

# 人工智能

by xd\_zhu

笔记

## 零、考试

- 时间

7月10日 15:40-17:40

- 简答题

- ① 人工智能的三个学派：符号、连接、行为（10）
- ② 遗传算法的三个算子：交叉、变异、选择（6）
- ③ 知识表示（七选五）：状态空间、问题规约、谓词逻辑、语义网络、框架、剧本、过程（10）
- ④ 盲目搜索启：宽度、深度、等代价，启发式搜索：有序、 $A^*$ （8）

- 大题

- ① 谓词公式：定义+表示（3\*5）
- ② 消解反演：谓词定义+公式+子句集合+归结（15）
- ③ 有序搜索（15）
- ④ 模糊集合的复合（5）
- ⑤ 可信度计算（15）

# 一、绪论

- 三大学派

① 符号主义：认为人工智能源于数理逻辑，以知识的符号表达为基础，通过推理进行问题求解，

代表：启发式算法 → 专家系统 → 知识工程理论与技术

② 连接主义：认为人工智能源于仿生学，研究非程序的、适应性的、大脑风格的信息处理的本质和能力

代表：人工神经网络

③ 行为主义：主张从行为方面模拟、延伸、扩展人的智能

基本观点：到现场去、物理实现、初级智能、行为产生智能

---

## 二、神经网络

- 感知器

组成：输入信号、权值、阈值、激活函数

- 人工神经网络

概念：模拟生物神经网络由简单的处理单元(神经元)组成的大规模并行分布式处理器

分类：单个神经元、多层神经网络

类型：前馈、函数链、乘积单元、简单反馈、时延、级联

拓扑结构→连接结构、学习方法→权值

- 数据标准化

正向标准化、反向标准化

- BP算法

$$w(t) = w(t - 1) + \Delta w(t)$$

$$\Delta w(t) = \eta \left( - \frac{\partial \epsilon}{\partial w} \right)$$

①初始化权重、②前向传播、③计算误差、④反向传播、⑤判断结束

收敛误差  $E$  : 小  $\rightarrow$  效果好、慢、训练次数增加

步长 : 小  $\rightarrow$  收敛慢 , 大  $\rightarrow$  可能不收敛 , 自适应步长

- BP算法改进

缺陷 : 局部极小、收敛慢、缺乏理论指导、遗忘旧样本

改进 : 增加动量项、自适应学习率、增加陡度因子

### 三、遗传算法

- 编码与解码

位串形式编码 : 染色体 ( 个体 ) , 染色体的每位 : 基因

二进制编码位数 :  $\left\lceil \log_2 \left( \frac{b-a}{\epsilon} + 1 \right) \right\rceil$

编码方案 : 二进制、实数、整数、排列、有限状态机、树

决定 : ①选择交叉变异的方式、②搜索的复杂度、③求解精度

- 算法流程

① 初始化种群 , 计算适应度

② 种群进化 : 选择父代、交叉、变异、选择子代

③ 终止检验

- 算子

① 交叉 : 单点交叉、两点交叉、多点交叉、部分匹配交叉

② 变异 : 单点变异、两点变异、位移变异

③ 选择 : 轮盘赌选择、两两竞争法选择、锦标赛选择、精英保留

## 四、知识表示

- 基本概念

数据：事实或观察的结果，是对客观事物的逻辑归纳，用于表示客观事物的未经加工的原始素材，信息的载体

信息：比数据更抽象，是隐藏在数据背后的规律，需要挖掘

知识：有关信息关联在一起所形成的信息结构

知识表示：对知识的一种描述，一种计算机可以接受的用于描述知识的数据结构

- 知识表示的方法

① 状态空间：状态、算符、状态空间

② 问题规约：已知问题的描述，通过一系列变换把问题变为一个可直接解的本原问题集合（与或图）

③ 谓词逻辑：定义谓词，用谓词公式表示

④ 语义网络：知识的一种图解表示，由节点（表示实体、概念、情况）和弧线（表示关系）组成

⑤ 框架：一种结构化表示方法，由指定事物各个方面的槽组成

⑥ 剧本：框架的一种特殊形式，用一组槽来描述某些事件的发生序列

⑦ 过程：将有关某问题领域的知识，连同如何使用这些知识的方法，均隐式地表达为一个求解问题的过程

- 谓词逻辑表示

$$\neg(P \vee Q) \Leftrightarrow \neg P \wedge \neg Q$$

$$\neg(P \wedge Q) \Leftrightarrow \neg P \vee \neg Q$$

$$P \rightarrow Q \Leftrightarrow \neg P \vee Q$$

$$(\forall x)(A(x) \rightarrow B(x))$$

$$(\exists x)(A(x) \wedge B(x))$$

置换（ $t_i$ 代替 $x_i$ ）： $\{t_1/x_1, t_2/x_2 \dots t_n/x_n\}$

置换 $s$ 为公式集 $F$ 的合一：置换 $s$ 使得 $F_1s = F_2s = \dots = F_ns$

置换 $g$ 为公式集 $F$ 的最一般合一： $s$ 是 $F$ 的任意合一，均存在 $s'$ 使得 $Fs = Fgs'$

## 五、经典逻辑推理

- 基本概念

文字：原子谓词公式及其否定的统称

子句：由文字的析取式组成的公式

- 子句集的求取

- ① 消去蕴含
- ② 减少否定的辖域
- ③ 变量标准化
- ④ 消去存在两量词
- ⑤ 化为前束型
- ⑥ 化为合取范式
- ⑦ 消去全称量词
- ⑧ 更换变量名
- ⑨ 消去连词符号

