

人工智能

利用计算机模拟人的智能活动，涉及计算机科学、心理学、哲学、语言学

五个基本问题

- 知识与概念化是否是人工智能的核心？
- 认知能力能否与载体分开来研究？
- 认知的轨迹是否可用类自然语言来描述？
- 学习能力能否与认知分开来研究？
- 所有的认知是否有一种统一的结构？

回答

以 Nilsson 为代表的逻辑主义：（1）~（4）肯定，

以 **Newell** 为代表的认知主义：（1）（3）（5）肯定

以 Brooks 为代表的进化主义：完全否定

思维的层次

- 感知思维
- 形象思维
- 抽象思维
- 灵感思维

分类

➤ 符号主义

逻辑主义、心理学派、计算机学派

物理符号系统假设

➤ 连接主义

仿生学派、生理学派

神经网络

➤ 行为主义

进化主义、控制论学派

控制论，感知-动作型控制系统

研究方法

认知学派：以人的思维活动出发

逻辑学派：以形式化方法描述

行为学派：以与环境的交互表现

语义树

- 由命题构造语义树
 - 按文字取值真假形成二叉树的分支
- 谓词逻辑中的语义树
 - 生成 H 集
 - 在 H 集上建立文字集

- 可能生成无限语义树

确定推理

归结原理控制策略

删除策略

语义归结

线性归结

单元归结

输入归结

消解原理

消解过程

- 将命题写成合取范式
- 求出子句集
- 对子句集使用消解推理规则
- 消解式作为新子句参加消解
- 消解式为空子句，S是不可满足的（矛盾），原命题成立。

消存在量词 (skolem 化)

原则：对于一个受存在量词约束的变量，如果他不受全程量词约束，则该变量用一个常量代替，如果他受全程量词约束，则该变量用一个 skolem 函数代替。

◆ 解:

■ 定义谓词:

$T(x, y)$: x 是

$C(x, y)$: x 与

F_1 : 王 (Wang) 先生是小李 (Li) 的老师。

F_2 : 小李与小张 (Zhang) 是同班同学。

F_3 : 如果 x 与 y 是同班同学, 则 x 的老师也是 y 的老师。

求: 小张的老师是谁?

■ 把已知前提表示成谓词公式:

F_1 : $T(Wang, Li)$

F_2 : $C(Li, Zhang)$

F_3 : $(\forall x)(\forall y)(\forall z)(C(x, y) \wedge T(z, x) \rightarrow T(z, y))$

■ 把目标表示成谓词公式, 并把它否定后与 ANSWER 析取:

G : $\neg (\exists x)T(x, Zhang) \vee ANSWER(x)$

■ 把上述公式化为子句集:

(1) $T(Wang, Li)$

(2) $C(Li, Zhang)$

(3) $\neg C(x, y) \vee \neg T(z, x) \vee T(z, y)$

(4) $\neg T(u, Zhang) \vee ANSWER(u)$

■ 应用归结原理进行归结:

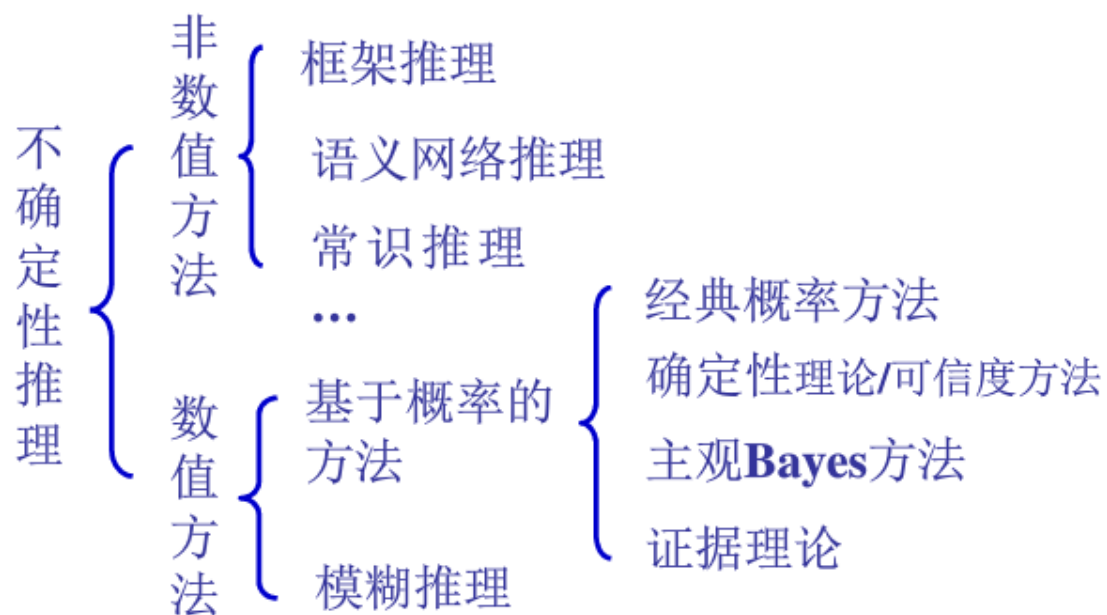
(5) $\neg C(Li, y) \vee T(Wang, y)$ (1) 与 (3) 归结

