如何运用贪心思想玩Jump游戏

https://www.cnblogs.com/labuladong/p/13945671.html
55.跳跃游戏
45.跳跃游戏 II
--
经常有读者在后台问，动态规划和贪心算法到底有啥关系。我们之前的文章 贪心算法之区间调度问题 就说过一个常见的时间区间调度的贪心算法问题。
说白了，贪心算法可以理解为一种特殊的动态规划问题，拥有一些更特殊的性质，可以进一步降低动态规划算法的时间复杂度。
那么这篇文章，就讲 LeetCode 上两道经典的贪心算法：跳跃游戏 I 和跳跃游戏 II。
我们可以对这两道题分别使用动态规划算法和贪心算法进行求解，通过实践，你就能更深刻地理解贪心和动规的区别和联系了。

Jump Game I

跳跃游戏 I 是 LeetCode 第 55 题，难度是 Medium，但实际上是比较简单的，看题目：

> 给定一个非负整数数组，你最初位于数组的第一个位置。
>
> 数组中的每个元素代表你在该位置可以跳跃的最大长度。
>
> 判断你是否能够到达最后一个位置。
>
> **示例 1:**

```
输入: [2,3,1,1,4]
输出: true
解释: 我们可以先跳 1 步，从位置 0 到达 位置 1, 然后再从位置 1 跳 3 步到达最后一个位置。
```

> **示例 2:**

```
输入: [3,2,1,0,4]
输出: false
解释: 无论怎样，你总会到达索引为 3 的位置。但该位置的最大跳跃长度是 0 ， 所以你永远不可能到达最后一个位置。
```

不知道读者有没有发现，有关动态规划的问题，大多是让你求最值的，比如最长子序列，最小编辑距离，最长公共子串等等等。这就是规律，因为动态规划本身就是运筹学里的一种求最值的算法。
那么贪心算法作为特殊的动态规划也是一样，也一定是让你求个最值。这道题表面上不是求最值，但是可以改一改：
请问通过题目中的跳跃规则，最多能跳多远？如果能够越过最后一格，返回 true，否则返回 false。

所以说，这道题肯定可以用动态规划求解的。但是由于它比较简单，下一道题再用动态规划和贪心思路进行对比，现在直接上贪心的思路：

```
bool canJump(vector<int>& nums) {
    int n = nums.size();
    int farthest = 0;
    for (int i = 0; i < n - 1; i++) {
        // 不断计算能跳到的最远距离
        farthest = max(farthest, i + nums[i]);
        // 可能碰到了 0，卡住跳不动了
        if (farthest <= i) return false;
    }
    return farthest >= n - 1;
}
```

你别说，如果之前没有做过类似的题目，还真不一定能够想出来这个解法。每一步都计算一下从当前位置最远能够跳到哪里，然后和一个全局最优的最远位置 farthest 做对比，通过每一步的最优解，更新全局最优解，这就是贪心。
很简单是吧？记住这一题的思路，看第二题，你就发现事情没有这么简单。。。

Jump Game II

这是 LeetCode 第 45 题，也是让你在数组上跳，不过难度是 Hard，解法可没上一题那么简单直接：

> 给定一个非负整数数组，你最初位于数组的第一个位置。
>
> 数组中的每个元素代表你在该位置可以跳跃的最大长度。
>
> 你的目标是使用最少的跳跃次数到达数组的最后一个位置。
>
> **示例:**
>
> ```
> 输入: [2,3,1,1,4]
> 输出: 2
> 解释: 跳到最后一个位置的最小跳跃数是 2。
>      从下标为 0 跳到下标为 1 的位置，跳 1 步，然后跳 3 步到达数组的最后一个位置。
> ```
>
> **说明:**
>
> 假设你总是可以到达数组的最后一个位置。

现在的问题是，保证你一定可以跳到最后一格，请问你最少要跳多少次，才能跳过去。
我们先来说说动态规划的思路，采用自顶向下的递归动态规划，可以这样定义一个 dp 函数：

```
// 定义：从索引 p 跳到最后一格，至少需要 dp(nums, p) 步
```

```
int dp(vector<int>& nums, int p);
```

我们想求的结果就是 dp(nums, 0)，base case 就是当 p 超过最后一格时，不需要跳跃：

```
if (p >= nums.size() - 1) {
    return 0;
}
```

