

# Part III-B: Artificial Intelligence Outline

Lecture by 熊庆宇

Note by THF

2024 年 10 月 10 日

## 目录

1	人工智能发展历程	2
2	人工智能的知识表示	4
2.1	概述 . . . . .	4
2.2	命题逻辑 . . . . .	5
2.3	谓词逻辑 . . . . .	6
2.4	产生式知识表示法 . . . . .	8
2.5	框架式表达方法 . . . . .	9

## 人工智能大事件

1. GPT(ChatGPT), 2022.11
2. ERINE(文心一言), 2023.3
3. GPT4(多模态, Sora), 2024.2

**Notation.** 历史上人工智能与人类对弈:

1. 1997.5, IBM DeepBlue vs 卡斯帕罗夫 (国际象棋)
2. 2016.3, Google Alpha Go vs Lee & Ke
3. 2019.7, Facebook Pluribus vs 德州扑克世界冠军

算法案例化:

{  
人心可测  
路径导航  
数码寻优  
适者生存  
蚁群觅食  
性别预测  
电影分类  
...

## 课程要求

32 学时, 16 节课

教材: 人工智能导论

课后作业: 选修《人工智能导论》的动因、定位、设想, 800-1000 字

**Notation.** 课程有闭卷考试 (60%), 9-10 次作业和 2 次报告 (40%)

考试基于课上内容

## 1 人工智能发展历程

人工智能发展开始: 1956 年

### 孕育期: 1956 年前

**Notation.** 1943 年麦克洛奇和皮兹建成第一个神经网络模型 (MP 模型)

1949 年提出了 Hebb 规则 (激发函数规则)

神经网络的一些标准: 神经元层数、个数, 激发函数, 连接方式 (全连接/非全连接), **权重**, .....

