



ACM-ICPC Template Libraries

合肥工业大学宣城校区



Author: Netcan

Blog: <http://www.netcan.xyz>

2015 年 8 月 9 日

目录

第一章 数学	3
1.1 $0 - 20$ 的阶乘	3
1.2 错排公式	3
1.3 最小公倍数 $lcm(a, b)$ && 最大公约数 $gcd(a, b)$	3
1.4 母函数	3
1.5 动态规划	4
1.5.1 最长公共子序列	4
1.5.2 最长上升子序列	4
1.6 高精度	5
1.6.1 加法 && 乘法	5
第二章 计算几何	7
2.1 点	7
第三章 组合博弈	8
3.1 SG 函数 && NIM 游戏	8
3.1.1 打表	8
3.1.2 递归	8
第四章 数据结构	10
4.1 二叉搜索树	10
4.2 并查集	11
第五章 图	13
5.1 邻接表	13
5.1.1 样例 1	13

5.1.2 样例 2	13
----------------------	----

第一章 数学

1.1 $0 - 20$ 的阶乘

```
const long long fac[21]={1,1,2,6,24,120,720,5040,40320,362880,
3628800,39916800,479001600,6227020800,
87178291200,1307674368000,20922789888000,
355687428096000,6402373705728000,121645100408832000,
2432902008176640000};
```

1.2 错排公式

有 n 个元素的排列，若一个排列中所有的元素都不在自己原来的位置上，错排数记为 $D(n)$ ，则

$$D(n) = (n-1)[D(n-1) + D(n-2)]$$

1.3 最小公倍数 $lcm(a, b)$ && 最大公约数 $gcd(a, b)$

```
inline int gcd(int a, int b) {
    return b==0?a:gcd(b,a%b)
}
inline int lcm(int a, int b) {
    return a/gcd(a,b)*b;
}
```

1.4 母函数

$G(x) = (1 + x + x^2 + \dots + x^N)(1 + x^2 + x^4 + \dots + x^N) \dots (1 + x^N)$ 展开后 x^N 的系数(注意溢出)

```
int c1[MAX_N], c2[MAX_N]; // c1表示每一项的系数, c2表示每个表达式的临时系数
for(int i=0; i<=N; ++i) { // 每一项应该初始化为1,即1+x+x^2+...+x^N
    c1[i] = 1;
    c2[i] = 0;
}
```

```

for(int i=2; i<=N; ++i) { // 从第二个表达式开始
    for(int j=0; j<=N; ++j) // 表示第一个表达式的第j项
        for(int k=0; k+j<=N; k+=i) // k表示后一个表达式的第k项
            c2[j+k] += c1[j]; // 这里应该是相当于C1*x^j * x^k=C1*x^(j+k), 即c2[k+j]+=C1[j]
    for(int j=0; j<=N; ++j) {
        c1[j] = c2[j]; // 确定x^j的系数
        c2[j] = 0;
    }
}

```

1.5 动态规划

1.5.1 最长公共子序列

$$dp[i+1][j+1] = \begin{cases} dp[i][j] + 1 & s1[i] = s2[j] \\ \max(dp[i+1][j], dp[i][j+1]) & s1[i] \neq s2[j] \end{cases}$$

$$op[i+1][j+1] = \begin{cases} \nwarrow & s1[i] = s2[j] \\ \uparrow & dp[i][j+1] \geq dp[i+1][j] \\ \leftarrow & dp[i][j+1] < dp[i+1][j] \end{cases}$$

1.5.2 最长上升子序列

$$dp[i] = \max\{1, dp[j] + 1 | j < i \text{ \& \& } a_j < a_i\}$$

$O(N^2)$ 算法

```

int a[MAX_N], dp[MAX_N]; // a为序列, dp[i]为以a[i]为结尾的最长上升子序列长度
int Maxlis = 0; // 最长上升子序列长度
int n; // a的有效长度
for(int i=0; i<n; ++i) {
    dp[i] = 1; // 记得初始化为1
    for(int j=0; j<i; ++j)
        if(a[i] > a[j])
            dp[i] = max(dp[i], dp[j] + 1);
    Maxlis = max(Maxlis, dp[i]); // 记得更新Maxlis
}

```

$O(n \log(n))$ 算法

```

#define INF 0x3f3f3f3f
int a[MAX_N], dp[MAX_N]; // a为序列, dp[i]存放长度为i+1的上升序列中末尾元素的最小值
int n; // 序列长度
memset(dp, 0x3f, sizeof(dp)); // 初始化dp[i]值都为INF
for(int i=0; i<n; ++i)
    *lower_bound(dp, dp+n, a[i]) = a[i];
// cout << lower_bound(dp, dp+n, INF) - dp << endl; // 最长上升序列的长度

