加入库中，并用它取代原来的当前状态。

控制：这是一个基本动作，不可再分。

具体实现

- 长时记忆
 - 产生式规则；关系刺激反应模式
 - 可变图结构
 - 并行产生匹配和启动
- 工作记忆
 - 按属性链接的对象图
 - 存储为三元组
 - 确定对象
 - 状态：由Soar自动创建
 - 运算符：由产生式创建
 - 每个状态一次只能有一个运算符
 - 与其他基于规则的系统比较

认知系统流程图



僵局驱动的学习

- Soar选择行动的标准流程包括几个中间决策点
- 如果每一个这样的决定都完全由现有的产生式规则决定，那么这个动作就是“例行的”
- 如果失败，陷入僵局，导致产生新规则（例如问题空间搜索）

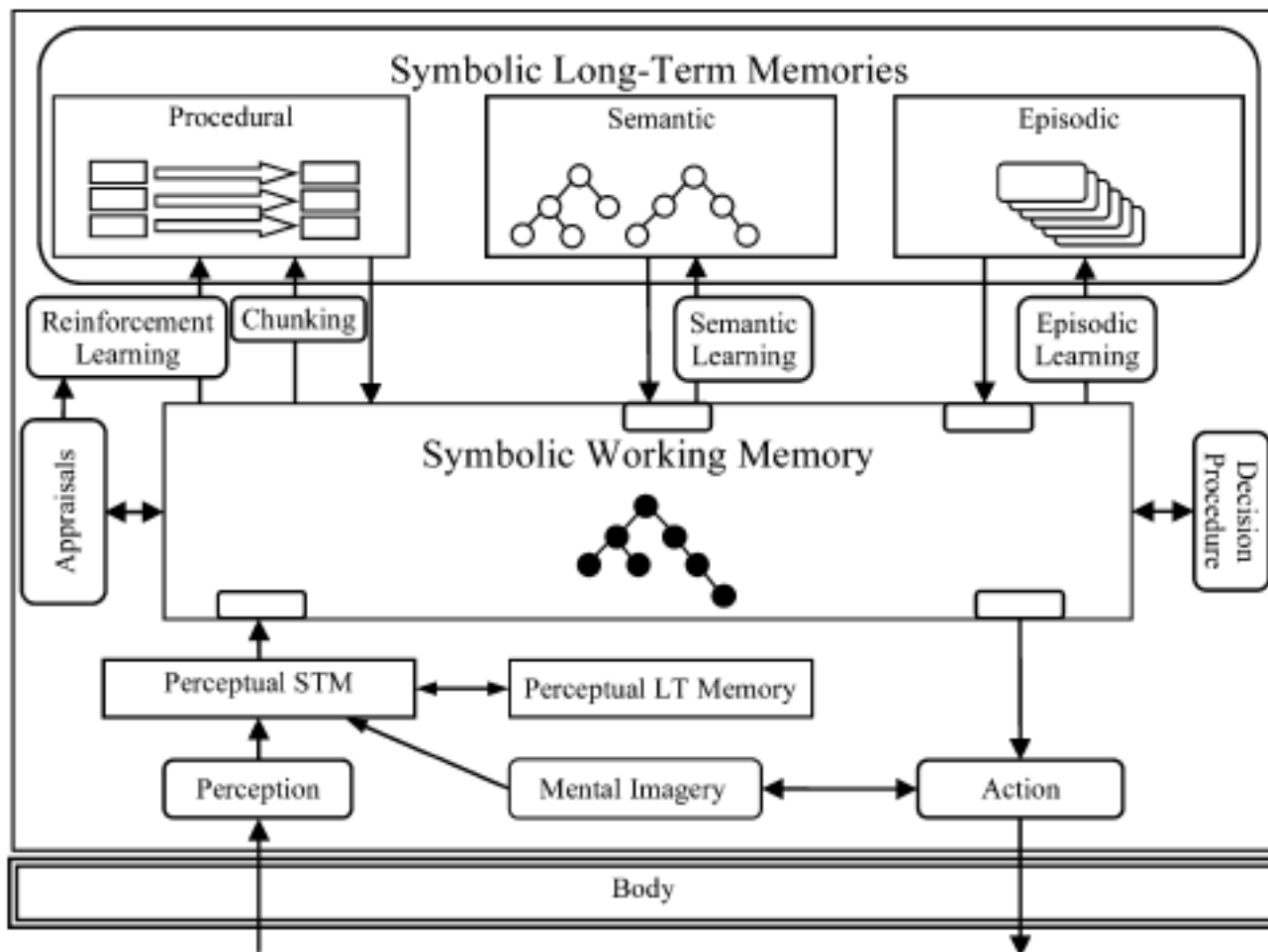
僵局驱动学习，产生一条新规则，防止在未来类似情况下陷入僵局

SOAR9系统



- 2009年，莱德把原来的SOAR系统进行扩展，增加情景记忆和感知方面的功能，扩展成为SOAR9系统。
- 2018年，莱德和罗森布鲁姆被授予赫伯特●A●西蒙认知系统进步奖。该奖项表彰他们对认知结构的研究，特别是Soar项目，以及它们在基于知识的人类认知系统和模型中的应用，以及我们对表征、推理、问题解决和学习理论的贡献。

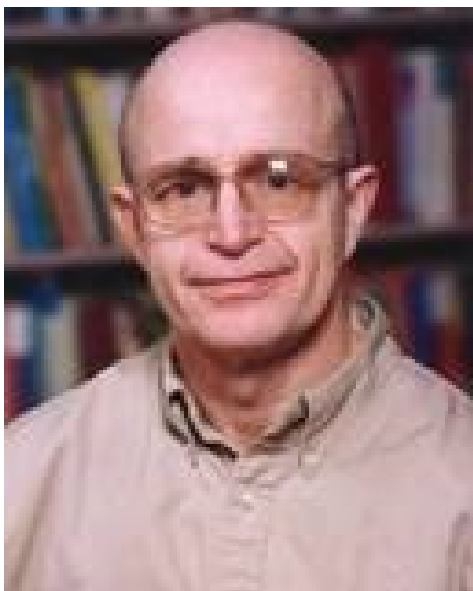
SOAR9 框图



内容提要

- 概述
- 图灵机
- SOAR系统
- ACT-R模型
- CLARION 模型
- 心智社会
- LIDA系统
- CAM模型

安德森

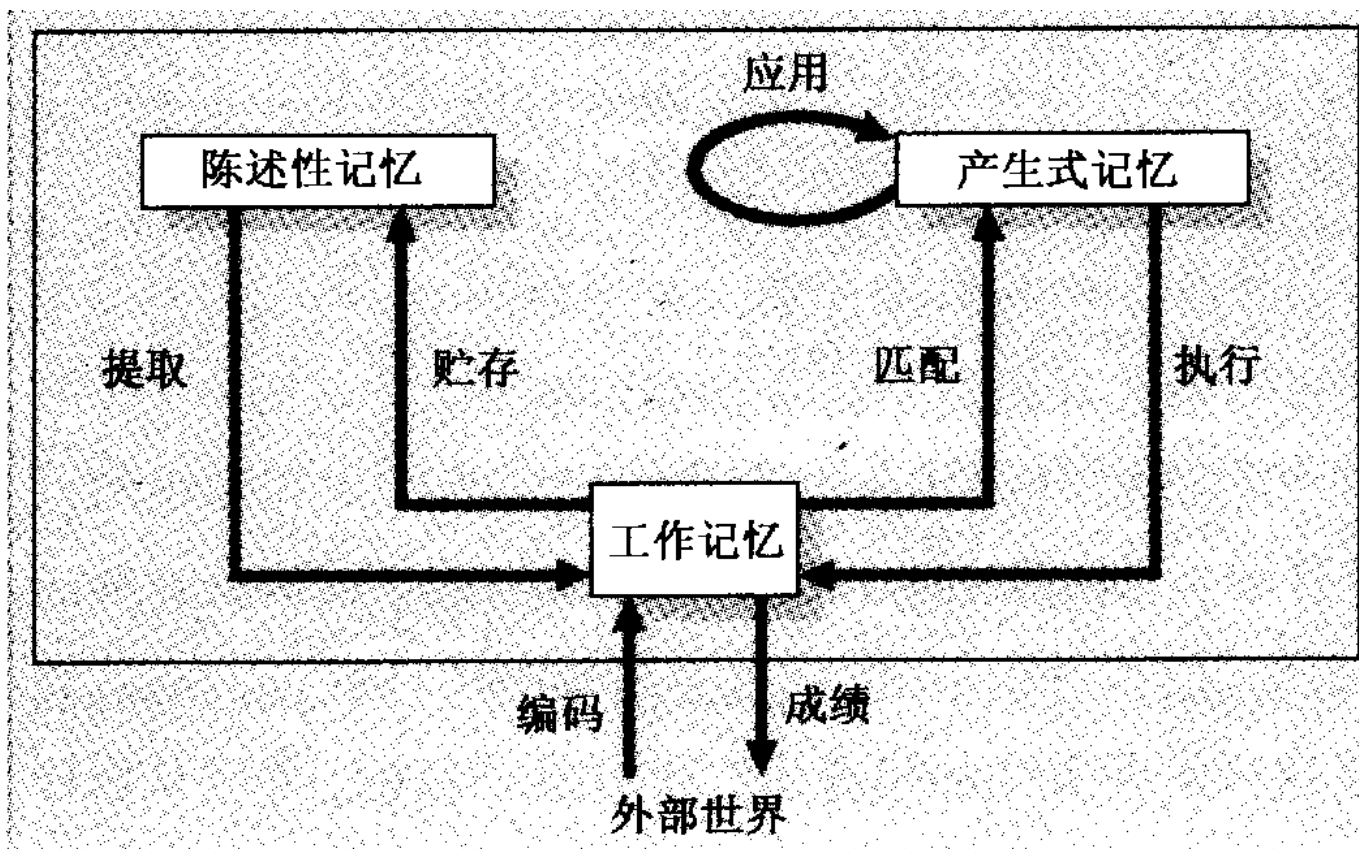


卡耐基梅隆大学心理学和计算机科学教授约翰 • 罗伯特 • 安德森 (John Robert Anderson)，在2016年1月16获得了美国国家科学院 (National Academy of Sciences) 奖，以表彰其在理性思维的自适应控制系统ACT-R (Adaptive Control of Thought—Rational) 研究成果。

ACT模型

- 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 (adaptive control of thought) ”。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。

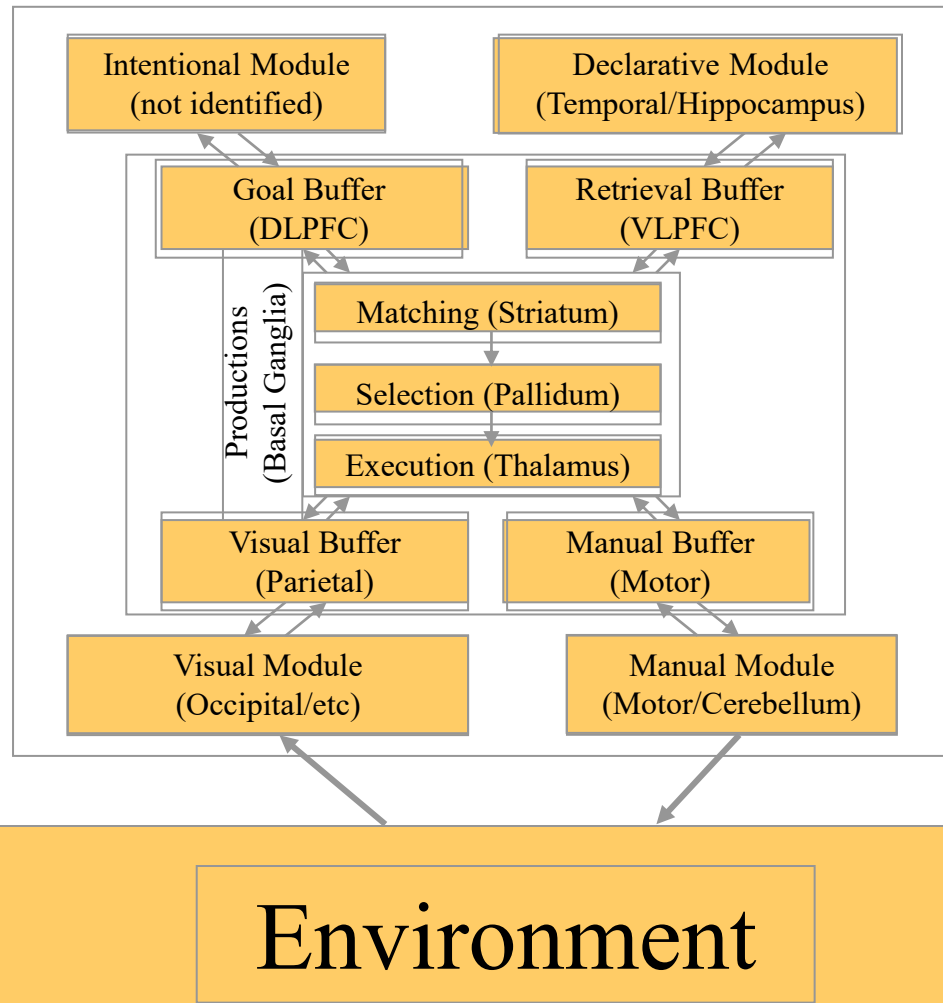
ACT模型



ACT的发展过程

Predecessor	HAM层次联想模型	(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-R 的系统结构