## 第一次低谷期：1957-1973

### 形成期：1974-1980

### 黄金期：1980-1987

专家系统出现：MYCIN,PROSPECTOR,XCON 等

AI 被引入市场：Rumelhart 提出 BP（反向传播）算法，实现多层神经网络学习

## 第二次低谷期：1987-1993

专家系统难以使用、升级、维护，AI 未能完成既定目标

### 平稳期：1993-2011

### 蓬勃期：2012 至今

## 小结

**Notation.** 图灵测试：在封闭的房间中，一个人分别对两个对象询问并获得答案，两个对象分别是 AI 和人类，判断 AI 是否具备人类的特征

**Notation.** 人工智能三大学派：

1. 符号学派
2. 连接主义
3. 行为主义

**Notation.** 行为主义的代表性成果：蚁群算法、粒子群算法

比较三种主流方法：

表 1: 学习模式

符号主义	连接主义	行为主义
与人类逻辑类似	直接从数据中学习	从经验中持续学习

第一章作业：1-19 题

## 2 人工智能的知识表示

### 2.1 概述

研究人工智能的目的：使其得以模拟、延伸、扩展，

**Notation.** 人是一个物理符号系统

为使人工智能达到相应的功能：将知识破译、重新编码、建立相应的符号系统

**Notation.** 知识的层次：

现象  $\Rightarrow$  数据  $\Rightarrow$  信息  $\Rightarrow$  知识  $\Rightarrow$  智慧

数据：一些无关联的现象

数据  $\rightarrow$  信息：组织、分析

信息  $\rightarrow$  知识：解释、评价

知识  $\rightarrow$  智慧：理解、归纳

**Example.** 数据：下雨了，温度下降至 15 度

信息：地面水蒸发，遇冷暖峰过境

知识：理解下雨、蒸发、空气状况、地形、风向等及其中的作用机理

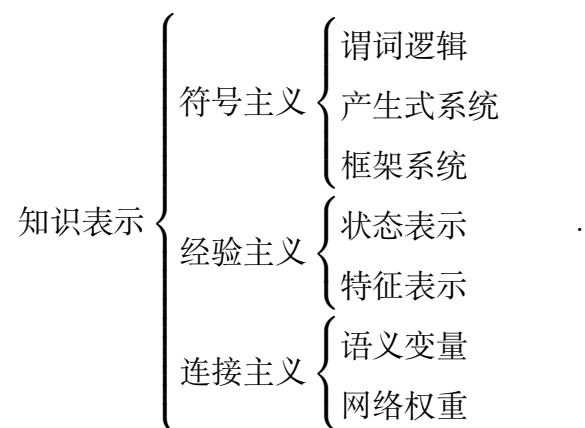
智慧：模拟天气变化，人工天气可控化

**Notation.** 知识的特性：

1. 相对正确性
2. 不确定性
3. 可表示性和可利用性

**Question.** 如何将人类知识形式化/模型化

对知识的一种描述或约定：转化为机器可接受描述的形式

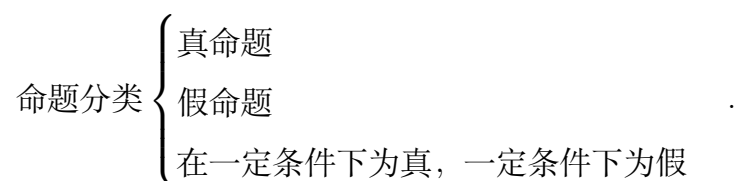


**Notation.** 亚里士多德提出了“三段论”演绎推理方法

莱布尼茨在 17 世纪提出二进制，乔治贝尔提出用简单符号表示逻辑命题，产生了“贝尔代数”：适于机器使用的数学规律

概念理论由概念名、概念内涵和概念外延组成

**Notation.** 命题：一个非真即假的陈述句



对于  $R: x < 8$  由于  $R$  的真假依赖于  $x$  的取值，因此无法判断

## 2.2 命题逻辑

**Notation.** 蕴含连结词：“若  $p$  则  $q$ ”称为  $p$  对  $q$  的蕴含式： $p \rightarrow q$

表 2: 命题的五种连结词

$\wedge$ (and)	$\vee$ (or)	$\neg$ (not)	$\Rightarrow$ (implies)	$\Leftrightarrow$ (forth and come)
----------------	-------------	--------------	-------------------------	------------------------------------

**Notation.** 充分条件： $p \subset q$ 即 $p \Rightarrow q$

表 3: 命题真值表

$p$	$q$	$\neg p$	$p \wedge q$	$p \vee q$	$p \Rightarrow q$	$p \Leftrightarrow q$
F	F	T	F	F	T	T
F	T	T	F	T	T	F
T	F	F	F	T	F	F
T	T	F	T	T	T	T

**Example.** 符号化:

1. 铁和氧化合但铁和氮不化合:

$p$  = 铁和氧化合,  $q$  = 铁和氮化合.

Org:  $p \vee (\neg q)$ .

2. 小张或小明通过了 CET6

$p$  = 小张通过 CET6,  $q$  = 小明通过 CET6.

Org:  $p \vee q$ .

3. 如果我下班早, 就去商城看看, 除非我很累

$p$  = 我下班早,  $q$  = 我很累,  $r$  = 我会去商城.

Org:  $(p \wedge (\neg q)) \Rightarrow r$ .

**Notation.** 命题逻辑的优劣:

优点: 能把客观世界的各种事实转化为逻辑命题

缺点: 不适合表达复杂问题、细节缺省

## 2.3 谓词逻辑

**Definition.** 谓词逻辑: 一种形式语言, 接近自然语言, 方便计算机处理

谓词: 用于刻画个体的性质、状态和个体之间关系的成分

**Example.**  $x$  是  $A$  类型的命题使用  $A(x)$  表达

$x$  大于  $y$  可表达为  $B(x, y)$

$A(x)$  称为一元谓词,  $B(x, y)$  称为二元谓词

用  $P(x_1, x_2, \dots, x_n)$  表示一个  $n$  元谓词公式,  $P$  为  $n$  元谓词,  $x_1, x_2, \dots, x_n$  为客体变量或变元

定义谓词  $U(x)$  表示  $x$  为大学生, 该谓词可以记录相关的属性

语法元素:

1. 常量 (个体符号): 通常是对象的名称
2. 变量符号: 小写字母
3. 函数符号: 小写英文字母  $f, g$  等

**Example.** 我喜欢音乐和绘画:

$$\text{Like}(\text{I}, \text{Music}) \wedge \text{Like}(\text{I}, \text{Painting}).$$