(6) $\neg C(Li, Zhang) \vee ANSWER(Wang)$ (4) 与 (5) 归结

(7) $ANSWER(Wang)$ (2) 与 (6) 归结

证据理论

不确定推理



主观 bayes 方法

$$P(B|A) = \frac{P(A|B)P(B)}{P(A)}$$

估计规则 $A \rightarrow B$ 的不确定性 $f(B,A)$

用两个量 LS, LN 表示

LS : 充分性度量 $P(A|B)/P(A|\sim B)$

LN : 必要性度量 $P(\sim A|B)/P(\sim A|\sim B)$

LS : 当 A 为真时 A 对 B 的影响

LN : 当 A 为假时 A 对 B 的影响

$$LS \begin{cases} >1, A \text{ 支持 } B \\ =1, \text{ 无影响} \\ <1, A \text{ 不支持 } B \end{cases} \quad LN \begin{cases} >1, \bar{A} \text{ 支持 } B \\ =1, \text{ 无影响} \\ <1, \bar{A} \text{ 不支持 } B \end{cases}$$

LS, LN 不能同时大于 1 或小于 1

- 证据的合取

$$- P(A1 \wedge A2 | A') = \min \{ P(A1 | A'), P(A2 | A') \}$$

- 证据的析取

$$- P(A1 \vee A2 | A') = \max \{ P(A1 | A'), P(A2 | A') \}$$

正交和

模糊理论

模糊集：具有模糊边界的集合

论域 X 的模糊集 A 定义为函数 $\mu_A(x)$ ，称为集合 A 的隶属函数：

$$\mu_A(x): X \rightarrow [0,1]$$

如果 x 完全在集合 A 中，则 $\mu_A(x) = 1$

如果 x 不在集合 A 中，则 $\mu_A(x) = 0$

如果 x 部分在集合 A 中，则 $0 < \mu_A(x) < 1$

知识

知识是把有关信息关联在一起形成的信息结构。

特征

- 相对正确性
- 不确定性
 - 随机性导致的不确定性
 - 模糊性导致的不确定性
 - 不完全导致的不确定性
- 可表示性和可利用性

分类

➤ 从作用范围

常识性知识、领域性知识

➤ 从作用和表示

事实性知识、过程性知识、控制性知识

➤ 从确定性

确定性知识、不确定性知识

表示

符号表示法、连接机制表示法

种类

- 事实
 - 事物的描述
 - 静态的知识

- 规则
 - 事物之间的联系
- 控制
 - 求解的方法
- 元知识
 - 如何使用以上知识的知识

语义网络

一种以网络格式表达人类知识构造的形式，是由结点和结点之间的弧组成，结点表示概念(事件、事物)，弧表示它们之间的关系。

- 节点：概念、事物、事件
- 弧：关系
 - isa
 - 表达具体-抽象关系
 - Part-of
 - 表达部分-全体关系
 - is
 - 表达属性
- 有向图