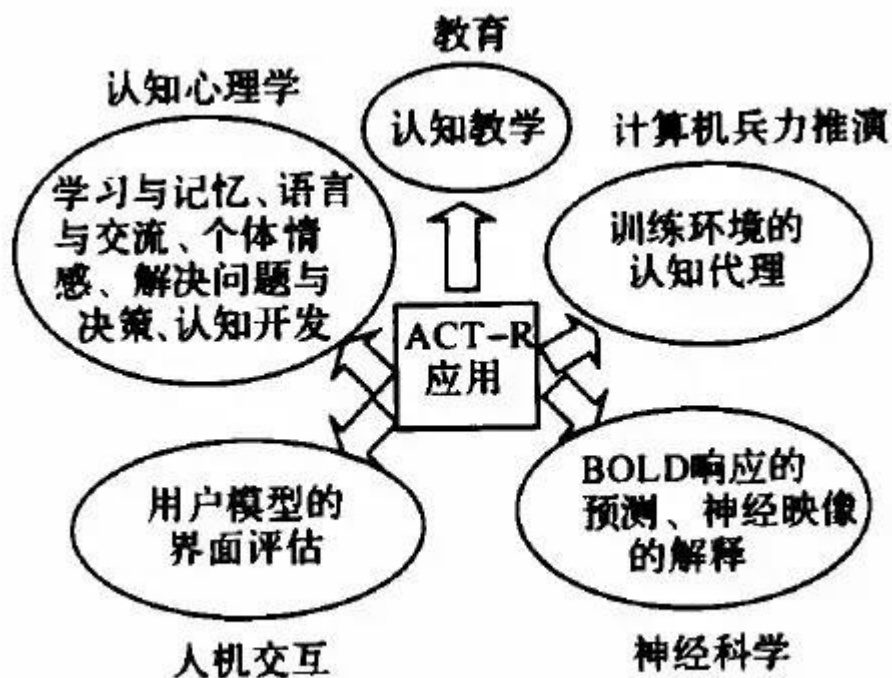
ACT-R的工作机理



- (1) 两类知识：关于事实的陈述性知识和关于如何完成各种认知活动的程序性知识；
- (2) 两个假设：关于ACT-R如何运用已有知识去解决问题的操作假设和关于如何获得新知识的学习假设；
- (3) 两个水平：有关离散知识结构的符号水平和有关神经系统激活过程的亚符号水平, 这一水平决定符号结构的可用状态。

ACT-R的应用

ACT-R在教育、学习、自动驾驶、自然语言理解等方面获得应用。



Brain Informatics 2009

2009年，Brain Informatics 2009 在北京工业大学召开，安德森和我都应邀做大会主旨报告。



ACT-R算术运算

ACT-R中的程序部分已经从计算机科学符号发展到描述大脑的动作选择，安德森主旨报告题目：Using Neural Imaging to Inform the Instruction of Mathematics

*If the goal is to process a column
and there is no bottom digit,
Then write the top digit as the answer.*

*If the goal is to process a column
and the top digit is not smaller than the bottom digit,
Then write the difference between the digits as the answer.*

$$\begin{array}{r} 600517 \\ - 23523 \\ \hline \end{array}$$

4

*If the goal is to process a column
and the top digit is smaller than the bottom digit,
Then add 10 to the top digit
and set as a subgoal to borrow from the column to the left.*

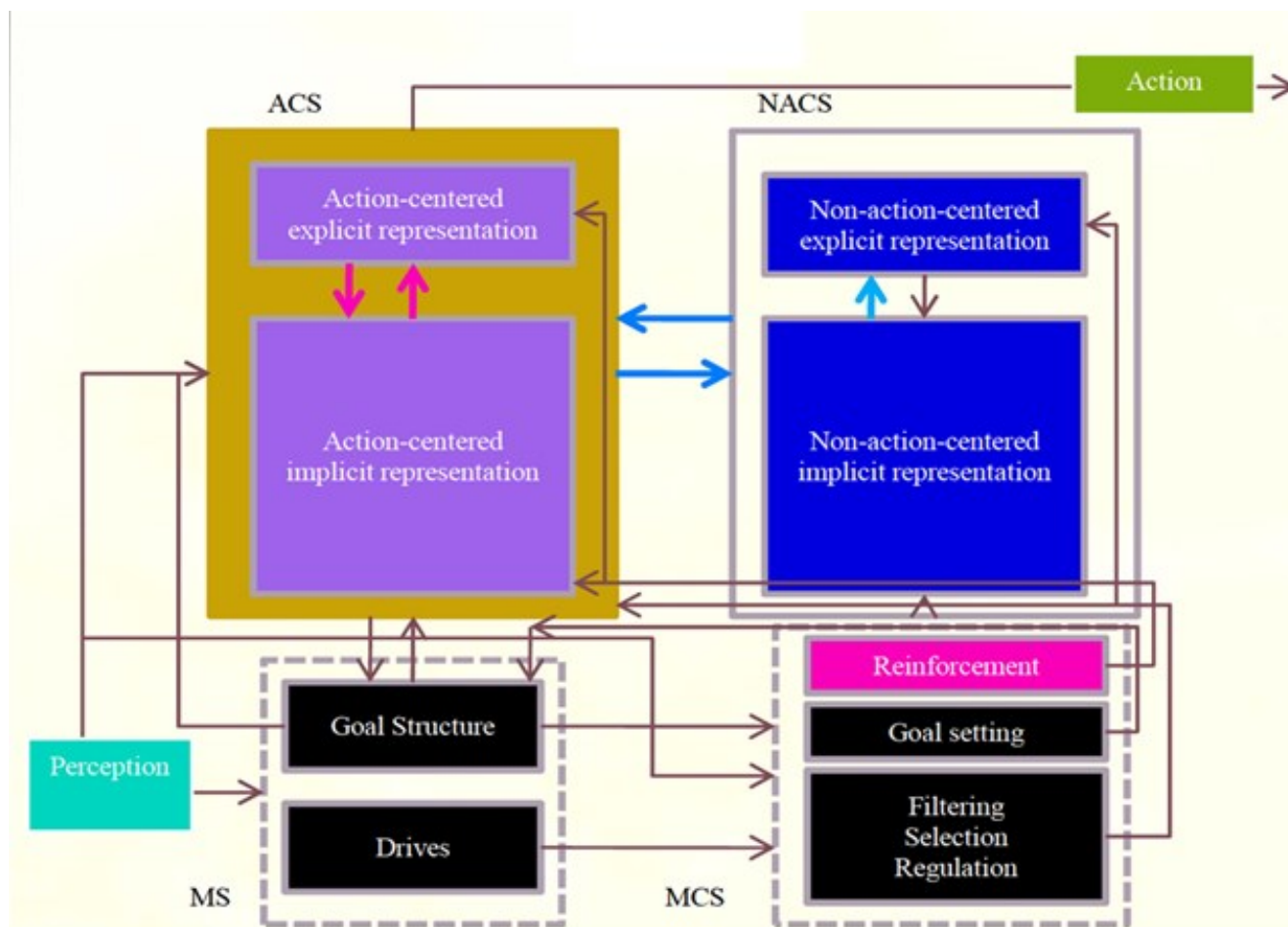
内容提要

- 概述
- 图灵机
- SOAR系统
- ACT-R模型
- CLARION 模型
- 心智社会
- LIDA系统
- CAM模型

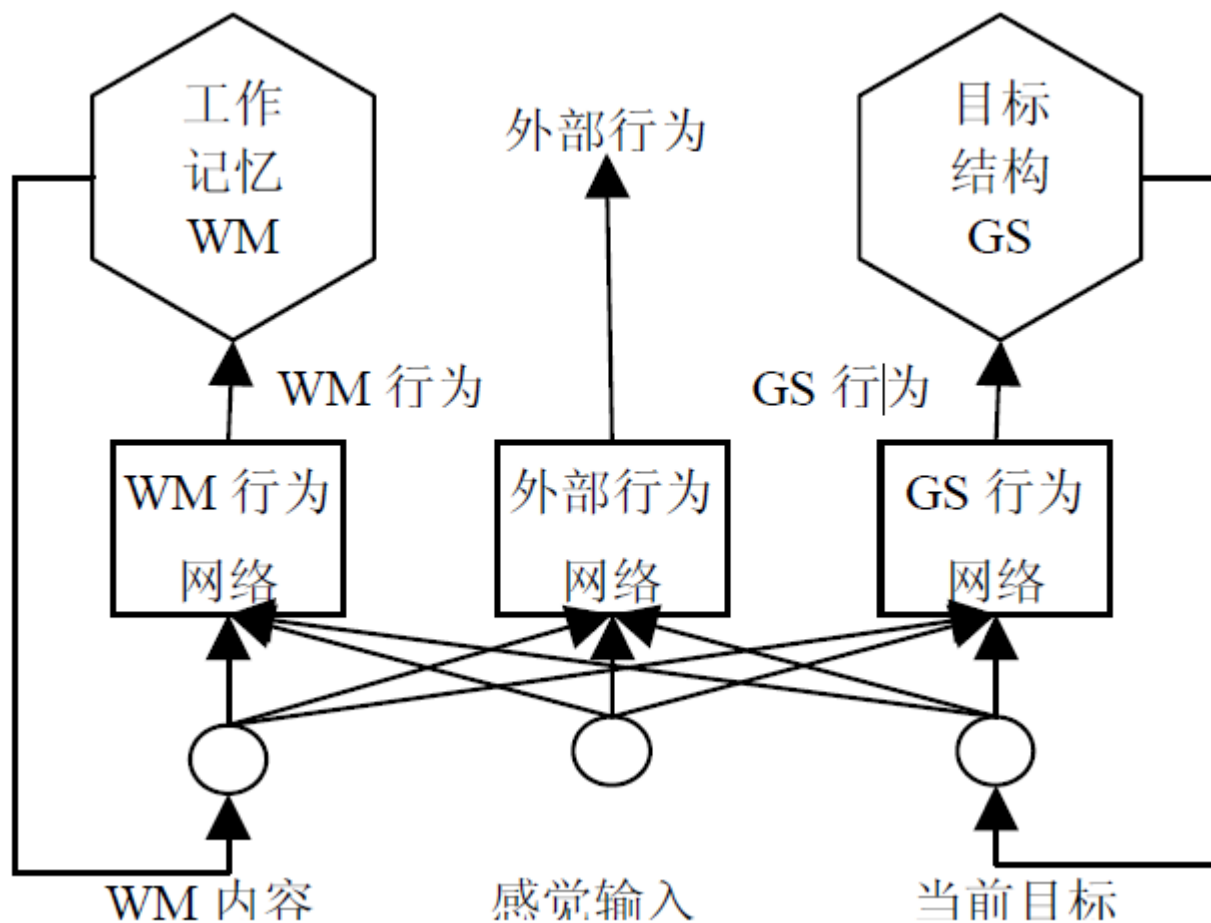
孙荣提出CLARION模型

- 内隐学习与外显学习的相互关系一直是认知领域的研究热点之一。伦斯勒理工学院 (Rensselaer Polytechnic Institute) 孙荣 (Ron Sun) 认为，可通达性应该成为认知理论的首要问题，提出了CLARION 模型。
- 内隐知识的不可通达，它们没有联结语义标签，不易为意识通达，提取需要间接的转换过程。而外显知识可由局域符号表征表示，每个单元都有清晰易解的语义标签，因此易为意识通达，具有可操作性。这样两种学习加工和两种表征方式上的强烈对比和相似，促成了CLARION 模型的诞生。

