

Simple template by Mirai

Sparken

December 31, 2017

## 目录

<b>1</b>	<b>Pretreatment</b>	<b>4</b>
1.1	头文件 Headers and constants . . . . .	4
1.2	配置 Vim setting . . . . .	5
<b>2</b>	<b>图论 Graph Theory</b>	<b>6</b>
2.1	最短路 The shortest path . . . . .	6
2.1.1	Dijkstra . . . . .	6
2.1.2	Spfa . . . . .	7
2.1.3	Floyd . . . . .	8
2.1.4	次短路 . . . . .	8
2.1.5	第 K 短路 . . . . .	10
2.2	生成树 Spanning tree . . . . .	12
2.2.1	最小生成树 Minimum spanning tree . . . . .	12
2.2.2	次小生成树 . . . . .	14
2.2.3	最小树形图 Minimum Arborescence . . . . .	16
2.3	网络流 Network flow . . . . .	16
2.3.1	最大流 Max flow-Dinic . . . . .	16
2.3.2	最大流 Max flow-ISAP . . . . .	18
2.3.3	最小费用最大流 Min cost max flow-EdmondsKarp . . . . .	21
2.3.4	有上下界的可行流 . . . . .	23
2.4	二分图 . . . . .	29
2.4.1	概念公式 . . . . .	29
2.4.2	最大匹配-匈牙利 . . . . .	29
2.5	强连通缩点 tarjan . . . . .	32
2.6	最近公共祖先 LCA . . . . .	33
2.7	欧拉回路 . . . . .	33
2.7.1	判定 . . . . .	33
2.7.2	求解 . . . . .	33
2.8	哈密顿回路 . . . . .	33
<b>3</b>	<b>数据结构 Data Structure</b>	<b>34</b>
3.1	并查集 Union-Find Set . . . . .	34
3.2	拓扑排序 Topological Sorting . . . . .	35
3.3	树状数组 . . . . .	36
3.3.1	一维 . . . . .	36
3.3.2	二维 . . . . .	37
3.4	RMQ . . . . .	37
3.4.1	一维 . . . . .	37
3.4.2	二维 . . . . .	38

3.5	线段树 Segment Tree . . . . .	39
3.5.1	单点更新区间查询 . . . . .	39
3.5.2	区间更新区间查询 . . . . .	40
<b>4</b>	<b>数学 Math</b>	<b>42</b>
4.1	快速乘-快速幂 . . . . .	42
4.2	矩阵快速幂 . . . . .	42
4.3	扩展欧几里得 . . . . .	43
4.4	欧拉函数 . . . . .	44
4.5	中国剩余定理求同余方程组 . . . . .	45
4.5.1	素数 . . . . .	45
4.5.2	非素数 . . . . .	46
<b>5</b>	<b>字符串</b>	<b>47</b>
5.1	字典树 . . . . .	47
5.2	KMP . . . . .	48
5.3	扩展 KMP . . . . .	49
5.4	最长回文子串 Manacher . . . . .	51
5.5	AC 自动机 . . . . .	52
<b>6</b>	<b>动态规划</b>	<b>54</b>
6.1	背包 . . . . .	54
<b>7</b>	<b>其它 Other</b>	<b>56</b>
7.1	输入输出外挂 . . . . .	56
7.2	高精度 . . . . .	56
7.3	离散化 . . . . .	58
7.4	STL . . . . .	59

# 1 Pretreatment

## 1.1 头文件 Headers and constants

```
#include <bits/stdc++.h>
using namespace std;
#define X first
#define Y second
const int INF=0x3f3f3f3f;
const double eps=1e-6;
/*
    整型初始化 memset(d,0x3f,sizeof(d));
    浮点初始化 memset(d,0x7f,sizeof(d));
    浮点数比较大小:    相等 if(fabs(a-b)<=eps)
                      大于 if(a>b && fabs(a-b)>eps)
                      小于 if(a<b && fabs(a-b)>eps)
*/
```

## 1.2 配置 Vim setting

=====

14 行基本设置

syntax on

set cindent

set nu

set shortmess=atI

set tabstop=4

set shiftwidth=4

set confirm

set mouse=a

map<C-A> ggVG"+y

map <F5> :call Run()<CR>

func! Run()

    exec "w"

    exec "!g++ -Wall % -o %<"

    exec "!time ./%<"

endfunc

=====

括号补全

inoremap { {<CR>}<ESC>kA<CR>

inoremap ( (<ESC>i

inoremap [ [<ESC>i

inoremap " "<ESC>i

跳转行末

inoremap <C- > <End>

=====

### 【快捷键】

:nu 行跳转 /text 查找 text,n 查找下一个, N 查找前一个

u 撤销, U 撤销对整行的操作

Ctrl+r 撤销的撤销

## 2 图论 Graph Theory

### 2.1 最短路 The shortest path

#### 2.1.1 Dijkstra

```
typedef pair<int,int> P;
struct Dijkstra
{
    vector<P> G[MAXN];
    bool vis[MAXN];
    int d[MAXN];
    void init(int N)
    {
        for(int i=0;i<=N;++i) G[i].clear();
        memset(vis,false,sizeof(vis));
        memset(d,0x3f,sizeof(d));
    }
    void addEdge(int u,int v,int cost)
    {
        G[u].push_back(make_pair(cost,v));
    }
    void dij(int s)
    {
        priority_queue<P,vector<P>,greater<P> > q;
        d[s]=0;
        q.push(make_pair(d[s],s));
        while(!q.empty())
        {
            P temp=q.top();q.pop();
            int v=temp.Y;
            if(vis[v]) continue;
            vis[v]=true;
            for(int i=0;i<G[v].size();++i)
            {
                int u=G[v][i].Y,cost=G[v][i].X;
                if(!vis[u] && d[u]>d[v]+cost)
                {
                    d[u]=d[v]+cost;
                    q.push(make_pair(d[u],u));
                }
            }
        }
    }
}
```

```
        }
    }
}
};
```

### 2.1.2 Spfa

```
typedef pair<int,int> P;
struct Spfa
{
    vector<pair<int,int> > G[MAXN];
    bool vis[MAXN];
    int inq[MAXN],d[MAXN];
    void init()
    {
        for(int i=0;i<=MAXN;++i) G[i].clear();
        memset(vis,false,sizeof(vis));
        memset(inq,0,sizeof(inq));
        memset(d,0x3f,sizeof(d));
    }
    void add_edge(int u,int v,int cost)
    {
        G[u].push_back(make_pair(cost,v));
    }
    int spfa(int s)
    {
        queue<int> q;
        d[s]=0;
        q.push(s);
        ++inq[s];
        vis[s]=true;
        while(!q.empty())
        {
            int v=q.front();q.pop();
            vis[v]=false;
            for(int i=0;i<G[v].size();++i)
            {
                int u=G[v][i].Y,cost=G[v][i].X;
                if(d[u]>d[v]+cost)
                {
```

```
        d[u]=d[v]+cost;
        if(!vis[u])
        {
            q.push(u);
            ++inq[u];
            vis[u]=true;
        }
    }
    if(inq[v]>N) return -1;    //有负圈
}
if(d[N]==INF) return -2;    //不可达
return d[N];
}
};
```