根据前文 [动态规划套路详解]() 的动规框架，就可以暴力穷举所有可能的跳法，通过备忘录 memo 消除重叠子问题，取其中的最小值最为最终答案：

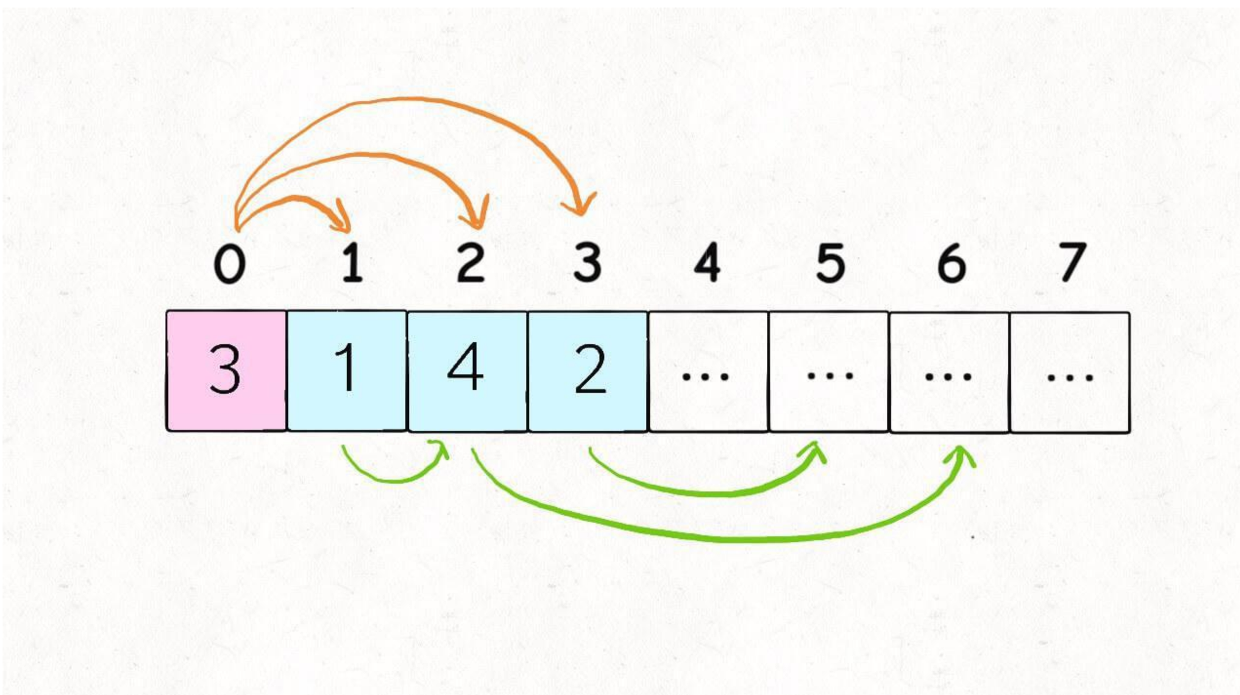
```
vector<int> memo;
// 主函数
int jump(vector<int>& nums) {
    int n = nums.size();
    // 备忘录都初始化为 n，相当于 INT_MAX
    // 因为从 0 调到 n - 1 最多 n - 1 步
    memo = vector<int>(n, n);
    return dp(nums, 0);
}

int dp(vector<int>& nums, int p) {
    int n = nums.size();
    // base case
    if (p >= n - 1) {
        return 0;
    }
    // 子问题已经计算过
    if (memo[p] != n) {
        return memo[p];
    }
    int steps = nums[p];
    // 你可以选择跳 1 步，2 步...
    for (int i = 1; i <= steps; i++) {
        // 穷举每一个选择
        // 计算每一个子问题的结果
        int subProblem = dp(nums, p + i);
        // 取其中最小的作为最终结果
        memo[p] = min(memo[p], subProblem + 1);
    }
    return memo[p];
}
```

这个动态规划应该很明显了，按照前文 动态规划套路详解 所说的套路，状态就是当前所站立的索引 p，选择就是可以跳出的步数。
该算法的时间复杂度是 递归深度 × 每次递归需要的时间复杂度，即 **O(N^2)**，在 LeetCode 上是无法通过所有用例的，会超时。
贪心算法比动态规划多了一个性质：贪心选择性质。我知道大家都不喜欢看严谨但枯燥的数学形式定义，那么我们就来直观地看一看什么样的问题满足贪心选择性质。
刚才的动态规划思路，不是要穷举所有子问题，然后取其中最小的作为结果吗？核心的代码框架是这样：

```
int steps = nums[p];
    // 你可以选择跳 1 步，2 步...
    for (int i = 1; i <= steps; i++) {
        // 计算每一个子问题的结果
        int subProblem = dp(nums, p + i);
        res = min(subProblem + 1, res);
    }
```

for 循环中会陷入递归计算子问题，这是动态规划时间复杂度高的根本原因。
但是，真的需要【递归地】计算出每一个子问题的结果，然后求最值吗？直观地想一想，似乎不需要递归，只需要判断哪一个选择最具有【潜力】即可：

