



人工智能

Artificial Intelligence

极夜酱

目录

1 搜索	1
1.1 人工智能	1
1.2 状态空间	5
1.3 盲目搜索/无信息搜索	8

Chapter 1 搜索

1.1 人工智能

1.1.1 人工智能 (Artificial Intelligence)

我们称自己为智人，几千年来，我们一直试图了解我们是如何思考和行动的。

AI 企图了解智能的实质，并生产出一种新的能以人类智能相似的方式做出反应的智能机器，该领域的研究包括机器人学、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。

人类通过器官（眼、耳、鼻、口、皮肤）从外部环境进行感知，并做出一系列行为（说话、吃饭、移动、决策等）。

智能 Agent 通过传感器（麦克风、摄像头、陀螺仪、声呐等）从外部环境进行感知，从而进行规划、分类、预测等行为。

一个理性的 Agent (Rational Agent) 需要能进行理性的思考和行为，即在现有环境下，做出利益最大化的行为。

1.1.2 AI 的演变

基于逻辑的 AI (Logic-Based AI)

最初的人工智能是基于逻辑学的，数理逻辑的思想和方法一直在知识表示中发挥着重要作用。基于逻辑的 AI 的领域包括常识推理、溯因推理、归纳推理、计算逻辑、概率、规划、决策等。

建立在命题逻辑和谓词逻辑上的 AI 在九十年代前进入了寒冬，直到大量统计学方法引入之后才有了现在大热的机器学习。

专家系统 (Expert System)

专家系统是一个智能计算机程序，其内部含有大量的某个领域专家水平的知识与经验，它根据系统中的知识与经验，进行推理和判断，模拟人类专家的决策过程，以便解决那些需要人类专家处理的复杂问题。

例如医疗诊断系统，它依靠病人的具体病况作为条件来分析，系统可根据病人的病情描述，在已有的知识与经验中，匹配最有可能的病症和治疗方案。

虽然专家系统看起来已经发展了很久，但是它并没有那么可靠。例如在实际的看病过程中，往往医生在除了问询之外，还有自己做推断的部分，目前的专家系统还没有办法做到对病人的病况了解的足够清晰。

其次专家系统的一大问题就是其潜在的风险性，包括无人驾驶汽车也有类似的问题。在发生问题之后，谁来背负责任呢？比如某患者采用了一个医疗专家系统，然后听从专家系统的指示，可结果病情却越来越重。

机器学习 (Machine Learning)

机器学习是一门多领域交叉的学科，涉及概率论、统计学、逼近论、凸分析、算法复杂度理论等多门学科，专门研究计算机怎样模拟或实现人类的学习行为，以获取新的知识或技能，重新组织已有的知识结构使之不断改善自身的性能。

例如在自动驾驶中需要通过机器视觉不断看到周围的物体，然后通过机器学习来辨识出这些物体是什么（人、车、交通灯等）。学会辨识图片的过程需要输入大量的车辆的图片给机器学习，最后它就会知道这些图片代表的是车。



图 1.1: 自动驾驶

机器学习最重要的是预测，比如通过大量的图片学会什么是车后，再来一张没有见过的车辆的图片，我们希望机器可以做出正确的判断。因此机器学习包含训练和预测两个部分，并且要保证一定的正确率。

深度学习 (Deep Learning)

深度学习是一种深层次的学习，以教儿童认字为例，按照字从简单到复杂的顺序，让儿童反复看每个字的各种写法，并自己临摹。看得多了，自然就记住了。下次再见到同一个字，就很容易能认出来。认字时，一定是儿童的大脑在接受许多遍相似图像的刺激后，为每个字总结出了某种规律性的东西，下次大脑再看到符合这种规律的图案，就知道是什么字了。

计算机在识别时，也要先把每一个图案反复看很多很多遍，然后在总结出一个规律，以后计算机再看到类似的图案，只要符合之前总结的规律，计算机就能知道这是什么图案。用专业的术语来说，计算机用来学习的、反复看的图片叫训练数据集。



图 1.2: 验证码

深度学习与机器学习的主要区别是在于性能。当数据量很少的时候，深度学习的性能并不好，因为深度学习算法需要大量数据才能很好理解其中蕴含的模式。因此深度学习算法严重依赖高端机，而传统的机器学习算法在低端机上就能运行。深度学习需要 GPU（Graphics Processing Unit）进行大量的矩阵乘法运算。