### 2.1.3 Floyd

```
struct Floyd
{
    double d[MAXN][MAXN];
    void floyd(int N)
    {
        for(int k=0;k<N;k++)
            for(int i=0;i<N;i++)
                for(int j=0;j<N;j++)
                {
                    if(d[i][k] && d[k][j] && d[i][j]<d[i][k]*d[k][j])
                        d[i][j]=d[i][k]*d[k][j];
                }
    }
};
```

### 2.1.4 次短路

```
typedef pair<int,int> P;
struct Dijkstra
{
    vector<P> G[MAXN];
    int d[MAXN],d2[MAXN];
    void init(int N)
```



```
{
    for(int i=0;i<=N;++i) G[i].clear();
    memset(d,0x3f,sizeof(d));
    memset(d2,0x3f,sizeof(d2));
}

void addEdge(int u,int v,int cost)
{
    G[u].push_back(make_pair(cost,v));
}

void dij(int s)
{
    priority_queue<P,vector<P>,greater<P> > q;
    d[s]=0;
    q.push(make_pair(d[s],s));
    while(!q.empty())
    {
        P temp=q.top();q.pop();
        int v=temp.Y;
        if(d2[v]<temp.X) continue;
        for(int i=0;i<G[v].size();++i)
        {
            int u=G[v][i].Y,cost=G[v][i].X;
            int dist=temp.X+cost;
            if(d[u]>dist)//该点当前最短路比新距离大
            {
                swap(d[u],dist);
                q.push(P(d[u],u));
            }
            if(d2[u]>dist && d[u]<dist)
            {
                d2[u]=dist;
                q.push(P(d2[u],u));
            }
        }
    }
};
```

//另一种做法：正反跑最短路，枚举每边是否在最短路，非则记此时路长

### 2.1.5 第 K 短路

```
struct Edge
{
    int from;
    int d,f;
    Edge(int u,int d,int f):from(u),d(d),f(f){}
    bool operator <(const Edge &a)const //从大到小排序, 避免用反 pq
    {
        if(f==a.f) return a.d<d;
        return a.f<f;
    }
};

struct Kpath
{
    vector<pair<int,int> > G[MAXN];
    vector<pair<int,int> > GB[MAXN];
    bool vis[MAXN];
    int h[MAXN];
    int t;
    void init()
    {
        for(int i=0;i<=N;++i)
        {
            G[i].clear();
            GB[i].clear();
        }
        t=0;
        memset(h,0x3f,sizeof(h));
        memset(vis,false,sizeof(vis));
    }
    void addEdge(int u,int v,int cost)
    {
        G[u].push_back(mp(cost,v));
        GB[v].push_back(mp(cost,u));
    }
    void spfa(int s) //dijkstra 可能效率更高, 另注意题目会不会有负圈
    {
        queue<int> q;
        h[s]=0;
```

```
q.push(s);
vis[s]=true;
while(!q.empty())
{
    int u=q.front();q.pop();
    vis[u]=false;
    for(int i=0;i<GB[u].size();++i)
    {
        int v=GB[u][i].Y,cost=GB[u][i].X;
        if(h[v]>h[u]+cost)
        {
            h[v]=h[u]+cost;
            if(!vis[v])
            {
                q.push(v);
                vis[v]=true;
            }
        }
    }
}

int Astar(int S,int T,int K)
{
    if(S==T) ++K;          //如果 S==T, d=0 不算一条路
    if(h[S]==INF) return -1;
    priority_queue<Edge> q;
    q.push(Edge(S,0,h[S]));
    while(!q.empty())
    {
        Edge temp=q.top();q.pop();
        int u=temp.from,d=temp.d;
        if(u==T) ++t;
        if(t==K) return d;
        for(int i=0;i<G[u].size();++i)
        {
            int v=G[u][i].Y,cost=G[u][i].X;
            q.push(Edge(v,d+cost,d+cost+h[v]));
        }
    }
}
```

```
        return -1;
    }
};
```

## 2.2 生成树 Spanning tree

### 2.2.1 最小生成树 Minimum spanning tree

```
struct Edge
{
    int u,v,d;
    Edge(int from,int to,int cost):u(from),v(to),d(cost){}
    bool operator < (const Edge &a)const
    {
        return d<a.d;
    }
};

struct Kruskal
{
    vector<Edge> edges;
    int par[MAXN];
    int n;
    void init(int n)
    {
        this->n=n;
        edges.clear();
        for(int i=1;i<=n;++i) par[i]=i;
    }
    void add_edge(int u,int v,int d)
    {
        edges.push_back(Edge(u,v,d));
        edges.push_back(Edge(v,u,d));
    }
    int Find(int x)
    {
        if(par[x]==x) return x;
        return par[x]=Find(par[x]);
    }
    void uni(int A,int B)
    {
        int x=Find(A),y=Find(B);
```

```
        if(x==y) return ;
        par[x]=y;
    }
    bool same(int A,int B)
    {
        return Find(A)==Find(B);
    }
    int kruskal()
    {
        sort(edges.begin(),edges.end());
        int ans=0;
        for(int i=0;i<edges.size();++i)
        {
            Edge &e=edges[i];
            if(!same(e.v,e.u))
            {
                ans+=e.d;
                uni(e.v,e.u);
            }
        }
        return ans;
    }
};
```

```
struct Prim
{
    bool vis[MAXN];
    int d[MAXN],cost[MAXN][MAXN];
    int n;
    void init(int n)
    {
        this->n=n;
        memset(d,0x3f,sizeof(d));
        memset(cost,0x3f,sizeof(cost));
        memset(vis,false,sizeof(vis));
    }
    int prim(int s)
    {
        d[s]=0;
        int ans=0;
```

```
    while(1)
    {
        int v=-1;
        for(int u=1;u<=n;++u)
            if(!vis[u] && (v==-1 || d[u]<d[v])) v=u;
        if(v==-1) break;
        vis[v]=true;
        ans+=d[v];
        for(int u=1;u<=n;++u)
            d[u]=min(d[u],cost[v][u]);
    }
    return ans;
}
};
```

