

# 认知基础

# Cognitive Foundation

## 第七章

---

# 学 习

# Learning

史忠植

中国科学院计算技术研究所

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

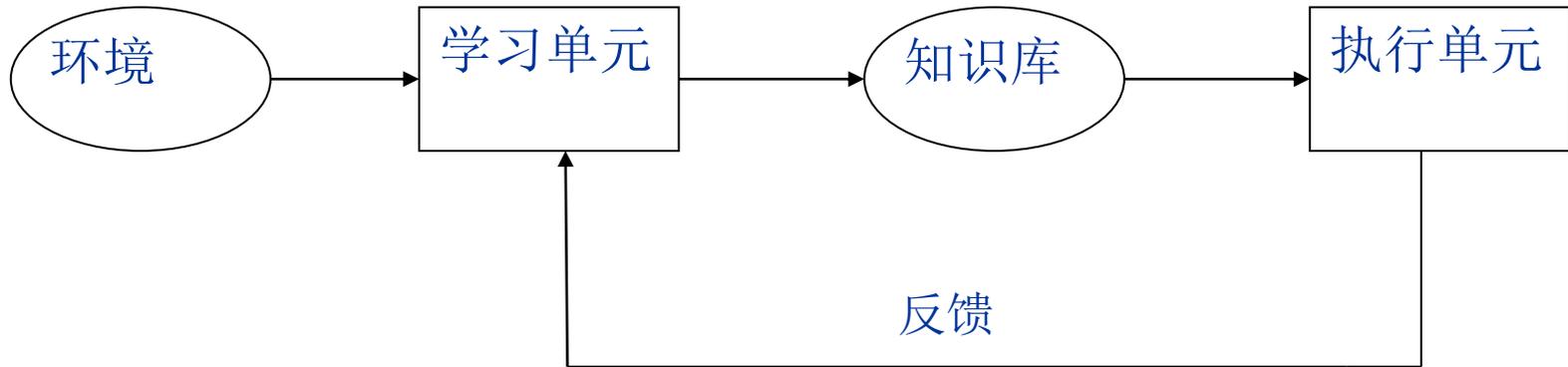
# 内容提要

- 引言
- 行为学派的学习理论
- 认知学派的学习理论
- 人本主义学习理论
- 观察学习理论
- 内省学习
- 强化学习
- 深度学习
- 认知机器学习

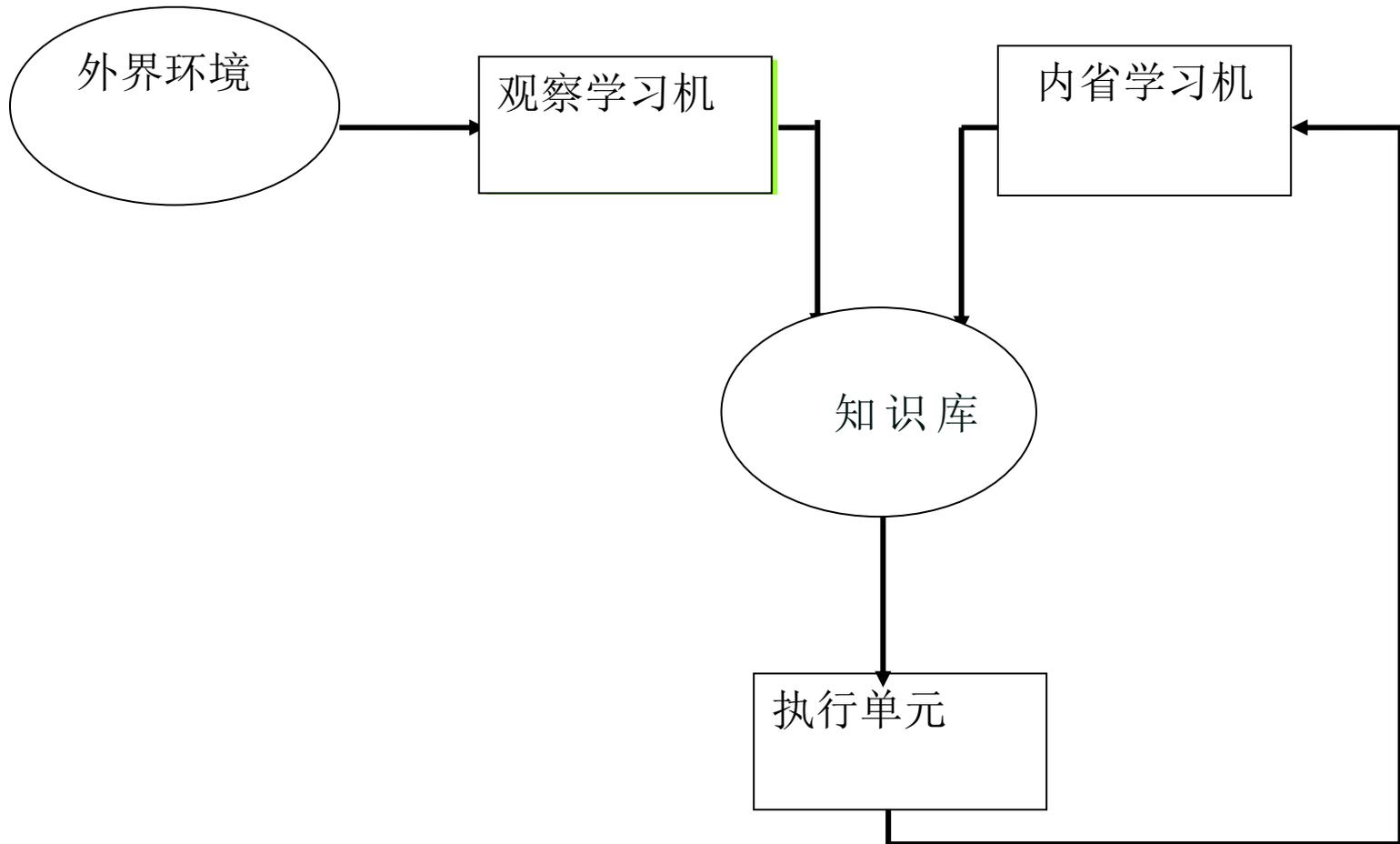
# 学 习

- 学习能力是人类智能的根本特征。人从出生开始就不断地向客观环境学习。人的认识能力和智慧才能就是在毕生的学习中逐步形成、发展和完善。
- 1983年，司马贺（Simon）对学习这一概念下了一个比较好的定义：“系统为了适应环境而产生的某种长远变化，这种变化使得系统能够更有成效地在下一次完成同一或同类的工作。”学习是一个系统中所发生的变化，它可以是系统作业的长久性的改进，又可以是有机体在行为上的持久性的变化。

# 简单学习模型



# 学习模型



# 人类学习理论

学习理论是指有关学习的实质、学习的过程、学习的规律以及制约学习的各种条件的理论探讨和解释。学习理论是对有关学习法则的大量知识加以概括，使其系统化和条理化。人类学习理论主要有：

- 行为主义学习理论
- 认知学习理论
- 人本主义学习理论
- 观察学习理论

# 机器学习研究方法

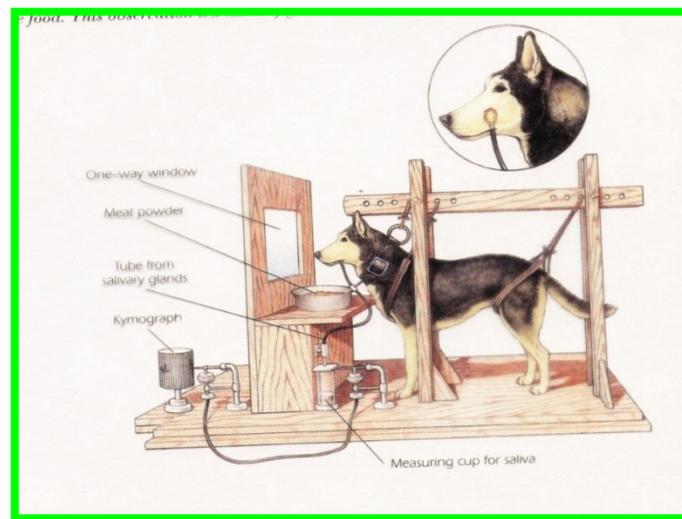
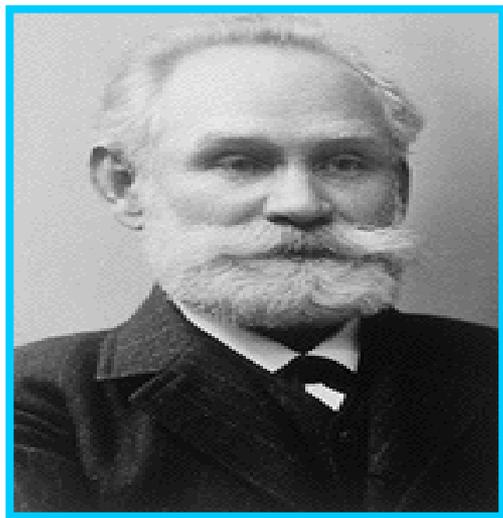
- **归纳学习**：环境或教师提供一系列正例和反例，通过归纳推理，机器将这些例子进行推广，产生一个或一组一般的概念描述。
- **类比学习**：利用两个不同领域（目标域和源域）知识的相似性，从源域的知识（包括相似的特征和其他特征）推断出目标域的相应知识的推理方法。
- **统计学习**：基于数据构建概率统计模型并运用模型对数据进行预测与分析。
- **强化学习**：又称激励学习，是从环境到行为映射的学习，以使奖励信号函数值最大。
- **进化计算**：是研究利用自然进化和适应思想的计算系统。
- **神经计算与深度学习**：基于大脑神经网络连接模型的学习方法。

# 内容提要

- 引言
- 行为学派的学习理论
- 认知学派的学习理论
- 人本主义学习理论
- 观察学习理论
- 内省学习
- 强化学习
- 深度学习
- 认知机器学习

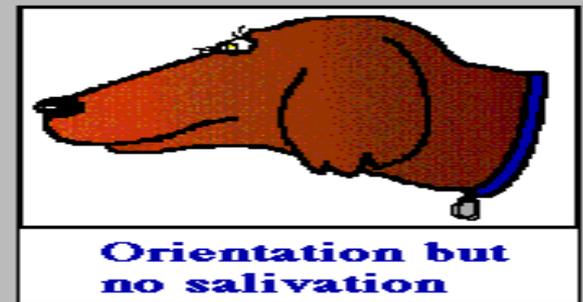
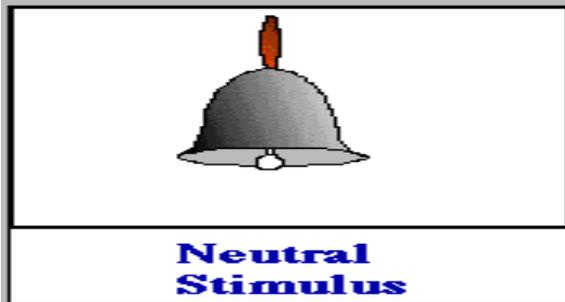
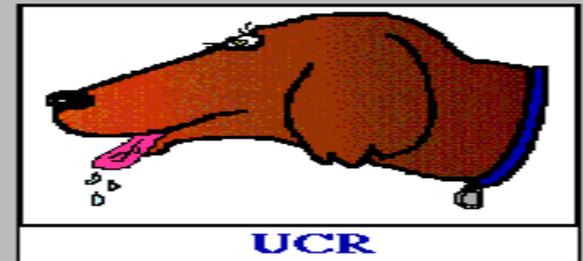
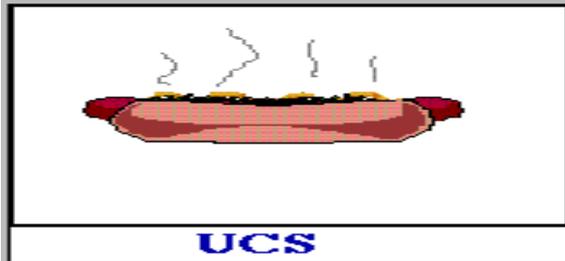
# 经典条件反射

- 行为主义的心理学家**巴甫洛夫** (Ivan Pavlov, 1849–1936) 利用狗与铃声和食物的实验，提出“**经典条件反射**” (classical conditioning) 或称 “**条件反射**” (conditioned reflex) 的理论。



# 经典条件反射

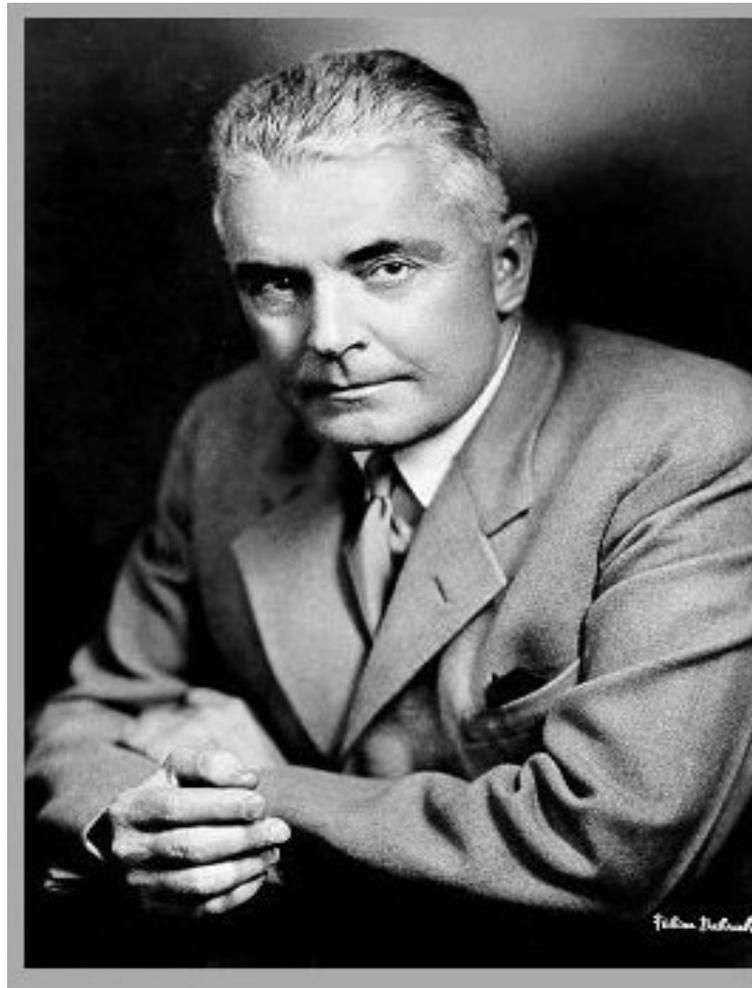
## Classical Conditioning Before Conditioning