推理

- 匹配
- 继承匹配
- 引入逻辑的语义网络

搜索

根据问题的实际情况不断寻找可利用的知识，从而构造一条代价较少的推理路线，使问题得到圆满解决的过程。

状态空间表示法

利用状态变量和操作符号，表示系统或问题的有关知识的符号体系，状态空间是一个四元组

$$(S, O, S_0, G)$$

S ：状态集合。

O ：操作算子的集合。

S_0 ：包含问题的初始状态是 S 的非空子集。

G ：若干具体状态或满足某些性质的路径信息描述。

求解路径：从 S_0 到 G 结点的路径

盲目搜索：未考虑问题本身、效率不高

在不具有对特定问题的任何有关信息的条件下，按固定的步骤进行搜索

广度优先搜索

深度优先搜索

深度优先搜索过程与宽度优先搜索的唯一区别是：

- 宽度优先搜索是将节点 n 的子节点放到 OPEN 表的尾部，而深度优先搜索是把节点放入到 OPEN 表的首部。

启发式搜索：启发式信息——最有希望的方向——加速问题求解过程

考虑特定问题领域可应用的知识，动态地确定调用操作算子的步骤，优先选择较合适的操作算子，尽量减少不必要的搜索，以求尽快的到达结束状态

估价函数：用于估价节点的重要性的函数

$$f(x) = g(x) + h(x)$$

$g(x)$: 初始节点 s_0 到节点 x 已经实际付出的代价。

$h(x)$: 从节点 x 到目标节点 s_g 的最优路径的估计代价，体现了问题的启发特性，其形式要根据问题的特性确定

在 $f(n)$ 中， $g(n)$ 的比重越大，越倾向于广度优先搜索， $h(n)$ 比重越大，启发性能越强

局部择优搜索

全局择优搜索

A*算法

一种静态路网中求解最短路径最有效的直接搜索方法

节点的估价函数为 $f(x) = g(x) + h(x)$

A*算法的具体步骤：

1. 把起点加入 openlist

2. 遍历 `openlist`，找到 F 值最小的节点，把它作为当前处理的节点，并把该节点加入 `closelist` 中
3. 对该节点的 8 个相邻格子进行判断，如果格子是不可抵达的或者在 `closelist` 中，则忽略它，否则如下操作：
 - a. 如果相邻格子不在 `openlist` 中，把它加入，并将 `parent` 设置为该节点和计算 f, g, h 值
 - b. 如果相邻格子已在 `openlist` 中，并且新的 G 值比旧的 G 值小，则把相邻格子的 `parent` 设置为该节点，并且重新计算 f 值。
4. 重复 2, 3 步，直到终点加入了 `openlist` 中，表示找到路径；或者 `openlist` 空了，表示没有路径。

如果开启列表已经空了，说明路径不存在。

最后从目标格开始，沿着每一格的父节点移动直到回到起始格，这就是路径。

机器学习

- 机器学习是知识获取的过程
- 知识的合法性、有效性和抽象层次

■ **机器学习**：机器学习（**Machine learning**）使计算机能模拟人的学习行为，自动地通过学习来获取知识和技能，不断改善性能，实现自我完善。

按学习方法分：记忆学习，指导学习，演绎学习、类比学习，归纳学习（实例学习，观察发现学习），基于解释的学习。

-

种类

- 神经模型和决策理论
 - 初始知识很少
 - 互相连接的元件组成的系统
 - 用连接强度表达知识
- 符号概念获取（SCA）
 - 构造正例和反例
 - 利用逻辑、产生式、语义网络等表达知识
- 知识加强和论域专用学习（KDL）
 - 构造性归纳
 - 系统开始不具有背景知识

学习模型

1. 环境

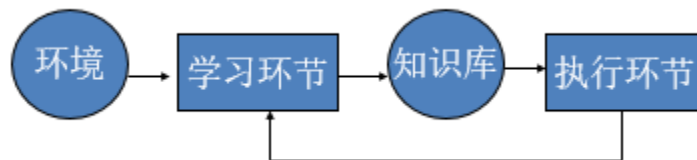
- 系统的工作对象
- 信息的水平和质量对学习系统有很大影响

2. 知识库

- 可表达性
- 推理难度
- 可修改性

3. 执行环节

- 学习的目的就是要去改善执行环节
- 执行要对学习环节进行反馈



分类

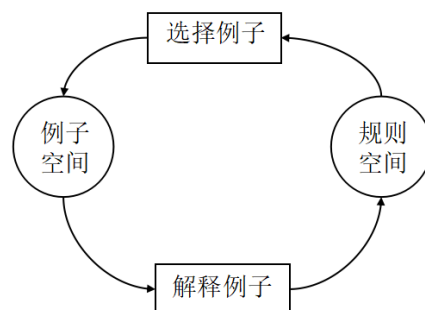
按学习方法分类（机械，指导，示例...）

按推理方式分类（演绎，归纳）

按综合属性分类（归纳，分析，连接...）

实例学习的两个空间及按搜索策略分类？

例子空间和规则空间



- 变型空间法
 - 对集合进行一般化和特殊化
 - 改进假设法
 - 根据例子选择规则的变化
 - 产生和测试法
 - 生成假设规则，验证是否符合例子
 - 方案示例法
 - 给出规则集合，用例子排除
- 数据驱动
- 模型驱动