连词:

1. 与/合取:  $\text{Like}(\text{I}, \text{Music}) \wedge \text{Like}(\text{I}, \text{Painting})$
2. 或/析取

**Notation.** 全称量词  $\forall$

**Example.** 所有机器人都是灰色的:

$$\forall (x) [\text{Robot}(x) \rightarrow \text{Color}(x, \text{gray})].$$

**Notation.** 存在量词  $\exists$

**Example.** 1 号房间有一个物品:

$$\exists (x) \text{InRoom}(x, R_1).$$

函数和命题的区别:

函数是定义域到值域的映射

命题是定义域到  $\{\text{True}, \text{False}\}$  的映射

**Example.** 符号化 “所有数的平方是非负的”:

1. 个体  $x$
2. 函数符号  $f$ : 某数的平方
3. 谓词  $Q$ : 某个数是非负的
4. 符号化:  $(\forall x) Q(f(x))$

第二种:

1. 个体  $z$ : 表达一个数
2. 谓词  $R$ :  $x$  是一个实数
3. 函数符号  $f$
4. 谓词  $Q$
5. 符号化:  $(\forall z) [R(z) \rightarrow Q(f(z))]$

### 谓词逻辑推理形式化

**Example.** 所有人都会死, 孔子是人, 所以孔子会死:

$$(\forall x) (A(x) \rightarrow B(x)) \wedge A(\text{Confucious}) \rightarrow B(\text{Confucious}).$$

**Notation.** 谓词逻辑的优点: 自然性、精确性、易实现

缺点: 不能表示不确定性知识, 过于自由而兼容性差

应用:

1. 自动问答系统
2. 机器人行动规划系统
3. 机器博弈系统
4. 问题求解系统

作业: 第二章 1-18 题

## 2.4 产生式知识表示法

**Notation.** 确定性规则知识产生式:

$$P \rightarrow Q.$$



不确定性规则知识产生式:

$$P \rightarrow Q(\text{Conf}).$$

确定性规则知识产生式表示:

$$(\text{Relate}, a, b).$$

不确定性规则知识产生式表示:

$$(\text{Relate}, a, b, \text{Conf}).$$

**Notation.** 产生式规则和谓词逻辑的区别:

1. 产生式规则额外包含各种操作、规则、转换、算子、函数等
2. 产生式可以不精确表示知识

产生式规则缺点: 效率较低

应用: 专家系统

**Notation.** 专家系统组成:

第一层: 人机交互界面

第二层: 知识获取、推理机、解释器

第三层: 知识库、综合数据库

专家系统的局限性:

1. 知识获取的瓶颈
2. 规则“跷跷板”问题
3. 知识动态化困难

作业: 第二章 19-23 题

## 2.5 框架式表达方法

**Definition.** 框架: 对某种知识的整体认识, 描述所论对象属性的数据结构

通过框架可以生成表格

**Example.** 框架: 课程

框架理论使用层次化结构表达知识

表 4: 上课

XXX 课程	
课程需求	需求 1
	需求 2
	需求 3
课程内容	内容 1
	内容 2
	内容 3
...	...

表 5: 框架

框架名			
槽名 1	侧面名 11	值 111, 值 112, ...	约束条件 ...
	侧面名 12	值 121, 值 122, ...	
	侧面名 13	值 131, 值 132, ...	
槽名 2	侧面名 21	值 211	
	侧面名 22	值 212	
	侧面名 23	值 213	
...	...	...	
关联框架	< 框架名 1, 关系 >, < 框架名 2, 关系 >...		

**Example.** 例: 教师

框架名: 教师

1. 姓名 (VARCHAR(12))
2. 年龄 (INT)
3. 性别 (男、女)
4. 职称 (教授、副教授、讲师、助教)
5. 部门: (系、教研室)
6. 住址: (VARCHAR(64))
7. 工资 (INT)
8. 开始工作时间 (DATETIME)

9. 截止时间 (DATETIME, DEFAULT DATE(CURRENT\_TIMESTAMP))

10. 框架关联: 教职工, 教师

**Notation.** 框架表达的特点:

1. 结构性

2. 继承性

3. 自然性

作业: 习题 24,25