**UCS automatically produces UCR.  
Neutral stimulus does not produce  
salivation.**

# 经典行为主义

- 华生 ( John Brooadus Watson , 1878-1958)
- 1908年, 华生在耶鲁大学的演讲中首次提出了**行为主义观点**。
- 1912年应卡特尔的邀请, 华生在哥伦比亚大学做了一系列的演讲, 初步阐述其行为主义的观点。
- 1913年, 华生发表《行为主义者心目中的心理学》, **正式宣告行为主义心理学的诞生**。



# 经典行为主义

- 1914年，**华生**出版了第一本系统阐述行为主义的专著《行为：比较心理学导论》。
- 1915年，美国心理学会接受了行为主义的观点，华生被选为美国心理学会主席。
- 1919年，华生出版了第二本专著《从一个行为主义者的观点看心理学》（Psychology From The Standpoint of a Behaviorist），对行为主义观点作了更加全面的阐述。
- 1924年出版了《**行为主义**》（Behaviorism）一书。
- **行为主义**的基本假设是：行为是个体对环境刺激所做出的反应。他们把**环境**看成是刺激，把伴而随之的有机体行为看作是反应，认为所有行为都是**习得的**。

# 经典行为主义

- **华生**：典型的环境决定论者
- 华生坚信，有什么样的刺激，必定会产生什么样的反应。他否定遗传的作用，过分夸大环境和教育的作用，认为环境和教育是行为发展的唯一条件。环境改变的程度越高，人格改变的程度也就越高。
- “给我一打健康的、没有缺陷的婴儿，在我设定的世界里教养，我保证随机选出任何一个婴儿，无论他的能力、嗜好、倾向、活动、职业、种族等种种因素如何，我都能够把他训练成为我所选定的任何一种类型的专家——医生、律师、艺术家、企业家等，甚至也可以把他训练成为乞丐或盗贼。”（1930）

# 新行为主义

- 1.程序教学模式代表人物：**斯金纳**
- 2.程序教学模式理论基础：**行为主义理论**
- 3.程序教学模式：**原理**
- 4.程序教学模式：**实现条件**
- 5.程序教学模式：**操作程序**
- 6.程序教学模式：**评价**



# 斯金纳

- 斯金纳 (Burrhus Frederic Skinner, 1904—1990)，**行为主义集大成者**，新行为主义心理学的创始人之一。哈佛大学心理学博士。
- 1904年出生，从小对动物及人类行为感兴趣
- **巴甫洛夫**的《**条件反射**》一书，唤起了他对行为的兴趣。
- 他以“**操作性条件反射**”学说和“**积极强化**”原理为基础，设计了“**教学机器**”装置和提出了“**程序教学**”理论模式。被誉为“**程序教学之父**”。
- 著有《科学与人类行为》、《言语行为》、《学习的科学和教学的艺术》、《教学机器》等专著，小说《沃尔登第二》、《超越自由与尊严》等。

# 斯金纳学习

---

三个学习的基本原理：

- 1、内驱力演化为动机作用
- 2、反应演化为积极反应原理
- 3、奖励（或强化）演化为即时强化与反馈

# 操作条件反射

由已知的刺激引起，如遇到强光眼部肌肉收缩

应答性行为

应答性条件反射

**S-R**

有机体自身发出的反应，行为不取决于事先的刺激，而取决于操作的结果。

**S-R-S**

操作性条件反射

操作性行为

# 行为塑造

- 所谓**塑造**，就是通过小步反馈帮助学生达到目标，斯金纳认为“**教育就是塑造行为**”。
- 斯金纳发现了一种就像现在的每一位**训兽师**都应知道的方法，即你要塑成某种行为，就应强化某些反应而不强化其他反应，使得那些被强化的反应逐步地带领动物越来越接近想要的行为。
- 马戏团：海豚跳出水面穿越高高的火圈，猴子能够做一些简单的计算题……

# 程序教学原理

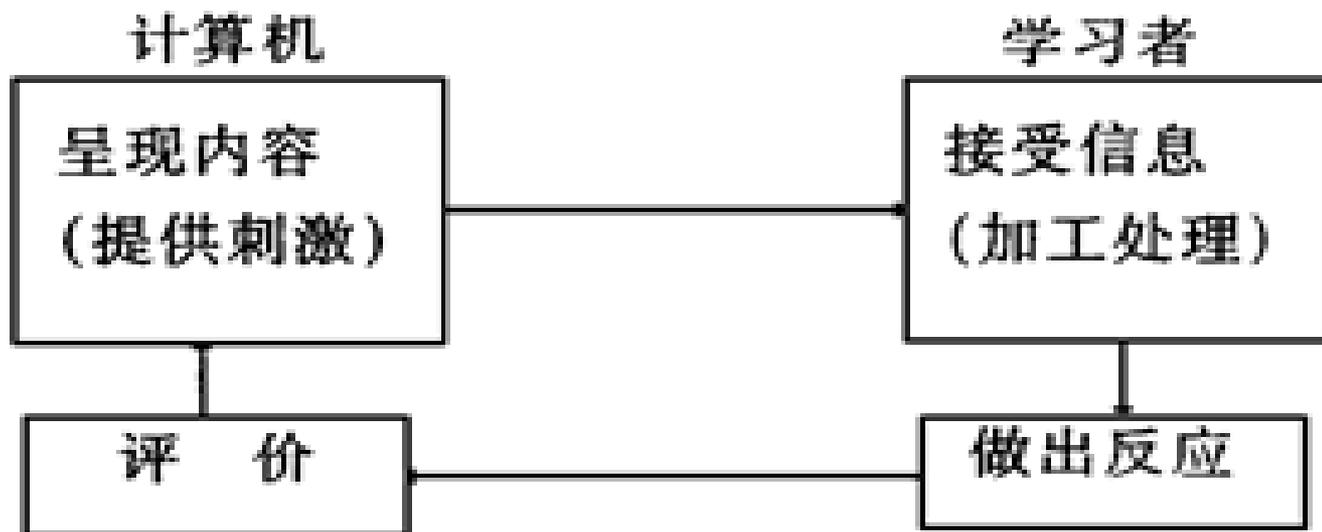
- **程序教学涵义**：是指将各门学科的知识按其中的内在逻辑联系分解为一系列的知识项目，这些知识项目之间前后衔接，逐渐加深，然后让学生按照由知识面项目的顺序逐个学习每一项知识，伴随每个知识项目的学习，及时给予反馈和强化，使学生最终能够掌握所学的知识，达到预定的教学目的。
- **程序教学目的**：**促进学生的学习**，促进学习的手段是强化物，教师在教学中的任务就是“**强化的列联**”。所谓强化的列联，就是在行为和结果之间具有优势影响的关系，比如学生正确的行为与教师的赞许或奖励

# 程序教学特点

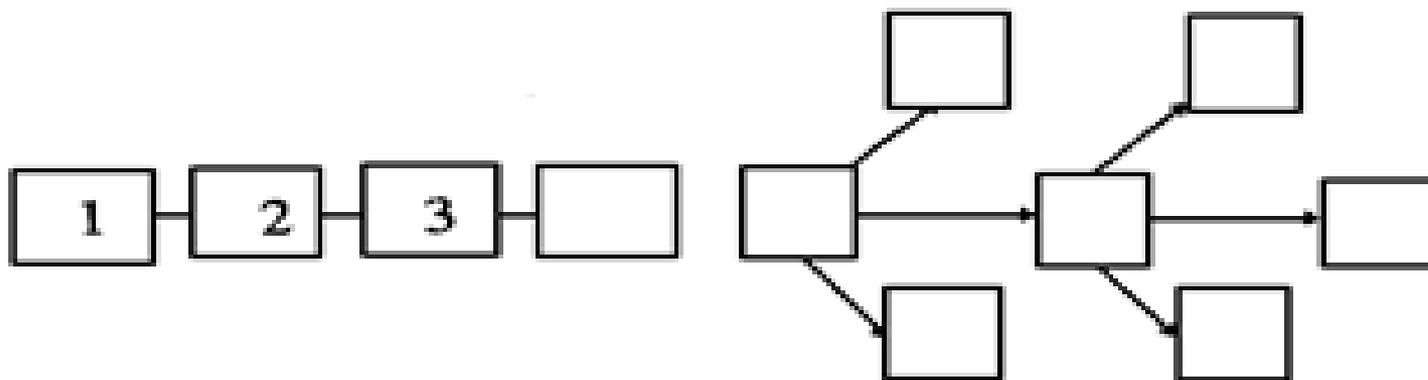
- (1) 程序教学是由学生按学习程序独立自主按部就班地个别学习的方式。
- (2) 程序教学是以问题法的形式向学生呈现问题。
- (3) 程序教学是由问题显示、学生回答和判断回答正误(反馈)三个部分组成的系统。
- (4) 由于程序教学是学生个别学习程序教材，因此师生间和学生与学生间的关系已大为削弱。
- (5) 程序教学的重点是掌握现成知识。

# 教学过程

CAI  
基本  
交互  
环节



教学  
过程  
经典  
模式



# 内容提要

- 引言
- 行为学派的学习理论
- 认知学派的学习理论
- 人本主义学习理论
- 观察学习理论
- 内省学习
- 强化学习
- 深度学习
- 认知机器学习

# 认知学派学习理论

- (1) 重视人在学习活动中的主体价值，充分肯定了学习者的自觉能动性；
- (2) 强调认知、意义理解、独立思考等意识活动在学习中的重要地位和作用；
- (3) 重视了人在学习活动中的准备状态。即一个人学习的效果，不仅取决于外部刺激和个体的主观努力，还取决于一个人已有的知识水平、认知结构、非认知因素。准备是任何有意义学习赖以产生的前提；
- (4) 重视强化的功能。认知学习理论由于把人的学习看成是一种积极主动的过程，因而很重视内在的动机与学习活动本身带来的内在强化的作用；
- (5) 主张人的学习的创造性。

# 认知学派学习理论

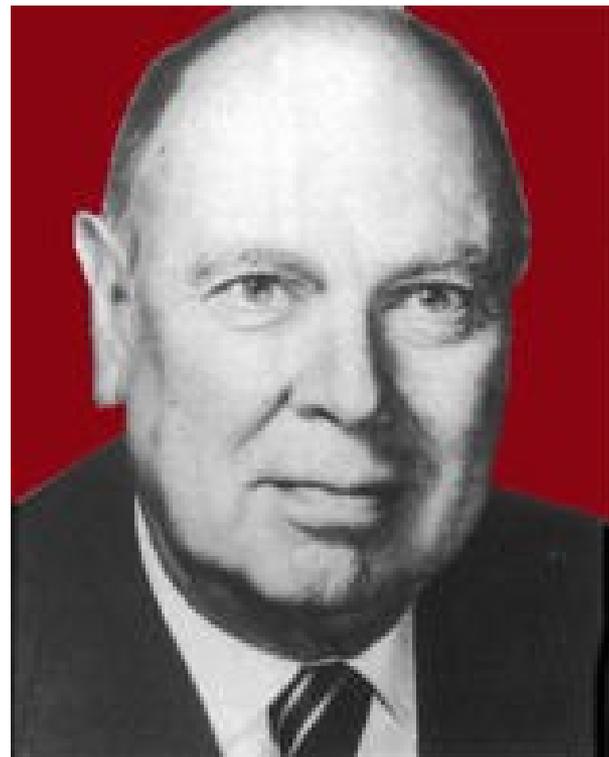
## 认知学派的代表性学说:

- 加涅的信息加工学习理论
- 格式塔学派的学习理论
- 托尔曼的认知目的理论
- 皮亚杰的图式理论
- 维果斯基的内化论
- 布鲁纳的认知发现理论
- 奥苏伯尔的有意义学习理论
- 以及建构主义的学习理论

