[LeetCode] Trapping Rain Water II 收集雨水之二

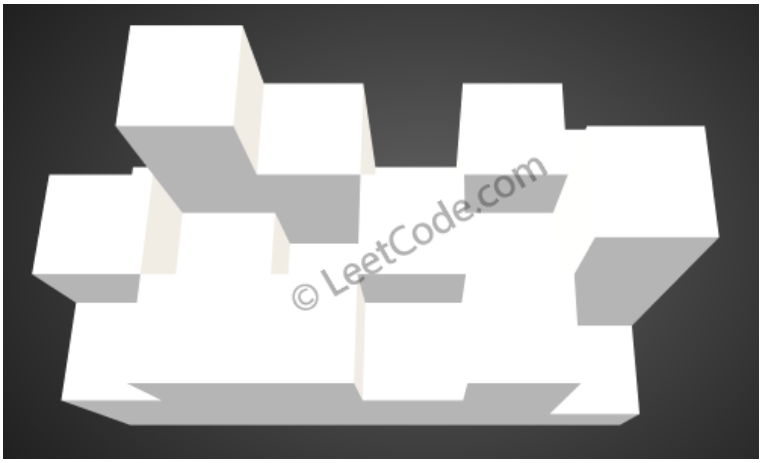
Given an `m x n` matrix of positive integers representing the height of each unit cell in a 2D elevation map, compute the volume of water it is able to trap after raining.

Note:
Both *m* and *n* are less than 110. The height of each unit cell is greater than 0 and is less than 20,000.

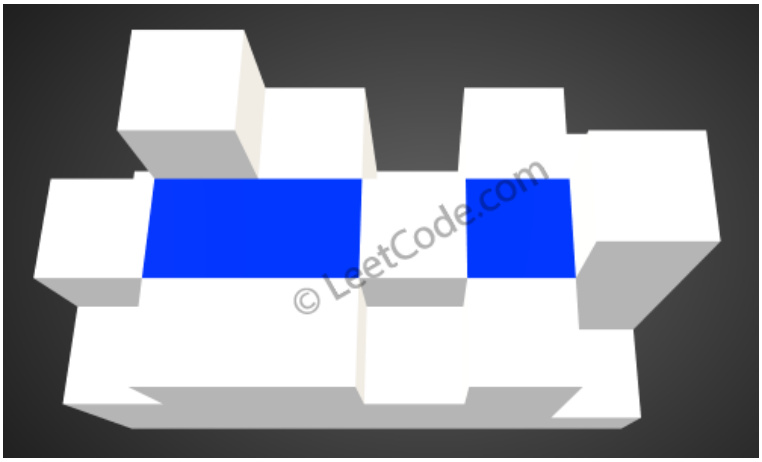
Example:

```
Given the following 3x6 height map:
[
  [1,4,3,1,3,2],
  [3,2,1,3,2,4],
  [2,3,3,2,3,1]
]

Return 4.
```



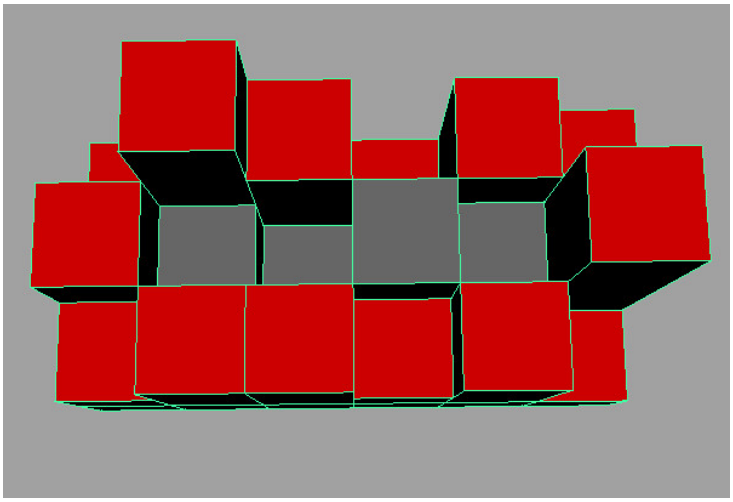
The above image represents the elevation map `[[1,4,3,1,3,2],[3,2,1,3,2,4],[2,3,3,2,3,1]]` before the rain.