CLARION 模型架构



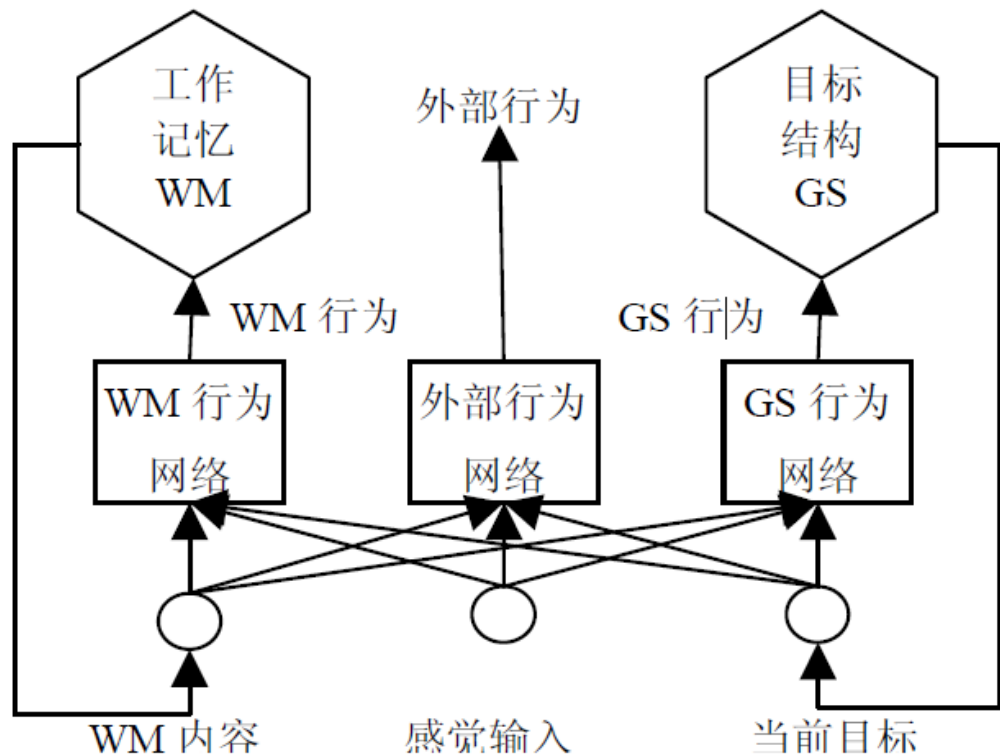
CLARION 模型架构



CLARION 底层结构

底层包括三组行为选项：

- 工作记忆的设置/重置
- 目标堆栈的推进/弹出
- 外部行为网路



CLARION顶层算法

■ 顶层外显知识为一种命题规则形式。 孙荣等使用规则抽取精化算法描述自下而上的学习加工，其算法描述为：

- (1) 更新统计量；
- (2) 更新规则

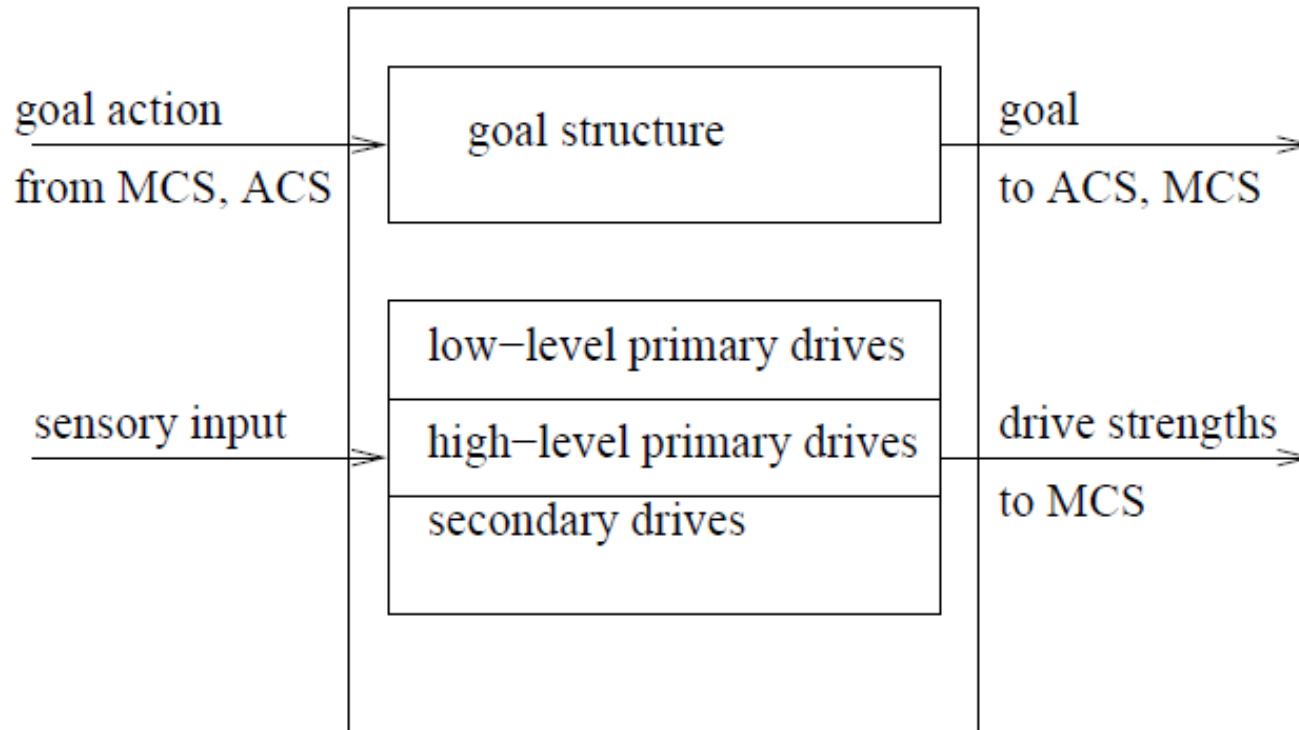
■ 三条标准：

①抽取：若结果成功符合当前标准，且没有匹配状态和所采取行为的现成规则，则抽取新规则：状态→行为

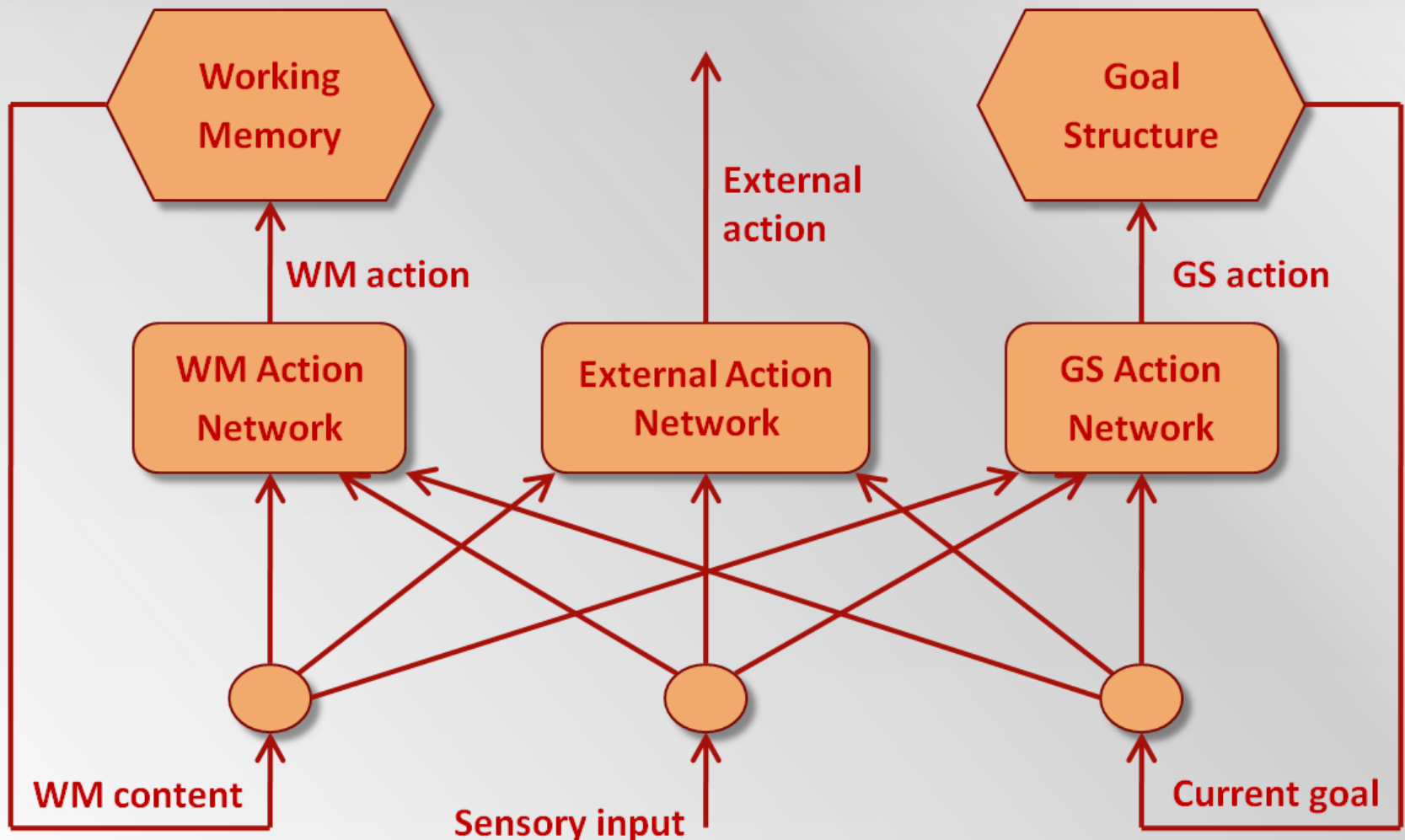
②特化 (Specialization)：若结果不符合当前标准，则通过特化修正所有匹配规则：从规则网络中去除这些匹配规则，并在规则网络中加入修正的规则版本；

③泛化 (generalization)：若结果成功符合当前标准，则泛化这些匹配规则：从规则网络中去除这些匹配规则，并在规则网络中加入泛化的规则。

CLARION动机子系统



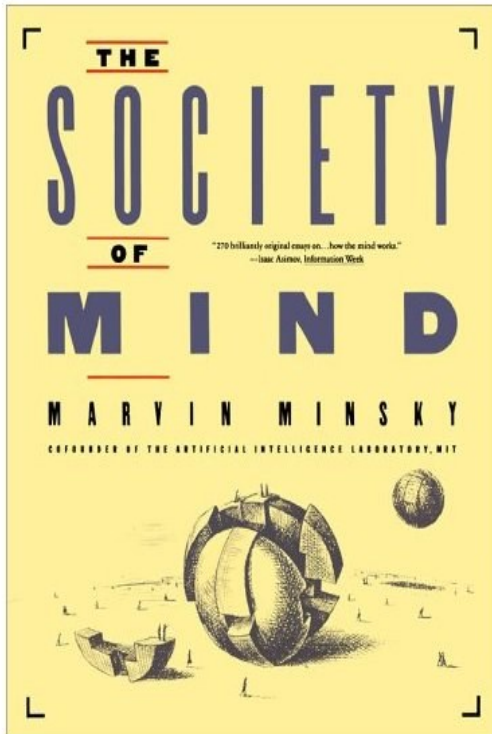
CLARION 工作流程



内容提要

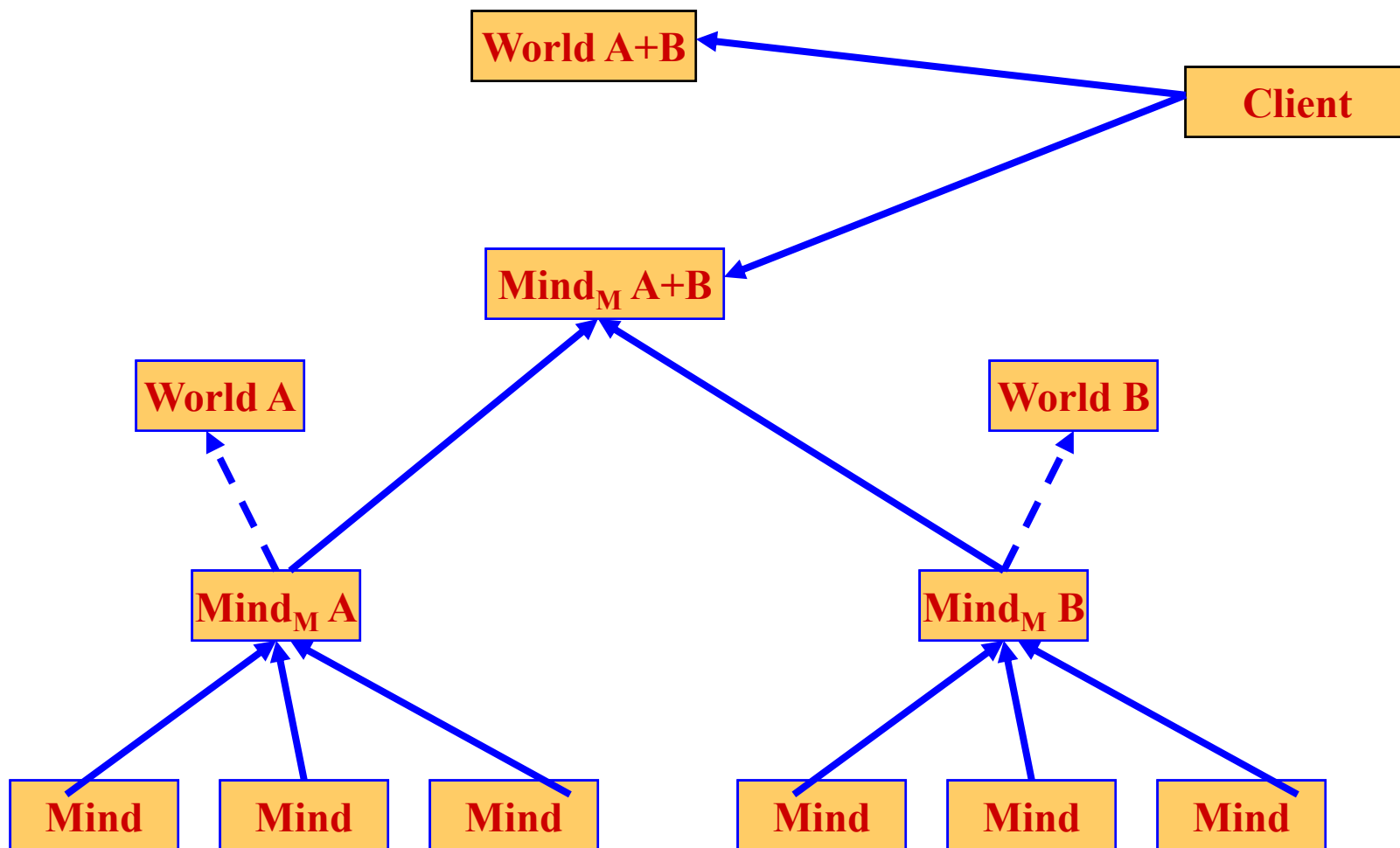
- 概述
- 图灵机
- SOAR系统
- ACT-R模型
- CLARION 模型
- 心智社会
- LIDA系统
- CAM模型