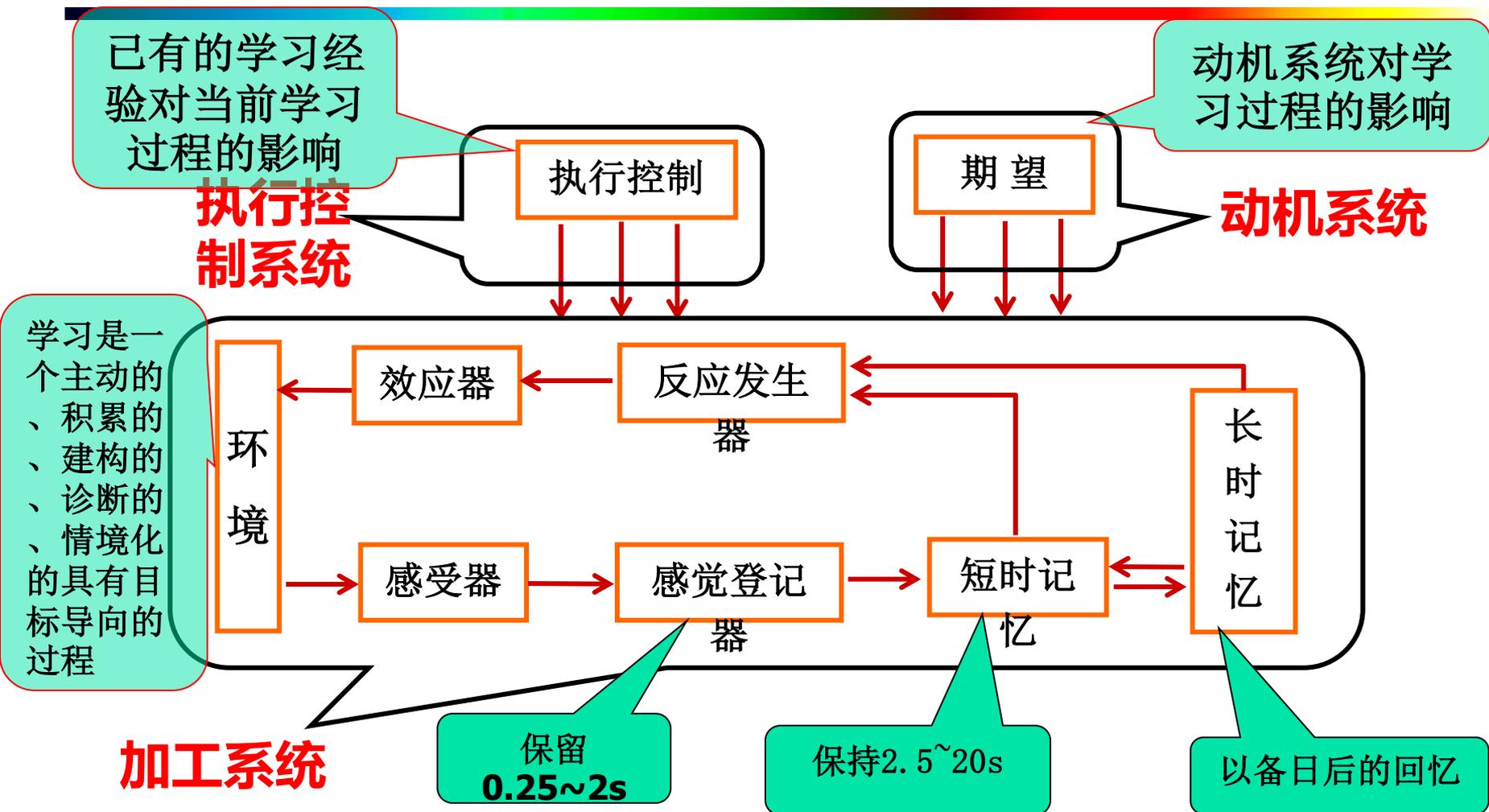
认知主义学习理论的代表人物是皮亚杰、纽厄尔等。

# 信息加工教学模式

- 代表人物：加涅
- 理论基础：信息加工理论
- 教学目标：知、态、行
- 教学内容：“层级”组织
- 教学过程：九步八阶段

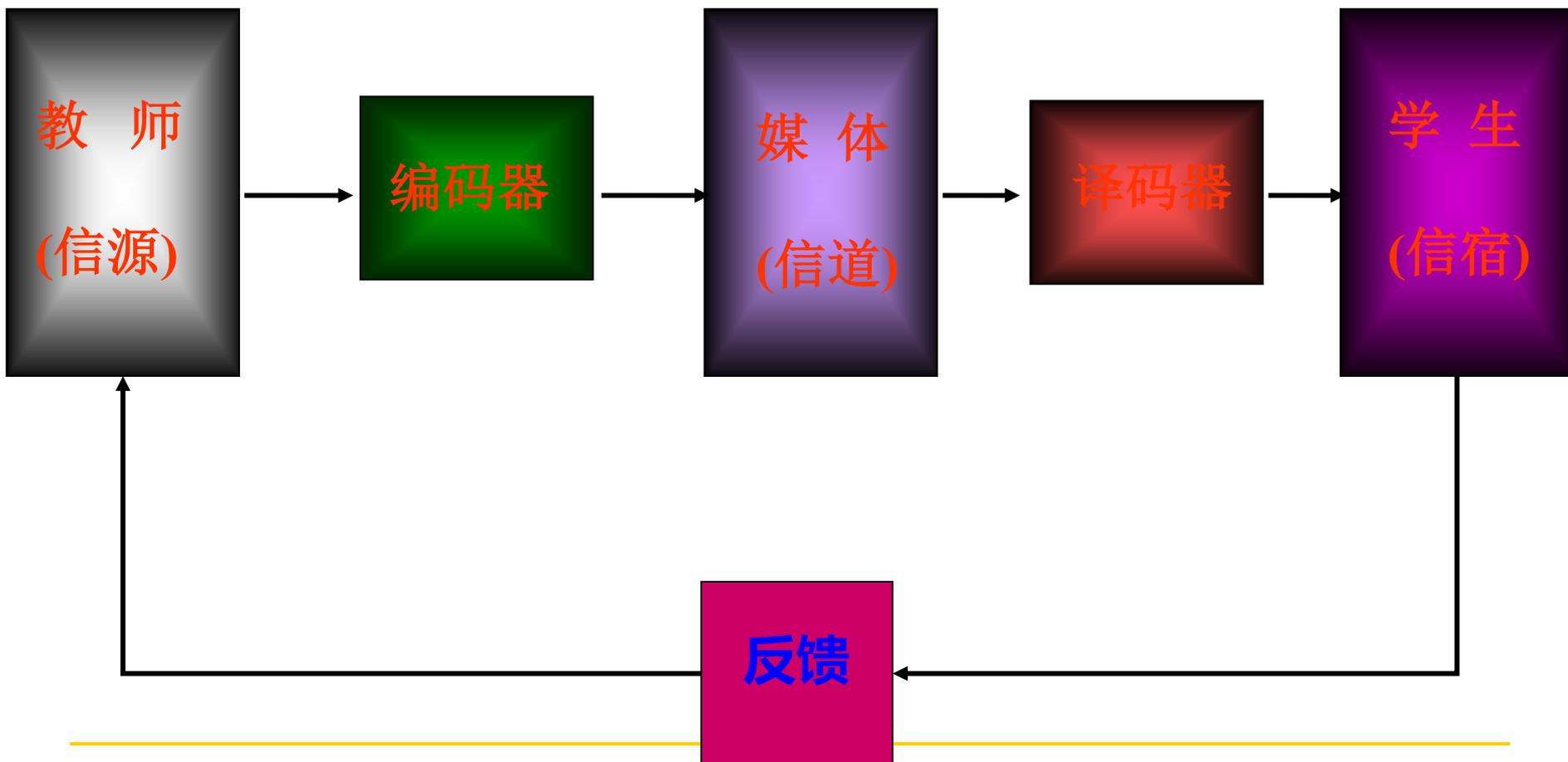


# 信息加工模式



# 教学过程流程图

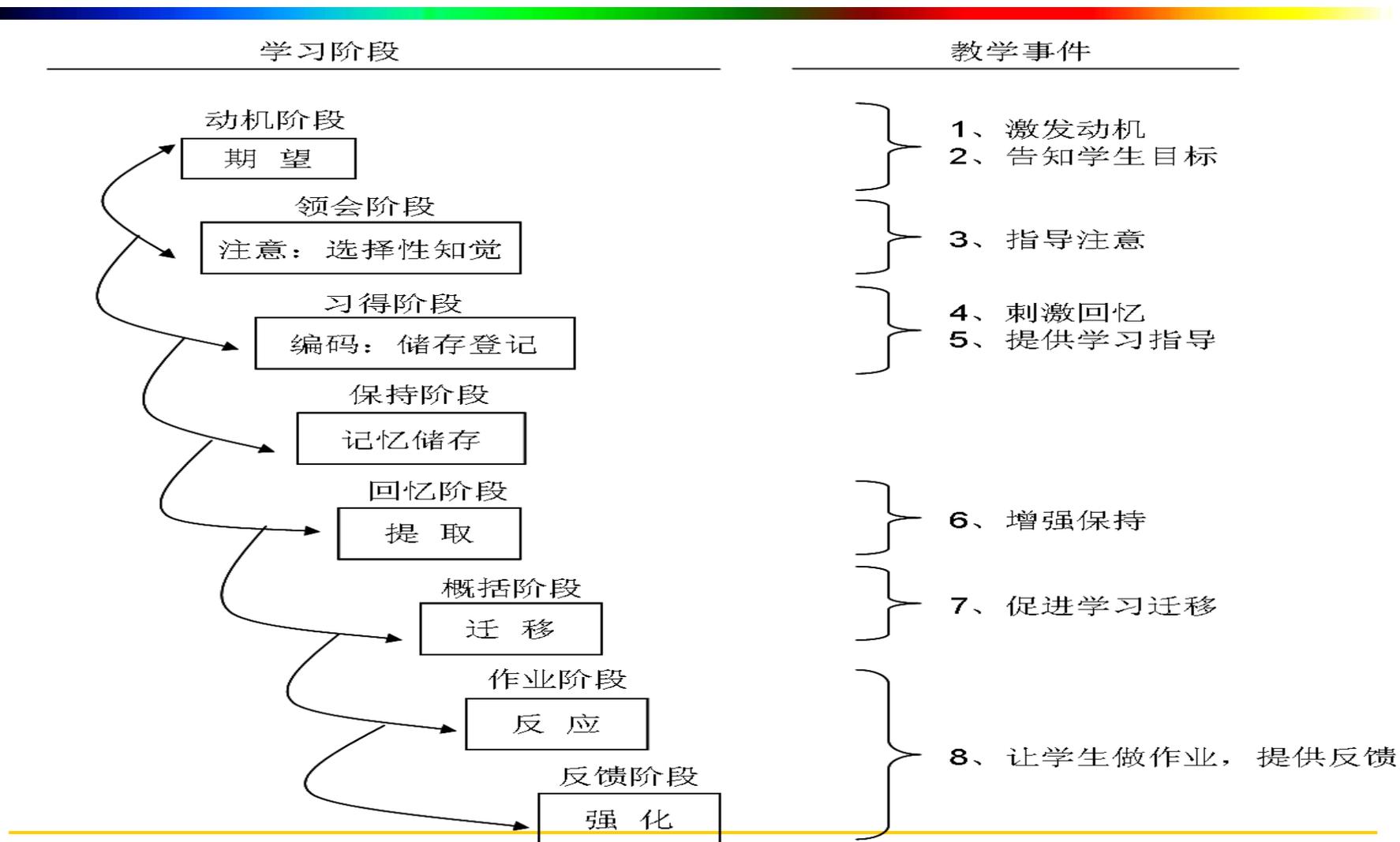
## 教学过程流程图



# 学习八阶段

阶段名称	学生内部的主要学习过程	CAI可提供的辅助环境
动机阶段	期望	激发动机
领会阶段	注意：选择性知觉	引起注意
习得阶段	编码：储存登记	提供学习指导
保持阶段	记忆储存	刺激回忆
回忆阶段	提取	适当的提示
概括阶段	迁移	促进学习迁移
作业阶段	反应	命题和管理
反馈阶段	强化	快速、正确、及时

# 学习八阶段



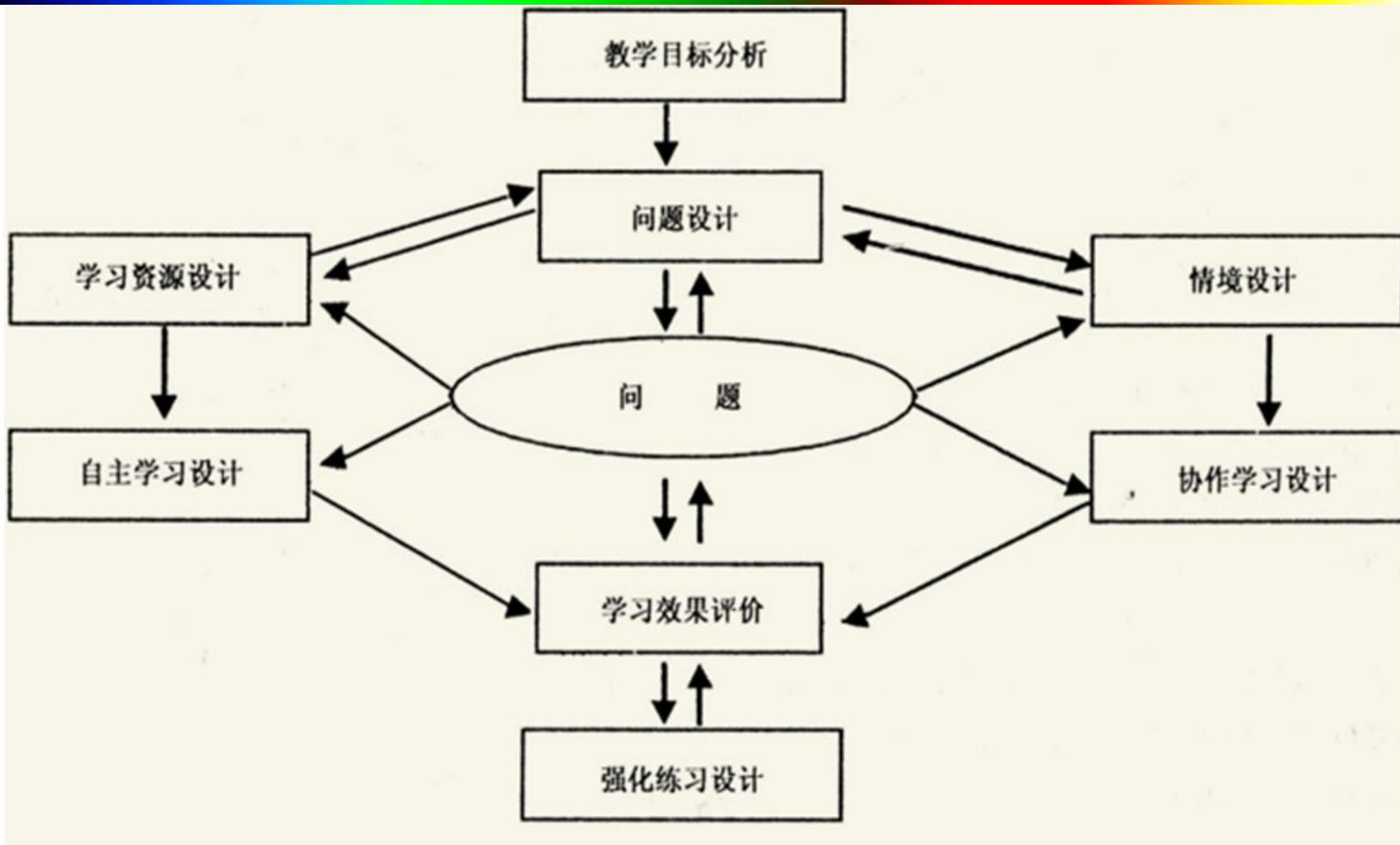
# 九步教学法

教学过程	内部心理加工过程
1.引起注意	接受神经冲动的模式
2.告诉目标	激活监控程序
3.刺激对先前学习的回忆	从长时记忆中提取原有相关知识进入工作记忆
4.呈现刺激材料	形成选择性知觉
5.提供学习指导	进行语义编码(以利于记忆和提取)
6.诱发学习表现	激活反应组织
7.提供反馈	建立强化
8.评价表现	激活提取和促成强化
9.促进记忆和迁移	为提取提供线索和策略