- 消解反演

- ① 将已知前提表示为谓词公式  $F$
- ② 将待证明的结论表示为谓词公式  $Q$ ，并否定得到  $\neg Q$
- ③ 把谓词公式集  $\{F, \neg Q\}$  化为子句集  $S$
- ④ 应用消解原理对子句集  $S$  中的子句进行消解，直到出现空子句  $NIL$

- 消解原理求问题答案

- ① 将已知前提表示为谓词公式  $F$
- ② 把目标表示成谓词公式  $\neg Q$ ，并把它否定后与  $ANSWER(x)$  析取
- ③ 把谓词公式集  $\{F, \neg Q \vee ANSWER(x)\}$  化为子句集
- ④ 应用消解原理进行消解，得到  $ANSWER(\dots)$

## 六、图搜索策略

- 盲目搜索

定义：按预定的控制策略进行搜索，在搜索过程中获得的中间信息并不改变控制策略

分类：①宽度优先搜索（队列），②深度优先搜索（递归向下），③等代价搜索（代价优先队列）

- 启发式搜搜

定义：搜索中加入了与问题有关的启发性信息，指导搜索朝着最有希望的方向前进，加速问题的求解过程并找到最优解

分类：①有序搜索（估价函数优先队列）、②A\*算法（限制估价函数）

- 搜索的完备性

完备性：对于一类可解的问题和一个搜索过程，运用该搜索过程一定能求得该类问题的解

## 七、模糊逻辑

- 模糊集合

$$A = \mu_A(u_1)/u_1 + \mu_A(u_2)/u_2 + \dots + \mu_A(u_n)/u_n$$

$$A \cup B = \max_{u \in U} \{\mu_A(u), \mu_B(u)\}$$

$$A \cap B = \min_{u \in U} \{\mu_A(u), \mu_B(u)\}$$

$$\neg A = 1 - \mu_A(u)$$

$$A \subseteq B : \forall u \in U, \mu_A(u) \leq \mu_B(u)$$

承集： $SuppA = \{x \in U \mid \mu_A(x) \neq 0\}$

核： $KerA = \{x \in U \mid \mu_A(x) = 1\}$

高度： $HgtA = \sup\{\mu_A(x) \mid x \in U\}$

深度： $D_{pn}A = \inf\{\mu_A(x) \mid x \in U\}$

$\lambda$ 水平截集： $A_\lambda = \{x \mid x \in U, \mu_A(x) \geq \lambda\}$

- 模糊复合关系

$$R_1 \circ R_2 : \mu_{R_1 \circ R_2}(u, w) = \vee \{\mu_{R_1}(u, v) \wedge \mu_{R_2}(v, w)\}$$

- 模糊等价关系

自反性： $\mu_R(x, x) = 1$

对称性： $\mu_R(x, y) = \mu_R(y, x)$

传递性： $R^2 \subseteq R$  或

$\forall x, y, z \in R, \forall \lambda \in (0, 1],$  当  $\mu_R(x, y) \geq \lambda$  且  $\mu_R(y, z) \geq \lambda$  时,  $\mu_R(x, z) \geq \lambda$

$\lambda$ 截矩阵  $\rightarrow$  等价类  $\rightarrow$  Fuzzy分类

- 模糊推理

步骤：

① 构造A和B的模糊关系R

②  $B' = A' \circ R$

构造模糊矩阵：

① Mamdani方法

$$R = \int_{U \times V} (\mu_A(u) \wedge \mu_B(v)) / (u, v)$$

② 扎德方法：

$$R_m = \int_{U \times V} (\mu_A(u) \wedge \mu_B(v)) \vee (1 - \mu_A(u)) / (u, v)$$

$$R_a = \int_{U \times V} 1 \wedge (1 - \mu_A(u) + \mu_B(v)) / (u, v)$$

## 八、推理

- 概率公式

条件概率： $P(AB) = P(A|B)P(B)$

全概率公式： $P(B) = \sum_{i=1}^n P(A_i)P(B|A_i)$

贝叶斯公式： $P(A_i|B) = \frac{P(A_i)P(B|A_i)}{\sum_{j=1}^n P(A_j)P(B|A_j)}$

- 可信度方法

① 证据不确定型： $CF(E)$

$E = E_1 \text{ AND } E_2 : CF(E) = \min\{CF(E_1), CF(E_2)\}$

$E = E_1 \text{ OR } E_2 : CF(E) = \max\{CF(E_1), CF(E_2)\}$

② 知识不确定性： $CF(H, E)$

IF  $E$  THEN  $H : CF(H) = CF(H, E) \times \max\{0, CF(E)\}$

③ 不确定性合成：IF  $E_1$  THEN  $H$  , IF  $E_2$  THEN  $H$

$$CF(H) = \begin{cases} CF_1(H) + CF_2(H) - CF_1(H)CF_2(H) & CF_1(H) \geq 0, CF_2(H) \geq 0 \\ CF_1(H) + CF_2(H) + CF_1(H)CF_2(H) & CF_1(H) < 0, CF_2(H) < 0 \\ \frac{CF_1(H) + CF_2(H)}{1 - \min\{|CF_1(H)|, |CF_2(H)|\}} & else \end{cases}$$



## 九、蚁群算法

- 原理

- ① 信息素浓度与路径长度成反比
- ② 正反馈：信息素积累
- ③ 负反馈：信息素挥发

- 流程

- ① 路径构建
- ② 概率选择
- ③ 信息素更新
- ④ 判断收敛

- 优化

精英蚂蚁、基于排列的蚂蚁、最大最小蚂蚁、蚁群

---

## 十、粒子群算法

- 原理

- ① 每个粒子具有速度和位置
- ② 由本身历史最优和群里全局最优更新粒子

- 流程

- ① 随机初始化粒子，评估得到全局最优
- ② 更新粒子速度和位置，更新全局最优
- ③ 判断收敛

- 优化

参数、拓扑结构、混合算法