心智社会

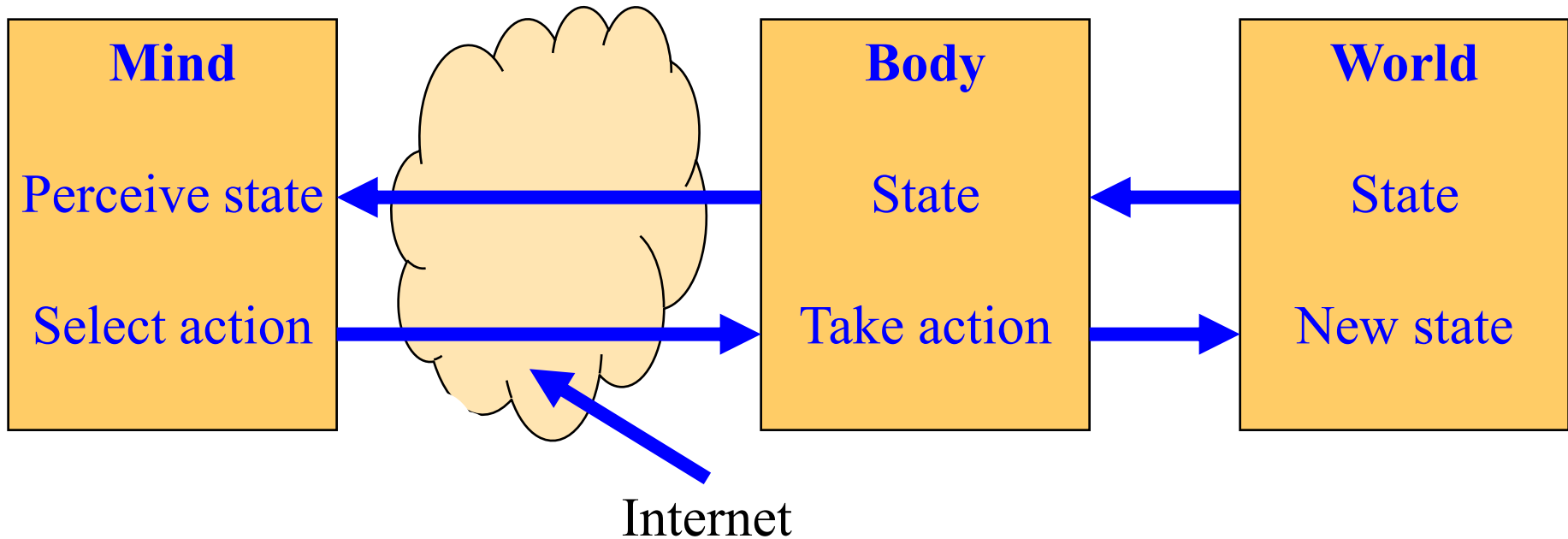


- 1985年，明斯基(M. Minsky)于出版了《心智社会》一书。他在这本书中指出，智能并非存在于中央处理器中，而是在许多具有专门用途、彼此紧密联结的机器的集体行为中产生的。
- 明斯基指出：心智是由许多称作智能主体(agent)的小处理器组成；每个主体(agent)本身只能做简单的任务，他们并没有心智；当主体(agent)构成社会，就得到智能。

心智社会

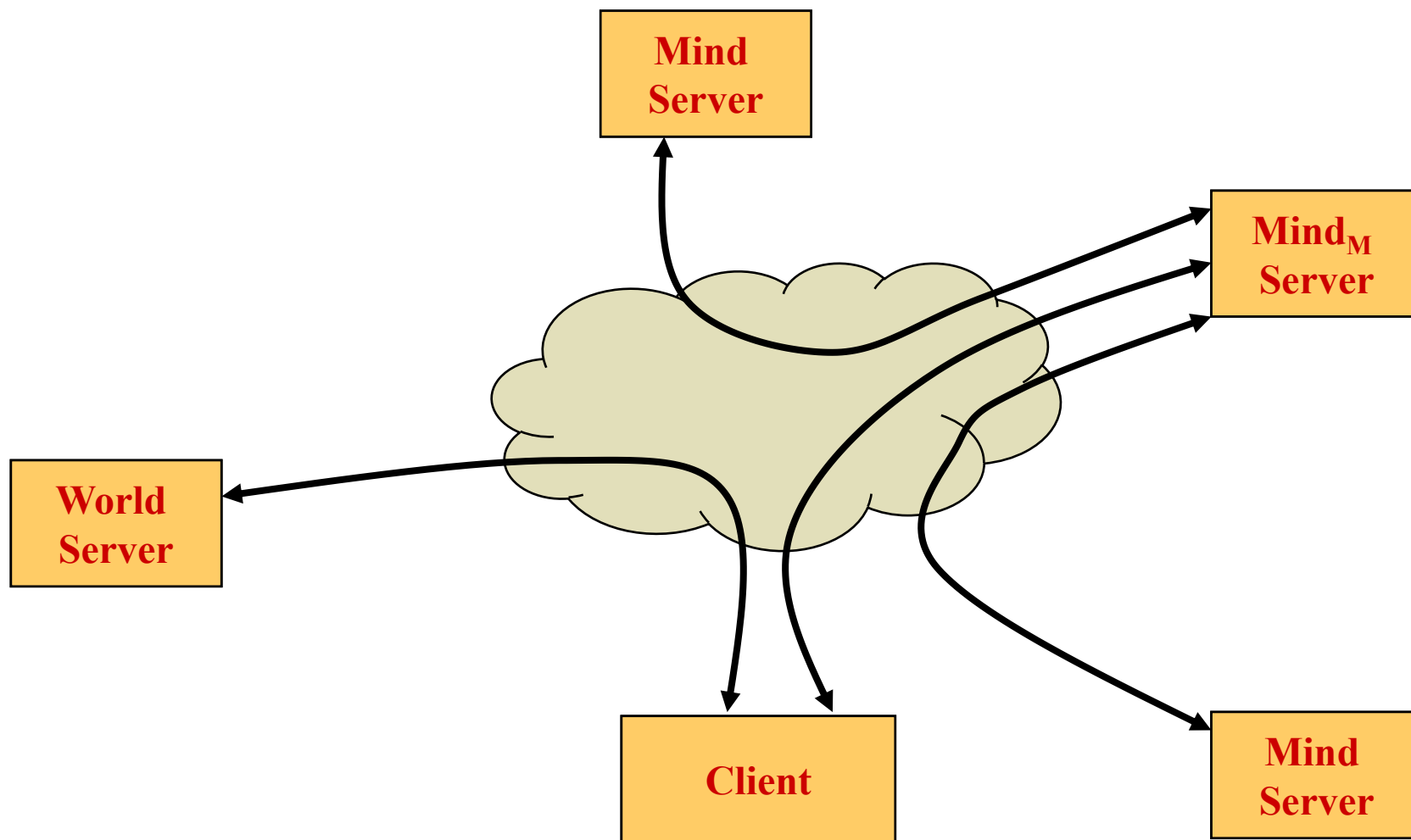


构建复杂心智联机系统



Ciarán O'Leary. **Technology for automated assessment: The World-Wide-Mind.** Dublin Institute of Technology, 22nd May 2003

构建复杂心智联机系统



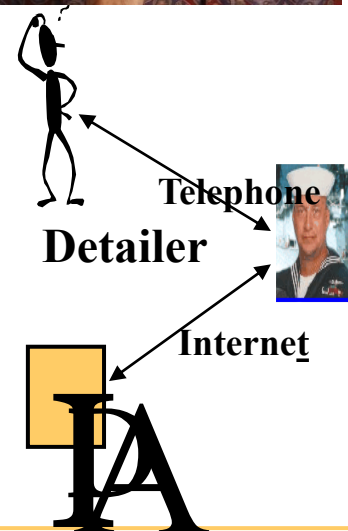
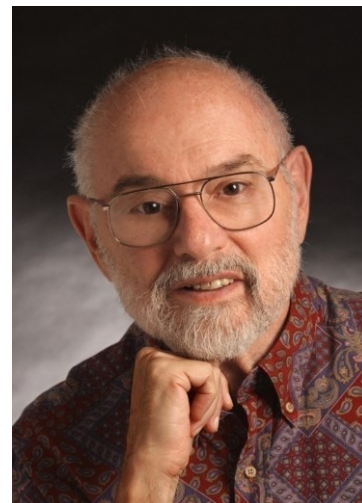
内容提要

- 概述
- 图灵机
- SOAR系统
- ACT-R模型
- CLARION 模型
- 心智社会
- LIDA系统
- CAM模型

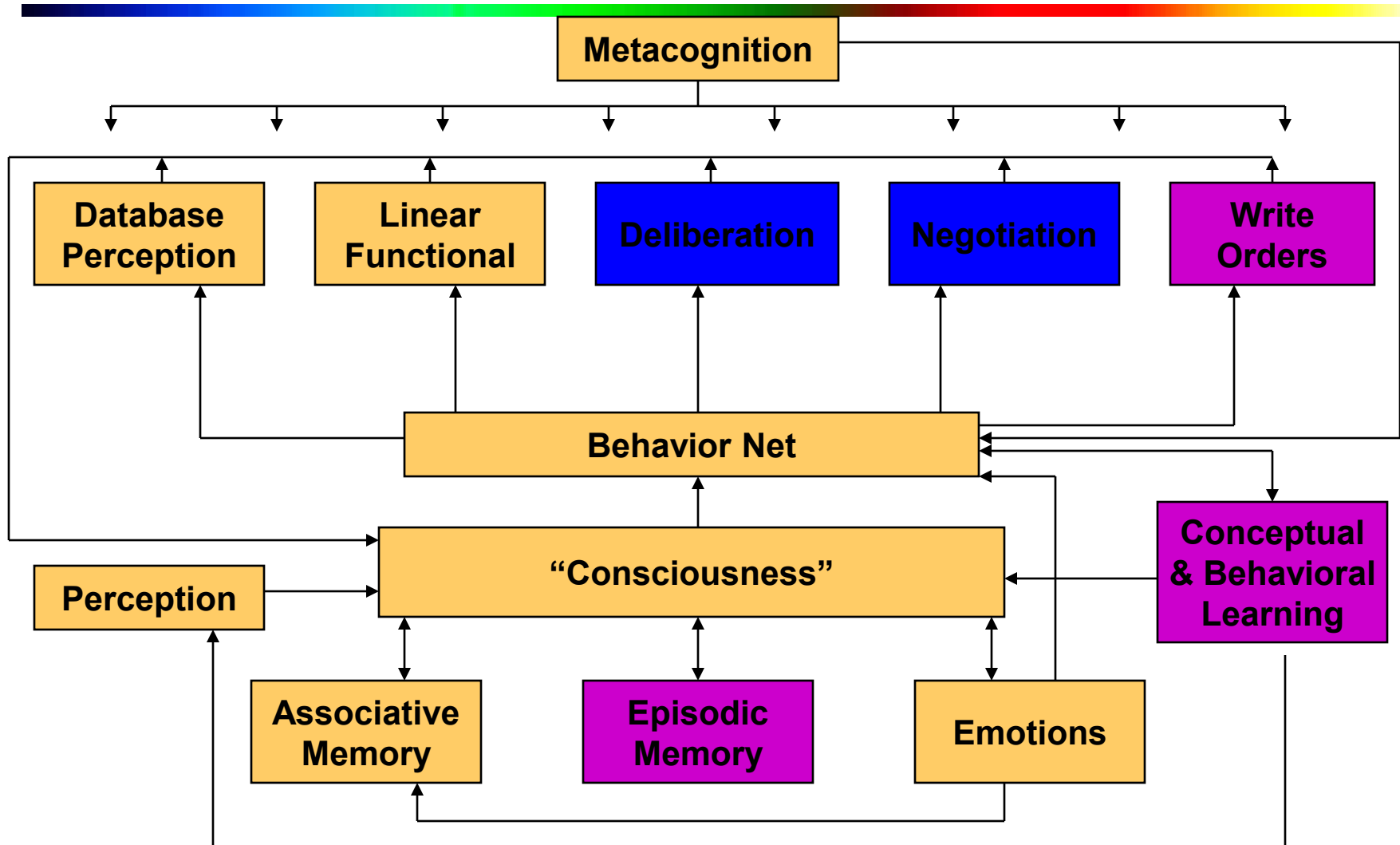
IDA: 分布式智能体软件

为了解决美国海军征兵的需要，田纳西州孟菲斯大学（ University of Memphis ）的斯坦 ● 富兰克林（ Stan Franklin ）设计开发了分布式智能体软件IDA。