## 2.2.2 次小生成树

```
struct Edge
{
    int u,v,cost;
    bool use;
    Edge(int u,int v,int c,bool use):u(u),v(v),cost(c),use(use){}
};

struct SecMST
{
    vector<Edge> es;
    int par[MAXN],length[MAXN][MAXN];
    void init(int n)
    {
        for(int i=0;i<=n;++i) par[i]=i;
        memset(length,0,sizeof(length));
        es.clear();
    }
    int Find(int x)
    {
        if(par[x]==x) return x;
        return par[x]=Find(par[x]);
    }
    void uni(int A,int B)
    {

```

```
    int x=Find(A),y=Find(B);
    if(x==y) return ;
    par[x]=y;
}
bool same(int A,int B){return Find(A)==Find(B);}
bool cmp(Edge a,Edge b){return a.cost<b.cost;}
void update(int u,int v,int cost)
{
    for(int i=1;i<=N;++i)
        for(int j=1;j<=N;++j)
        {
            if(i!=j && same(a,u) && same(b,v))
            {
                length[a][b]=length[b][a]=cost;
            }
        }
}
int kruskal()
{
    sort(es.begin(),es.end(),cmp);
    int ans=0;
    for(int i=0;i<es.size();++i)
    {
        Edge &e=es[i];
        int u=e.u,v=e.v,cost=e.cost;
        if(!same(u,v))
        {
            ans+=cost;
            e.use=true;
            update(u,v,cost);//若 MST 结束 DFS 遍历树得 length 效率更高
            uni(u,v);
        }
    }
    return ans;
}
int secmst()
{
    int MST=kruskal();
    int SECMST=INF;
```

```
bool flag=false;
for(int i=0;i<es.size();++i)
{
    Edge &e=es[i];
    if(!e.use)
    {
        //枚举非 MST 的边 (u,v), 加入 MST 形成环
        //则 SECMST=MST+ 该边 w-所成环中 uv 间最长边
        SECMST=min(SECMST,MST+e.cost-length[e.u][e.v]);
        if(SECMST==MST)
        {
            flag=true;
            break;
        }
    }
}
return SECMST;
};
```

### 2.2.3 最小树形图 Minimum Arborescence

## 2.3 网络流 Network flow

### 2.3.1 最大流 Max flow-Dinic

```
struct Edge
{
    int from,to,cap,flow;
    Edge(int u,int v,int c,int f):from(u),to(v),cap(c),flow(f){}
};

struct Dinic
{
    int n,m,s,t;
    vector<Edge> edges;
    vector<int> G[MAXN];
    bool vis[MAXN];
    int d[MAXN],cur[MAXN];
    void init(int n)
    {
        for(int i=0;i<=n;++i) G[i].clear();
    }
};
```



```
        edges.clear();
    }
    void addEdge(int from,int to,int cap)
    {
        edges.push_back(Edge(from,to,cap,0));
        edges.push_back(Edge(to,from,0,0));
        m=edges.size();
        G[from].push_back(m-2);
        G[to].push_back(m-1);
    }
    bool BFS()
    {
        memset(vis,false,sizeof(vis));
        queue<int> q;
        q.push(s);
        d[s]=0;
        vis[s]=1;
        while(!q.empty())
        {
            int v=q.front();q.pop();
            for(int i=0;i<G[v].size();++i)
            {
                int ecode=G[v][i];
                Edge &e=edges[ecode];
                if(!vis[e.to] && e.cap>e.flow)
                {
                    vis[e.to]=true;
                    d[e.to]=d[v]+1;
                    q.push(e.to);
                }
            }
        }
        return vis[t];
    }
    int DFS(int v,int a)
    {
        if(v==t || a==0) return a;
        int flow=0,f;
        for(int &i=cur[v];i<G[v].size();++i)
```

```
    {
        int ecode=G[v][i];
        Edge &e=edges[ecode];
        if(d[v]+1==d[e.to] && (f=DFS(e.to,min(a,e.cap-e.flow)))>0)
        {
            e.flow+=f;
            edges[ecode^1].flow-=f;
            flow+=f;
            a-=f;
            if(a==0) break;
        }
    }
    return flow;
}

int maxFlow(int s,int t)
{
    this->s=s;this->t=t;
    int flow=0;
    while(BFS())
    {
        memset(cur,0,sizeof(cur));
        flow+=DFS(s,INF);
    }
    return flow;
}

};
```

### 2.3.2 最大流 Max flow-ISAP

```
struct Edge
{
    int from,to,cap,flow;
    Edge(int u,int v,int c,int f):from(u),to(v),cap(c),flow(f){}
};

struct ISAP
{
    int n,m,s,t;
    vector<Edge> edges;
    vector<int> G[MAXN];
    bool vis[MAXN];
```

```
int d[MAXN], cur[MAXN];
int p[MAXN], num[MAXN];
void init(int n)
{
    this->n=n;
    for(int i=0; i<n; ++i) G[i].clear();
    edges.clear();
    memset(d, 0x3f, sizeof(d));
}
void add_edge(int from, int to, int cap)
{
    edges.push_back(Edge(from, to, cap, 0));
    edges.push_back(Edge(to, from, 0, 0));
    m=edges.size();
    G[from].push_back(m-2);
    G[to].push_back(m-1);
}
bool bfs()
{
    memset(vis, false, sizeof(vis));
    queue<int> q;
    q.push(t);
    d[t]=0;
    vis[t]=true;
    while(!q.empty())
    {
        int u=q.front(); q.pop();
        for(int i=0; i<G[u].size(); ++i)
        {
            Edge &e=edges[G[u][i]^1];
            if(!vis[e.from] && e.cap>e.flow)
            {
                vis[e.from]=true;
                d[e.from]=d[u]+1;
                q.push(e.from);
            }
        }
    }
    return vis[s];
}
```

```
}
int Augment()
{
    int flow=INF;
    for(int u=t;u!=s;u=edges[p[u]].from)
    {
        Edge &e=edges[p[u]];
        flow=min(flow,e.cap-e.flow);
    }
    for(int u=t;u!=s;u=edges[p[u]].from)
    {
        edges[p[u]].flow+=flow;
        edges[p[u]^1].flow-=flow;
    }
    return flow;
}
int Maxflow(int s,int t)
{
    this->s=s;this->t=t;
    int flow=0;
    bfs();
    if(d[s]>=n) return 0;
    memset(num,0,sizeof(num));
    for(int i=0;i<n;++i)
        if(d[i]<INF) ++num[d[i]];
    int u=s;
    memset(cur,0,sizeof(cur));
    while(d[s]<n)
    {
        if(u==t)
        {
            flow+=Augment();
            u=s;
        }
        int ok=0;
        for(int i=cur[u];i<G[u].size();++i)
        {
            Edge &e=edges[G[u][i]];
            if(e.cap>e.flow && d[u] == d[e.to]+1)
```

```

        {
            ok=1;
            p[e.to]=G[u][i];
            cur[u]=i;
            u=e.to;
            break;
        }
    }
    if(!ok)
    {
        int m=n-1;
        for(int i=0;i<G[u].size();++i)
        {
            Edge &e=edges[G[u][i]];
            if(e.cap>e.flow) m=min(m,d[e.to]);
        }
        if(--num[d[u]]==0) break;
        ++num[d[u]=m+1];
        cur[u]=0;
        if(u!=s) u=edges[p[u]].from;
    }
}
return flow;
}
};