# 教学内容层级组织

- 进行高级的学习的前提条件是，需要有低级的学习。
  - 类型8 问题解决学习 (problem solving)
  - 类型7 原理学习 (rule learning)
  - 类型6 概念学习 (concept learning)
  - 类型5 多样辨别学习 (M. D. Learning)
  - 类型4 语言联合 (verbal association)
  - 类型3 连锁形成 (chaining)
  - 类型2 刺激-反应学习 (S-R learning)
  - 类型1 信号学习 (signal learning)
- 人的发展，是从第一类学习向第八类学习累积的结果。从这个观点出发，加涅的学习理论被称为累积（层级）式学习理论。

# 问题解决式学习模型



# 建构主义理论

---

建构主义假设每一个学习者必须个别地、有选择地去建构自己的知识，每个学习者都有一个用来建构知识的‘工具箱’以便解决现实环境中所出现的各种问题。而其他学习者或教师的角色是提供有关的环境、提出挑战及提供有关的支持以便能够帮助学习者进行知识的建构。

# 建构主义学习理论

- 1、以学生已有的经验为基础，学生的学习过程是一个个性化的学习过程。
- 2、教学双方的地位已经有所转换，在教学过程中，教师的地位不再是知识传授者、信息垄断者身份，而学生的中心地位得到确认。
- 3、教学过程从面向课程转向了面向学生的教学。

# 建构主义学习理论

- 4、从重视学生的行为表现转向学生内部知识建构。
- 5、知识的建构不光表现在学生身上，也体现在教学过程中，教师也有一个知识的建构过程。因而在整个教学过程中不光是学生的学习，教师也同样在整个教学过程中有一个学习的过程。
- 6、知识建构有一定规律，教师可以利用这些规律去促进学生学习。

# 理论根源

- 哲学根源

- 康德：世界的本来面目是人们无法知道的，人所知道的只是自己的经验。
- 库恩：科学只是解释世界的一种范式，知识是个人的理解
- 后结构主义：强调非理性。

- 技术根源

- 多媒体计算机与网络通信技术的发展。

# 理论根源

---

- 心理学根源

- 皮亚杰：学习是一种自我建构，思维发生过程是主客体相互作用的过程中获得经验，图式不断协调、建构的过程。

- 维果斯基：学习是一种“社会建构”，强调认知过程中学习者所处的历史文化背景的作用

# 理论根源

---

- 皮亚杰和维果斯基的研究都强调只有当先前的概念与新信息不一致、个体经历了不平衡的过程时，认知变化才能发生。
- 皮亚杰和维果斯基还强调学习的社会特性，二者都主张运用混合能力学习分组的方式来促进概念改变。

# 建构主义的不同观点

- 认知建构主义
  - 关注个体内部知识的建构
  - 社会互动是个体认知冲突的催化剂
- 社会建构主义
  - 知识是在一定的社会情境中被建构出来，然后再被个体所占有
  - 人们分享各自观点的过程——合作加工

# 维果斯基的理论

- 当代建构主义观点主要来源于维果斯基的理论，诸如合作学习、基于课题的学习以及发现学习等课堂教学方法都是以该理论为基础的。
- 在维果斯基的理论中，强调学习的社会特性，强调儿童对处于最近发展区中的概念学习得最好，强调提供支架或中介性学习的重要性。

# 影响学习过程的四个因素

---

- 学习者以对自己有意义的方式来建构理解；
- 新知识的学习取决于当前的理解；
- 社会互动促进学习；
- 最有意义的学习发生在解决现实世界任务的过程中。

# 内容提要

- 引言
- 行为学派的学习理论
- 认知学派的学习理论
- 人本主义学习理论
- 观察学习理论
- 内省学习
- 强化学习
- 深度学习
- 认知机器学习

# 人本主义学习理论

- 第三势力
- 代表人物：马斯洛；罗杰斯
- 人本主义强调人的尊严和价值，强调“无条件积极关注”在个体成长过程中的重要作用，反对心理学中将人兽性化和机械化的倾向，主张心理学要研究对个人和社会的进步富有意义的问题

# 人本主义学习理论

- 人本主义学习理论强调学习的基本原则必须是尊重学生，重视他们的意愿、情感和观念，必须相信人都能教育自己，并认为学习就是个人潜能的充分发展，是人格的发展。
- 学习的实质是学习者获得知识、技能和发展智力，探究情感，学会与教师及班集体成员的交往，阐明自己的价值观和态度，实现自己的潜能，以达到最佳境界的过程

# 马斯洛



- 美国著名社会心理学家、人格理论家和比较心理学家。人本主义运动的发起者之一和人本主义心理学的重要代表，第三势力的重要领导者。
- 主要著作有《动机论》、《自我实现的人》、《动机与个性》、《在人的价值中的新认识》、《科学的心理学》和《一种存在的方式》等。
- 重要的理论：需要层次理论&自我实现理论。

# 马斯洛的自我实现论

---

- 马斯洛认为人类行为的心理驱动力是人的需要，他将其分为两大类、七个层次。
- 两大类分别是缺失需要和成长需要

1

人类动机的发展和需要的满足有密切的关系，需要的层次有高低的不同，低层次的需要是生理需要，向上依次是安全、爱与归属、尊重和自我实现的需要

需要层次理论

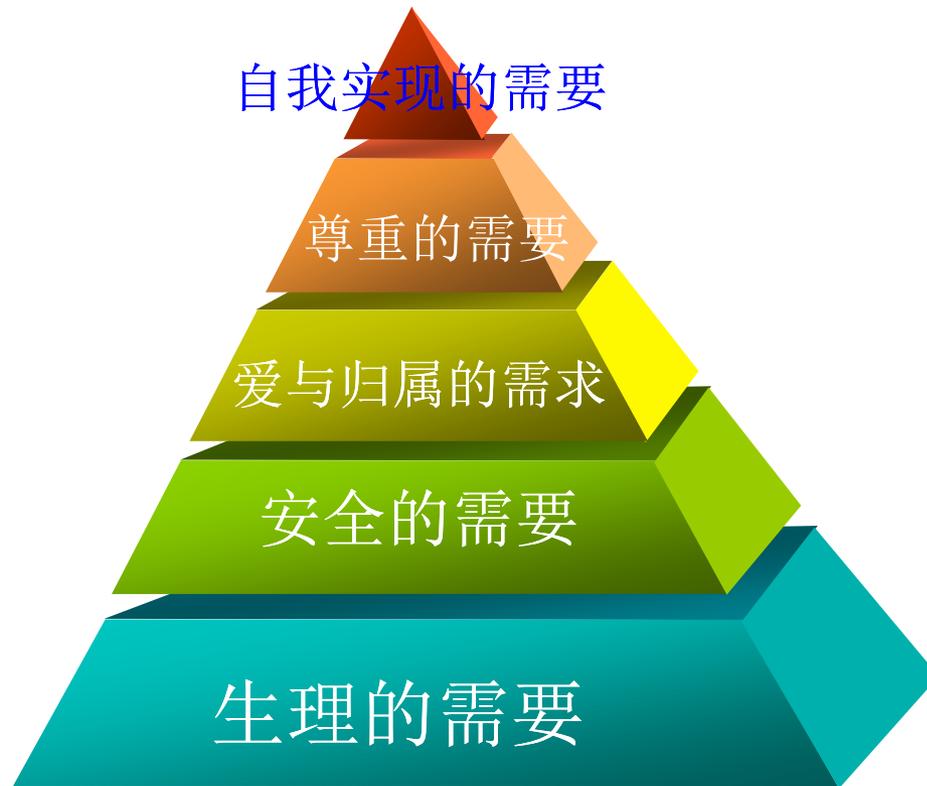
2

个人人格获得充分发展的理想境界是自我实现。高层次的自我实现具有超越自我的特征，具有很高的社会价值。健全社会的职能在于促进普遍的自我实现。

自我实现

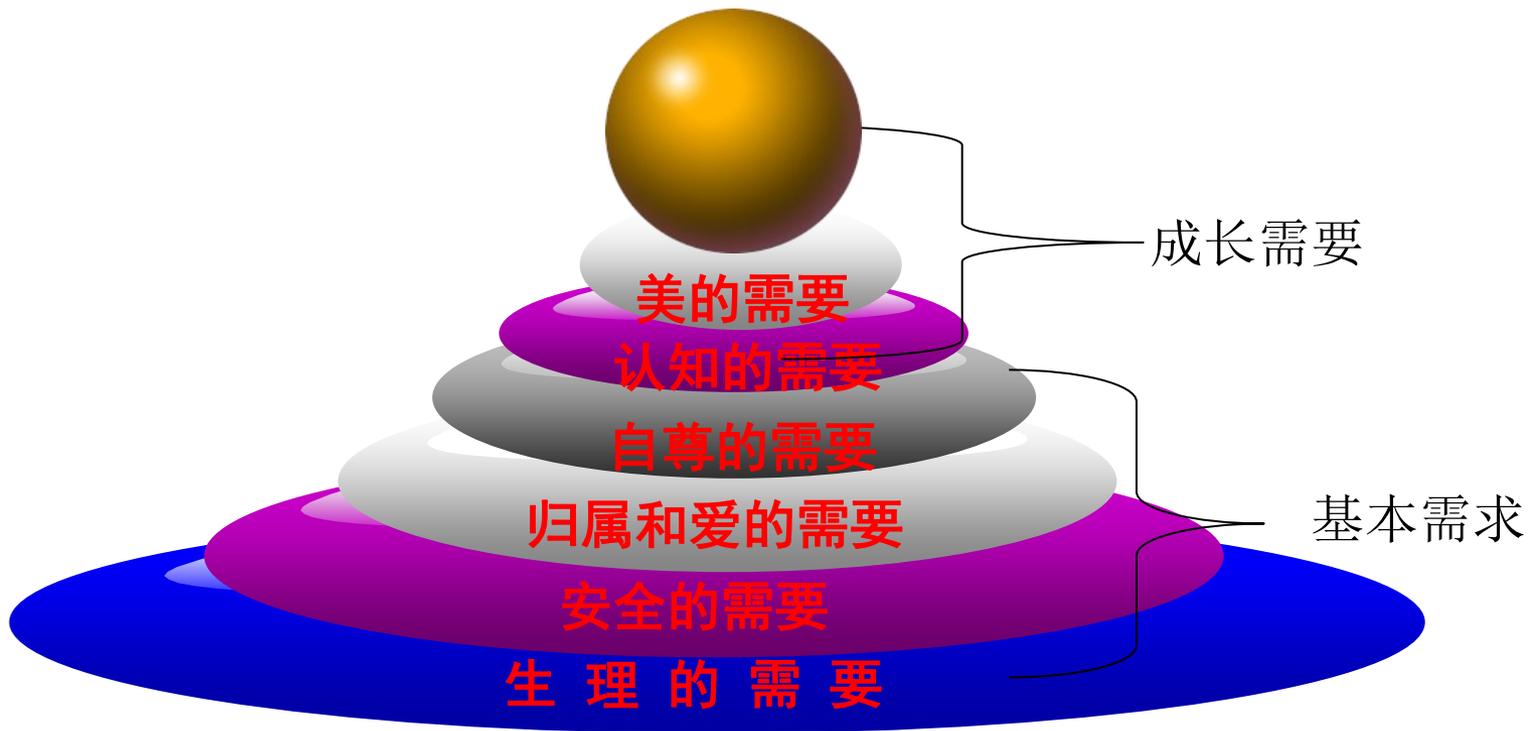
# 五级需要层次理论

---

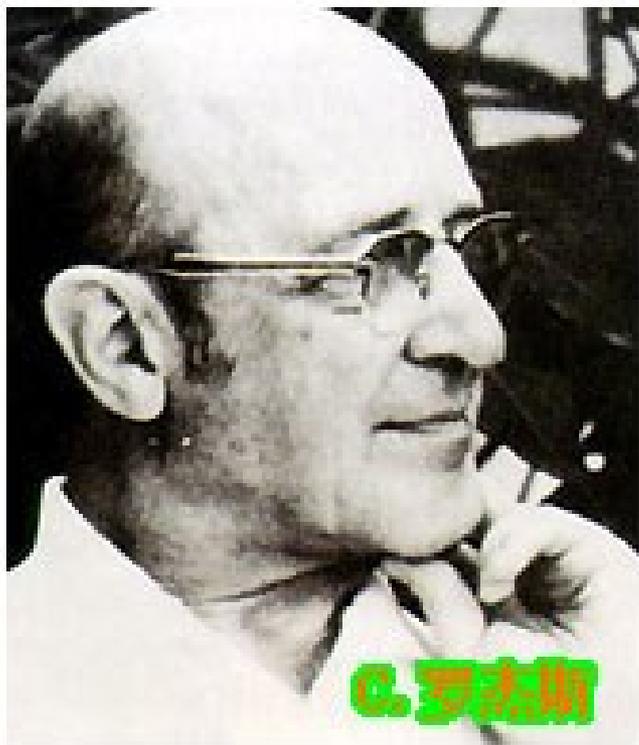


# 需要层次理论

马斯洛认为人类行为的心理驱动力是人的需要，他将其分为两大类、七个层次。



# 罗杰斯



- 美国人本主义心理学的理论家和发起者、心理治疗家，“人本主义心理学之父”。
- 主要代表作：《来访者中心疗法》、《论人的成长》、《咨询和心理治疗》、《一种存在方式》等。
- 自我论、自我发展理论、健全的人、来访者中心疗法。

