

# 作业解答

- Leetcode 200. Number of Islands
  - 最直接的种子填充法
- Leetcode 130. Surrounded Regions
  - 种子填充法后，找到哪些是被包围的区域，反转

# 动态规划

Ben

# 课程说明

- 前导技能
  - 递归, 基本的暴力搜索 (必会)
- 动态规划 (Dynamic Programming)
  - 名字并无多大意义
- 目标
  - 分析 -> Coding -> AC
- 课程开始
  - Leetcode 198

# 定义

- 本质：递归
- 原问题 (N)  $\rightarrow$  子问题 (N-1)  $\rightarrow$  原问题 (N)
- 最优子结构
  - 子问题最优决策可导出原问题最优决策
  - 无后效性
- 重叠子问题
  - 去冗余
  - 空间换时间 (注意分析时空复杂度)

# 问题共性

- 套路
  - 最优，最大，最小，最长，计数
- 离散问题
  - 容易设计状态（整数01背包问题）
- 最优子结构
  - $N-1$ 可以推导出 $N$

# 基本步骤

- 四个步骤
  - 设计暴力算法，找到冗余
  - 设计并存储状态（一维，二维，三维数组，甚至用Map）
  - 递归式（状态转移方程）
  - 自底向上计算最优解（编程方式）

# 实例

- 斐波那契数列
  - 暴力递归
  - $F(n)$ 表示斐波那契第 $n$ 个
  - $F(n) = F(n-1) + F(n-2)$ , if  $n \geq 2$ , otherwise  $F(n) = 1$
  - for  $i \leftarrow 2$  to  $n$
- $N!$ 
  - 暴力递归
  - $F(n)$ 表示 $n!$ 的值
  - $F(n) = F(n-1) * n$ , if  $n \geq 1$ , otherwise  $F(n) = 1$
  - for  $i \leftarrow 2$  to  $n$

# 小兵向前冲

- $N \times M$ 的棋盘上，小兵要从左下角走到右上角，只能向上或者向右走，问有多少种走法
- 套路：计数问题
  - 暴力搜索（回溯法）
  - $F(n,m)$ 表示棋盘大小为 $n \times m$ 时走法数量
  - $F(n,m) = F(n-1,m) + F(n,m-1)$  if  $n \times m > 0$ , otherwise  $F(n,m) = 1$
  - for  $i \leftarrow 1$  to  $n$ 
    - for  $j \leftarrow 1$  to  $m$



# 小兵向前冲

- 空间复杂度?
- 时间复杂度?
- 组合数递推公式 $C(n,m)$  ?
- 如果某些格子禁止小兵进入?
- 小兵一次某方向上可以走一步或者两步?

# 01背包问题

- 小偷有一个容量为 $W$ 的背包，有 $n$ 件物品，第 $i$ 个物品价值 $v_i$ ，且重 $w_i$
- 目标: 找到 $x_i$ 使得对于所有的 $x_i = \{0, 1\}$
- $\text{sum}(w_i * x_i) \leq W$ , 并且  $\text{sum}(x_i * v_i)$ 最大
- 套路：最大
  - 暴力回溯法怎么写？
  - $F(i, W)$ 表示前 $i$ 件物品体积为 $w$ ，最大价值
  - $F(i, W) = \max\{F(i-1, W), F(i-1, W-w_i) + v_i\}$  //后一项当 $W < w_i$ 时为0
  - for  $i \leftarrow 1$  to  $n$ 
    - for  $j \leftarrow 1$  to  $W$

# 01背包问题

- 空间复杂度?
- 时间复杂度?
- 滚动数组
- 如果 $W$ 很大怎么办?
- 如果相关值是实数怎么办?
- 类似题目Leetcode 322

# 最长公共子序列

- 一个给定序列的**子序列**是在该序列中删去若干元素后得到的序列
- 给定两个序列X和Y，当另一序列Z既是X的子序列又是Y的子序列时，称Z是序列X和Y的公共子序列
- **最长公共子序列**
- $X = (A, B, C, B, D, A, B)$     $Y = (B, D, C, A, B, A)$
- $(B, C, B, A)$     $(B, D, A, B)$

# 最长公共子序列

- 如何暴力回溯递归?
- 状态表示 $F(i, j)$
- $F(i, j) = \max\{F(i - 1, j), F(i, j - 1), F(i - 1, j - 1) + 1\}$  //后一项当 $X[i] \neq Y[i]$ 时为零
- for  $i \leftarrow 1$  to  $N$ 
  - for  $j \leftarrow 1$  to  $M$
- 类似题目Leetcode 72

# 旅行商问题

- 一个商人要不重复的访问N个城市，允许从任意城市出发，在任意城市结束。现已知任意两个城市之间的道路长度
- 求城市的访问序列，使得商人走过的路程最短
- 例：N=4，访问序列3，4，1，2
- NP问题，最优解无多项式时间算法
- 时间复杂度？空间复杂度？
- 状态压缩
  - 时间复杂度
  - 空间复杂度

# 总结

- 动态规划算法用到的题目存在很多套路
- 滚动数组，状态压缩，升维，单调性，四边形不等式（高级套路）
- 先学套路，跳出套路
- 本质：先暴力，找冗余，去冗余