```

$lower_bound(dp, dp + n, k)$ 这个函数从已经排序好的序列 dp 中，二分搜索找出满足 $dp_i \geq k$ 的 dp_i 的最小指针。

$upper_bound(dp, dp + n, k)$ 这个函数则从已经排序好的序列 dp 中，二分搜索找出满足 $dp_i > k$ 的 dp_i 的最小指针。

例如求有序数组 a 中的 k 的个数，可以利用下面的代码求出：

```
upper_bound(a, a+n, k) - lower_bound(a, a+n, k)
```

1.6 高精度

1.6.1 加法 && 乘法

适合大数的加法和乘法

```
struct BigInt {
    const static int nlen = 4; // 控制每个数组数字长度，默认为4，计算乘法的时候每个数组相乘也不会溢出int范围
    const static int mod = 10000; // 值为10^nlen
    short n[1000], len; // 最多存4*1000位长度，可调，short占的内存小，但是速度慢
    BigInt() {
        memset(n, 0, sizeof(n));
        len = 1;
    }
    BigInt(int num) {
        len = 0;
        while(num > 0) {
            n[len++] = num % mod;
            num /= mod;
        }
    }
    BigInt(const char *s) {
        int l = strlen(s);
        len = l % nlen == 0 ? l/nlen : l/nlen + 1;
        int index = 0;
        for(int i = l - 1; i >= 0; i -= nlen) {
            int tmp = 0;
            int j = i - nlen + 1;
            if(j < 0) j = 0;
            for(int k = j; k <= i; ++k)
                tmp = tmp * 10 + s[k] - '0';
            n[index++] = tmp;
        }
    }
    BigInt operator+(const BigInt &b) const { // 加法
        BigInt res;
        res.len = max(len, b.len);
        for(int i = 0; i < res.len; ++i) {
            res.n[i] += (i < len ? n[i] : 0) + (i < b.len ? b.n[i] : 0);
            res.n[i + 1] += res.n[i] / mod;
            res.n[i] = res.n[i] % mod;
        }
        if(res.n[res.len] > 0) ++res.len;
        return res;
    }
};
```

```
}
BigInt operator*(const BigInt &b) const { // 乘法
    BigInt res;
    for(int i=0; i<len; ++i) { // 类似母函数, 第一个数组
        int up = 0; // 进位
        for(int j=0; j<b.len; ++j) { // 第二个数组
            int tmp = n[i]*b.n[j] + up + res.n[i+j]; // 控制nlen=4是防止tmp溢出
            res.n[i+j] = tmp%mod;
            up = tmp/mod;
        }
        if(up!=0)
            res.n[i+b.len] = up;
    }
    res.len = len+b.len;
    while(res.n[res.len-1] == 0 && res.len>1) --res.len;
    return res;
}

void show() const {
    printf("%d", n[len-1]); // 先输出最高位, 后面可能需要前导0
    for(int i=len-2; i>=0; --i)
        printf("%04d", n[i]); // 前导0, %04d和nlen一致
    printf("\n");
}
};
```

第二章 计算几何

2.1 点

第三章 组合博弈

3.1 SG 函数 && NIM 游戏

1. 可选步数为 $[1, m]$ 的连续整数，直接取模即可， $SG(x) = x\%(m+1)$;
2. 可选步数为任意步， $SG(x) = x$;

步数集合 S 需排序（升序）， sg 数组记得初始化，对于确定的步数，一系列 $sg(x)$ 值也就确定了。

最终判断各个 $sg(x)$ 的异或和，即可判断胜负。异或和为 0 先手必败，反之必胜。

3.1.1 打表

```
int S[STEP_N], steps, sg[MAX_N]; // S集合存放走法，steps存放走法数，sg存放sg(x)的值
bool vis[MAX_N]; // 标记
void get_sg(int n) {
    memset(sg, 0, sizeof(sg)); // 初始化sg
    for(int i=1; i<=n; ++i) { // 从sg[1]开始计算
        memset(vis, 0, sizeof(vis)); // 每次计算完一个sg值需要归零
        for(int j=0; S[j] <= i && j < steps; ++j)
            vis[sg[i-S[j]]] = true; // 标记各个后继节点的sg值
        for(int j=0; j<=n; ++j)
            if(!vis[j]) { // 找出sg补集的最小值
                sg[i] = j;
                break;
            }
    }
}
```