```

### 2.3.3 最小费用最大流 Min cost max flow-EdmondsKarp

//最大费用最大流则费用取反

```

struct Edge
{
    int from,to,cap,flow,cost;
    Edge(int u,int v,int c,int f,int w):from(u),to(v),cap(c),flow(f),cost(w){}
};

struct MCMF
{
    int n,m;
    vector<Edge> edges;
    vector<int> G[MAXN];
    int inq[MAXN],d[MAXN],p[MAXN],a[MAXN];

```

```
void init(int n)
{
    this->n=n;
    for(int i=0;i<n;++i) G[i].clear();
    edges.clear();
}

void add_edge(int from,int to,int cap,int cost)
{
    edges.push_back(Edge(from,to,cap,0,cost));
    edges.push_back(Edge(to,from,0,0,-cost));
    m=edges.size();
    G[from].push_back(m-2);
    G[to].push_back(m-1);
}

bool spfa(int s,int t,int &flow,long long &cost)
{
    for(int i=0;i<n;++i) d[i]=INF;
    memset(inq,0,sizeof(inq));
    d[s]=0;inq[s]=1;p[s]=0;a[s]=INF;

    queue<int> q;
    q.push(s);
    while(!q.empty())
    {
        int u=q.front();q.pop();
        inq[u]=0;
        for(int i=0;i<G[u].size();++i)
        {
            Edge &e=edges[G[u][i]];
            if(e.cap>e.flow && d[e.to]>d[u]+e.cost)
            {
                d[e.to]=d[u]+e.cost;
                p[e.to]=G[u][i];
                a[e.to]=min(a[u],e.cap-e.flow);
                if(!inq[e.to])
                {
```

```
                q.push(e.to);
                inq[e.to]=1;
            }
        }
    }
    if(d[t]==INF) return false;
    flow+=a[t];
    cost+=(long long)d[t]*(long long)a[t];
    for(int u=t;u!=s;u=edges[p[u]].from)
    {
        edges[p[u]].flow+=a[t];
        edges[p[u]^1].flow-=a[t];
    }
    return true;
}

int MincostMaxflow(int s,int t,long long &cost)
{
    int flow=0;cost=0;
    while(spfa(s,t,flow,cost)) ;
    return flow;
}
};
```

#### 2.3.4 有上下界的可行流

```
//poj2396
struct Edge
{
    int from,to,cap,flow;
    Edge(int u,int v,int c,int f):from(u),to(v),cap(c),flow(f){}
};

int low[MAXN][MAXN],up[MAXN][MAXN];
int rowsum[MAXN],colsum[MAXN];
int in[MAXN],out[MAXN];
int n,m,source;
struct ISAP
{
    int n,m,s,t;
```

```
vector<Edge> edges;
vector<int> G[MAXN];
bool vis[MAXN];
int d[MAXN], cur[MAXN];
int p[MAXN], num[MAXN];

void init(int n)
{
    this->n=n;
    for(int i=0; i<n; ++i) G[i].clear();
    edges.clear();
    memset(d, 0x3f, sizeof(d));
}

void addedge(int from, int to, int cap)
{
    edges.push_back(Edge(from, to, cap, 0));
    edges.push_back(Edge(to, from, 0, 0));
    m=edges.size();
    G[from].push_back(m-2);
    G[to].push_back(m-1);
}

bool bfs()
{
    memset(vis, false, sizeof(vis));
    queue<int> q;
    q.push(t);
    d[t]=0;
    vis[t]=true;
    while(!q.empty())
    {
        int u=q.front(); q.pop();
        for(int i=0; i<G[u].size(); ++i)
        {
            Edge &e=edges[G[u][i]^1];
            if(!vis[e.from] && e.cap>e.flow)
            {
                vis[e.from]=true;
```



```
                d[e.from]=d[u]+1;
                q.push(e.from);
            }
        }
    }
    return vis[s];
}

int Augment()
{
    int flow=INF;
    for(int u=t;u!=s;u=edges[p[u]].from)
    {
        Edge &e=edges[p[u]];
        flow=min(flow,e.cap-e.flow);
    }
    for(int u=t;u!=s;u=edges[p[u]].from)
    {
        edges[p[u]].flow+=flow;
        edges[p[u]^1].flow-=flow;
    }
    return flow;
}

int Maxflow(int s,int t)
{
    this->s=s;this->t=t;
    int flow=0;
    bfs();
    if(d[s]>=n) return 0;
    memset(num,0,sizeof(num));
    for(int i=0;i<n;++i)
        if(d[i]<INF) ++num[d[i]];
    int u=s;
    memset(cur,0,sizeof(cur));
    while(d[s]<n)
    {
        if(u==t)
        {
```

```
        flow+=Augment();
        u=s;
    }
    int ok=0;
    for(int i=cur[u];i<G[u].size();++i)
    {
        Edge &e=edges[G[u][i]];
        if(e.cap>e.flow && d[u]==d[e.to]+1)
        {
            ok=1;
            p[e.to]=G[u][i];
            cur[u]=i;
            u=e.to;
            break;
        }
    }
    if(!ok)
    {
        int m=n-1;
        for(int i=0;i<G[u].size();++i)
        {
            Edge &e=edges[G[u][i]];
            if(e.cap>e.flow) m=min(m,d[e.to]);
        }
        if(--num[d[u]]==0) break;
        ++num[d[u]=m+1];
        cur[u]=0;
        if(u!=s) u=edges[p[u]].from;
    }
}

return flow;
}

bool build(int m,int n,int s,int t)
{
    for(int i=1;i<=m;++i)
        for(int j=1;j<=n;++j)
            if(low[i][j]<=up[i][j])
                addedge(i,j+m,up[i][j]-low[i][j]);
}
```

```
        else return false;

    for(int i=1;i<=m;++i)
    {
        addedge(s,i,rowsum[i]-in[i]);
        source+=rowsum[i]-in[i];
    }
    for(int j=1;j<=n;++j)
    {
        addedge(j+m,t,colsum[j]-out[j]);
    }
    return true;
}

void print(int m,int n)
{
    for(int i=1;i<=m;++i)
        for(int j=1;j<=n;++j)
        {
            Edge &e=edges[(i-1)*n*2+(j-1)*2];
            if(j>1) putchar(' ');
            printf("%d",e.flow+low[i][j]);
            if(j==n) putchar('\n');
        }
}

}ans;

void init(int m,int n)
{
    source=0;
    for(int i=1;i<=m;++i)
        for(int j=1;j<=n;++j)
            low[i][j]=0,up[i][j]=INF;
}

int main()
{
    int N;
    scanf("%d",&N);
    while(N--)
    {
```

```
scanf("%d%d",&m,&n);
ans.init(MAXN);
init(m,n);
int row=0,col=0;
for(int i=1;i<=m;++i)
{
    scanf("%d",&rowsum[i]);
    row+=rowsum[i];
}
for(int i=1;i<=n;++i)
{
    scanf("%d",&colsum[i]);
    col+=colsum[i];
}
int C;
scanf("%d",&C);
while(C--)
{
    int r,c,val;
    char ope[5];
    scanf("%d%d%s%d",&r,&c,ope,&val);
    int rstart=r,rend=r,cstart=c,cend=c;
    if(c==0) cstart=1,cend=n;
    if(r==0) rstart=1,rend=m;
    for(int i=rstart;i<=rend;++i)
        for(int j=cstart;j<=cend;++j)
        {
            if(ope[0]=='=')
                low[i][j]=up[i][j]=val;
            else if(ope[0]=='>')
                low[i][j]=max(low[i][j],val+1);
            else if(ope[0]=='<')
                up[i][j]=min(up[i][j],val-1);
        }
}
memset(in,0,sizeof(in));
memset(out,0,sizeof(out));
for(int i=1;i<=m;++i)
    for(int j=1;j<=n;++j)
```

```

        in[i] += low[i][j];
    for(int j=1; j<=n; ++j)
        for(int i=1; i<=m; ++i)
            out[j] += low[i][j];
    int S=0, T=m+n+1;
    bool flag=false;
    if(row!=col) flag=true;
    if(!flag && !ans.build(m,n,S,T)) flag=true;
    int flow=ans.Maxflow(S,T);
    if(!flag && flow!=source) flag=true;
    if(flag) printf("IMPOSSIBLE\n");
    else ans.print(m,n);
    printf("\n");
}
return 0;
}