# 罗杰斯的自我理论

- 罗杰斯认为人的情感与认知是密不可分的，在学习过程中二者相互促进，相互影响，因此在教学过程中学生应该受到尊重，这样可以促进其认知过程的发展。
- 强调了学生在整个学习过程中的重要性，教师在教学过程中的角色应该从传统填鸭式的教育方式中转换过来。
- 教师的任务不再是向学生传授知识，也不是去教学生怎样学习，而是要为学生创造一种适合于学生自主学习的环境，提供各种学习资源，让学生自主地决定如何去学习。

# 人本主义心理学的基本观点

- 1、强调人的整体性、独特性和自主性

以完整的人作为研究对象，从个体自身的角度去关注经验世界、感情、知觉、信念和意图。

- 2、强调人的潜能的发展

人是“一种正在成长中的存在”，人性的内核中包含有趋向实现的潜能，等待着个体对它进行主观的开发和实现。

- 3、强调把自我实现、自我选择和健康人格作为人生追求的目标。

# 人本主义心理学的评价

---

主要贡献：

- 1、把人的本性与价值提到了心理学研究的首位；
- 2、突出人的动机系统与高级需要的重要作用；
- 3、提出实验客观范式与经验主观范式综合的新构想；
- 4、促进以人为本的组织管理与教育改革以及心理治疗的发展。

# 人本主义心理学的评价

---

## 根本缺陷：

- 1、未摆脱自然主义人性论的羁绊；
- 2、渗透个人本位主义精神；
- 3、缺乏实证性的检验与支持。

# 内容提要

- 引言
- 行为学派的学习理论
- 认知学派的学习理论
- 人本主义学习理论
- 观察学习理论
- 内省学习
- 强化学习
- 深度学习
- 认知机器学习

# 观察学习理论

- 班图拉（1925- ）美，观察学习理论。1974年，美国心理学会主席

- 主要思想：

观察学习又称无尝试学习或替代性学习。由于人有通过语言和非语言形式获得信息以及自我调节的能力，使得个体通过观察他人（榜样）所表现的行为及其结果，不必事事经过亲身体验，就能学到复杂的行为反应。

- 特点：

- 1、观察学习不一定具有外显的行为反应；
- 2、观察学习并不依赖直接强化；
- 3、观察学习具有认知性；
- 4、观察学习不等同于模仿。

# 班图拉

- 班图拉 (Bandura, A. ) 对心理学的最大贡献是提出了社会学习理论和行为矫正阿尔伯特，曾经多次获得美国心理学会颁发的杰出科学贡献奖，是美国心理学界著作引用率较高的心理学家之一。
- 他发表的主要著作有《青少年的攻击》、《社会学习与人格发展》、《社会学习理论》、《思想与行为的社会基础：一种社会认知理论》



# 观察学习理论

- 观察学习又称无赏试学习或替代性学习。在传统行为主义的理论框架内，学习一直被认为是在直接经验的基础上通过经典条件反射而发生的。传统行为主义者一直认为，学习者必须经历行为的后果，学习才能发生。班图拉则反对这种观点，认为“实际上所有导源于直接经验的学习现象都可在替代的基础上，通过观察他人的行为及其后果而发生。”通过观察学习，人们可以获得大量的行为模式，而不必经过令人生厌的尝试错误的过程。很明显，观察学习与斯金纳的强化学习和桑代克的试误学习有着本质的区别。

# 观察学习理论的特点

1、观察学习不一定具有外显的行为反应。班图拉认为人们可以通过观察他人的示范行为，在自己尚未表现行为时就已经学到了如何去做，这样就可能避免不必要的错误。他指出如果只能通过尝试错误的方式去学习，个体的生命都会有危险，例如学习游泳，学习驾驶汽车等。

2、观察学习并不依赖直接强化。因为观察者仅仅通过观察别人的行为就能学习到复杂的行为过程，因此，不需要亲身体验强化。班图拉认为强化在观察学习中并非关键因素，没有强化，观察学习照样可以发生。

# 观察学习理论的特点

3、观察学习具有认知性。个体通过观察他人的行为就能学到复杂的反应，这种学习无疑具有认知性。班图拉认为观察学习基本上是认知过程。观察者需要利用内部的行为表象来指导自己的行为，学习活动必然包含内部的认知过程。

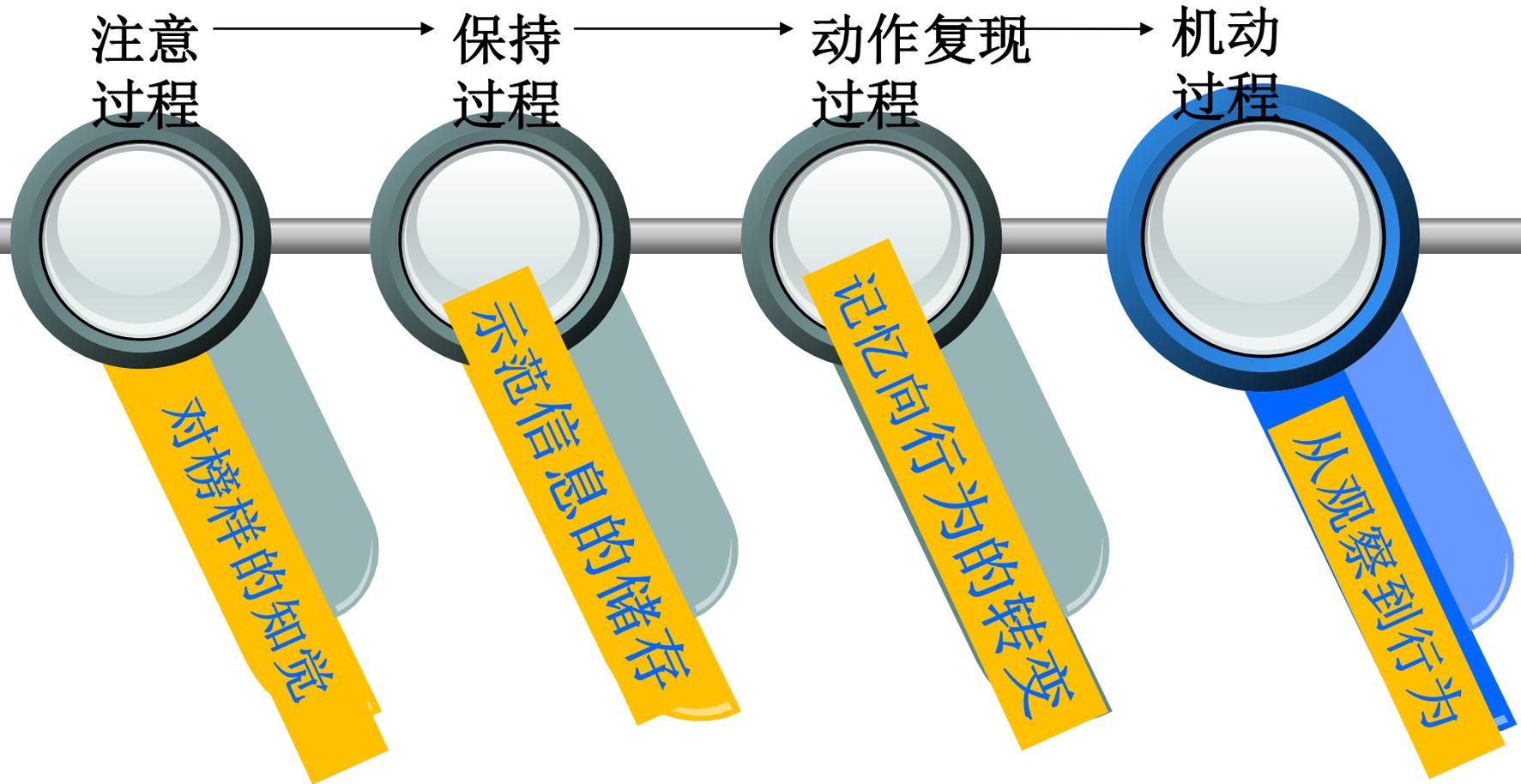
4、观察学习不等同于模仿。模仿仅仅是学习者对他人行为的简单复制，而观察学习指的是从他人的行为及其后果中获得信息，其既可能包含模仿，也可能不包含模仿。

# 观察学习理论的类型

从班图拉的论述中，可归纳出三种观察学习的基本类型：

- 直接的观察学习 也称行为的观察学习。指的是对示范行为的简单模仿。日常生活中大部分的模仿属于这一类型。
- 抽象性观察学习 只观察者从他人的行为中获得一定的行为规则或原理。
- 创造性观察学习 指的是观察者通过观察可将各个不同榜样行为特点组合成不同于个别榜样特点的新的混合体，即从不同的示范行为中抽取不同的行为特点，从而形成一种新的行为方式。

# 观察行为的心理过程



# 行为操作三诱因

## 直接的 诱因

若获得的行为能导致有价值的结果，人们倾向与操作经由观察获得的行为。反之，则削弱操作该行为的倾向。

## 代替性 诱因

经由观察而获得的行为中，那些对他人有用的行为比对他人无用的行为更易于表现出来。

## 自我 诱因

对自己行为的评价调节着人们表现那些经由观察而习得的行为。

# 观察学习理论评价

- 班图拉对心理学的杰出贡献在于他发掘了前人所忽视的学习形式——观察学习，给予观察学习以应有的重视和地位。他提出的观察学习模式同经典条件反射和操作条件反射一起被称为解释学习的三大工具。其观察学习理论有其长足之处和重要的历史意义，当然也存在着明显的不足与局限。

# 内容提要

- 引言
- 行为学派的学习理论
- 认知学派的学习理论
- 人本主义学习理论
- 观察学习理论
- 内省学习
- 强化学习
- 深度学习
- 认知机器学习

# 内省学习

- 内省学习系统的研究主要集中在完善系统的推理能力，而忽略了系统自身的内省学习过程及其各环节的改进，这导致内省学习效果不明显。
- CBR作为目前较好的一种问题解决方法，是实现内省学习的一个重要手段。CBR的推理过程适合于内省学习中的失败匹配过程。CBR的检索、调整、评价和保存这一系列过程应用于内省学习过程的判定失败和解释失败也可以提高判定和解释的效率。

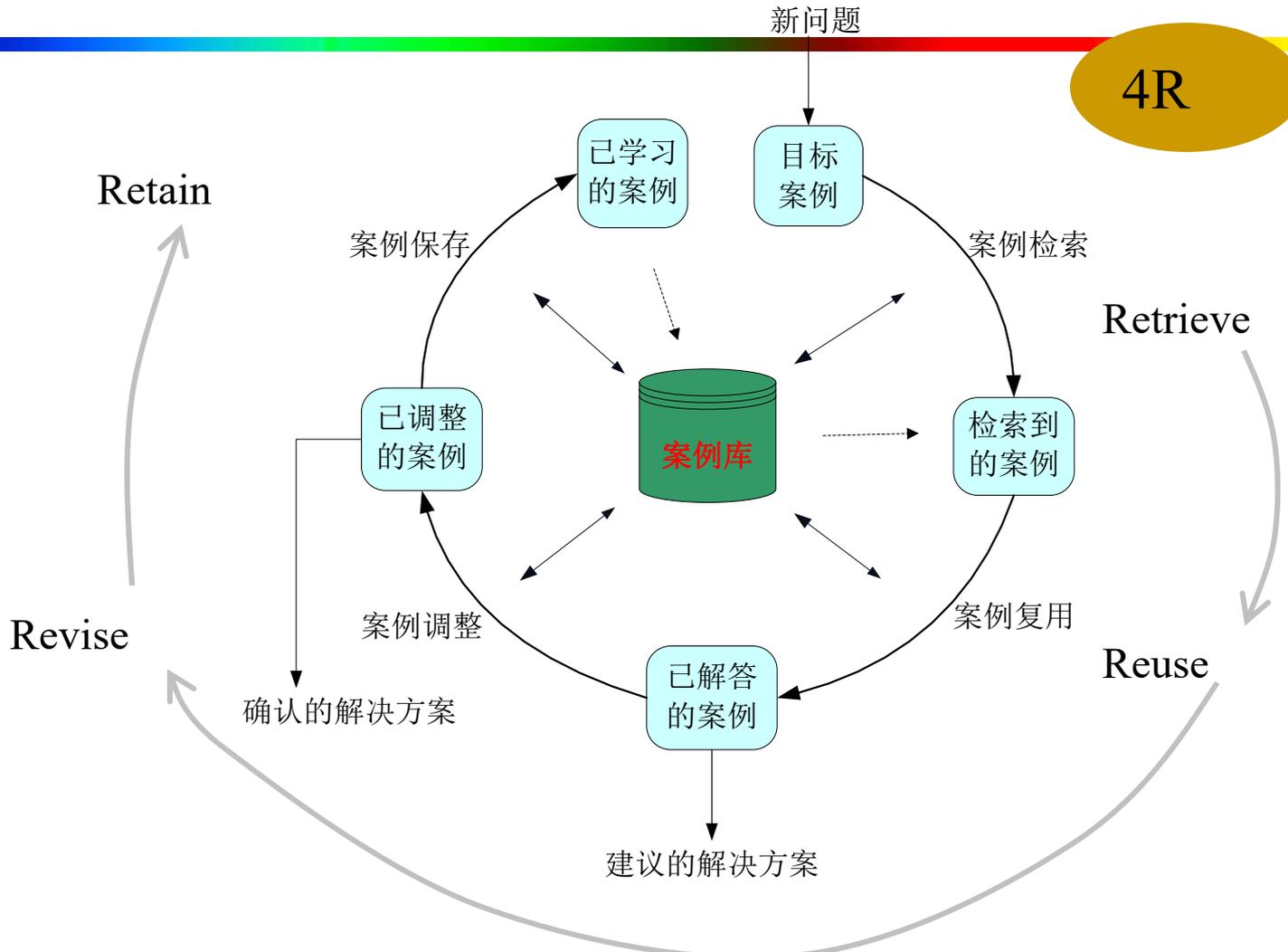
研究基于CBR的内省学习，使得智能系统具备内省的能力，有利于提高系统的学习效率，从而提高其性能。

