

# 基本数据结构与简单搜索技术

*67Plus*

南京航空航天大学

**2024/10/26**

# 栈和stack

栈是基本的数据结构之一，特点是“先进后出”。例如一盒泡腾片，最先放进盒子的药片位于最底层，最后被拿出来

## stack

**stack**是**STL**中的一种**container**

```
#include <stack>
stack<Type> s;
s.push(item);
it = s.top();
s.pop();
s.size();
s.empty();
```

//头文件  
//定义栈, Type为数据类型, 例如int, float等  
//将item推入栈顶  
//获取栈顶元素并赋值给it  
//弹出栈顶元素, 但没有返回值  
//返回栈中元素的个数  
//检查栈是否为空, 为空则返回true, 否则返回false

# 队列和queue

队列也是基本数据结构之一，特点是“先进先出”。例如现实生活中排队，先来的人先得到服务。

## queue

和stack一样，queue也是STL中的一种container

```
#include <queue>           //头文件
queue<Type> q;              //定义栈, Type为数据类型, 例如int, float等
q.push(item);              //将item放进队列
it = q.front();             //获取队头元素并赋值给it
q.pop();                   //弹出队头元素, 但没有返回值
q.size();                  //返回队列中元素的个数
q.empty();                 //检查队列是否为空, 为空则返回true, 否则返回false
```

## 其他常用基本数据结构

- 优先队列**priority\_queue**: 带有排序功能的queue
- 集合**set**: 每个元素只出现一次,且是排好序的
- **map<key,value>**: 实现从key到value的一个映射
- 链表**list**(很少用)

除了**list**外, 各种数据结构(尤其是**map**和**set**)在竞赛中的应用非常广泛

# 简单搜索技术

搜索技术是“暴力法”思想的具体实现

暴力法(**Brute force**): 把所有可能得情况都罗列出来, 然后逐一检查, 从中找到答案

深度优先搜索(**DFS**)和广度优先搜索(**BFS**)是最基本的两种搜索方法

## 算法思路

想象老鼠走迷宫问题, 老鼠在每个岔路口有左右手两条路可以走

- 一只老鼠走迷宫. 这只老鼠在每个路口都选择先走右边(或左边), 能走多远就走多远, 直到碰壁没有办法继续走, 就**回退一步**, 这次走左边(或右边), 继续往下走. 这个方法可以走遍**所有**的路, 而且**不会重复**. 这个思路就是**DFS**
- 一群老鼠走迷宫. 假设有无限只老鼠进入迷宫, 在每个路口分出一部分老鼠探索所有**没走过的路**, 走某条路的老鼠如果碰壁没法继续走, 就**原地停下**. 如果走到的路口已经有其他老鼠探索过了, 也**原地停下**. 很显然, 所有的道路也都会走到, 且不会重复. 这个思路就是**BFS**

# 迷宫寻路

机器猫被困在一个矩形迷宫里。迷宫可以视为一个  $n \times m$  矩阵，每个位置要么是空地，要么是墙。机器猫只能从一个空地走到其上、下、左、右的空地。机器猫初始时位于  $(1, 1)$  的位置，问能否走到  $(n, m)$ 。

## 输入

```
3 5  
.##. #  
.#...  
...#.
```

## 输出

```
Yes
```

tips:

```
bool check(int x, int y) {  
    return x >= 1 && y >= 1 && x <= n && y <= m && visited[x][y] == false && graph[x][y] == '.';  
} // 用于判断坐标合法性  
int dx[4] = { 1, 0, -1, 0 };  
int dy[4] = { 0, 1, 0, -1 }; // 分别对应下右上左四个移动方向
```



# DFS与递归

用DFS的思路, 我们考虑这道题

我们用 $visited[i][j]$ 记录 $(i, j)$ 的位置有没有被走到过, 以下是DFS的算法执行过程

1. 令 $visited[1][1] = true$ , 表示 $(1, 1)$ 的位置已经走到过
2. 右下左上四个方向, 按顺时针顺序(或者你喜欢的顺序)选一个能走的方向走一步(不能走的情况有障碍物或坐标越界等)
3. 假设新的位置为 $(i, j)$ , 令 $visited[i][j] = true$
4. 重复2的过程继续前进.
5. 如果在 $(x, y)$ 处无路可走, 则回退一步, 不需要令 $visited[x][y] = false$ , 因为已经走过的点无须重复遍历
6. 重复以上过程, 如果过程中出现 $visited[n][m] == true$ , 则说明能走到, 输出  
*Yes*. 否则输出*No*

我们用递归函数实现上述过程, 就是dfs的代码

```
void dfs(int x, int y) {  
    visited[x][y] = true;  
    if (x == n && y == m) { //达成返回条件就返回  
        ok = true;  
        return;  
    }  
    for (int i = 0; i < 4; i++) {  
        int tox = x + dx[i];  
        int toy = y + dy[i];  
        if (check(tox, toy)) dfs(tox, toy); //递归  
        if (ok) return; //达成条件直接返回不再继续遍历  
    }  
}
```

## BFS与队列

同样用 $visited[i][j]$ 记录 $(i, j)$ 的位置有没有被走到过, 以下是BFS的算法执行过程

1.  $(1, 1)$ 进队, 当前队列是 $(1, 1)$
2. 队首元素 $(1, 1)$ 出队, 他的两个邻居 $(1, 2)$ 和 $(2, 1)$ 进队, 可以理解为从 $(1, 1)$ 扩散到周围坐标
3. 对于队列中每个元素逐一处理, 将其周围**没有进队**的元素进队(记得check坐标合法性)
4. 重复2,3操作, 直至队列为空时算法结束, 此时若 $visited[n][m] == true$ , 则可以到达, 反之不行

## 用STL中的queue实现上述过程

```
bool bfs(int x, int y) {
    queue<pair<int, int>> q; //pair换成struct存xy值也可以
    q.push({ x,y });
    visited[1][1] = true;
    while (!q.empty()) {
        int nowx = q.front().first, nowy = q.front().second; // 获取队首元素
        q.pop(); //弹出队首元素
        for (int i = 0; i < 4; i++) {
            int tox = nowx + dx[i];
            int toy = nowy + dy[i];
            if (check(tox, toy)) {
                q.push({ tox,toy }); //满足条件的新元素入队
                visited[tox][toy] = true; // 入队即视为访问过, 即使还在队列中没有处理
            }
        }
    }
    if (visited[n][m]) return true;
    else return false;
}
```

## 举一反三

### 题面同迷宫寻路

- 给出任意两个位置询问是否能从a走到b
- 机器猫只能向右或向下移动, 求:
  - 任意两点之间的路径数
  - 任意两点之间的最短路径长度