```

## 2.4 二分图

### 2.4.1 概念公式

/\*

- 1、二分图等价条件：不存在奇环的图。
- 2、概念：最小点覆盖：选最少点使每边至少和一点关联  
 最小边覆盖：选最少边使每点和且仅和一条边关联  
 最大独立集：[无向图] 选最多点使它们互不相邻  
 最大团：[无向图] 选最多点使构成完全子图
- 3、公式：最大匹配数 + 最小边覆盖 =  $V$   
 最大独立集 + 最小点覆盖 =  $V$   
 最大匹配数 = 最小点覆盖（二分图中）  
 最大团：补图最大独立集  
 最小路径覆盖：  $N \times N$  有向无环图，拆点，  $i \rightarrow j \implies i1 \rightarrow j2$  构成二分图  
 最小路径覆盖 =  $n - m$  ( $n$  原图点数，  $m$  新图最大匹配数)
- 4、常用建图法：行列、奇偶（坐标和）、反向（所给条件相反的两点间建图）、  
 拆点、一行变多行 一列变多列

\*/

### 2.4.2 最大匹配-匈牙利

```

struct Hungary
{

```

```
vector<int> G[MAXN];
int match[MAXN];
bool used[MAXN];
int V;

void init(int N)
{
    this->V=N;
    for(int i=0;i<=V;++i) G[i].clear();
}

void add_edge(int u,int v)
{
    G[u].push_back(v);
}

bool dfs(int v)
{
    for(int i=0;i<G[v].size();++i)
    {
        int u=G[v][i];
        if(!used[u])
        {
            used[u]=true;
            if(match[u]==-1 || dfs(match[u]))
            {
                match[u]=v;
                return true;
            }
        }
    }
    return false;
}

int hungary()
{
    int ans=0;
    memset(match,-1,sizeof(match));
    for(int v=1;v<=V;++v)
    {
        memset(used,false,sizeof(used));
        if(dfs(v)) ++ans;
    }
}
```

```
        }
        return ans;
    }
};

/*
 * 邻接矩阵
 * 初始化  $G[][]$  两边顶点划分
 *  $G[i][j]$  表示  $i \rightarrow j$  有向边 (左向右)
 *  $G$  无边相连则初始化为 0
 * 复杂度  $O(VE)$ 
 * 编号从 0 开始
 */
struct HungaryM
{
    bool used[MAXN];
    int G[MAXN][MAXN], match[MAXN];
    int uN, vN; // 左点数, 右点数
    bool dfs(int u)
    {
        for(int v=0; v<vN; ++v)
            if(G[u][v] && !used[v])
            {
                used[v]=true;
                if(match[v]==-1 || dfs(match[v]))
                {
                    match[v]=u;
                    return true;
                }
            }
        return false;
    }
    int hungary()
    {
        int ans=0;
        memset(match, -1, sizeof(match));
        for(int u=0; u<uN; ++u)
        {
            memset(used, false, sizeof(used));
            if(dfs(u)) ++ans;
        }
    }
};
```

```
    }  
    return ans;  
}  
};
```

## 2.5 强连通缩点 tarjan

```
struct SCC  
{  
    vector<int> G[MAXN];  
    int pre[MAXN], lowlink[MAXN], sccno[MAXN], dfs_clock, scc;  
    //scc: 强连通分量个数, sccno[i]: 缩点后 i 所在点编号  
    stack<int> s;  
    void init()  
    {  
        for(int i=0; i<=N; ++i) G[i].clear();  
        memset(sccno, 0, sizeof(sccno));  
        memset(pre, 0, sizeof(pre));  
        while(!s.empty()) s.pop();  
        dfs_clock = scc = 0;  
    }  
    void add_edge(int u, int v)  
    {  
        G[u].push_back(v);  
    }  
    void tarjan(int u)  
    {  
        pre[u] = lowlink[u] = ++dfs_clock;  
        s.push(u);  
        for(int i=0; i<G[u].size(); ++i)  
        {  
            int v = G[u][i];  
            if(!pre[v])  
            {  
                tarjan(v);  
                lowlink[u] = min(lowlink[u], lowlink[v]);  
            }  
            else if(!sccno[v])  
            {  
                lowlink[u] = min(lowlink[u], pre[v]);  
            }  
        }  
    }  
};
```



```
        }
    }
    if(lowlink[u]==pre[u])
    {
        ++scc;
        for(;;)
        {
            int v=s.top();s.pop();
            sccno[v]=scc;
            if(v==u) break;
        }
    }
}
/* 全图缩点
    for(int i=1;i<=N;++i)
        if(!pre[i]) tarjan(i);
*/
};
```