# 内省学习

## 👉 人类的内省学习

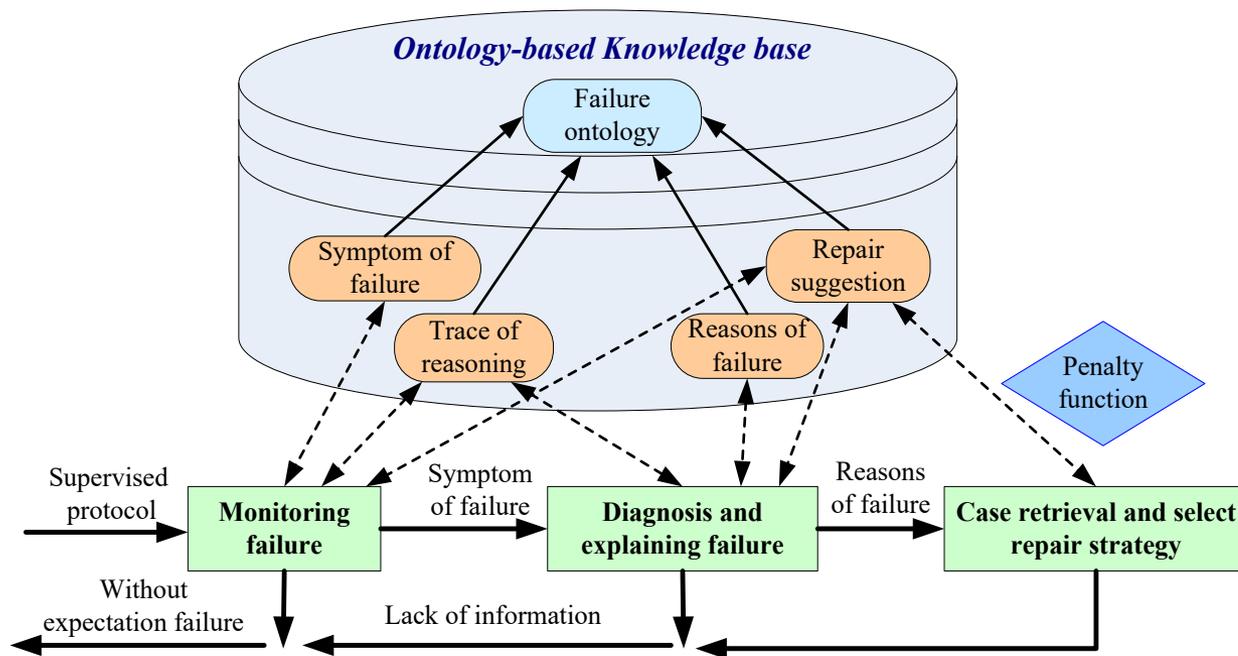


# CBR推理过程



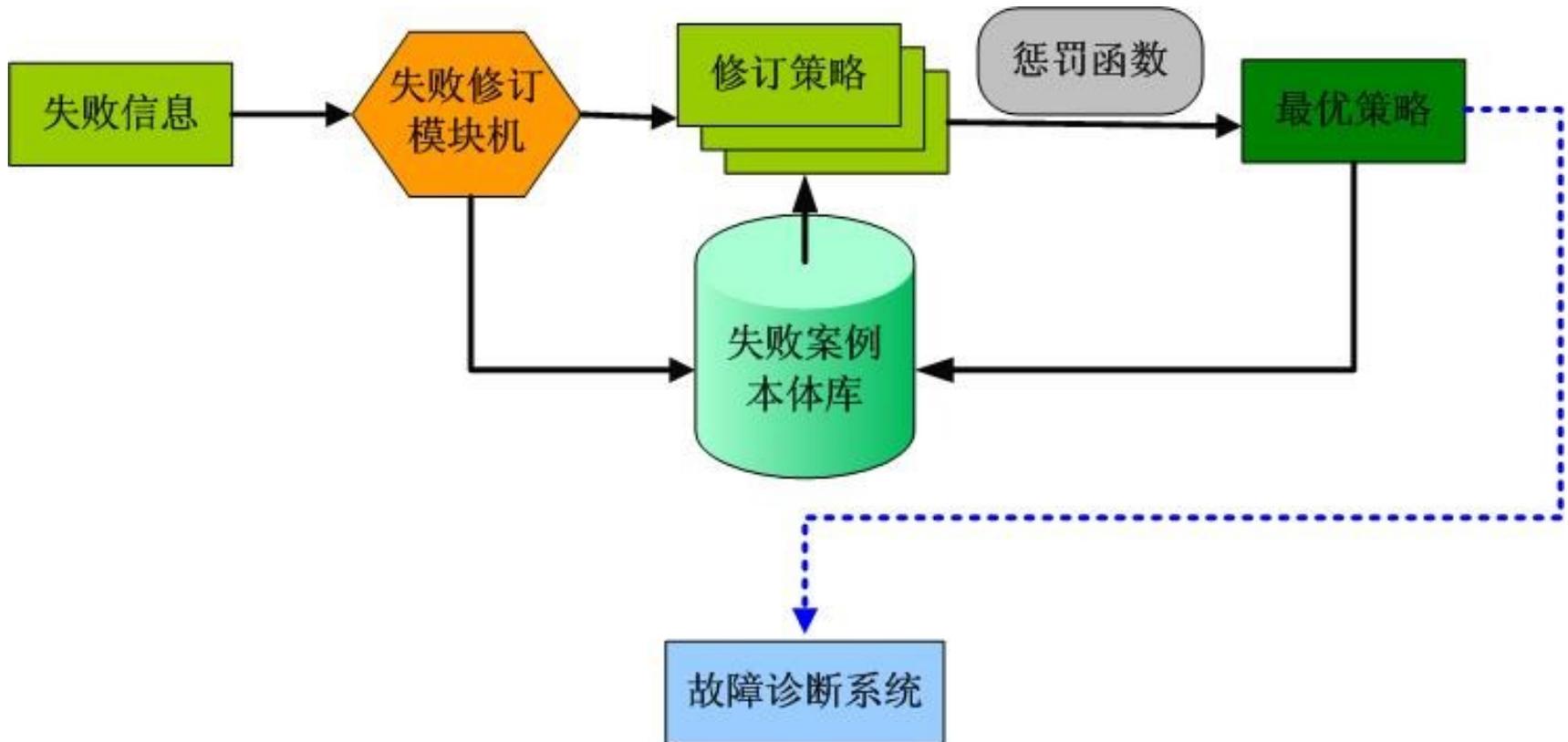
# 基于CBR的内省学习模型 ILCBR

ILCBR模型由三部分组成：监测失败，诊断和解释失败，修订失败，并利用基于本体的知识库来服务于整个内省学习过程。



Qi Dong, Zhongzhi Shi. A Research on Introspective Learning Based on CBR. Proceedings of 2010 International Conference on Advanced Intelligence (ICAI10), 40-46, 2010.

# 失败修订模块修订失败过程



# 内容提要

- 引言
- 行为学派的学习理论
- 认知学派的学习理论
- 人本主义学习理论
- 观察学习理论
- 内省学习
- 强化学习
- 深度学习
- 认知机器学习

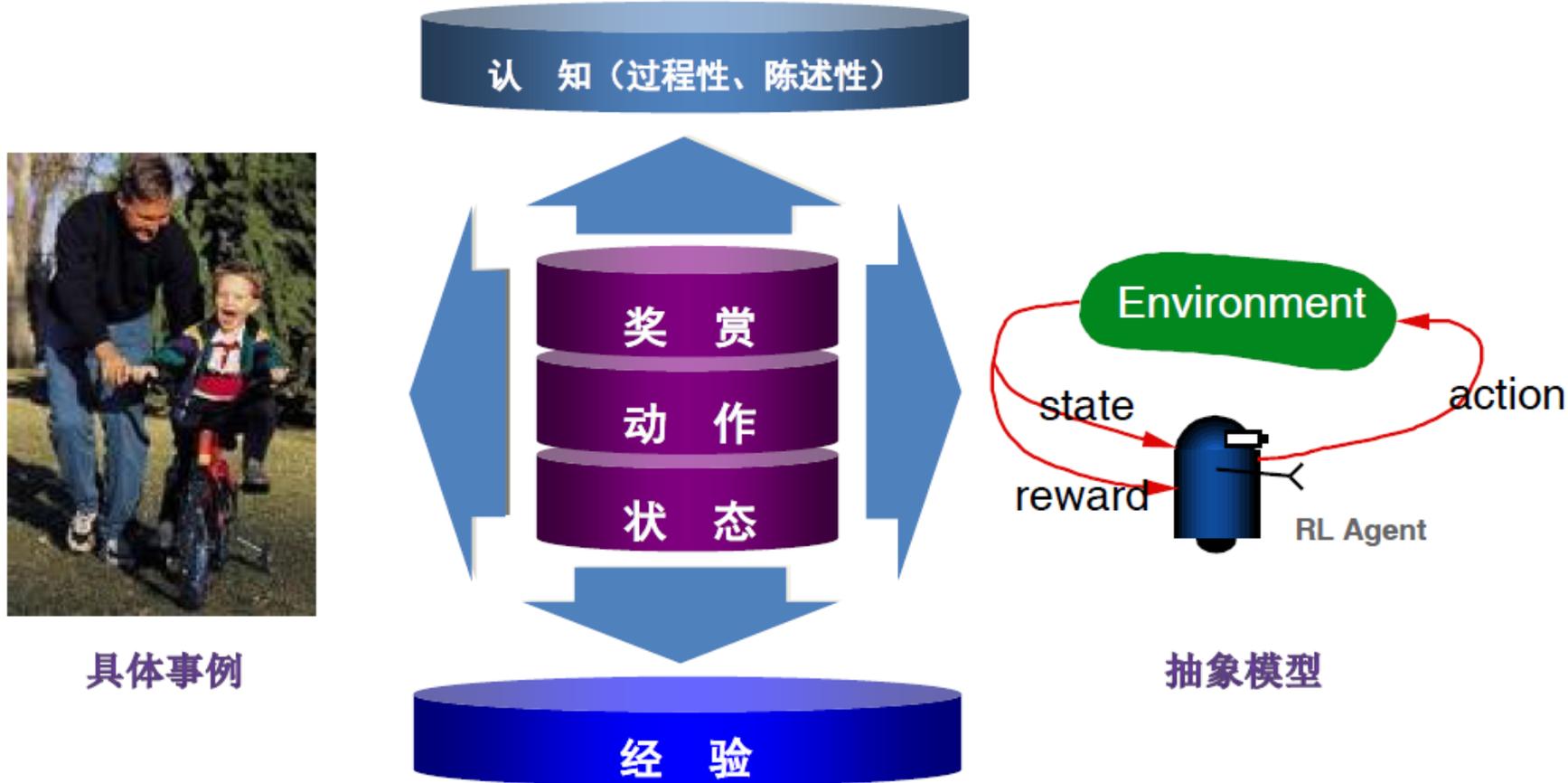
# 强化学习

- 人类（通常）从与外界环境的交互中学习。但是，动作的反馈并不总是立即的和直接的。
- 在强化学习中，学习系统根据从环境中反馈的信号的状态（奖励/惩罚），调整系统的参数。
- 强化学习由于其方法的通用性，对学习背景知识要求较少，以及适用于复杂、动态的环境等特点，在近年，引起了许多研究者的注意，成为机器学习的主要的方式之一。
- 强化学习一般比较困难，主要是因为学习系统并不知道哪个动作是正确的，也不知道哪个奖惩赋予哪个动作。