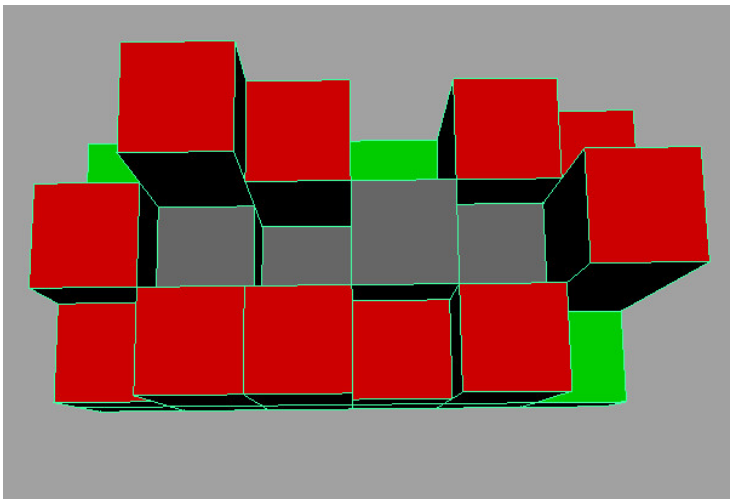
After the rain, water are trapped between the blocks. The total volume of water trapped is 4.

这道题是之前那道Trapping Rain Water的拓展，由2D变3D了，感觉很叼。但其实解法跟之前的完全不同了，之前那道题由于是二维的，我们可以用双指针来做，而这道三维的，我们需要用BFS来做，解法思路很巧妙，下面我们就以题目中的例子来进行分析讲解，多图预警，手机流量党慎入：

首先我们应该能分析出，能装水的底面肯定不能在边界上，因为边界上的点无法封闭，那么所有边界上的点都可以加入queue，当作BFS的启动点，同时我们需要一个二维数组来标记访问过的点，访问过的点我们用红色来表示，那么如下图所示：



我们再想想，怎么样可以成功的装进去水呢，是不是周围的高度都应该比当前的高度高，形成一个凹槽才能装水，而且装水量取决于周围最小的那个高度，有点像木桶原理的感觉，那么为了模拟这种方法，我们采用模拟海平面上升的方法来做，我们维护一个海平面高度mx，初始化为最小值，从1开始往上升，那么我们BFS遍历的时候就需要从高度最小的格子开始遍历，那么我们的queue就不能使用普通队列了，而是使用优先级队列，将高度小的放在队首，最先取出，这样我们就可以遍历高度为1的三个格子，用绿色标记出来了，如下图所示：



向周围BFS搜索的条件是不能越界，且周围格子未被访问，那么可以看出上面的第一个和最后一个绿格子无法进行进一步搜索，只有第一行中间那个绿格子可以搜索，其周围有一个灰格子未被访问过，将其加入优先队列