1.2 状态空间

1.2.1 智能 Agent

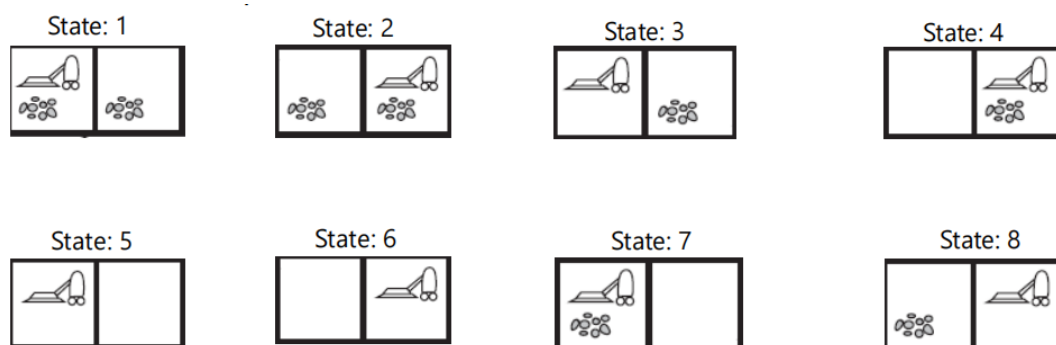
智能 Agent 的设计取决于一系列因素：

- 环境：静态 (static)、动态 (dynamic)
- 表示方案 (representation scheme)：状态 (state)、特征 (feature)、关系 (relation)
- 可观察性 (observability)：完全可观察、部分可观察
- 参数类型：离散 (discrete)、连续 (continuous)
- 不确定性 (uncertainty)：确定性 (deterministic)、随机性 (stochastic)
- 学习：知识是给定的 (已知的)，知识是学来的 (未知的)
- Agent 数量：单 Agent、多 Agent

1.2.2 状态空间 (State Space)

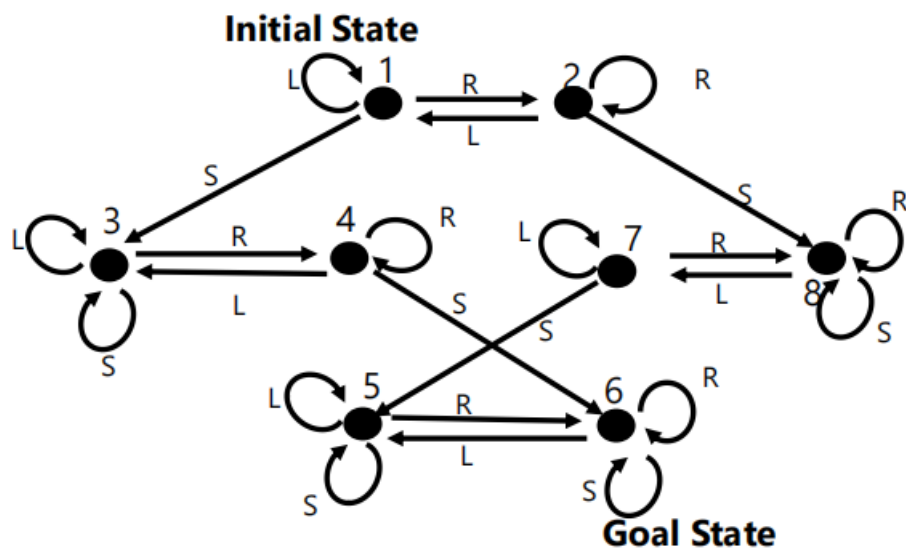
假设有两个有灰尘的房间 A 和 B，吸尘器一开始位于房间 A，吸尘器只能进行左移、右移和吸尘三个操作，最终的目标是将两个房间内的灰尘清扫完毕。

因此根据房间有无灰尘和吸尘器的位置，一共存在 8 种状态。



状态	房间 A	房间 B	吸尘器位置
1	脏	脏	A
2	脏	脏	B
3	干净	脏	A
4	干净	脏	B
5	干净	干净	A
6	干净	干净	B
7	脏	干净	A
8	脏	干净	B

假设以状态 6 作为目标状态 (goal state)，可以得到状态空间图：



提取问题中的特征：

- $status = \{clean, dirty\}$
- $location = \{A, B\}$
- $actions = \{suck, left, right\}$

吸尘器的处理过程可以表示为：

Algorithm 1 VacuumCleaner

```
1: procedure VACUUMCLEANER(status, location)
2:   if status = dirty then
3:     return suck
4:   end if
5:   if location = A and status = clean then
6:     return right
7:   end if
8:   if location = B and status = clean then
9:     return left
10:  end if
11: end procedure
```

1.2.3 性能评估 (Performance Measure)

算法的性能评估包含以下几个方面：

- 完备性 (completeness)
 - 完备 (Complete)：算法可以到达目标状态
 - 不完备 (incomplete)：算法无法到达目标状态
- 正确性
- 最优性 (optimality)：算法以最优解（最小代价）找到到达目标状态的路径
- 时间复杂度 (time complexity)：求解所需的时间
- 空间复杂度 (space complexity)：求解所需的存储空间

1.3 盲目搜索/无信息搜索

1.3.1 盲目搜索/无信息搜索 (Uninformed Search)