## 2.6 最近公共祖先 LCA

## 2.7 欧拉回路

### 2.7.1 判定

### 2.7.2 求解

## 2.8 哈密顿回路

## 3 数据结构 Data Structure

### 3.1 并查集 Union-Find Set

```
int par[MAXN];
void init(int N)
{
    for(int i=0;i<=N;++i) par[i]=i;
}
int find(int x)
{
    if(par[x]==x) return x;
    return par[x]=find(par[x]);
}
void uni(int A,int B)
{
    int x=find(A),y=find(B);
    if(x==y) return ;
    par[x]=y;
}
bool same(int A,int B)
{
    return find(A)==find(B);
}
//按秩合并
void unite(int x,int y)
{
    x=find(x),y=find(y);
    if(x==y) return ;
    if(rank[x]<rank[y])
        parent[x]=y; // 从 rank 小的向 rank 大的连边
    else
    {
        parent[y]=x;
        if(rank[x]==rank[y]) rank[x]++;
    }
}
//非递归路径压缩（避免栈溢出 RE）
int find(int x)
{
```

```
int k, j, r;
r = x;
while(r != parent[r])    //查找跟节点
    r = parent[r];        //找到跟节点, 用 r 记录下
k = x;
while(k != r)            //非递归路径压缩操作
{
    j = parent[k];        //用 j 暂存 parent[k] 的父节点
    parent[k] = r;        //parent[x] 指向跟节点
    k = j;                //k 移到父节点
}
return r;                //返回根节点的值
}
```

### 3.2 拓扑排序 Topological Sorting

```
struct Topo
{
    vector<int> G[MAXN];
    int in[MAXN], ans[MAXN]; //ans 得到拓扑排序后点编号顺序
    int tot;
    void init(int N)
    {
        for(int i=0; i<=N; ++i) G[i].clear();
        memset(in, 0, sizeof(in));
        memset(ans, 0, sizeof(ans));
        tot=0;
    }
    void addEdge(int u, int v)
    {
        G[u].push_back(v);
        ++in[v];
    }
    void topo()
    {
        priority_queue<int, vector<int>, greater<int>> > q;
        for(int i=1; i<=N; ++i)
            if(!in[i]) q.push(i);
        while(!q.empty())
        {

```

```
        int u=q.top();q.pop();
        ans[total++]=u;
        for(int i=0;i<G[u].size();i++)
        {
            int v=G[u][i];
            if(--in[v]==0)
                q.push(v);
        }
    }
};
```

### 3.3 树状数组

#### 3.3.1 一维

```
int d[maxn],sum,n;
//树状数组,n 为上界
//d[maxn] 为信息,sum 为前 d[x] 项和, 单点更新, 区间段求和。
//解决逆序对, 连线交叉点问题等普通一维问题
//可将非线性排列通过如 dfs 序转化为线性排列
int lowbit(int x)
{
    return x&(-x);
}
void add(int x,int v)
{
    for(int i=x;i<=n;i+=lowbit(i))
    {
        d[i]+=v;
    }
}
int getsum(int x)
{
    int sum=0;
    for(int i=x;i>0;i-=lowbit(i))
    {
        sum+=d[i];
    }
    return sum;
}
```

### 3.3.2 二维

```
int d[maxn][maxn],sum,n,m;
//二维树状数组,n,m 分别为下界, 右界
//d[maxn][maxn] 为信息,sum 为前 d[x][y] 项和, 单点更新, 矩阵块求和。
//解决矩形图点更新, 区域求和等二维问题

int lowbit(int x)
{
    return x&(-x);
}

void add(int x,int y,int v)
{
    for(int i=x;i<=n;i+=lowbit(i))//i,x 为行方向
        for(int j=y;j<=m;j+=lowbit(j))//j,y 为列方向
        {
            d[i][j]+=v;
        }
}

int getsum(int x,int y)
{
    int sum=0;
    for(int i=x;i>0;i-=lowbit(i))
        for(int j=y;j>0;j-=lowbit(j))
        {
            sum+=d[i][j];
        }
    return sum;
}
```

## 3.4 RMQ

### 3.4.1 一维

```
int dp[maxn][maxn],s[maxn];
//储存区间段的最值信息等

void RMQ_init()
{
    //注意编号起始位置
    //依据题进行取值
    for(int i=0;i<n;i++) dp[i][0]=s[i];
}
```

```
    for(int j=1;(1<<j)<=n;j++)
        for(int i=0;i+(1<<j)-1<n;i++)
            dp[i][j]=min(dp[i][j-1],dp[i+(1<<(j-1))][j-1]);
}
int RMQ(int l,int r)
{
    int k=0;
    while((1<<(k+1))<=r-l+1)k++;
    return min(dp[l][k],dp[r-(1<<k)+1][k]);
}
```

### 3.4.2 二维

```
const int maxn=100;
int dp[maxn][maxn][9][9],s[maxn][maxn];
int n,m;
//区域最值问题
void RMQ_init()
{
    for(int i=1;i<=n;i++)
        for(int j=1;j<=m;j++)
            dp[i][j][0][0]=s[i][j];

    for(int j=0;(1<<j)<=n;j++)
        for(int i=0;(1<<i)<=m;i++)
            if(i+j)
                for(int jj=0;jj+(1<<j)-1<n;jj++)
                    for(int ii=1;ii+(1<<i)-1<=m;ii++)
                        if(j==0)
                            dp[jj][ii][j][i]=min(dp[jj][ii][j][i-1],
                                                    dp[jj][ii+(1<<(i-1))][j][i-1]);
                        else
                            dp[jj][ii][j][i]=min(dp[jj][ii][j-1][i],
                                                    dp[jj+(1<<(j-1))][ii][j-1][i]);
}
int RMQ(int x1,int y1,int x2,int y2)
{
    int a=0,b=0;
    while((1<<(a+1))<=x2-x1+1)a++;
    while((1<<(b+1))<=y2-y1+1)b++;
}
```

```
    x2=x2-(1<<a)+1;
    y2=y2-(1<<a)+1;
    return min(min(dp[x1][y1][a][b],dp[x1][y2][a][b]),
               min(dp[x2][y1][a][b],dp[x2][y2][a][b]));
}
```