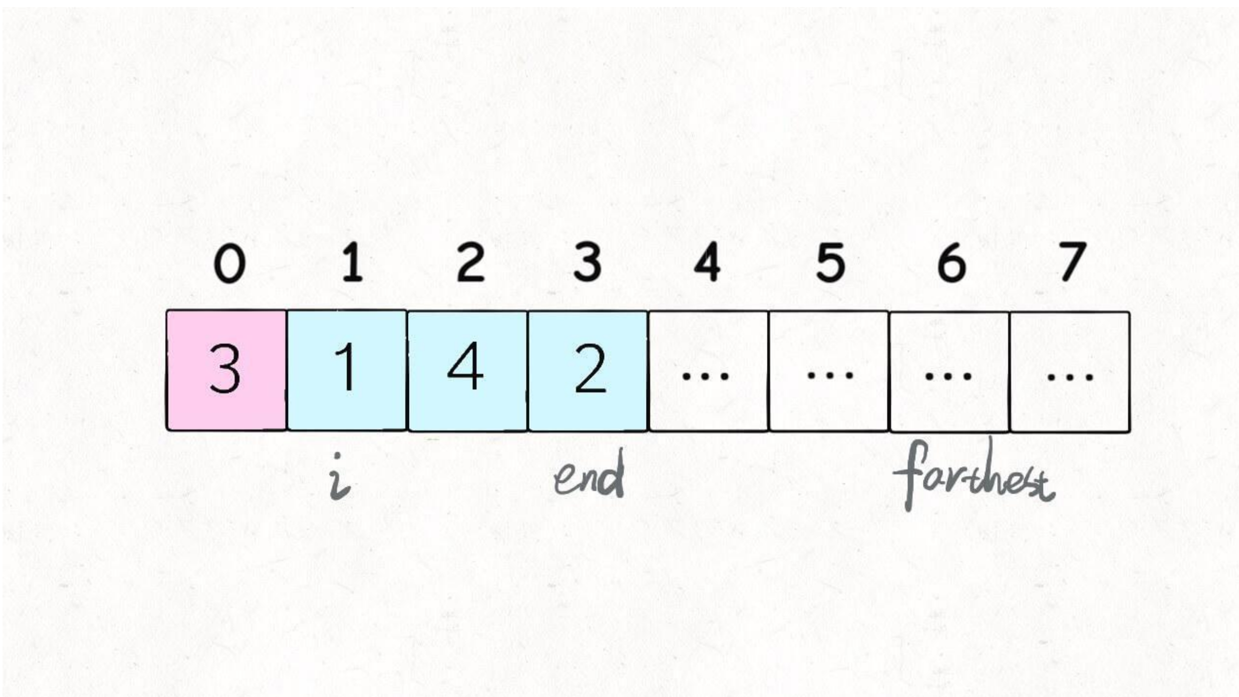


比如上图这种情况，我们站在索引 0 的位置，可以向前跳 1，2 或 3 步，你说应该选择跳多少呢？
显然应该跳 2 步调到索引 2，因为 nums[2] 的可跳跃区域涵盖了索引区间 [3..6]，比其他的都大。
如果想求最少的跳跃次数，那么往索引 2 跳必然是最优的选择。

你看，这就是贪心选择性质，我们不需要【递归地】计算出所有选择的具体结果然后比较求最值，而只需要做出那个最有【潜力】，看起来最优的选择即可。
绕过这个弯儿来，就可以写代码了：

```
int jump(vector<int>& nums) {
    int n = nums.size();
    int end = 0, farthest = 0;
    int jumps = 0;
    for (int i = 0; i < n - 1; i++) {
        farthest = max(nums[i] + i, farthest);
        if (end == i) {
            jumps++;
            end = farthest;
        }
    }
    return jumps;
}
```

结合刚才那个图，就知道这段短小精悍的代码在干什么了：



i 和 end 标记了可以选择的跳跃步数，farthest 标记了所有选择 [i..end] 中能够跳到的最远距离，jumps 记录了跳跃次数。
本算法的时间复杂度 O(N)，空间复杂度 O(1)，可以说是非常高效，动态规划都被吊起来打了。
至此，两道跳跃问题都使用贪心算法解决了。
其实对于贪心选择性质，是可以有严格的数学证明的，有兴趣的读者可以参看《算法导论》第十六章，专门有一个章节介绍贪心算法。这里限于篇幅和通俗性，就不展开了。
使用贪心算法的实际应用还挺多，比如赫夫曼编码也是一个经典的贪心算法应用。更多时候运用贪心算法可能不是求最优解，而是求次优解以节约时间，比如经典的旅行商问题。

不过我们常见的贪心算法题目，就像本文的题目，大多一眼就能看出来，大不了就先用动态规划求解，如果动态规划都超时，说明该问题存在贪心选择性质无疑了