随笔档案

积分与排名

积分 - 1517096
排名 - 30

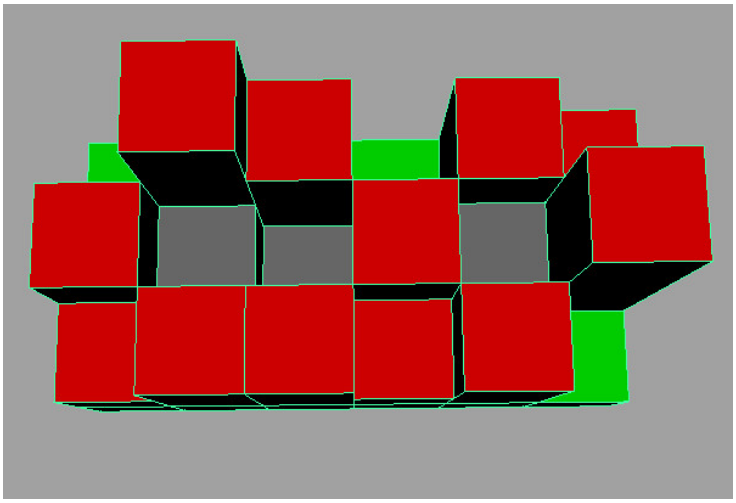
最新评论

阅读排行榜

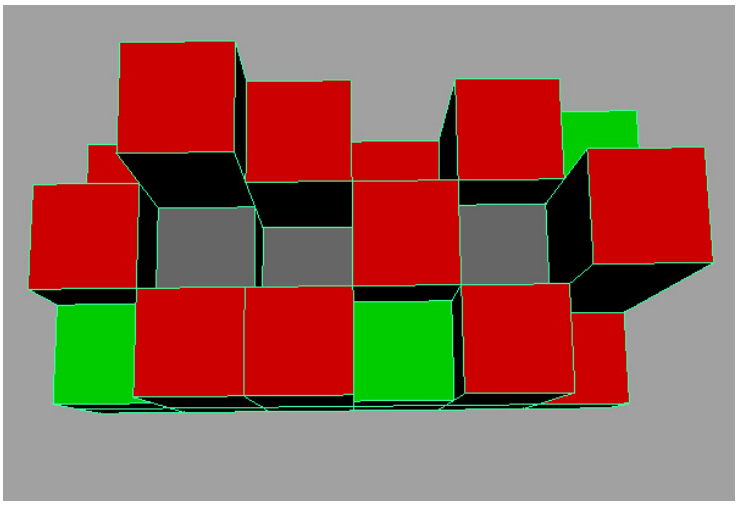
评论排行榜

推荐排行榜

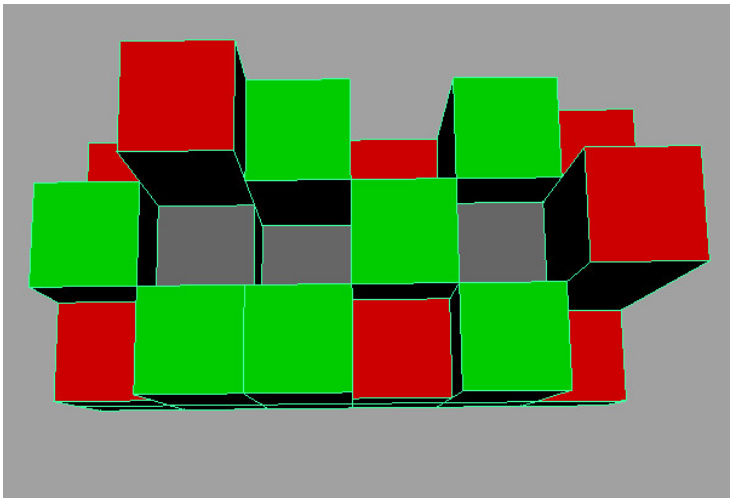
queue中，然后标记为红色，如下图所示：



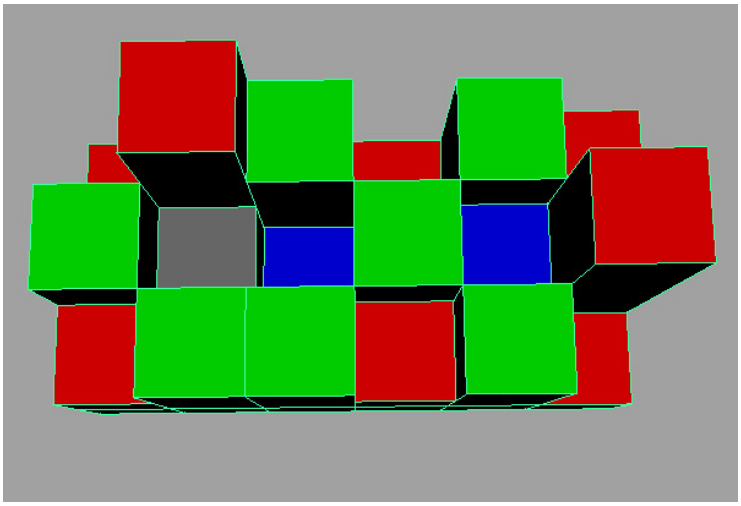
那么优先队列queue中高度为1的格子遍历完了，此时海平面上升1，变为2，此时我们遍历优先队列queue中高度为2的格子，有3个，如下图绿色标记所示：