决策树

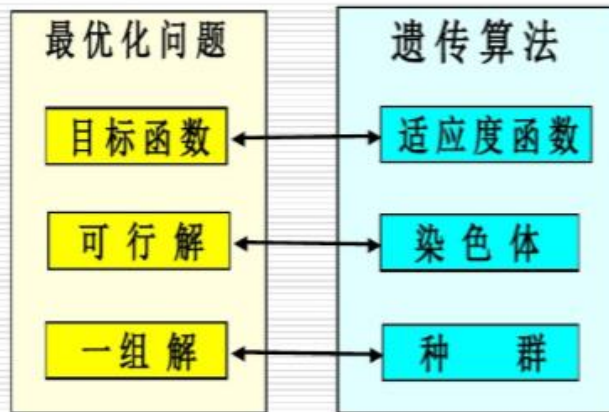
节点：属性

边：属性的值

叶子：分类

遗传算法

基本思想



■ 遗传算法的基本思想：

在求解问题时从多个解开始，然后通过一定的法则进行逐步迭代以产生新的解。

通常用 0、1 串表示个体

适应度函数：表达染色体优劣程度，描述到目标的距离

三种操作

选择：根据适应度函数

交叉：两个父代个体生成新个体

变异：部分码位的突变

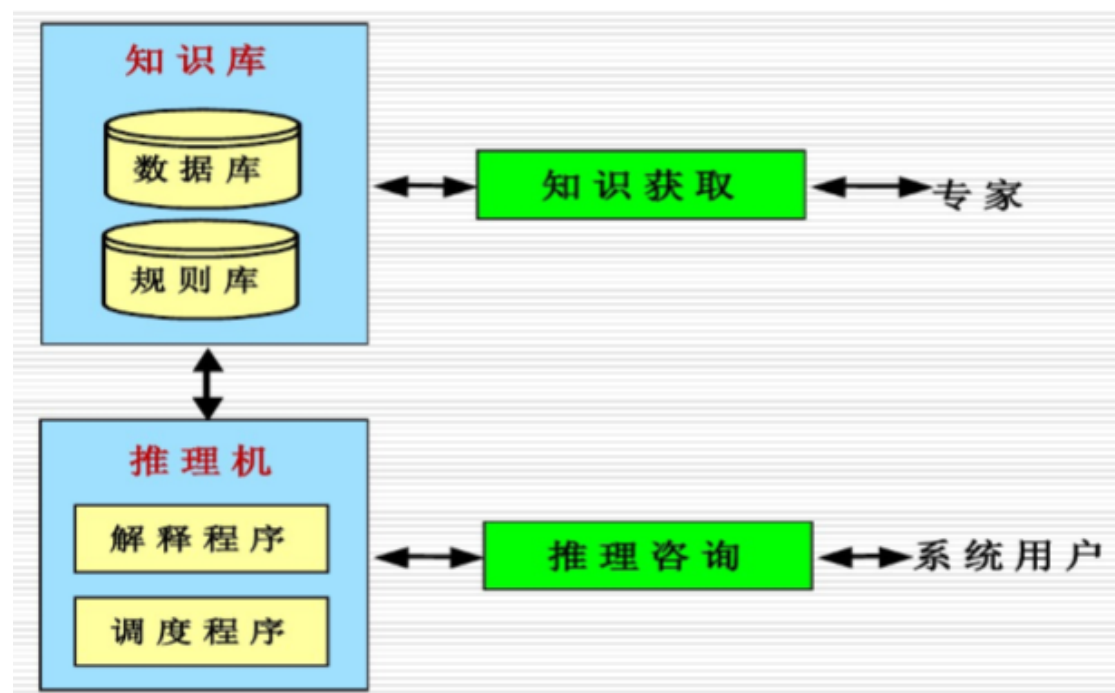
轮盘赌选择