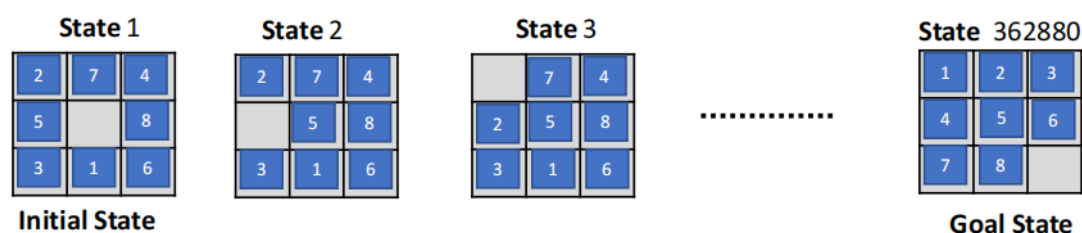
当需要采取的正确行动不是显而易见时，Agent 就需要提前规划，考虑能够通往目标状态的一系列行动，Agent 所进行的计算过程被称为搜索。

对于一个问题，首先需要确定它的初始状态 (initial state) 和目标状态，其次需要对问题进行建模 (modeling)。一个问题的建模包括 6 个部分：

1. 状态集合
2. 初始状态
3. 行为集合 $Actions(s)$ ：在状态 s 时所有合法的行为集合
4. 状态转移 $Result(s, a)$ ：返回在状态 s 时执行行为 a 后的状态
5. 目标状态：使用 $IsGoal(s)$ 来判断状态 s 是否为目标状态
6. 行为代价函数 (Action Cost Function)：在某个状态执行某个行为所需的代价，使用 $ActionCost(s, a, s')$ 表示在状态 s 执行行为 a 到达状态 s' 所需的代价

在八数码 (8-puzzle) 问题中，在一个 3×3 的方格中，有数字 1-8 和一个空白，最终需要将数字依次排列，使空白位于最后的位置。

八数码问题一共存在 $9! = 362880$ 种状态，其中初始状态为任意一种摆放布局，目标状态为依次排列的布局。



行为包括可以将空白进行上移 (U)、下移 (D)、左移 (L)、右移 (R)，每次移动的代价可以认为都为 1，例如对初始状态中的空白进行左移，其状态转移可表

示为 $s_2 = Result(s_1, L)$ 。

在罗马尼亚地图（Romania map）中，例如初始位置位于 Arad，最终想要到达 Bucharest。问题的状态为所有的城市，每次行动的代价为城市间的距离。

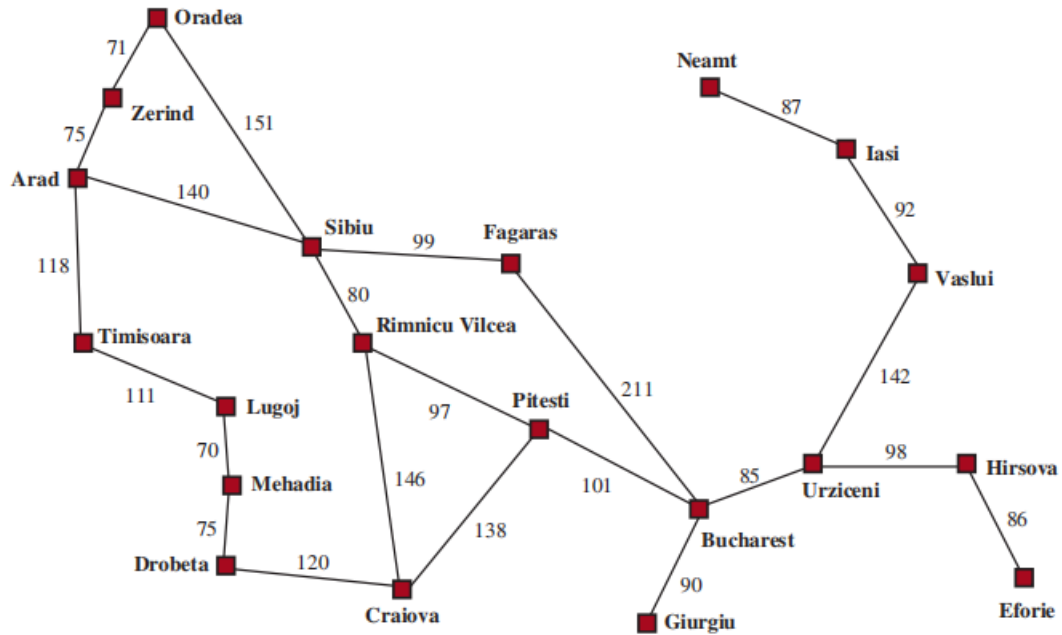


图 1.3: 罗马尼亚地图

1.3.2 搜索树 (Search Tree)