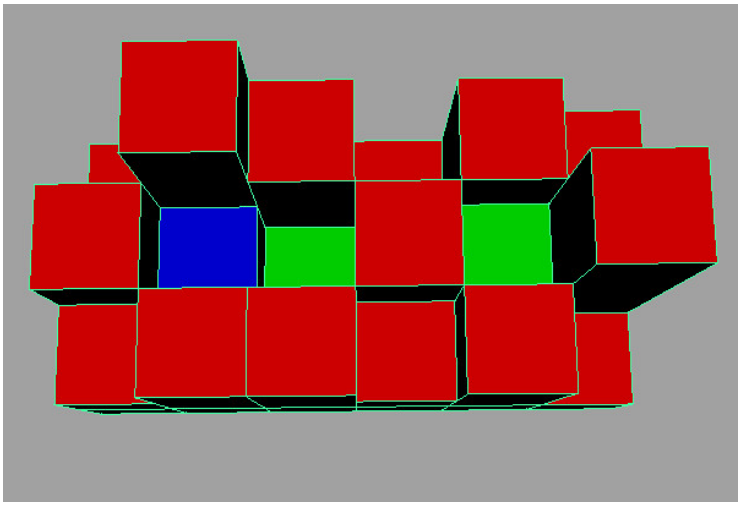
我们发现这三个绿格子周围的格子均已被访问过了，所以不做任何操作，海平面继续上升，变为4，遍历所有高度为4的格子，如下图绿色标记所示：



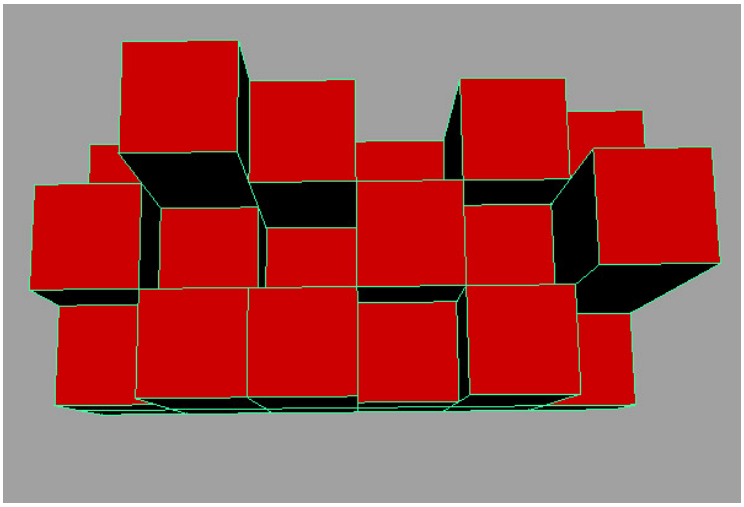
由于我们没有特别声明高度相同的格子在优先队列queue中的顺序，所以应该是随机的，其实谁先遍历到都一样，对结果没啥影响，我们就假设第一行的两个绿格子先遍历到，那么那么周围各有一个灰格子可以遍历，这两个灰格子比海平面低了，可以存水了，把存水量算出来加入结果res中，如下图所示：



上图中这两个遍历到的蓝格子会被加入优先队列queue中，由于它们的高度小，所以下一次从优先队列queue中取格子时，它们会被优先遍历到，那么左边的那个蓝格子进行BFS搜索，就会遍历到其左边的那个灰格子，由于其高度小于海平面，也可以存水，将存水量算出来加入结果res中，如下图所示：



等两个绿格子遍历结束了，它们会被标记为红色，蓝格子遍历会先被标记红色，然后加入优先队列queue中，由于其周围格子全变成红色了，所有不会有任何操作，如下图所示：



此时所有的格子都标记为红色了，海平面继续上升，继续遍历完优先队列queue中的格子，不过已经不会对结果有任何影响了，因为所有的格子都已经访问过了，此时等循环结束后返回res即可，参见代码如下：

```
class Solution {
public:
    int trapRainWater(vector<vector<int>>& heightMap) {
        if (heightMap.empty()) return 0;
        int m = heightMap.size(), n = heightMap[0].size(), res = 0, mx = INT_MIN;
```

```
        priority_queue<pair<int, int>, vector<pair<int, int>>, greater<pair<int, int>>> q;
        vector<vector<bool>> visited(m, vector<bool>(n, false));
        vector<vector<int>> dir{{0,-1},{-1,0},{0,1},{1,0}};
        for (int i = 0; i < m; ++i) {
            for (int j = 0; j < n; ++j) {
                if (i == 0 || i == m - 1 || j == 0 || j == n - 1) {
                    q.push({heightMap[i][j], i * n + j});
                    visited[i][j] = true;
                }
            }
        }
        while (!q.empty()) {
            auto t = q.top(); q.pop();
            int h = t.first, r = t.second / n, c = t.second % n;
            mx = max(mx, h);
            for (int i = 0; i < dir.size(); ++i) {
                int x = r + dir[i][0], y = c + dir[i][1];
                if (x < 0 || x >= m || y < 0 || y >= n || visited[x][y]) continue;
                visited[x][y] = true;
                if (heightMap[x][y] < mx) res += mx - heightMap[x][y];
                q.push({heightMap[x][y], x * n + y});
            }
        }
        return res;
    }
};
```

类似题目：

Trapping Rain Water

参考资料：

https://discuss.leetcode.com/topic/60914/concise-c-priority_queue-solution

LeetCode All in One 题目讲解汇总(持续更新中...)