## 3.5 线段树 Segment Tree

### 3.5.1 单点更新区间查询

```
#define lson rt<<1
#define rson rt<<1|1
#define Lson L,mid,lson
#define Rson mid+1,R,rson
int sum[MAXN<<2];
void pushUp(int rt)
{
    sum[rt]=sum[lson]+sum[rson];
}
void build(int L,int R,int rt)
{
    if(L==R)
    {
        scanf("%d",&sum[rt]);
        return ;
    }
    int mid=(L+R)>>1;
    build(Lson);
    build(Rson);
    pushUp(rt);
}
void update(int p,int val,int L,int R,int rt)
{
    if(L==R)
    {
        sum[rt]+=val;
        return;
    }
    int mid=(L+R)>>1;
    if(p<=mid) update(p,val,Lson);
    else update(p,val,Rson);
}
```

```
    pushUp(rt);
}
int query(int l,int r,int L,int R,int rt)
{
    if(L>=l && R<=r) return sum[rt];
    int mid=(L+R)>>1,sum=0;
    if(l<=mid) sum+=query(l,r,Lson);
    if(r>mid) sum+=query(l,r,Rson);
    return sum;
}
```

### 3.5.2 区间更新区间查询

```
int sum[MAXN<<2];
int seg[MAXN<<2];
void pushUp(int rt)
{
    sum[rt]=sum[lson]+sum[rson];
}
void build(int L,int R,int rt)
{
    seg[rt]=0;
    if(L==R)
    {
        sum[rt]=1;
        return ;
    }
    int mid=(L+R)>>1;
    build(Lson);
    build(Rson);
    pushUp(rt);
}
void pushDown(int rt,int len)
{
    if(seg[rt]==0) return ;
    seg[lson]=seg[rt];
    seg[rson]=seg[rt];
    sum[lson]=seg[rt]*(len-(len>>1));
    sum[rson]=seg[rt]*(len>>1);
    seg[rt]=0;
}
```



```
}  
void update(int l,int r,int val,int L,int R,int rt)  
{  
    if(l<=L && R<=r)  
    {  
        seg[rt]=val;  
        sum[rt]=val*(R-L+1);           //注意所做操作  
        return ;  
    }  
    pushDown(rt,(R-L+1));  
    int mid=(L+R)>>1;  
    if(l<=mid) update(l,r,val,Lson);  
    if(mid<r) update(l,r,val,Rson);  
    pushUp(rt);  
}  
int query(int l,int r,int L,int R,int rt)  
{  
    if(l<=L && r<=R) return sum[rt];  
    pushDown(rt,R-L+1);  
    int mid=(L+R)>>1;  
    int s=0;  
    if(l<=mid) s+=query(l,r,Lson);  
    if(mid<r) s+=query(l,r,Rson);  
    return s;  
}
```

## 4 数学 Math

### 4.1 快速乘-快速幂

```
//防止数太大 ll*ll 爆 ll
ll Mul(ll a,ll b,ll mod)
{
    ll t=0;
    for(;b;b>>=1,a=(a<<1)%mod)
        if(b&1) t=(t+a)%mod;
    return t;
}

typedef long long ll;
//边乘边模
ll fast(ll base,ll exp)
{
    ll ans=1;
    while(exp)
    {
        if(exp&1) ans=ans*base%mod;
        base=base*base%mod;
        exp>>=1;
    }
    return ans%mod;
}
```

### 4.2 矩阵快速幂

```
const int N;
struct matrix
{
    long long mat[N][N];
};

matrix operator *(matrix a,matrix b)
{
    matrix c;
    memset(c.mat,0,sizeof(c.mat));
    for(int k=0;k<N;k++)
        for(int i=0;i<N;i++)
        {
```

```
        if(a.mat[i][k]==0)
            continue;
        for(int j=0;j<N;j++)
        {
            if(b.mat[k][j]==0)
                continue;
            c.mat[i][j]=(c.mat[i][j]+(a.mat[i][k]*b.mat[k][j])%mod)%mod;
        }
    }
    return c;
}

matrix operator ^(matrix a,int n)
{
    matrix c;
    for(int i=0;i<N;i++)
        for(int j=0;j<N;j++)
            c.mat[i][j]= (i==j);
    while(n)
    {
        if(n&1)
            c=c*a;
        a=a*a;
        n>>=1;
    }
    return c;
}
```

### 4.3 扩展欧几里得

```
//d 最小公倍数, 解方程  $ax+by=gcd(a,b)$ 
//对于方程  $ax+by=c$ ; 要求  $c$  能被  $gcd(a,b)$  整除
void exgcd(int a,int b,int &d,int &x,int &y)
{
    if(!b)
    {
        x=1;y=0;d=a;
    }
    else
    {
        exgcd(b,a%b,d,y,x);

```

```
        y-=a/b*x;
    }
}
```

#### 4.4 欧拉函数

```
const int maxn=1e5+5;
struct Num
{
    int count;//每个数的质因数个数
    int prime[16];//每个数的质因数数组
}N[maxn];
int Elur[maxn]; //欧拉函数值
void ELUR()//欧拉函数
{
    Elur[1]=1;
    for(int i=0;i<=1e5;i++)
        N[i].count=0;
    for(int i=2;i<=1e5;i++)
    {
        if(!Elur[i])
        {
            for(int j=i;j<=1e5;j+=i)
            {
                if(!Elur[j])Elur[j]=j;

                Elur[j]=Elur[j]*(i-1)/i;
                N[j].prime[N[j].count]=i;
                N[j].count++;
            }
        }
    }
}

int main()
{
    ELUR();
    for(int i=1;i<=20;i++)
    {
        cout<<N[i].count<<endl;
        int c=0;
```

```
        while(N[i].prime[c])
            cout<<N[i].prime[c++]<<" ";
        cout<<endl;
    }
}
```

## 4.5 中国剩余定理求同余方程组

### 4.5.1 素数

```
const int maxn=1e5+5;
int prime[maxn],r[maxn];
//中国剩余定理（除数两两互质）
//r[i]=x%prime[i],r[i] 存余数,a[i] 存被除数
void exgcd(int a,int b,int &d,int &x,int &y)
{
    if(!b)
    {
        x=1;y=0;d=a;
    }
    else
    {
        exgcd(b,a%b,d,y,x);
        y-=a/b*x;
    }
}

int Chinese_Remainder()
{
    int M=1;
    for(int i=1;i<=n;i++)
        M*=prime[i]; //所有除数最小公倍数
    int d,x,y,answer=0;
    for(int i=1;i<=n;i++)
    {
        int m=M/prime[i];
        exgcd(prime[i],m,d,x,y);
        answer=(answer+y*m*r[i])%M;
    }
    return (M+answer%M)%M;
}
```

