



# Reinforcement Learning: An Introduction

强化学习导论第二版疑问

作者：吕昀璘

组织：UESTC

时间：March 24, 2020



*Victory won't come to us unless we go to it. — M. Moore*

# 目录

<b>1</b>	<b>介绍</b>	<b>1</b>
1.1	强化学习	1
1.2	例子	1
1.3	强化学习的要素	1
1.4	局限和范围	1
1.5	拓展例子：井字游戏	1
1.6	总结	1
1.7	强化学习的早期历史	1
	<b>第一部分 表格解决方法</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>多臂赌博机</b>	<b>3</b>
2.1	$k$ 臂赌博机问题	3
2.2	动作值方法	3
2.3	10 臂试验	3
2.4	渐增实现	3
2.5	非平稳问题	3
2.6	乐观初始值	3
2.7	置信上限动作选择	3
2.8	梯度赌博机算法	3
2.9	关联搜索（上下文赌博机）	3
2.10	总结	3
<b>3</b>	<b>有限马尔可夫决策过程</b>	<b>4</b>
3.1	Agent-环境接口	4
3.2	目标和奖励	4
3.3	回报和 episode	4
3.4	回合和连续任务的统一符号	4
3.5	策略和值函数	4
3.6	最优策略和最优值函数	4
3.7	最优和近似	4
3.8	总结	4

<b>4</b>	<b>动态规划</b>	<b>5</b>
4.1	策略评估	5
4.2	策略改进	5
4.3	策略迭代	5
4.4	值迭代	5
4.5	异步动态规划	5
4.6	广义策略迭代	5
4.7	动态规划效率	5
4.8	总结	5
<b>5</b>	<b>蒙特卡罗方法</b>	<b>6</b>
5.1	蒙特卡洛预测	6
5.2	动作值的蒙特卡洛估计	6
5.3	蒙特卡洛控制	6
5.4	无探索起点的蒙特卡洛控制	6
5.5	重要性采样的 off-policy 预测	6
5.6	渐增实现	6
5.7	Off-policy 蒙特卡洛控制	6
5.8	* 折扣的重要性采样	6
5.9	* 每决策的重要性采样	6
5.10	总结	6
<b>6</b>	<b>时间差分学习</b>	<b>7</b>
6.1	TD 预测	7
6.2	TD 预测方法的优势	7
6.3	TD(0) 的最优性	7
6.4	Sarsa: on-policy TD 控制	7
6.5	Q-learning: off-policy TD 控制	7
6.6	期望 Sarsa	7
6.7	最大化偏差与 Double Learning	7
6.8	游戏、后期状态和其他特殊情况	7
6.9	总结	7
<b>7</b>	<b>n 步自举</b>	<b>8</b>
7.1	n 步 TD 预测	8
7.2	n 步 Sarsa	8
7.3	n 步 off-policy 学习	8
7.4	* 控制变量的每决策方法	8
7.5	无重要性采样的 off-policy 学习: $n$ 步树备份算法	8

7.6	* 一种统一算法: $Q(\sigma)$	8
7.7	总结	8
<b>8</b>	<b>表格法进行规划和学习</b>	<b>9</b>
8.1	模型和规划	9
8.2	Dyna: 综合规划, 行动和学习	9
8.3	当模型错误时	9
8.4	优先扫描	9
8.5	期望与采样更新	9
8.6	轨迹采样	9
8.7	实时动态规划	9
8.8	决策时规划	9
8.9	启发式搜索	9
8.10	展开算法	9
8.11	蒙特卡洛树搜索	9
8.12	本章总结	9
8.13	第一部分总结: 维度	9

# 第一章 介绍

---

## 1.1 强化学习

## 1.2 例子

## 1.3 强化学习的要素

## 1.4 局限和范围

## 1.5 拓展例子：井字游戏

## 1.6 总结

## 1.7 强化学习的早期历史

## 第一部分

# 表格解决方法

## 第二章 多臂赌博机

---

### 2.1 $k$ 臂赌博机问题

### 2.2 动作值方法

### 2.3 10 臂试验

### 2.4 渐增实现

### 2.5 非平稳问题

$$(1 - \alpha)^n + \alpha \sum_{i=1}^n (1 - \alpha)^{n-i} \quad (2.1)$$

$$= (1 - \alpha)^n + \alpha \frac{1 - (1 - \alpha)^n}{1 - (1 - \alpha)} \quad (2.2)$$

$$= (1 - \alpha)^n + 1 - (1 - \alpha)^n \quad (2.3)$$

$$= 1 \quad (2.4)$$

### 2.6 乐观初始值

### 2.7 置信上限动作选择

### 2.8 梯度赌博机算法

### 2.9 关联搜索（上下文赌博机）

### 2.10 总结

## 第三章 有限马尔可夫决策过程

---

### 3.1 Agent-环境接口

### 3.2 目标和奖励

### 3.3 回报和 episode

### 3.4 回合和连续任务的统一符号

### 3.5 策略和值函数

### 3.6 最优策略和最优值函数

### 3.7 最优和近似

### 3.8 总结



## 第四章 动态规划



- 4.1 策略评估
- 4.2 策略改进
- 4.3 策略迭代
- 4.4 值迭代
- 4.5 异步动态规划
- 4.6 广义策略迭代
- 4.7 动态规划效率
- 4.8 总结

## 第五章 蒙特卡罗方法

---

### 5.1 蒙特卡洛预测

### 5.2 动作值的蒙特卡洛估计

### 5.3 蒙特卡洛控制

### 5.4 无探索起点的蒙特卡洛控制

### 5.5 重要性采样的 off-policy 预测

### 5.6 渐增实现

### 5.7 Off-policy 蒙特卡洛控制

### 5.8 \* 折扣的重要性采样

### 5.9 \* 每决策的重要性采样

### 5.10 总结

## 第 六 章 时间差分学习

---

### 6.1 TD 预测

### 6.2 TD 预测方法的优势

### 6.3 TD(0) 的最优性

### 6.4 Sarsa: on-policy TD 控制

### 6.5 Q-learning: off-policy TD 控制

### 6.6 期望 Sarsa

### 6.7 最大化偏差与 Double Learning

### 6.8 游戏、后期状态和其他特殊情况

### 6.9 总结

## 第七章 $n$ 步自举

---

### 7.1 $n$ 步 TD 预测

### 7.2 $n$ 步 Sarsa

### 7.3 $n$ 步 off-policy 学习

### 7.4 \* 控制变量的每决策方法

### 7.5 无重要性采样的 off-policy 学习: $n$ 步树备份算法

### 7.6 \* 一种统一算法: $Q(\sigma)$

### 7.7 总结

## 第 八 章 表格法进行规划和学习

---

### 8.1 模型和规划

### 8.2 Dyna: 综合规划，行动和学习

### 8.3 当模型错误时

### 8.4 优先扫描

### 8.5 期望与采样更新

### 8.6 轨迹采样

### 8.7 实时动态规划

### 8.8 决策时规划

### 8.9 启发式搜索

### 8.10 展开算法

### 8.11 蒙特卡洛树搜索

### 8.12 本章总结

### 8.13 第一部分总结：维度

## 第二部分

# 近似解决方法

## 第九章 基于近似的 on-policy 预测

