# 递归

凡是会调用自身的函数，都称为递归（recursive）函数。

所谓递归法，就是把原问题简化，并套用解决原问题的思路，来解决简化之后的问题。这个简化并套用的步骤，称为递归步骤（recursive step）；执行完这一步以后，有可能还会发生更深层次的递归调用（recursive call）。

递归法的要点在于必须确保整个递归过程能够终止。也就是说，每次调用所要解决的问题，都应该比上一次调用时所要解决的问题简单一些，到了最后，可以把所有待解决的问题，化成最为基本的情况，从而无需继续往下递归。

## 使用场景

用递归法写成的代码一般要比用迭代法写出来的更加短小、更加易读。

循环逻辑在编译或解释的时候，通常也会化为递归函数。

如果待解决的问题可以划分成多个与原问题相似的小问题，那么这种任务特别适合用递归来做。例如，搜索、排序以及遍历等任务用递归做起来比较简单。

每次递归都要在内存里把原方法复制一份（实际上复制的只是变量而已）。当这个小的递归方法执行完毕，也就是返回了某种数据之后，系统会将其从内存中删除。递归函数看上去简单，但是回溯起来还是需要费些功夫的。

## 递归与迭代

递归式的方法可能更接近于解题时所用的思路，而且对于那些无法直接看出答案的问题来说，这种办法比迭代法简单。不过它的缺点在于，每次递归调用都需要增加程序的开销，因此必须开辟栈帧（stack frame）来保存相关的数据。

递归：

1. 遇到基本条件时会终止；
2. 每次递归调用都要开辟栈帧并耗费内存；
3. 如果无休止地递归下去，那么程序可能会耗尽内存，并发生栈溢出（stack overflow）错误；
4. 有些问题用递归法解决起来更容易一些。

迭代：

1. 会在相关问题不成立时终止；
2. 执行每一轮迭代时，不需要开辟额外的内存；
3. 由于不需要耗费额外的内存，因此可以一直迭代下去；
4. 某些问题的迭代式解法，可能不如递归式解法那样直观。

## 注意事项

## 递归算法举例

斐波那契数列、阶乘

归并排序、快速排序

二分搜索/查找

树的遍历，以及树的相关问题

图的遍历

一些动态规划问题

分治算法

汉诺塔

回溯算法

## 其他案例

### 生成括号

# 回溯

回溯，是一种采用分治法来实现穷举式探索，也叫试探法。

回溯法是一种选优搜索法，按照选优条件搜索，当搜索到某一步，发现原先选择并不优或达不到目标，就退回重新选择。

可以采用pruning（修剪、剪枝）技术来提升穷举式搜索的速度。

## 一般步骤

1、针对问题，定义解空间（ 这时候解空间是一个集合，且包含我们要找的最优解）

2、组织解空间，确定易于搜索的解空间结构，通常组织成树结构 或 图结构

3、深度优先搜索解空间，搜索过程中用剪枝函数避免无效搜索

回溯法求解问题时，一般是一边建树，一边遍历该树；且采用非递归方法。

## 回溯算法举例

二进制串：生成含有n个二进制位的所有二进制串

生成由一定数量的字符所构成的全部字符串，这些字符可以从k种值里选

背包问题

生成一般的字符串

哈密尔顿回路

图染色问题

## 其它案例

### 求子集

### 迷宫问题

### 八皇后问题

8x8的国际象棋棋盘上放置8个皇后，使得任何一个皇后都无法直接吃掉其他的皇后。任意2个皇后都不能处于同一个 横线，纵线，斜线上。

分析

任意2个皇后不能同一行，也就是每个皇后占据一行，通用的，每个皇后也要占据一列

一个斜线上也只有一个皇后

### 求一个序列中和为特定值的组合

题目要求：求一个序列元素之和等于固定值的特定组合。

代码：

#include <iostream>

#include <vector>

#include <string>

using namespace std;

/\*

求一个序列中元素之和等于固定值的特定组合

\*/

void Combination\_helper(vector<int>& vec,int begin,int target,int& cur,vector<int>& path)

{

if(begin >=vec.size())

return ;

cur += vec[begin];

path.push\_back(vec[begin]);

if(cur == target)

{

for(int i=0;i<path.size();i++)

cout<<path[i]<<endl;

cout<<"=========="<<endl;

}

Combination\_helper(vec,begin+1,target,cur,path);

path.pop\_back();

cur -= vec[begin];

int j;

for(j=begin+1;j<vec.size();)

{

if(vec[j] == vec[begin])

j++;

else

break;

}

Combination\_helper(vec,j,target,cur,path);

}

void Combination(vector<int>& vec,int target)

{

vector<int> path;

int cur = 0;

if(vec.size() == 0)

return ;

Combination\_helper(vec,0,target,cur,path);

}

int main()

{

vector<int> path;

int array[]={1,1,2,5,6,7,10};

int cur =0;

vector<int> vec(array,array+sizeof(array)/sizeof(int));

Combination(vec,8);

return 0;

}

### 求括号正确的组合方式

题目要求：

代码：

#include <iostream>

#include <string>

#include <vector>

using namespace std;

/\*

对于几对括号，有多少种正确的组合方式

思路：使用递归的方法，只不过在递归的时候

时刻需要保证左边的括号比右边的括号多

只有在左括号比右括号多的情况下才有可能保证整个序列为合法的括号匹配

\*/

void helper(vector<char>& str,int l,int r)

{

if(l == 0 && r == 0)

{

for(int i=0;i<str.size();i++)

{

cout<<str[i];

}

cout<<endl;

}

if(l>0)

{

str.push\_back('(');

helper(str,l-1,r);

str.pop\_back();

}

if(r>0 && l<r)

{

str.push\_back(')');

helper(str,l,r-1);

str.pop\_back();

}

}

void GenerateParenthess(int n)

{

if(n<=0)

return ;

vector<char> tmp;

helper(tmp,n,n);

}

int main()

{

GenerateParenthess(3);

return 0;

}

### 求九宫格中字符和数字的组合

题目要求：在九宫格手机键盘上，每个数字都对应着几个字符给出一个数字的字符串，找出所有对应的字符串的组合，而且每个数字只能有一个字符进行对应。

代码：

#include <iostream>

#include <string>

#include <vector>

using namespace std;

/\*

题目：在九宫格手机键盘上，每个数字都对应着几个字符

给出一个数字的字符串，找出所有对应的字符串的组合，每个

数字找一个字符进行对应

\*/

void helper(string& str,int begin,vector<string>& hash,vector<char>& vec)

{

int i;

if(begin > str.length())

return;

if(begin == str.length())

{

for(i=0;i<vec.size();i++)

cout<<vec[i];

cout<<endl;

return;

}

for(i=0;i<hash[str[begin]-'0'].length();i++)

{

vec.push\_back(hash[str[begin]-'0'][i]);

helper(str,begin+1,hash,vec);

vec.pop\_back();

}

}

void Combination(string& str,vector<string>& hash)

{

if(str.length()==0)

return ;

vector<char> vec;

helper(str,0,hash,vec);

}

void LetterCom(string& str)

{

int i;

vector<string> hash(10); //这里假设有10个数字

hash[0]=" ";

hash[1]="-";

hash[2]="abc";

hash[3]="def";

hash[4]="ghi";

hash[5]="jkl";

hash[6]="mno";

hash[7]="pqrs";

hash[8]="tuv";

hash[9]="wxyz";

Combination(str,hash);

return ;

}

int main()

{

string str("23");

LetterCom(str);

return 0;

}