3.1.2 递归

```
#pragma comment(linker, "/STACK:1024000000,1024000000") // 防止爆栈
int S[STEP_N], sg[MAX_N], k; // 题目中的步数集合S，以及sg(t)函数值sg(t)，步数集合大小k

int SG(int p) { // 求sg(t)值函数SG(t)
    bool vis[101] = {false}; // 标记各个sg(t)的值，为了方便求补集最小值(sg(t))，数组不宜开过大，爆栈就扩栈
    for(int i=0; i<k; ++i) {
        int t = p - S[i];
        if(t < 0) // 小于0则退出循环，求出该层的sg(t)值
            continue;
        vis[SG(t)] = true;
    }
    for(int i=0; i<101; ++i)
        if(!vis[i]) return i;
}
```

```
        break;
    if(sg[t] == -1) // 记得memset(sg, -1, sizeof(sg));
        sg[t] = SG(t); // 递归求sg(t)
    vis[sg[t]] = true; // 标记该层的sg(t)值
}
for(int i=0;; ++i) // 求出该层的sg(t)值，即补集的最小值
    if(!vis[i])
        return i;
}
```

第四章 数据结构

4.1 二叉搜索树

二叉搜索树是能够高效地进行如下操作的数据结构：

- 插入一个数值
- 查询是否包含某个数值
- 删除某个数值

时间复杂度： $O(\log(n))$

```
struct node { // 树节点
    int val;
    node *lch, *rch;
};

node *insert(node *p, int x) { //插入数值x
    if(p == NULL) { // 新建节点插入
        node *q = new node;
        q->val = x;
        q->lch = q->rch = NULL;
        return q;
    }
    else {
        if(x < p->val) p->lch = insert(p->lch, x); // 往左边搜索
        else p->rch = insert(p->rch, x); // 往右边搜索
        return p;
    }
}

bool find(node *p, int x) { // 查找数值x
    if(p == NULL) return false; // 找不到
    else if(p->val == x) return true; // 找到
    else if(x < p->val) return find(p->lch, x); // 往左边搜索
    else return find(p->rch, x); // 往右边搜索
}

node *remove(node *p, int x) { // 删除数值x
    if(p == NULL) return NULL; // 找不到数值
    else if(x < p->val) p->lch=remove(p->lch, x); // 往左边搜索
    else if(x > p->val) p->rch=remove(p->rch, x); // 往右边搜索
    else { // 找到
        if(p->lch == NULL) { // 如果删除的节点没有左儿子,将右儿子提上来
```

```

        node *q = p->rch;
        delete p; // 删除
        return q;
    }
    else if(p->lch->rch == NULL) { // 如果删除的节点左儿子没有右儿子,将左儿子提上来
        node *q = p->lch;
        q->rch = p->rch;
        delete p; // 删除
        return q;
    }
    else { // 否则, 将左儿子的子孙中最大的节点提上来
        node *q;
        for(q=p->lch; q->rch->rch; q=q->rch); // 往左儿子搜索最大节点
        node *r = q->rch; // r指向左儿子最大子孙节点,q指向最大儿子的父亲
        q->rch = r->lch; // 因为r为提上去的节点, 将r的左儿子(有的话,否则为NULL)挂到q的右边
        r->lch = p->lch;
        r->rch = p->rch;
        delete p; // 删除
        return r;
    }
}
return p;
}
}
/*****Usage*****/
node *testbst=NULL; // 初始化
testbst = insert(testbst, x); // 插入数值x
if(find(testbst, x)) // 查找数值x
    // balabala
else
    // balabala
testbst = remove(testbst, x); // 删除数值x

```

4.2 并查集

并查集是一种用来管理元素分组情况的数据结构，可以高效地进行如下两种操作：

- 合并两个集合
- 查找某元素属于哪个集合

时间复杂度： $O(\alpha(n))$

```

int par[MAX_N];
// int height[MAX_N];
void init(int n) { // 初始化
    for (int i = 1; i <= n; ++i) {
        par[i] = i;
        // height[i] = 0;
    }
}
int find(int x) { // 查找根节点(集合)+路径压缩
    return x==par[x]?x:par[x]=find(par[x]);
}
void unite(int x, int y) { // 合并集合
    x = find(x);

```

```
y = find(y);
if(x!=y) {
    par[x] = y;
    // if(height[x] < height[y])
    // par[x] = y;
    // else
    // par[y] = x;
    // if(height[x] == height[y]) ++height[x];
}
}
bool same(int x,int y) { // 判断两个元素是否同集合
    return find(x) == find(y);
}
```

第五章 图

5.1 邻接表

5.1.1 样例 1

```
#define MAX_V 100
vector<int> G[MAX_V];

/* 边上有属性
 * struct edge { int to, cost; };
 * vector<edge> G[MAX_V];
 */

int main()
{
    int V, E;
    cin >> V >> E;
    for(int i=0; i<E; ++i) {
        int s, t;
        cin >> s >> t;
        G[s].push_back(t); // s->t
        // G[s].push_back(edge(t, c));
        // G[t].push_back(s); // 无向图
    }
    // balabala...
}
```

5.1.2 样例 2