- 该软件具有下列功能：
- 读取人员数据
- 检查工作申请列表
- 坚持海军政策
- 选择要为成员提供的工作
- 与申请者谈判
- 编写合同



IDA的系统结构



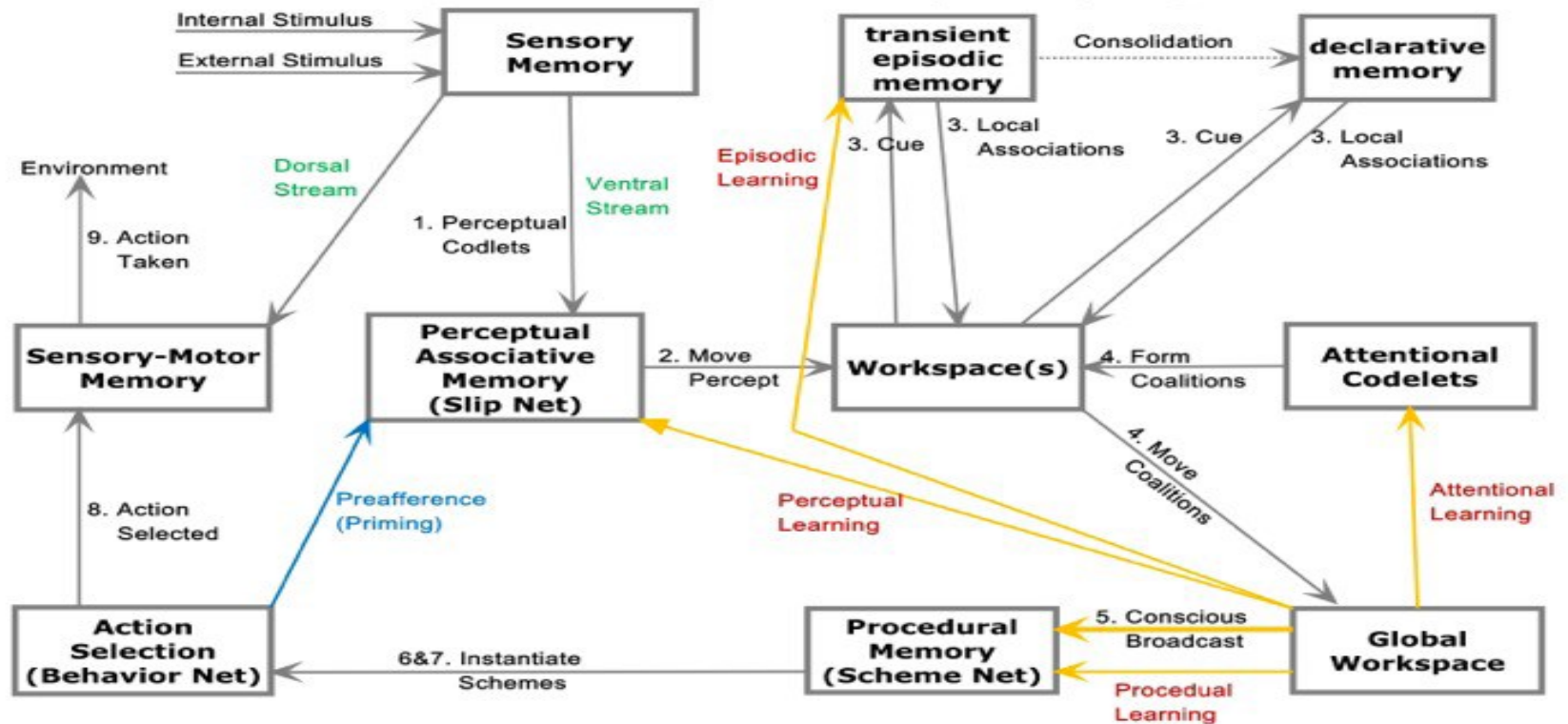
构成模块

- Perception—模仿架构Hofstadter
- Action Selection—行为网—Maes
- Associative Memory—稀疏分布记忆Kanerva
- Episodic Memory—基于案例的记忆
- Emotions—流行理论—Jackson
- Metacognition—模糊分类系统—Holland, Zadeh
- Learning—模仿系统结构，基于案例的推理
- Constraint Satisfaction—线性泛函
- Language Generation—流行理论
- Deliberation—流行理论
- “Consciousness” —流行理论

LIDA系统

- 尽管IDA采用“激活—传递”的联结模式，但未能体现节点激活的信息传递功能。IDA只是一个机械化的机器，还不具备真正的学习能力。针对这些问题，研究者在IDA的基础上，增加了三种学习机制，分别是感知学习、情景学习和程序性学习，研制出Learning IDA，简称为LIDA，从而使IDA具有学习性。
- LIDA在更广泛的层面模拟了人的认知过程，认知周期包括三个阶段：感知阶段、解释阶段和行动阶段。

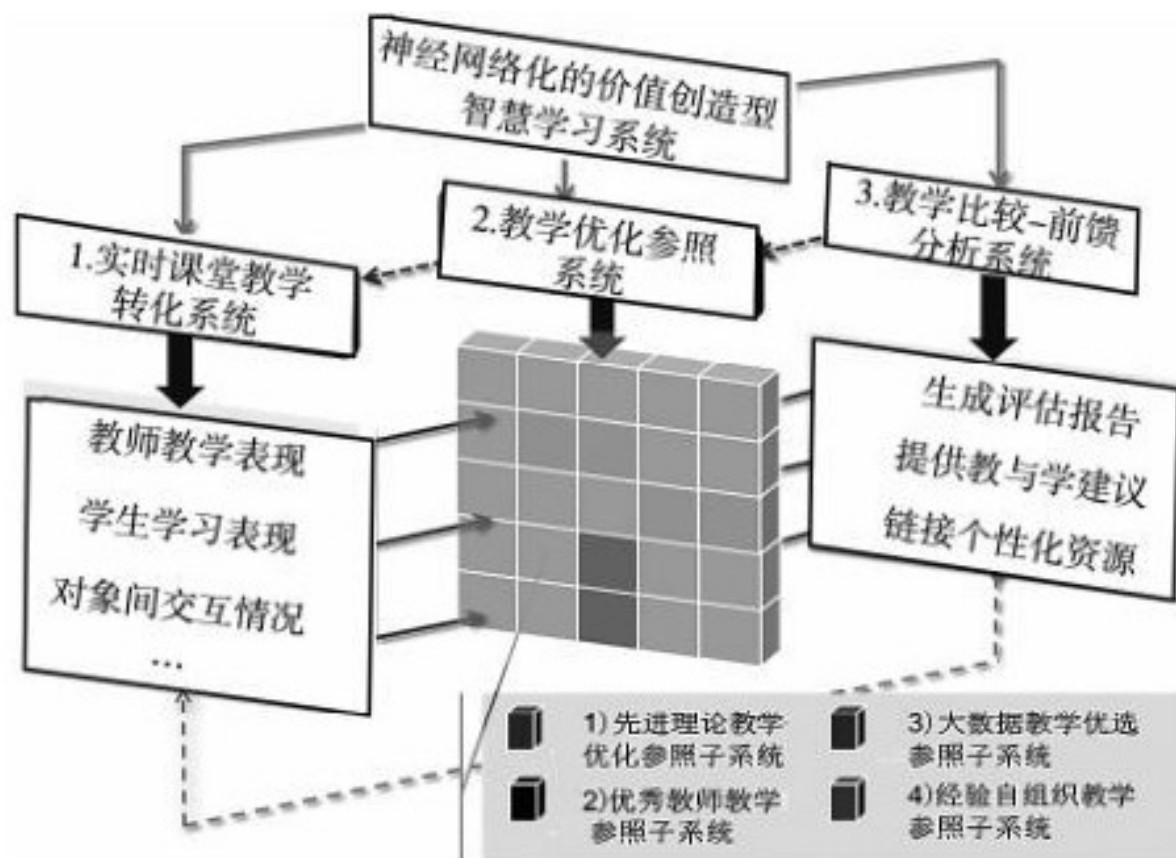
LIDA的系统结构



Javier Snider, Ryan McCall and Stan Franklin. *The LIDA Framework as a General Tool for AGI*. AGI2011

EVA-LIDAs人工智能教学系统

参考LIDA系统，
华南师范大学教育信息技术学院
尹睿等，研发了
新一代人工智能
教学系统——伊
万琳达（EVA-
LIDAs）



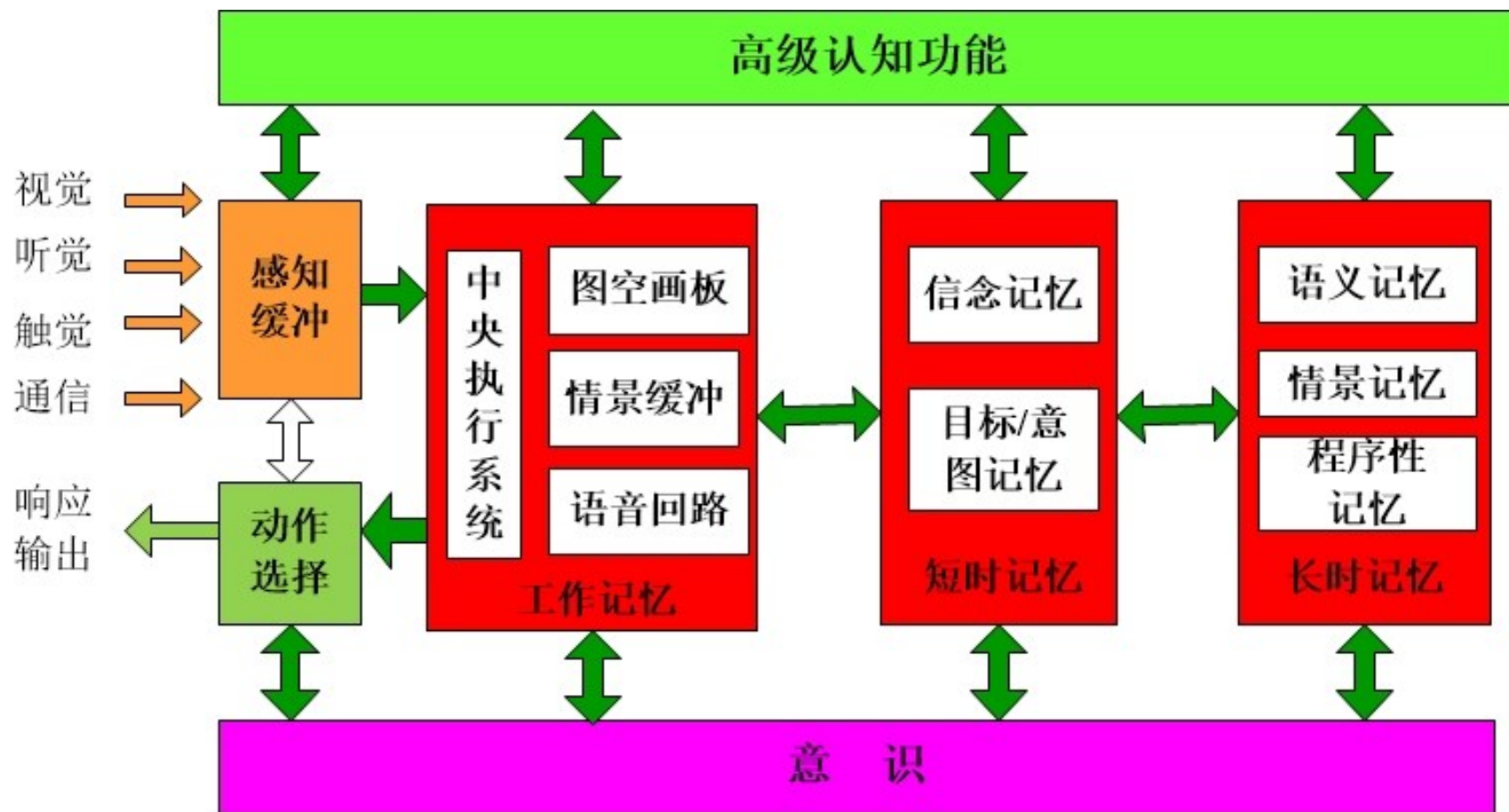
内容提要

- 概述
- 图灵机
- SOAR系统
- ACT-R模型
- CLARION 模型
- 心智社会
- LIDA系统
- CAM模型

心智模型CAM

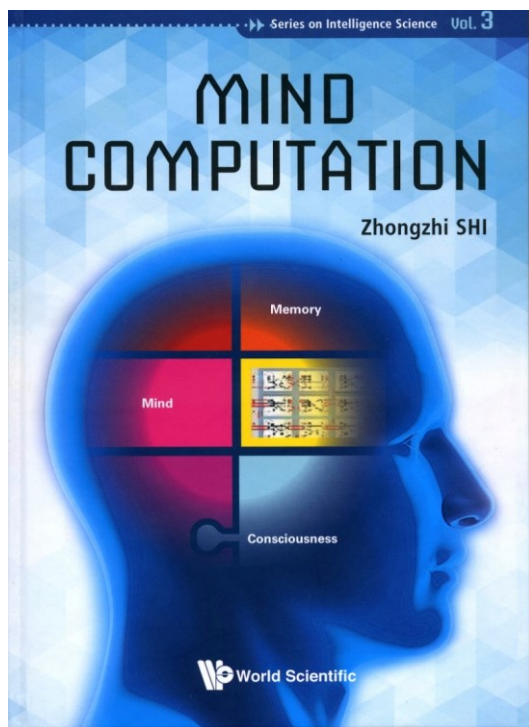
- 在人的心智活动中，记忆和意识是最为重要的两个部分。其中记忆存储各种重要信息和知识，意识让人有自我的概念，能根据需求、偏好设定目标，并根据记忆中的信息进行各种认知活动。基于意识和记忆的重要作用，中国科学院计算技术研究所，智能科学实验室提出了心智模型CAM（Consciousness And Memory）。CAM主要由记忆、意识、感知器、效应器、高级认知功能等构成。它的系统结构如下图所示。