蚁群算法

专家系统

一类包含知识和推理的智能计算机程序

基本组成



特点

启发性：能够根据专家的知识 and 经验进行推理、判断和决策

透明性：能够解释推理过程

灵活性：能够不断扩充、修改原有知识

优点

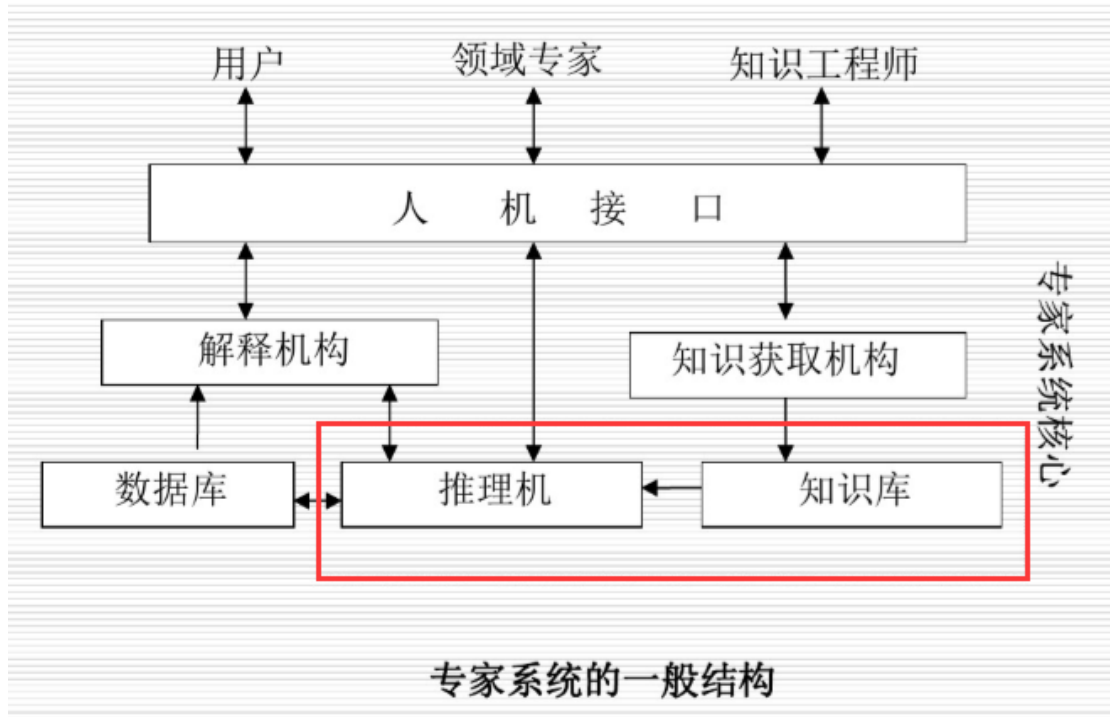
- 能够高效、准确、迅速、不知疲倦的进行工作

- 能够不受周围环境的影响、不会忘记和遗漏
- 能够促进领域的发展，对领域知识进行总结和精炼
- 能够汇集和继承多个领域专家的知识 and 经验
- 其应用具有重大的经济效益和社会效益