# 强化学习

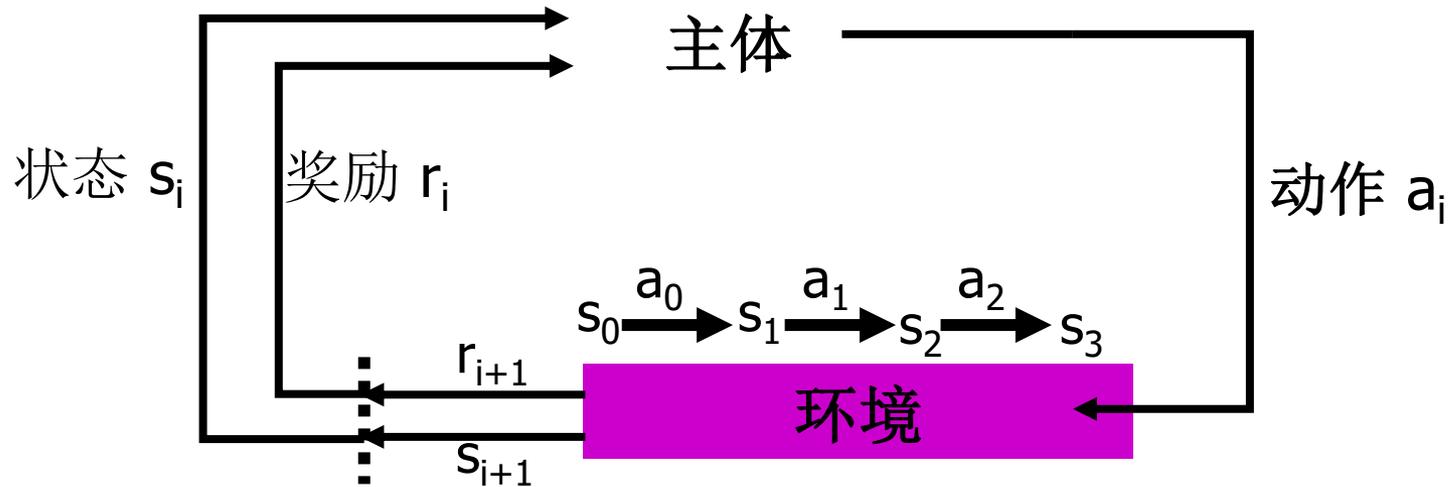
- 强化学习由四部分组成：策略  $\pi$ ，报酬函数  $r$ ，值映射  $V$  和环境的模型。
  - 策略  $\pi$ ：定义在任何给定时刻学习系统的选择和动作的方法。这样，策略可以通过一组产生式规则或者一个简单的查找表来表示。
  - 报酬函数  $r$ ：定义了在任何时刻  $t$  问题的状态/目标关系。它把每个动作，或更精细的每个状态-响应对，映射为一个报酬量，以指出那个状态完成目标的愿望的大小。
  - 赋值函数  $V$ ：是环境中每个状态的一个属性，它指出对从这个状态继续下去的动作系统可以期望的报酬。报酬函数度量状态-响应对的立即的期望值，而赋值函数指出环境中一个状态的长期的期望值。
  - 模型：是抓住环境行为的方面的一个机制。模型让我们在没有任何实际试验它们的情况下估计未来可能的动作。

# 强化学习



强化学习的本质： 奖惩和试错

# 强化学习模型



i: input 输入  
s: state 状态

r: reward 奖励  
a: action 动作

# Q-learning

---

## Watkins, 1989

在Q学习中，回溯从动作结点开始，最大化下一个状态的所有可能动作和它们的奖励。在完全递归定义的Q学习中，回溯树的底部结点一个从根结点开始的动作和它们的后继动作的奖励的序列可以到达的所有终端结点。联机的Q学习，从可能的动作向前扩展，不需要建立一个完全的世界模型。Q学习还可以脱机执行。我们可以看到，Q学习是一种时序差分的方法。

# Q-learning

在Q学习中， $Q$ 是状态-动作对到学习到的值的一个函数。

对所有的状态和动作：

$$Q: (\text{state } x \text{ action}) \rightarrow \text{value}$$

对Q学习中的一步：

$$Q(s_t, a_t) \leftarrow (1 - c) \times Q(s_t, a_t) + c \times [r_{t+1} + \gamma \text{MAX}_a Q(s_{t+1}, a) - Q(s_t, a_t)]$$

其中 $c$ 和 $\gamma$ 都 $\leq 1$ ， $r_{t+1}$ 是状态 $s_{t+1}$ 的奖励。

# Q-Learning

在Q学习中， $Q$ 是状态-动作对到学习到的值的一个函数。

对所有的状态和动作：

$$Q: (\text{state } \times \text{ action}) \rightarrow \text{value}$$

对Q学习中的一步：

$$Q(s_t, a_t) \leftarrow (1 - c) \times Q(s_t, a_t) + c \times [r_{t+1} + \gamma \text{MAX}_a Q(s_{t+1}, a) - Q(s_t, a_t)]$$

其中 $c$ 和 $\gamma$ 都 $\leq 1$ ， $r_{t+1}$ 是状态 $s_{t+1}$ 的奖励。

# Q-Learning 算法

Initialize  $Q(s,a)$  arbitrarily

Repeat (for each episode)

Initialize  $s$

Repeat (for each step of episode)

Choose  $a$  from  $s$  using policy derived from  $Q$  (e.g.,  $\epsilon$ -greedy)

Take action  $a$ , observe  $r, s'$

$$Q(s,a) \leftarrow Q(s,a) + \alpha [r + \gamma \max_{a'} Q(s',a') - Q(s,a)]$$

$$s \leftarrow s'$$

Until  $s$  is terminal

# 内容提要

- 引言
- 行为学派的学习理论
- 认知学派的学习理论
- 人本主义学习理论
- 观察学习理论
- 内省学习
- 强化学习
- 深度学习
- 认知机器学习

# 深度学习

- 自2006年，深度学习（Deep Learning）已经成为机器学习研究中的一个新兴领域，通常也被叫做深层结构学习或分层学习。其动机在于建立、模拟人脑进行分析学习的神经网络，它模拟人脑的机制来解释数据，例如图像，声音和文本，深度学习是无监督学习的一种。
- 深度学习的概念源于人工神经网络的研究，含多隐层的多层感知器就是一种深度学习结构。深度学习通过组合低层特征形成更加抽象的高层表示属性类别或特征，已发现数据的分布式特征表示。



# 深度学习的几种常用模型

---

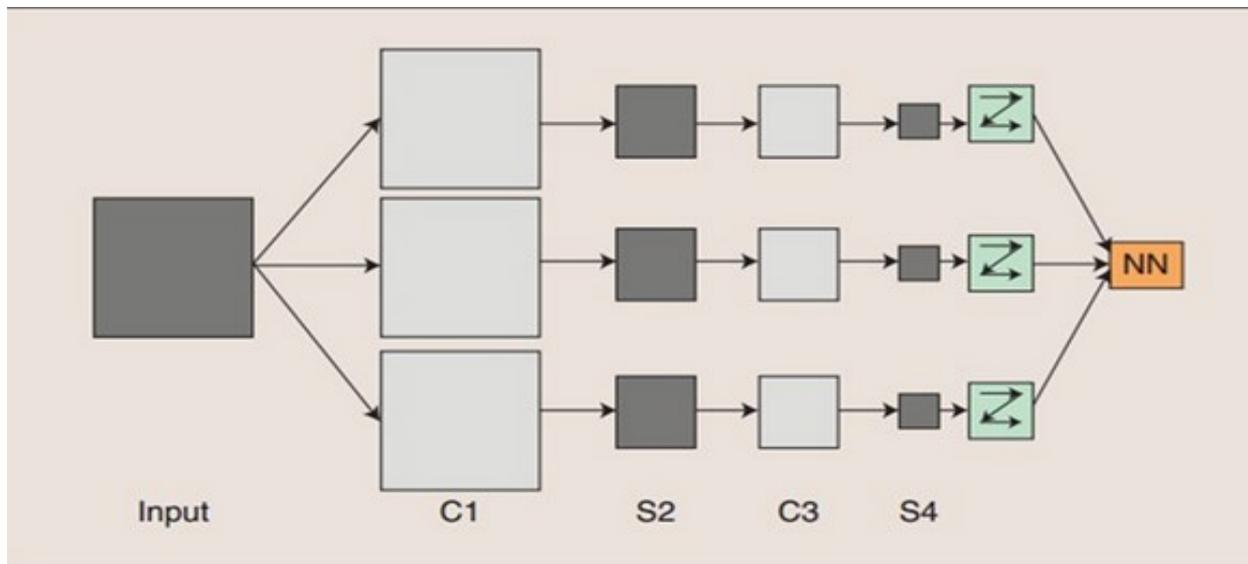
- Auto Encoder (自动编码器)
- Sparse Coding (稀疏编码)
- Restricted Boltzmann Machine (限制玻尔兹曼机)
- Deep Belief Networks (深度信任网络)
- Convolutional Neural Networks (卷积神经网络)

# 卷积神经网络

●卷积神经网络是人工神经网络的一种，已成为当前语音分析和图像识别领域的研究热点。它的权值共享网络结构使之更类似于生物神经网络，降低了网络模型的复杂度，减少了权值的数量。该优点在网络的输入是多维图像时表现的更为明显，使图像可以直接作为网络的输入，避免了传统识别算法中复杂的特征提取和数据重建过程。卷积网络是为识别二维形状而特殊设计的一个多层感知器，这种网络结构对平移、比例缩放、倾斜或者其他形式的变形具有高度不变性。

# 卷积神经网络原理图

- 如图所示，输入图像（Input）通过和三个可训练的卷积核和可加偏置进行卷积，卷积后在C1层产生三个特征映射图（Feature map）然后，C1层的Feature map在经过子采样（Subsampling）后，加权值，加偏置，再通过一个Sigmoid函数得到三个S2层的特征映射图。



# CNN的卷积过程

- 如图，原图像是5\*5大小，有25个神经元，用一个3\*3的卷积核对它进行卷积，得到了如右图所示的卷积后的Feature map。该特征图大小为3\*3。

1 <sub>x1</sub>	1 <sub>x0</sub>	1 <sub>x1</sub>	0	0
0 <sub>x0</sub>	1 <sub>x1</sub>	1 <sub>x0</sub>	1	0
0 <sub>x1</sub>	0 <sub>x0</sub>	1 <sub>x1</sub>	1	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	0

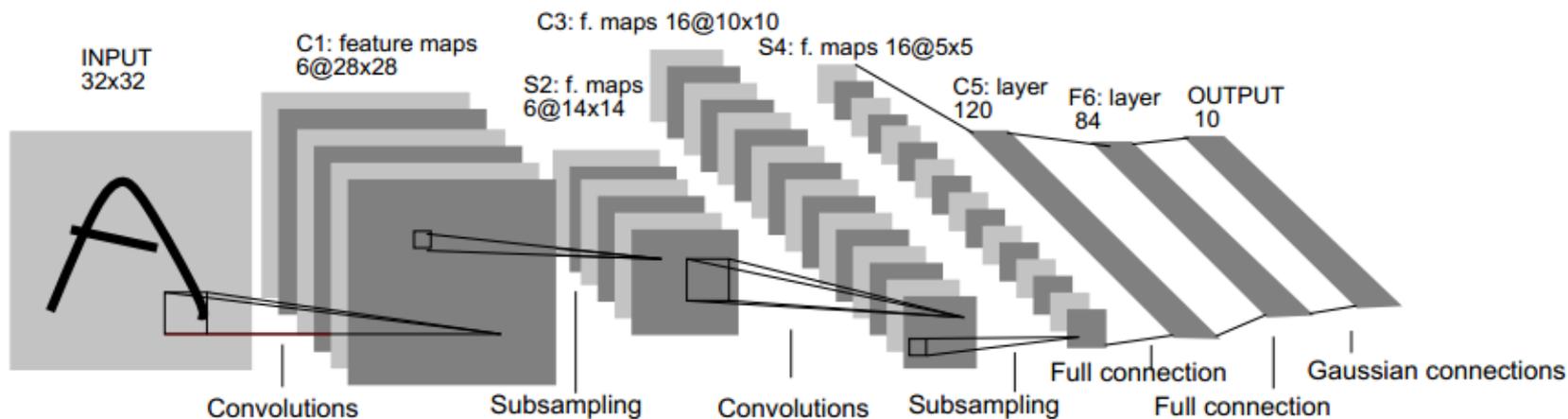
Image

4		

Convolved  
Feature

# 文字识别系统LeNet-5

- 1. 输入图像是 $32 \times 32$ 的大小，卷积核的大小是 $5 \times 5$ 的，则C1层的大小是 $28 \times 28$ 。这里设定有6个不同的C1层，每一个C1层内的权值是相同的。
- 2. S2层是一个下采样层，由4个点下采样为1个点，也就是4个数的加权平均，加权系数也需要通过学习得到。这个过程也叫做Pool。
- 3. 我们很容易得到C3层的大小为 $10 \times 10$ ，不过，C3层有16个 $10 \times 10$ 网络！我们只需要按照一定的规则来组合S2的特征图。



# 文字识别系统LeNet-5

- 4. 我们很容易得到C3层的大小为 $10 \times 10$ ，不过，C3层有16个 $10 \times 10$ 网络！我们只需要按照一定的规则来组合S2的特征图。

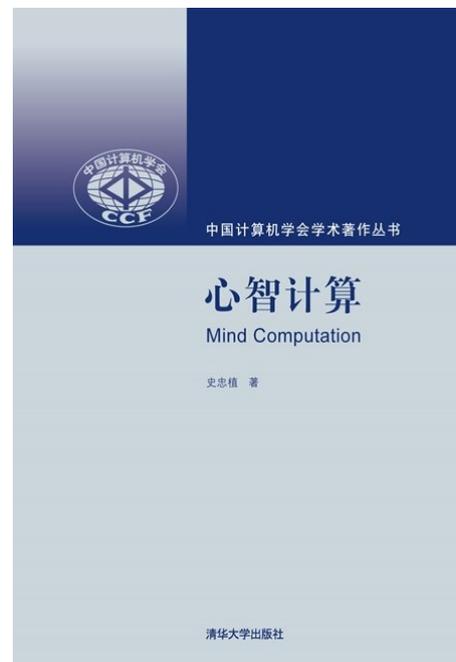
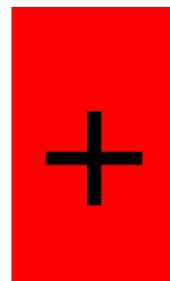
经过计算，LeNet-5系统总共需要大约13万个参数，这与前面提到的全连接系统每个隐藏层就需要百万个参数有着天壤之别，极大地减少了计算量。在以上的识别系统中，每个特征图提取后都紧跟着一个用来求局部平均与二次提取的亚取样层。这种特有的两次特征提取结构使得网络对输入样本有较高的畸变容忍能力。也就是说，卷积神经网络通过局部感受野、共享权值和亚取样来保证图像对位移、缩放、扭曲的鲁棒性。