心智模型 CAM



心智计算Mind Computation

关于心智模型CAM的详细介绍请参阅著作《心智计算(Mind Computation)》



1. 绪论
2. 心智模型CAM
3. 记忆
4. 意识
5. 视觉感知
6. 运动控制
7. 语言认知
8. 学习
9. 类脑计算

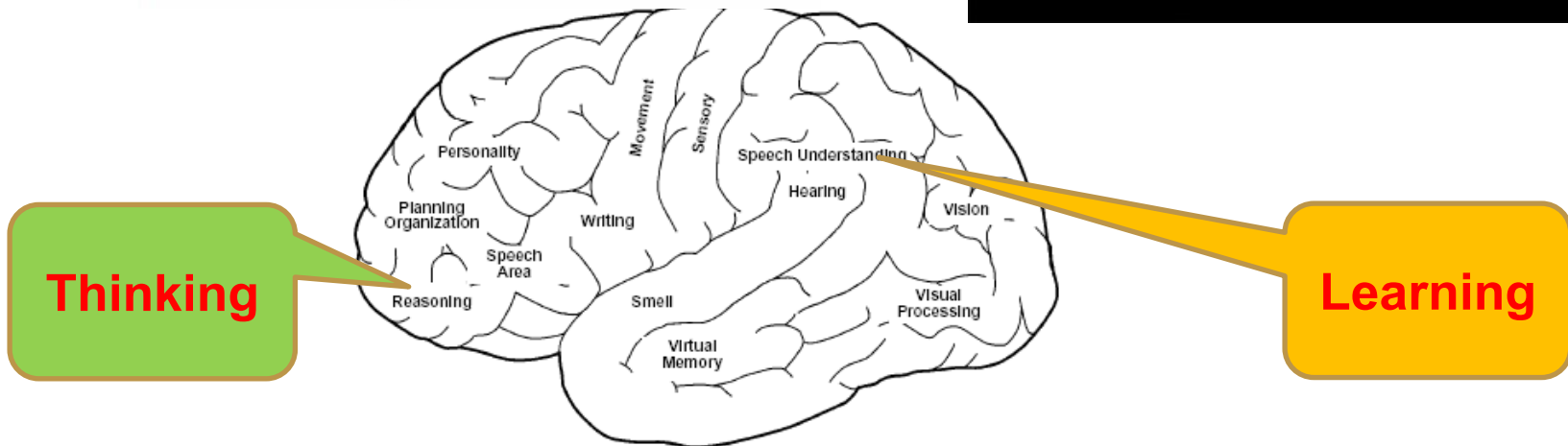
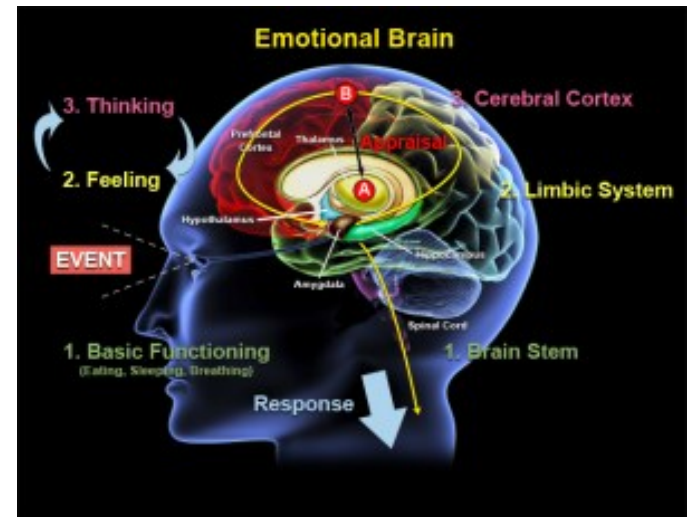
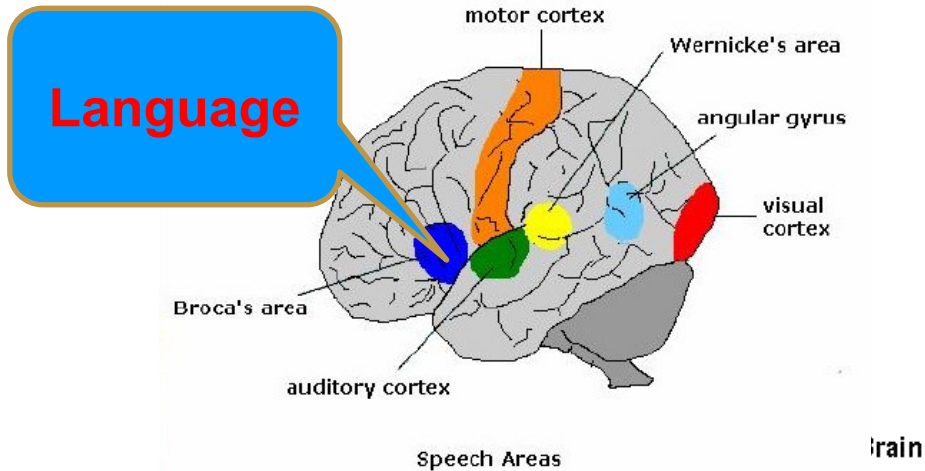
记 忆

- **工作记忆**：它包括中央执行，视空画板，语音回路和情节缓冲。
- **短时记忆**：信息在短时记忆中一般只保持20~30s。记忆智能体的信念，目标和意图相关的内容
- **长时记忆**：长时记忆是指保持时间在一分钟以上的信息存储。记忆语义、情景和程序性知识。

意识

意识的起源与本质是最重大的科学问题之一。在智能科学中，意识问题具有特别的挑战意义。存在如何决定意识，客观世界如何反映到主观世界中去，既是哲学研究的主题，也是当代自然科学研究的重要课题。意识涉及知觉、注意、记忆、表征、思维、语言等高级认知过程，其核心是觉知(awareness)。近年来，由于认知科学、神经科学和计算机科学的发展，特别是新的无损性实验技术的出现，意识的研究再度被提到日程上来，并且开始成为众多学科共同研究的热点。在21世纪，意识问题将是智能科学力图攻克的堡垒之一。

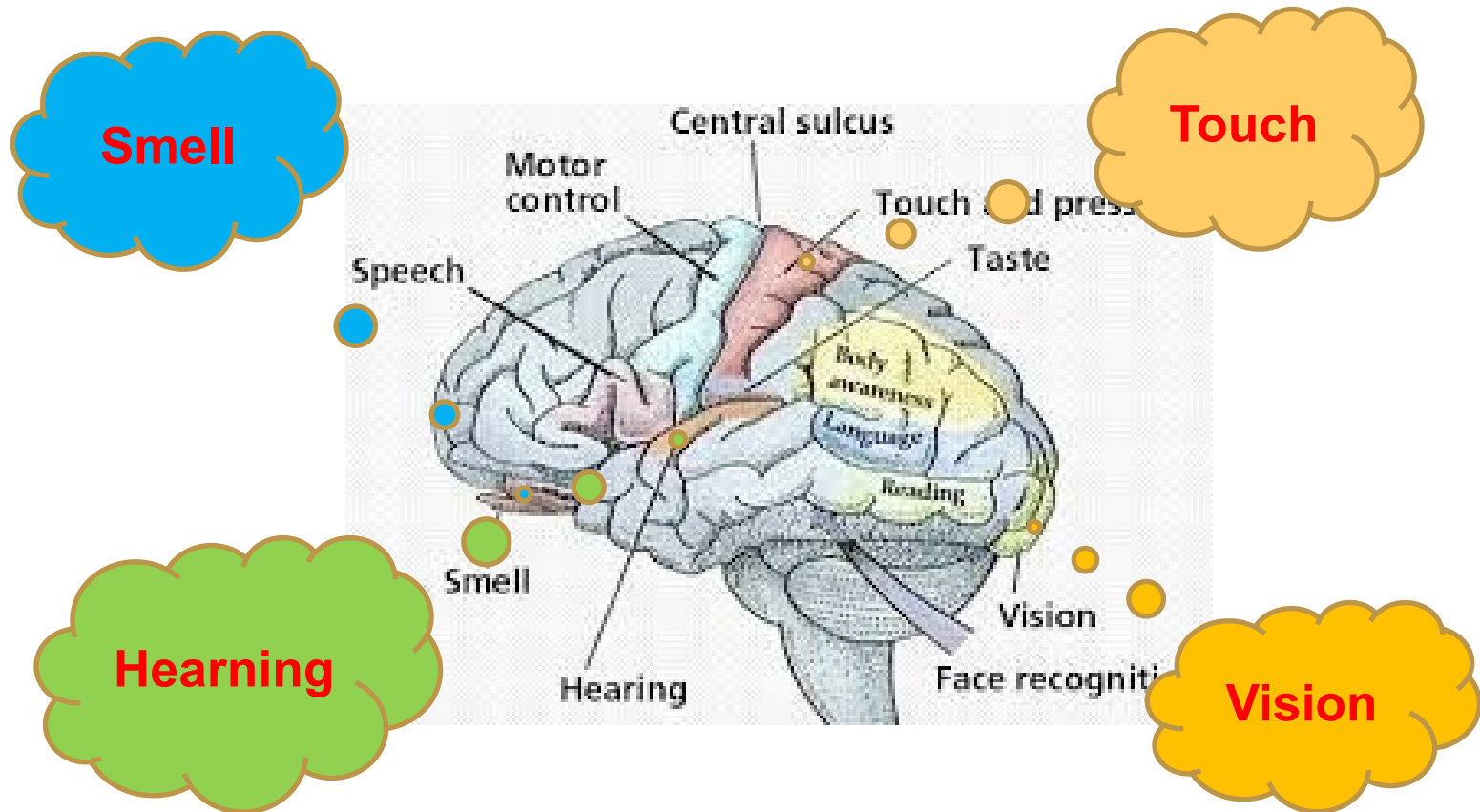
高级认知功能



感知器

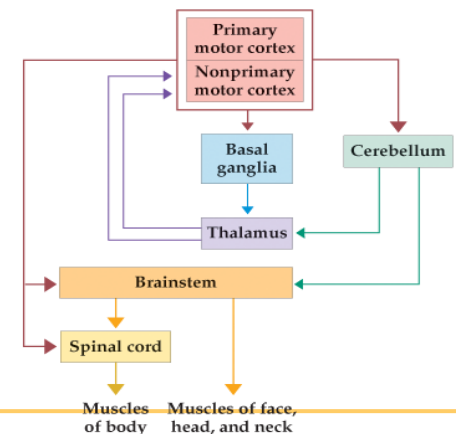
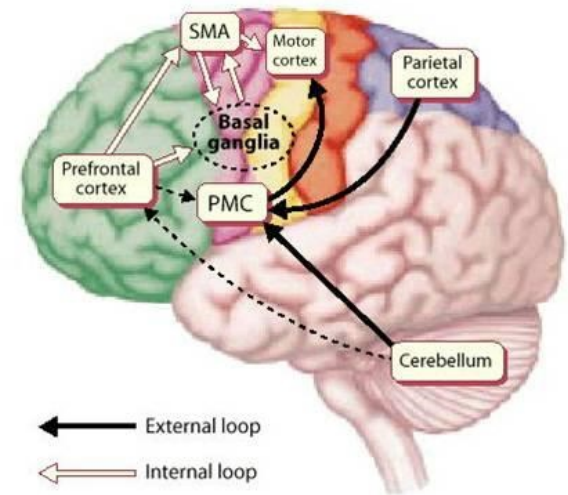
- **视觉模块**：从外侧膝状核（LGN）神经元发送它们的信号通过V1，V2，V3和V4并向前发送到颞叶的许多区域。
- **听觉模块**：从耳朵到脑干，到皮质下细胞核，再到皮层。
- **触觉模块**：触觉是机械刺激的总称，如接触，滑动，压力等。
- **嗅觉模块**：嗅觉是一种感觉。 它涉及两个感觉系统的感觉系统，即嗅觉神经系统和鼻三叉神经系统。
- **感觉缓冲**：每种经典感官被认为具有称为感觉缓冲的瞬时记忆能力。

感知器



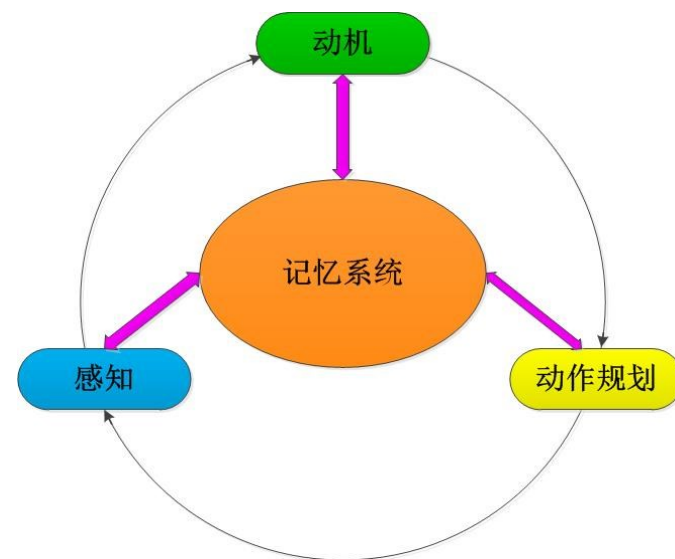
效应器

- **动作选择**：首先是原子动作选择，即从动作库中选择相关的原子动作。然后使用规划策略将选定的原子动作组合在一起。
- **响应输出**：运动层以总体目标开始。
- 基底神经节（Basal ganglia）是大脑的中心灰质核团，包括杏仁核、纹状体和屏状核。