类型：解释、预测、诊断、设计、规划、监视、控制、

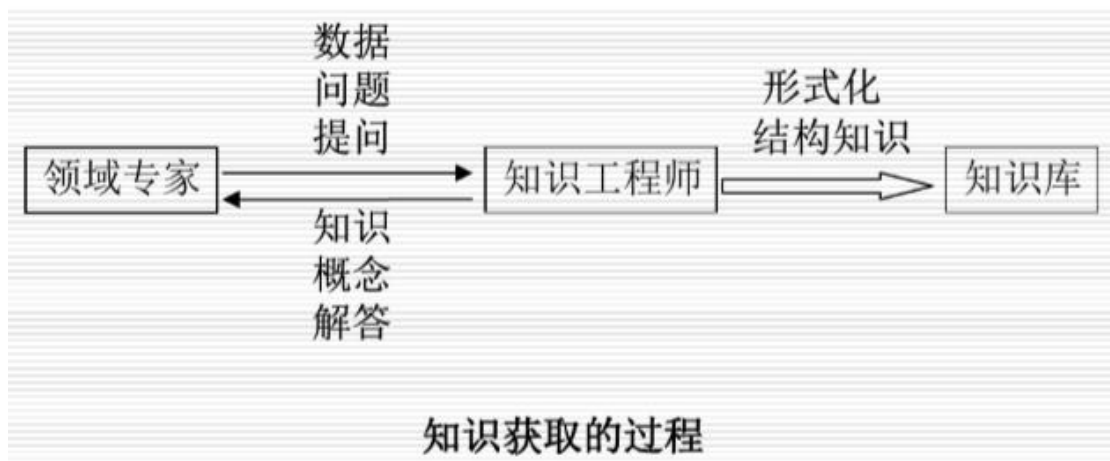
构建步骤

- 设计初始的知识库
 - 问题知识化
 - 知识概念化
 - 概念形式化
 - 形式规则化
 - 规则合法化
- 原型机的开发和试验
- 知识库的改进和归纳



知识获取的过程

抽取知识、知识转换、知识输入、知识检测



自然语言

自然语言：研究能实现人与[计算机](#)之间用自然语言进行有效通信的各种理论和方法

语言：传递信息的表示方法、约定和规则的集合

包括：词汇、语法

“理解”了某种自然语言,具体的判别准则至少有如下四条:

1. 问答(question answering): 机器能正确地回答输入文本中的有关问题;
2. 文摘生成(summarizing): 机器有能力产生输入文本的摘要;
3. 释义(paraphrase): 机器能用不同的词语和句型来复述其输入文本;
4. 翻译(translation): 机器具有把一种语言(源语)翻译成为另一种语言(目标语)的能力。

要理解自然语言,必须对自然语言作进一步的分析,分析的基本原理有

处理过程的层次

- 语音
 - 音素
 - 音节
- 词法
 - 构词、构形分析
 - 分词
- 句法
 - 句子结构分析
- 语义

两种方法

关键词为主的方法

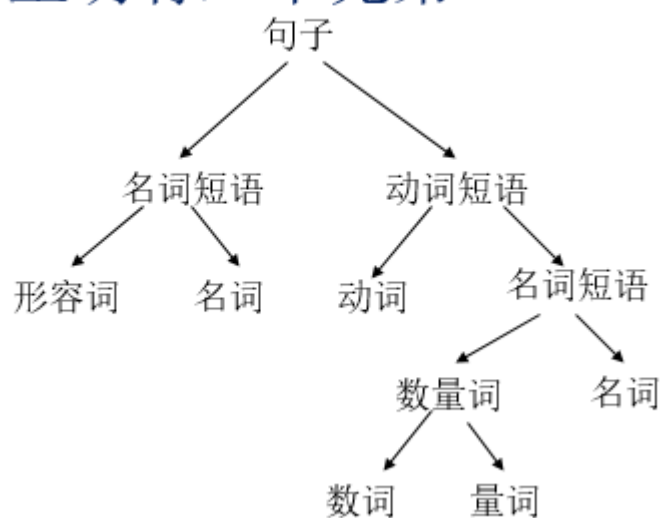
- 通过发现关键词确定语句的意义
- 以模板匹配作为语义判断的方法
- 不关心关键词之外的内容

