

人工智能原理4

2024年6月23日 10:15

-----问题求解-----

1. 基本概念

搜索问题的基本组成：状态空间，初始状态，目标状态，行动，转移模型，动作代价函数，路径，解，最优解。

评价算法的四个方面：完备性、代价最优性、时间复杂性、空间复杂性

2. 简单环境搜索算法比较

广度优先：采取早起目标测试，是完备的，对于所有动作相同代价的问题，是代价最优的，时间复杂性和空间复杂性为 $O(b^d)$ ，其中 b 为分支因子， d 为最大深度。

一致代价搜索（UCS）：完备（要求代价非负）的且代价最优，其时空复杂性 $O(b^{1+C/e})$ ，取中 C 与 e 跟代价有关。

深度优先搜索：完备性视情况而定，有环或无限空间就不完备。不是代价最优。其空间复杂性为 $O(bm)$ 。其变形有深度受限、迭代加深、双向搜索。

贪心最佳优先搜索（仅根据启发函数搜索）：有限状态完备，无限状态不完备，不是代价最优，时空复杂性为 $O(|V|)$

启发式搜索（根据评价函数搜索）：

- 可容许性
- 一致性
- 完备的，但代价最优取决于上述两个性质，对于树搜索，可容许即最优，对于图搜索，一致+可容许即最优
- 扩展：双向A*，IDA*，RBFS，SMA*，束搜索，加权A*

3. 复杂环境中的搜索

(1) 局部搜索（不关心路径，只求解出最终状态）

- 爬山搜索：难以处理局部极大值，岭，平台区。其变形有允许横向移动、随机爬山法、首选爬山法、随机重启爬山法
- 模拟退火：核心是随机选择移动的概率与 ΔE （变坏程度）和 T （温度）有关
- 局部束搜索：从 K 个随机状态开始，每一步中根据概率或不根据概率生成全部 K 个状态的所有后继状态，并选择 K 个最佳后继重复操作，直到发现最优

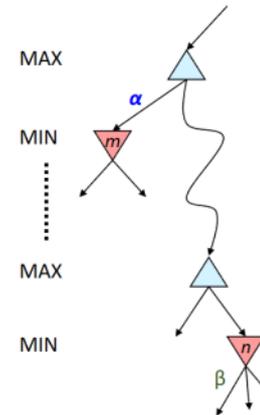
- 进化遗传算法：个体、选择、重组、突变
- 连续状态空间的搜索：离散化、梯度更新、凸优化等

(2) 对抗搜索与博弈（多智能体下的搜索）

- 极小极大化算法（时间复杂度为 $O(b^m)$ ，空间复杂度为 $O(bm)$ ）
- $\alpha - \beta$ 剪枝：消除对结果没有影响的树的大部分，时间复杂度受受后续状态检查顺序的影响，最优为 $O(b^{m/2})$ 。

• 剪掉 MIN 结点的子结点

- 考虑某对手MIN结点 n ，本来我们得计算其 MIN-VALUE
- 考虑到如果MAX在 n 的上层的任何选择点有更好的选择 m ，那么在实际的博弈中一个理性的MAX就永远不会到达 n
- 在计算 n 的 MIN-VALUE 时，我们需要检查 n 的后代
- 在Alpha-Beta 剪枝算法中，让 α 代表目前路径上发现的MAX的最佳（即极大值）选择，这里是 m 的 MIN-VALUE
- 在检查 n 的后代的过程中，如果发现 n 目前的极小值 β (还没检查完所有后代) 已经比 α 还要小了，则没必要再继续检查 n 的其它后代了，因为不管怎么样， n 的MIN-VALUE 已经比 m 的MIN-VALUE要小了，MAX不会选择偏小的 n 了



• 剪掉MAX结点的子结点的过程是类似的

56

Alpha-Beta 剪枝算法实现

到目前为止路径上发现的MAX的最佳（即极大值）选择

α : MAX's best option on path to root

β : MIN's best option on path to root

到目前为止路径上发现的MIN的最佳（即极小值）选择

- 启发式 $\alpha - \beta$ 树搜索：提前截断，对状态应用启发式评价函数，评价函数取决于特征选。
- Expectimax搜索：增加机会节点，为其后继状态的平均值
- 蒙特卡洛树搜索（MCTS）：根据UCB1公式进行选择、扩展、模拟、反向传播

(3) 约束满足问题（使用因子化表示打破原子的黑盒）

- CSP问题的组成：变量集合、域的集合、约束集合
- CSP问题的解：对所有变量进行赋值，使得所有约束得到满足
- CSP问题的搜索：采用回溯搜索，变量选择顺序遵循最少剩余值（选择合法值最少的变量），或者度启发式（选择与其他未赋值变量约束最多的变量）。而变量中值的选择遵循最少约束值（选择为约束图中相邻变量留下最多选择的值）。

- CSP问题的推断
 - 前向检验：赋值一个变量后，删除有关的未赋值变量中不满足约束的值
 - 约束传播：
 - 节点一致性
 - 弧一致性：对于变量 X 、 Y ，如果 X 中的每一个值，在 Y 中都存在满足约束条件的值，则 X 相对于 Y 是弧一致的。
 - 增强弧一致性算法：AC-3。每次弹出任意一条弧 (X, Y) ，使 X 相对于 Y 弧一致，若 X 值域变化，则将所有弧 (Z, X) 添加到队列，其中 Z 为 X 的邻居，直到队列中弧为空。
 - 路径一致性
 - k 一致性
- CSP问题的转化：割集调整（转化为树状结构），树分解，值对称。
- CSP的局部搜索：每一状态为所有变量赋值，搜索一次改变一个变量的值，搜索时选择与其他变量冲突最少的值。