CAM认知周期

认知周期是认知水平心理活动的基本步骤。人类的认知是由反复出现的脑事件的级联周期。在心智模型CAM中，每个认知周期感知当前的境况，通过动机阶段参照需要达到的目标，然后构成内部或外部的动作流，响应到达的目标，CAM认知周期分为感知、动机、动作规划三个阶段。

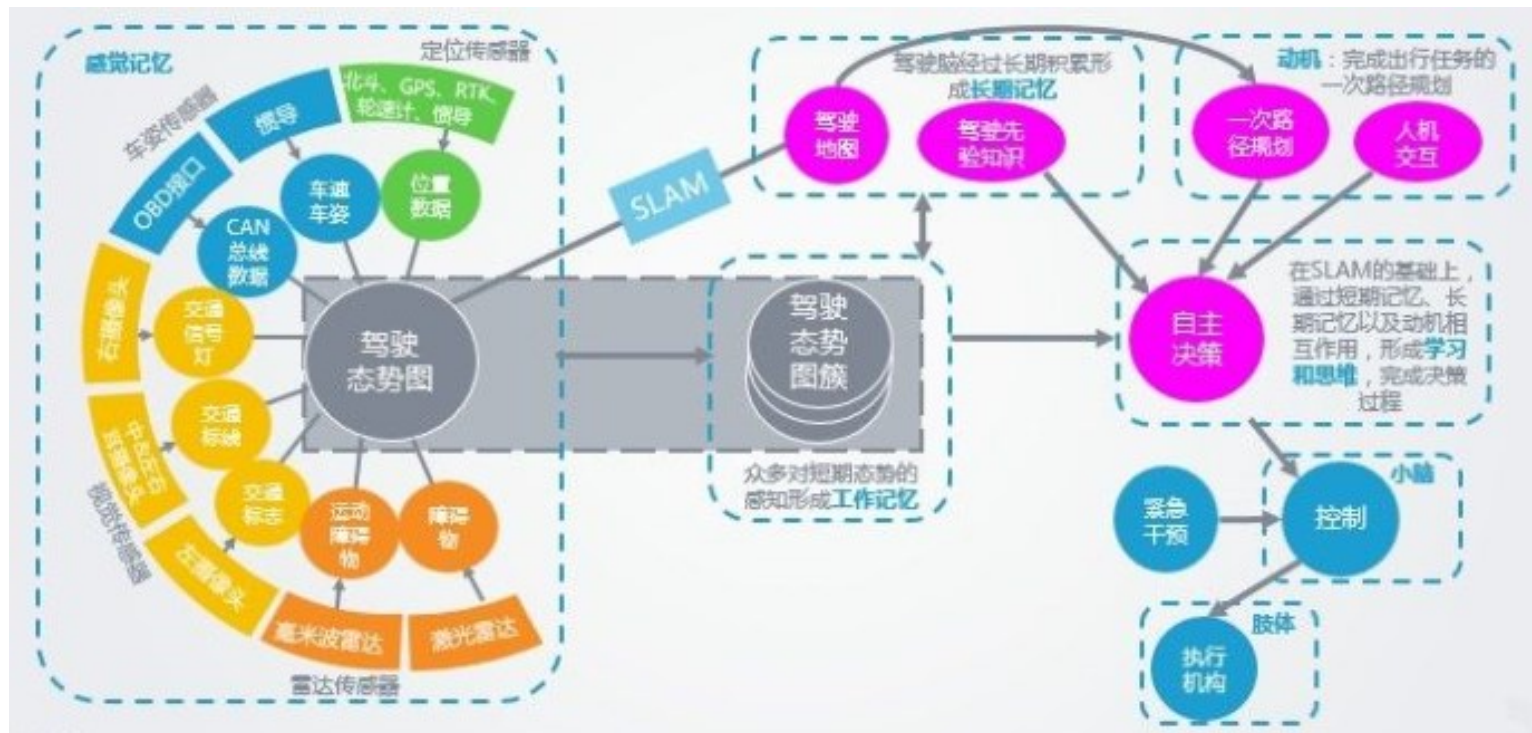


CAM认知周期

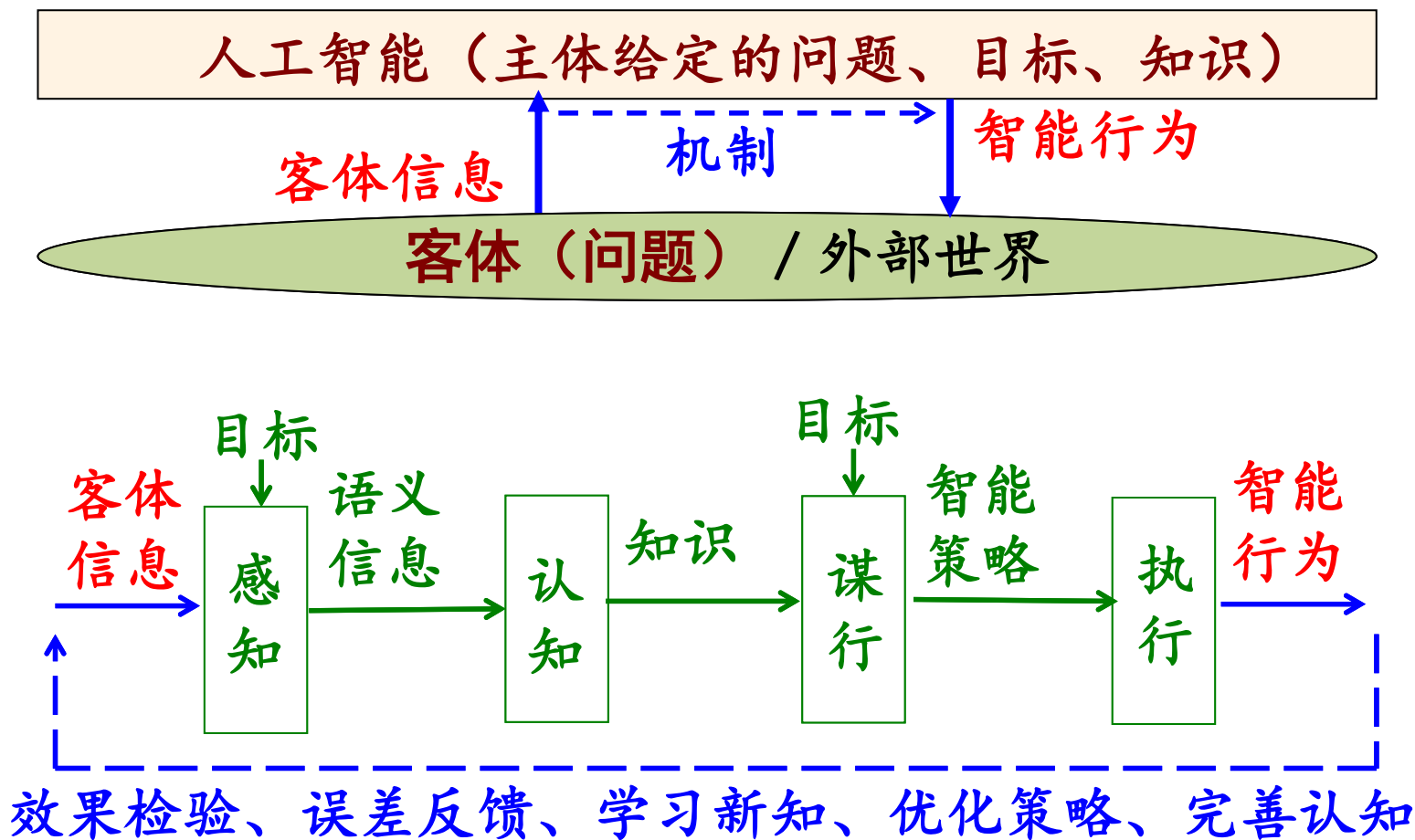
- 感知阶段是通过感觉输入，实现对环境的觉知过程。使用传入的知觉和工作记忆的信息，作为线索，本地联想，自动地检索情景记忆和陈述性记忆。
- 动机阶段侧重于学习者的信念、期望、排序和理解的需要。根据动机的影响因素，如激活比例、机会、动作的连续性、持续性、中断和优惠组合，构建动机系统。
- 动作规划是由原子操作构建复杂动作以实现特定任务的过程。动作规划可以分为两个步骤：首先是动作选择，即从动作库选择相关的动作；然后使用规划策略使被选的操作组装一起，以达到最终目标。

CAM的应用-驾驶脑（李德毅）

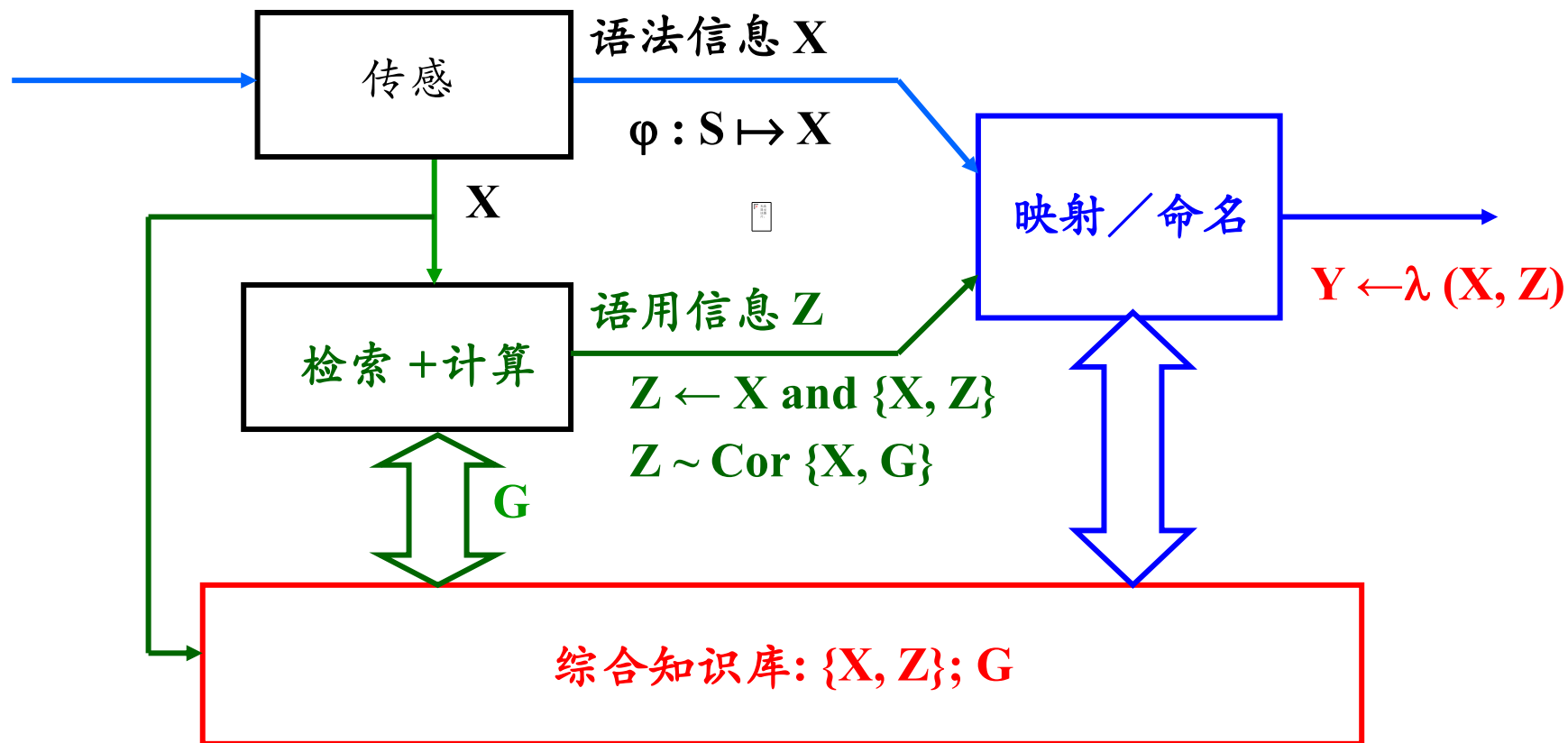
- 在自动驾驶过程中，把驾驶员的认知用机器人替代，具有记忆能力、决策能力和行为能力，要实现自动驾驶，不但有技巧还要有个性。



信息生态演化机制(钟义信)