以句法-语义分析为主的方法

- 需要对语句进行句法分析
- 以句法树生成句子的解释

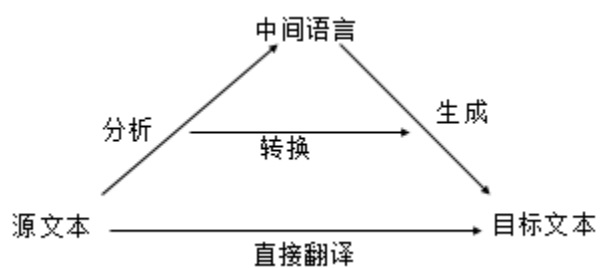
句法树

年轻的王明有三个兄弟

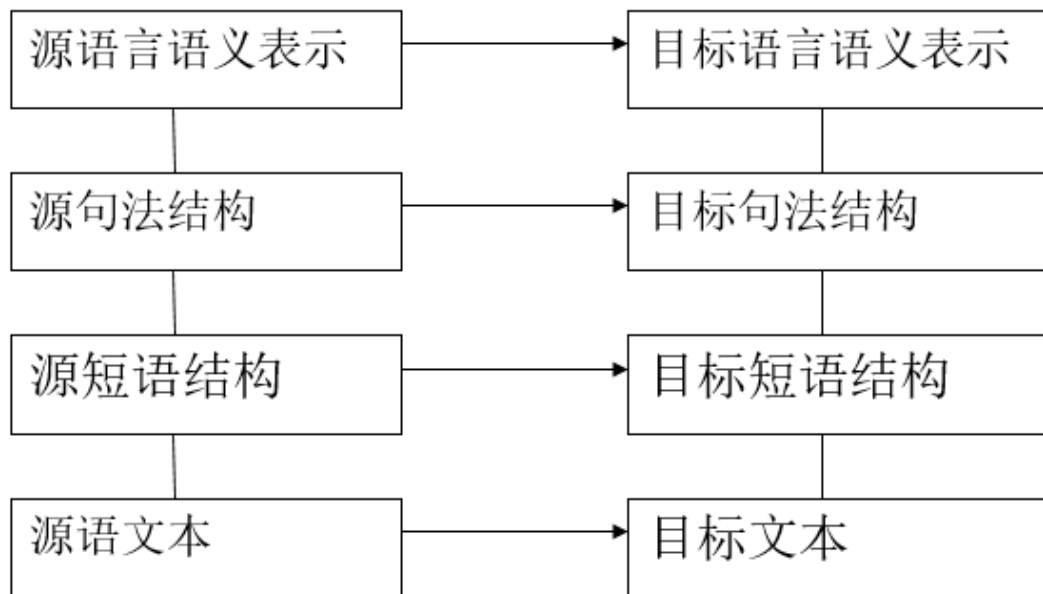


机器翻译

机器翻译的层次



机器翻译转换的层面



机器翻译主要方法

- 基于规则的方法
- 基于模板的方法
- 基于语料库的方法
 - 基于实例的方法
 - 统计方法
- 多系统融合
- 多方法融合

神经网络

互连形态

- 前向网络

- 存在反馈的网络
- 层内互连的网络
- 互连网络

分类

- 无反馈网络和有反馈网络
- 有教师的学习网络和无教师的学习网络
- 连续型网络和离散型网络
- 确定型网络和随机型网络
- 一阶线性关联网络和高阶非线性关联网络

智能主体

目标是构造能表现出一定智能行为的主体(agent)

主体是人工智能的核心问题

概念

弱概念

- 自治性(autonomy)
- 社会能力(social ability)或称可通信性(communicability)
- 反应能力(reactivity)
- 自发行为(pro-activeness)

强概念

具有信念、能力、选择、承诺等心智构件

心理要素

心理学上的三种心智状态的要素

认知：信念、学习、知识

情感：愿望、偏好、兴趣

意向：目标、意图、规划、承诺

目前侧重研究信念(belief)、愿望(desire)、意图(intention)的关系和形式

化描述，建立主体的 BDI 模型

信念：主体对环境看法，可以表达将来发生的状态

愿望：主体对将来情景的判断

意图：主体的行动，是目标的子集

特性

2.1.4 智能体的特性

(1) **自主性**：Agent 具有独立的局部于自身的知识和知识处理方法，能够根据其内部状态和感知到的环境信息自主决定和控制自身的状态和行为。

(2) **反应性**：Agent 能够感知、影响环境。Agent 的行为是为了实现自身内在的目标，在某些情况下，Agent 能够采取主动的行为，改变周围的环境，以实现自身的目标。

(3) **社会性**：很多 Agent 同时存在，形成多智能体系统，模拟社会性的群体。Agent 具有和外部环境中其它 Agent 相互协作的能力，在遇到冲突时能够通过协商来解决问题。

(4) **进化性**：Agent 应该能够在交互过程中逐步适应环境，自主学习，自主进化。

主要的类型？及主要结构模型？

理性主体，慎思主体，反应主体

- 多真体系统的模型
 - BDI(信念、愿望、意图)模型
 - 协商模型
 - 协作规划模型
 - 自协调模型

体系结构

- 真体网络
- 真体联盟
- 黑板结构

通信

- T 用文字 W 向 H 调查建议 P
- 在 T 上
 - 意向、生成、综合
- 在 H 上
 - 感知、分析、消歧、总和

方式

- 黑板系统
 - 任何主体写入信息，其它主体读取所需信息
- 消息传送
 - 主体间直接交换信息
- 语言分类

- 表示型
- 指示型