分类: LeetCode

Grandyang
关注 - 29
粉丝 - 232
+加关注

3 0

« 上一篇 : [LeetCode] Queue Reconstruction by Height 根据高度重建队列
» 下一篇 : [LeetCode] Valid Word Abbreviation 验证单词缩写

posted @ 2016-10-03 12:32 Grandyang 阅读(4016) 评论(4) 编辑 收藏

评论列表

#1楼 2016-12-19 14:59 Joker_88

非常感谢！

支持(0) 反对(0)

#2楼 2016-12-29 00:43 perthblank

借宝地替自己和没看明白的同学再详细解释一下，为什么
if (heightMap[x][y] < mx) res += mx - heightMap[x][y];
这一行 work..

这一行的条件是访问到了某一个没visit的块高度为 heightMap[x][y]，并且此时的全局水位mx比之高，结果是此块能积水 mx - heightMap[x][y]

1. 为什么能积水，即当前这一块不会通过比自己更矮的块流出去：因为遍历开始讲边缘的块都放入了优先队列，因此如果对于当前块，存在一条通向边缘的路径使得路径上的点高度都<当前块高度，那一定在水位上升到比它高之前被遍历到，与条件冲突

2. 为什么积水不会 < mx - heightMap[x][y]: 即为什么不存在一个高度 h<mx, h>heightMap[x][y]，使得在 x,y处 >h 的水会流出。如果存在，那这个h所在块将存在一条到边缘的路径使得路径上的所有块高度都<h（否则无法流出）。根据优先队列以及BFS，h一定可以在水位上升到>h的高度之前被访问，使得访问到h的时候水位也为h。同样，也存在一条从h所在块到当前块的路径使得路径上所有块高度都<h且>heightMap[x][y]，使得水能够从h块流出。那么在水位为h的时候，当前块就会被访问到，当水位上升至mx>h时，当前块已经访问了，与条件冲突

3. 为什么积水不会 > mx - heightMap[x][y]，即设当前水位mx=h1为围绕在当前块周围的高度，为什么不会在当前mx对应边缘的外层存在一层更高h2的边缘，使的在当前块上能积水h2>h1=mx：如果存在这种情况，那么访问到h2边缘层的时候，mx已经上升到h2的高度，也就是访问到当前块时，mx=h2>h1，与条件冲突

支持(1) 反对(0)

#3楼[楼主] 2016-12-29 01:46 Grandyang

@ perthblank
写的不错，赞一个~

支持(0) 反对(0)

#4楼 2017-03-29 17:40 fgvlty

@ perthblank
首先感谢2楼的兄弟
在2楼兄弟给出的解释的基础上，我想到了一个更通俗的解释。
每次更新 mx 就好比把边界外面的水灌到高度为 mx + 0.1（比mx高一点点，让水能淹过高度为mx的块）
队列里面存的块呢，就是那些能碰到水的块（被打湿了的），也就是图中红色的块

这样一来，每当 mx 上升，新的被打湿的块的水一定是通过那些已经被打湿的，并且高度为 mx 的块流过去的，那么通过BFS就能更新队列。

并且如果一个块被打湿了，同时高度还小于mx，那么就说明它周围一定有高度为mx的块当边界，这样才能保证它能够撑到现在才被打湿（如果没有那么高的边界的话，水早就应该把它淹过去了，因为它的高度是小于mx的）

既然有mx的高度的边界，那么这一块能存的水就是mx - height了

而且它也不能存更多的水了，因为假如我们把这整个玩意从水里捞出来，再假如这一块存的水竟然比mx - height多，那就代表这一块有比mx还高的边界，那就代表它能够撑得更久，那他就不应该在mx的时候被打湿。

所以在mx时被打湿的块能存的水就是 max(0, mx - height)

支持(0) 反对(0)

刷新评论 刷新页面 返回顶部