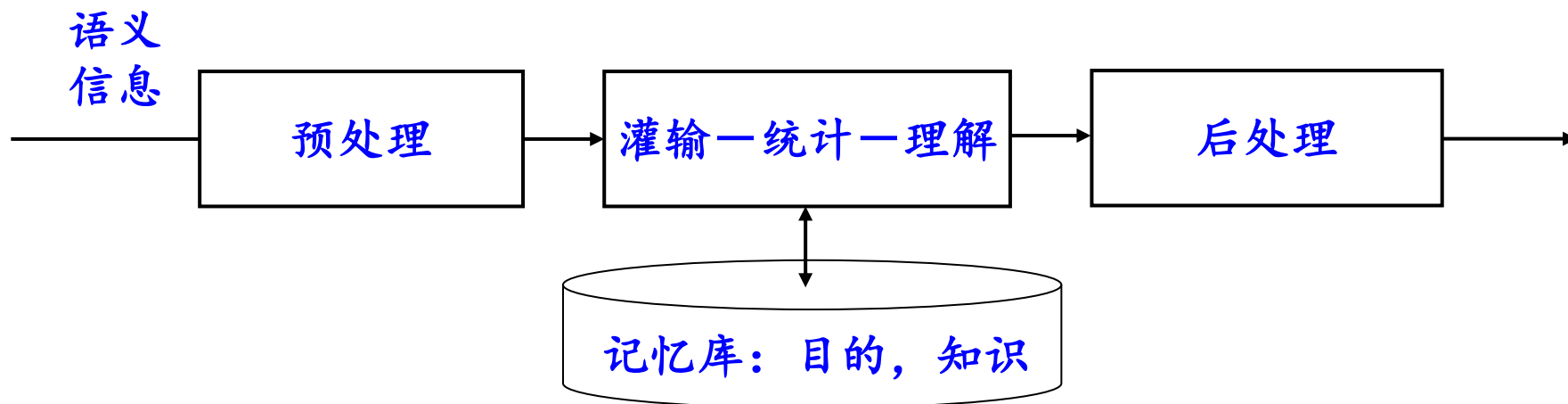


第一环节：感知算法（钟义信）

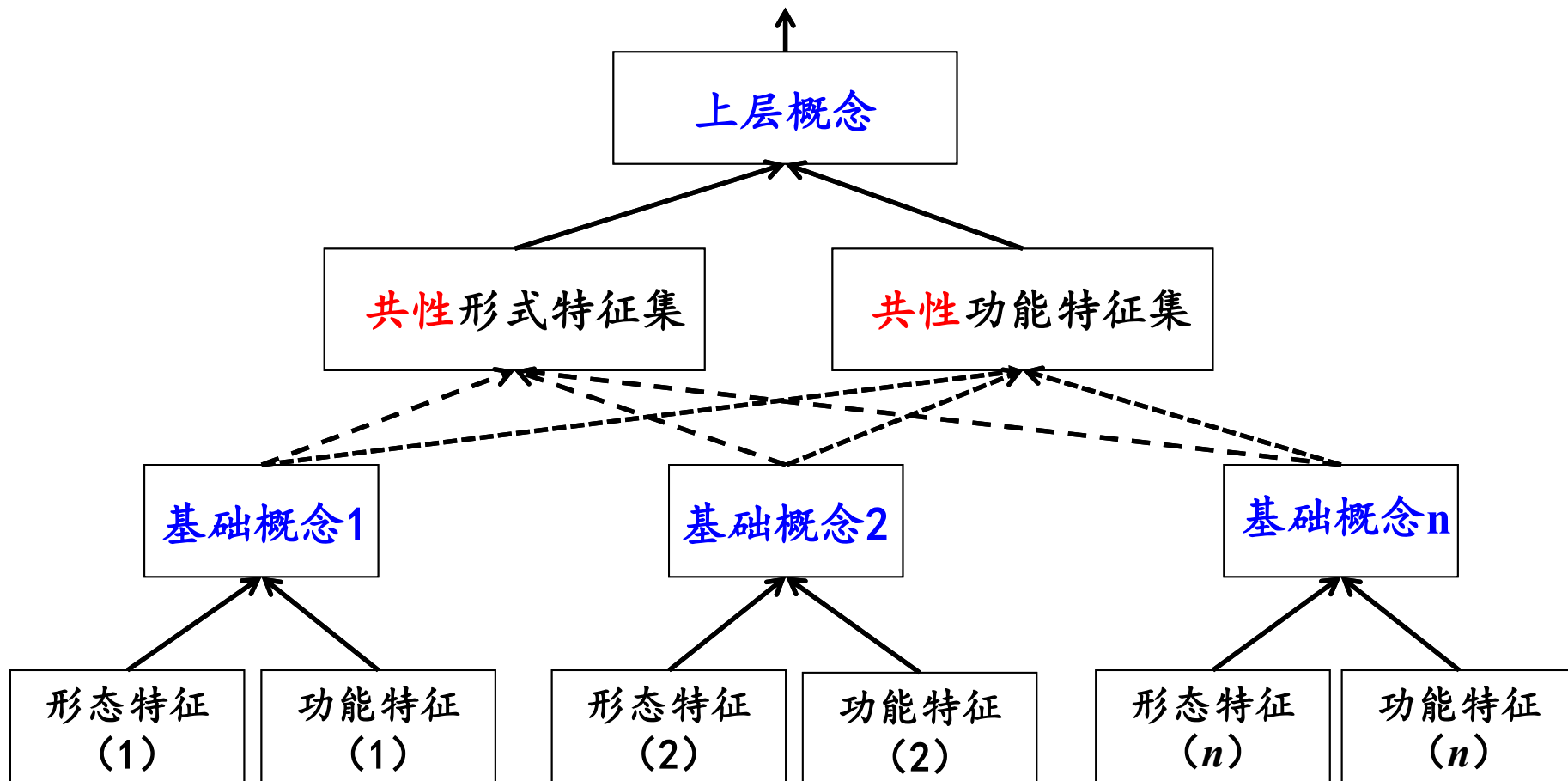


第二环节：认知算法（钟义信）

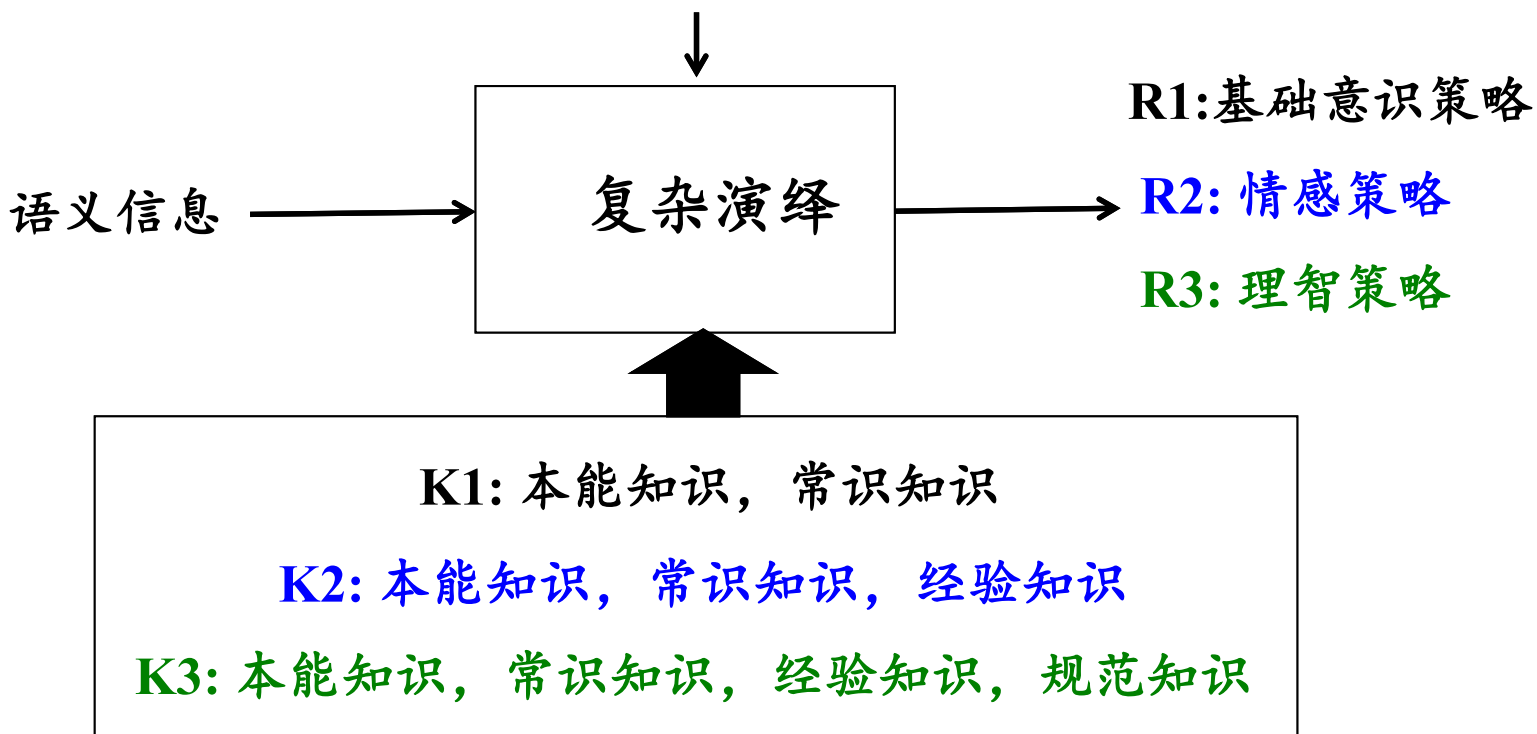
- 由“感知信息 / 语义信息”提炼“知识”的主要途径是灌输、统计、理解
- 通过权威灌输实现的认知，是初级认知方法，受制于权威的局限性。
- 通过样本统计实现的认知，是中级认知方法，保真度取决于样本遍历度。
- 通过自主理解实现的认知，是高级认知方法，可确信可解释的认知质量。



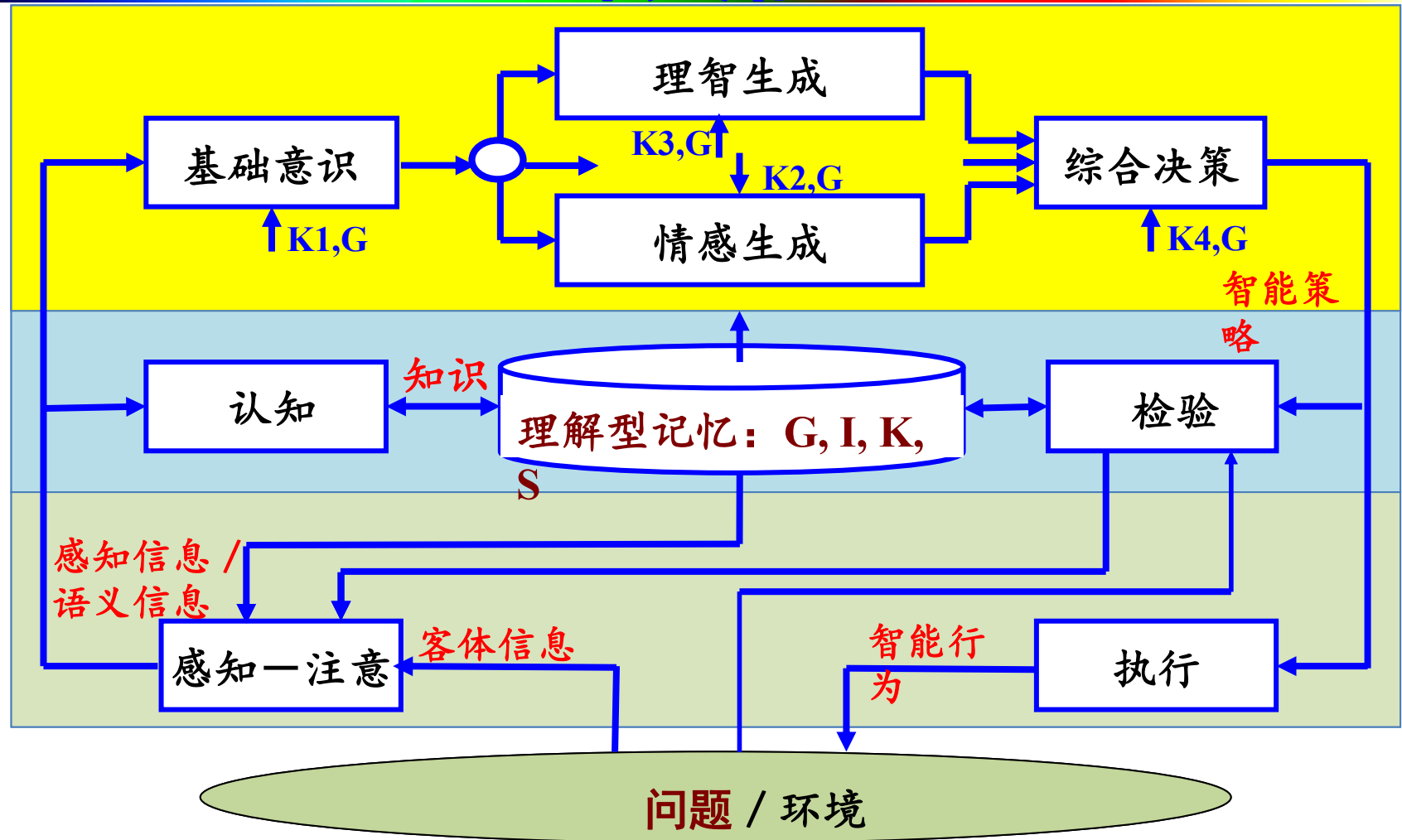
第三环节：理解型记忆(钟义信)



第四环节：谋行算法（钟义信）



通用智能理论系统模型 (钟义信)



思考题

- 13-1 什么是认知模型？
- 13-2 什么是物理符号系统？为什么是经典人工智能的基础？
- 13-3 请给出SOAR和SOAR 9模型的框图，说明各部分的主要功能。
- 13-4 请给出ACT模型求解问题的基本思路。
- 13-5 明斯基的心智社会中智能体有什么作用？
- 13-6 CAM心智模型的特色是什么？
- 13-7 为什么说大脑是一种具有涌现性的复杂自组织巨系统？

Thank You