# 内容提要

- 引言
- 行为学派的学习理论
- 认知学派的学习理论
- 人本主义学习理论
- 观察学习理论
- 内省学习
- 强化学习
- 深度学习
- 认知机器学习

# 认知机器学习

认知机器学习是指把机器学习与脑认知机理结合起来。



# 认知机器学习

认知机器学习是指把机器学习与脑认知机理结合起来。

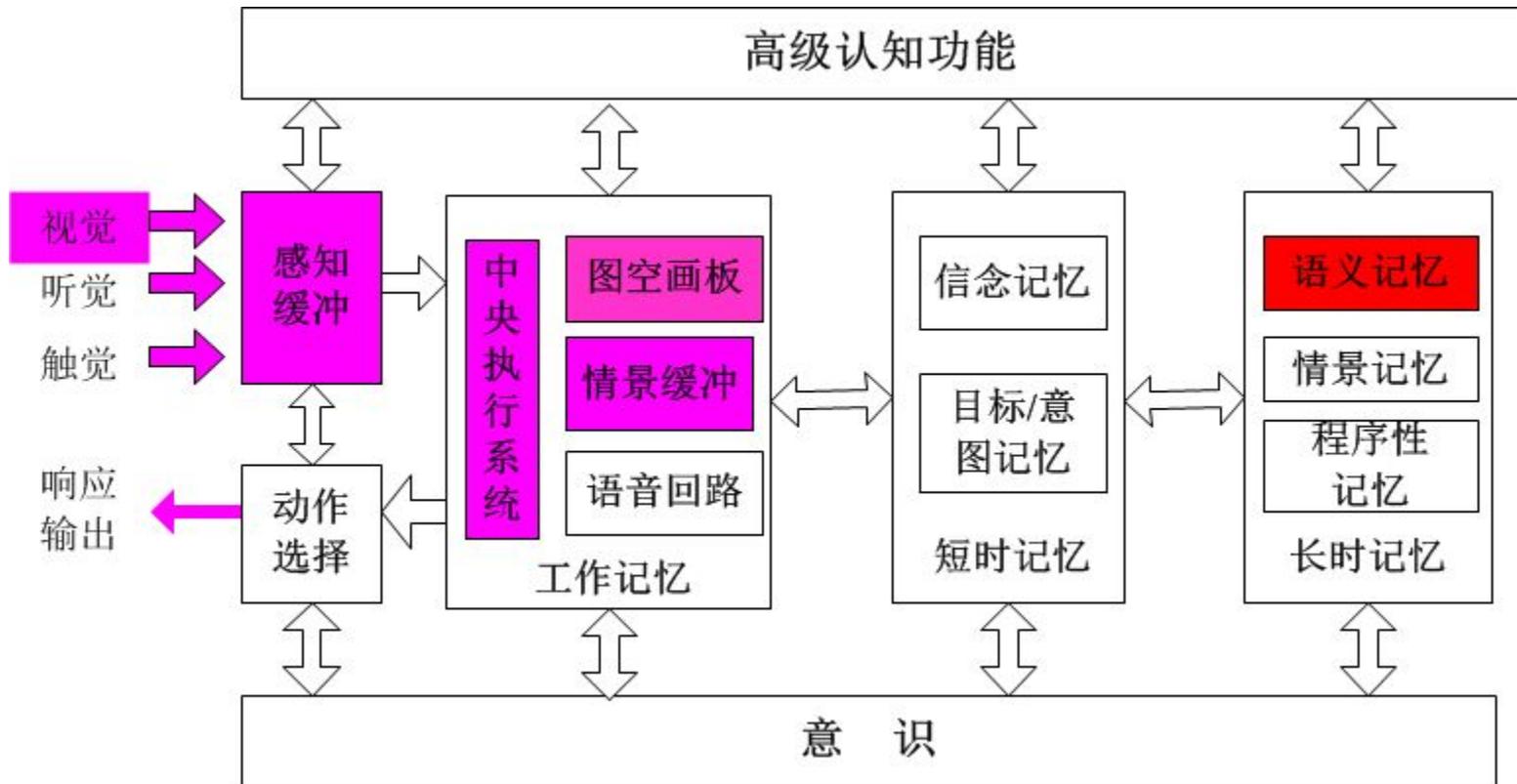
- 学习涌现
- 程序性知识学习
- 学习进化

# 学习涌现

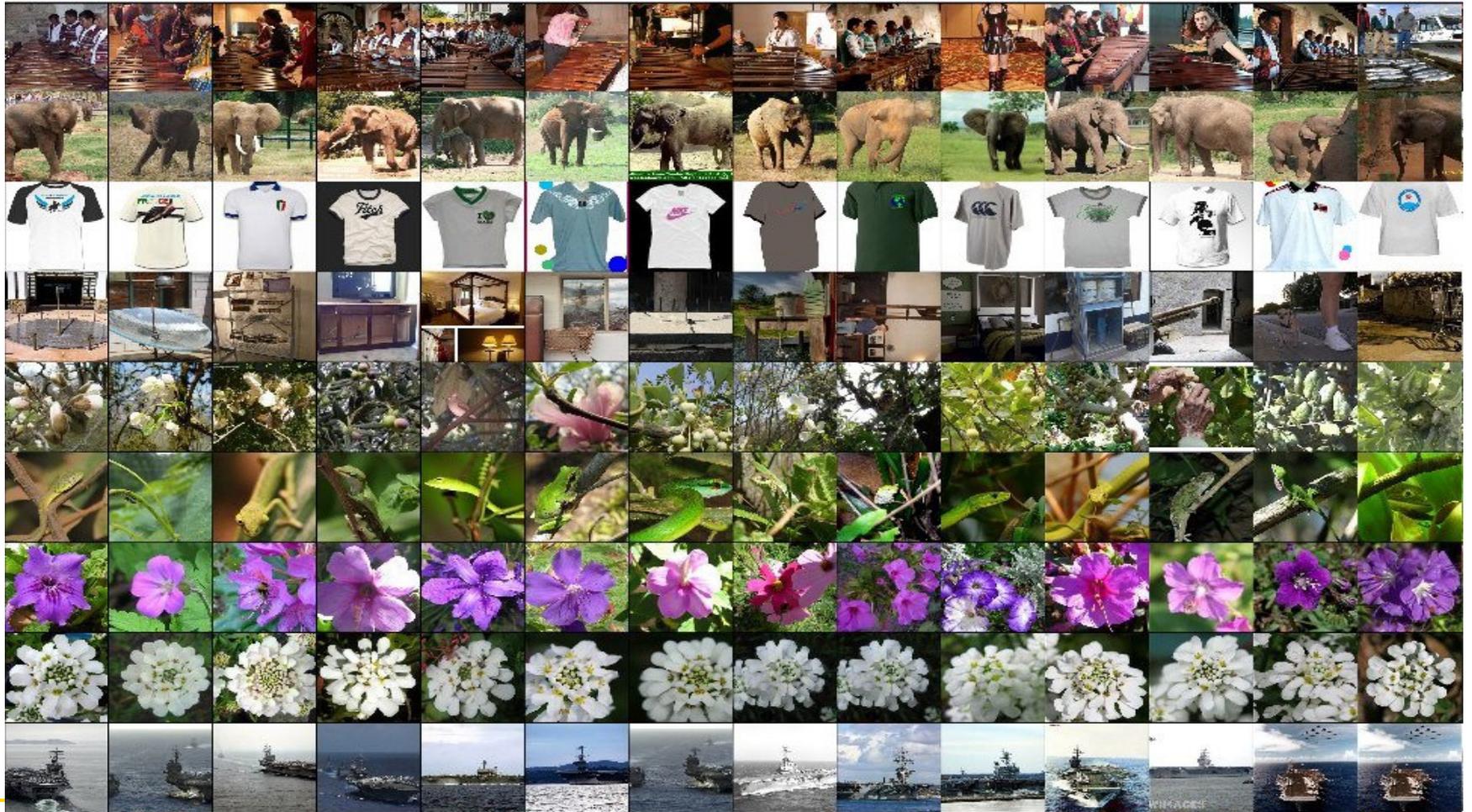


- 毛泽东在实践论中指出：“认识的过程，第一步，是开始接触外界事情，属于感觉的阶段。第二步，是综合感觉的材料加以整理和改造，属于概念、判断和推理的阶段。只有感觉的材料十分丰富（不是零碎不全）和合于实际（不是错觉），才能根据这样的材料造出正确的概念和论理来。”如何从感性认识上升为理性认识，即学习涌现。

# 感性认识上升为理性认识



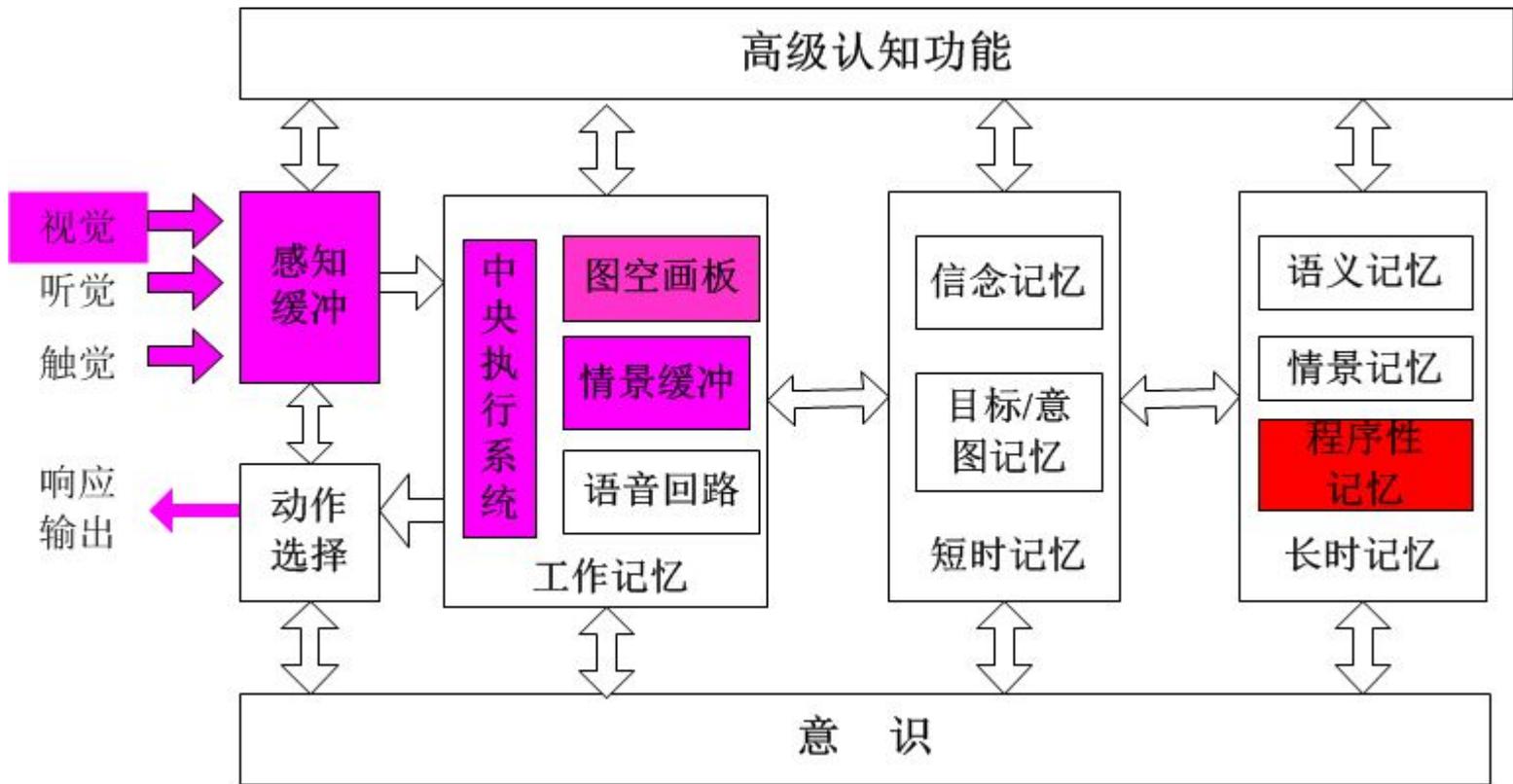
# 概念生成



# 程序性知识学习

- 程序性知识是一套办事的操作步骤，是关于“怎么办”的知识，即元知识。
- 美国心理学家加涅认为，程序性知识包括心智技能和认知策略两个亚类。心智技能是运用概念和规则对外办事的程序性知识，主要用来加工外在的信息。认知策略也可叫策略性知识，是运用概念和规则对内调控的程序性知识，主要用来调节和控制自己的加工活动。

# 程序性知识学习



# 学习进化

---

- 为适应外界而改变自身结构的进化，是世界上最重要的机理之一。
- 对智力来说，所谓的进化是指学习的学习，这个学习的学习跟软件不同，它是结构也跟着变化，这是很重要的一条，而且结构变化把学习的结果记录下来，还改进了学习方法，而且它的存储和运算是一体的，这是目前计算机难以做到的。

# 思考题

- 7-1 学习的定义是什么？试画出学习系统模型，并说明各部分的主要功能。
- 7-2 概述行为学习理论的主要观点。
- 7-3 概述认知学习理论的主要观点。
- 7-4 什么是人本学习理论和观察学习理论？
- 7-5 什么是内省学习？试画出内省学习一般模型。
- 7-6 什么是强化学习模型？请给出Q学习算法。
- 7-7 什么是深度学习？阐述卷积神经网络的基本结构。
- 7-8 什么是认知机器学习？核心内容是什么？

# Thank You

---