#### 4.5.2 非素数

```
const int maxn=1e5+5;
int c[maxn],r[maxn];
int n;
//模线性同余方程组 (CRT 非素数)
//两两方程结合法
//r[i]=x%chu[i],r[i] 存余数,chu[i] 存除数
void exgcd(int a,int b,int &d,int &x,int &y)
{
    if(!b)
    {
        x=1;y=0;d=a;
    }
    else
    {
        exgcd(b,a%b,d,y,x);
        y-=a/b*x;
    }
}
int Chinese_Remainder()
{
    int c1=c[1],r1=r[1];
    //a1,r1 为合并项
    for(int i=2;i<=n;i++)
    {
        int c2=c[i],r2=r[i];
        //a2,r2 为当前项
        int d,x,y,p=r2-r1;

        exgcd(c1,c2,d,x,y);

        if(p%d) return -1;

        int z=c2/d;
        x=(x*(p/d)%z+z)%z;
        r1=x*c1+r1;
        c1=c1*(c2/d);
        r1=(r1%c1+c1)%c1;
    }
}
```

```
        return (r1%c1+c1)%c1;
    }
    //队长后面是我测试的
    int main()
    {
        cin>>n;

        for(int i=1;i<=n;i++)
        {
            cin>>c[i]>>r[i];
        }
        cout<<Chinese_Remainder()<<endl;
    }
```

## 5 字符串

### 5.1 字典树

```
struct Trie{
    int ch[maxnode][sigma_size];
    int val[maxnode];
    int sz;
    void clear()
    {
        sz=1;
        memset(ch[0],0,sizeof(ch[0]));
        memset(val,0,sizeof(val));
    }
    int idx(char c)
    {
        return c-'a';
    }
    void insert(const char*s)
    {
        int u=0,n=strlen(s);
        for(int i=0;i<n;i++)
        {
            int c=idx(s[i]);
            if(!ch[u][c])
            {
```

```
        memset(ch[sz],0,sizeof(sz));
        val[sz]=0;
        ch[u][c]=sz++;
    }
    u=ch[u][c];
    val[u]++;
}
}
int search(const char *s)
{
    int u=0,n=strlen(s);
    for(int i=0;i<n;i++)
    {
        int c=idx(s[i]);
        if(!ch[u][c])
        {
            return 0;
        }
        u=ch[u][c];
    }
    return val[u];
}
}ans;
```

## 5.2 KMP

```
struct kmp{
    int s[maxN];
    int p[maxM];
    int f[maxM];
    void getfail(int *p,int *f)
    {
        int m=M;
        f[0]=0;
        f[1]=0;
        for(int i=1;i<m;i++)
        {
            int j=f[i];
            while(j&& p[i]!=p[j])
                j=f[j];
        }
    }
};
```



```
        f[i+1]=p[i]==p[j]?j+1:0;
    }
}

int find(int *t,int *p,int *f)
{
    int n=N;
    int m=M;
    getfail(p,f);
    int j=0;
    for(int i=0;i<n;i++)
    {
        while(j&& p[j]!=t[i])
            j=f[j];
        if(p[j]==t[i])
            j++;
        if(j==m)
            return i-m+2;
    }
    return -1;
}
}ans;
```

### 5.3 扩展 KMP

```
struct exKMP
{
    char t[maxn];
    char p[maxn];
    int f[maxn];
    int extend[maxn];
    void getfail(char *p,int *f)
    {
        int m=strlen(p);
        f[0]=m;
        int i=0;
        while(i<m-1&&p[i]==p[i+1])
            i++;
        f[1]=i;
        int po=1;
        for(i=2;i<m;i++)
```

```
{
    if(f[i-po]+i<po+f[po])
        f[i]=f[i-po];
    else
    {
        int j=po+f[po]-i;
        if(j<0)
            j=0;
        while((i+j<m)&&p[i+j]==p[j])
            j++;
        f[i]=j;
        po=i;
    }
}

void gettextend(char *t,char *p,int *f,int *extend)
{
    int n=strlen(t);
    int m=strlen(p);
    getfail(p,f);
    int i=0;
    while(t[i]==p[i]&&i<n&&i<m)
        i++;
    extend[0]=i;
    int po=0;
    for(int i=1;i<n;i++)
    {
        if(f[i-po]+i<extend[po]+po)
            extend[i]=f[i-po];
        else
        {
            int j=extend[po]+po-i;
            if(j<0)
                j=0;
            while(i+j<n&&j<m&&t[i+j]==p[j])
                j++;
            extend[i]=j;
            po=i;
        }
    }
}
```

```
    }  
}  
}ans;
```

## 5.4 最长回文子串 Manacher

```
struct Manacher  
{  
    char p[maxn];  
    char temp[maxn<<1];  
    int f[maxn<<1];  
    void init(char *p, char *temp)  
    {  
        int n=strlen(p);  
        temp[0]='*';  
        for(int i=0;i<=n;i++)  
        {  
            temp[i*2+1]='#';  
            temp[i*2+2]=p[i];  
        }  
        temp[2*n+2]='\0';  
    }  
    void getlen(char *p, int *f)  
    {  
        int mx=0, po=0, ans=0;  
        int n=strlen(p);  
        f[0]=0;  
        for(int i=2;i<n;i++)  
        {  
            if(mx>i)  
                f[i]=min(mx-i, f[2*po-i]);  
            else  
                f[i]=1;  
            while(p[i-f[i]]==p[i+f[i]])  
                f[i]++;  
            if(f[i]+i>mx)  
            {  
                po=i;  
                mx=f[i]+i;  
            }  
        }  
    }  
};
```

```
    }  
}  
}ans;
```

## 5.5 AC 自动机

```
struct AC  
{  
    int ch[maxnode][sigma_size];  
    int val[maxnode],f[maxnode],last[maxnode];  
    int sz;  
    void init()  
    {  
        sz=1;  
        memset(ch[0],0,sizeof(ch[0]));  
        memset(val,0,sizeof(val));  
        memset(f,0,sizeof(f));  
        memset(last,0,sizeof(last));  
    }  
    int idx(char c){return c-'A';}  
    void insert(char *s,int id)  
    {  
        int n=strlen(s),u=0;  
        for(int i=0;i<n;i++)  
        {  
            int c=idx(s[i]);  
            if(!ch[u][c])  
            {  
                memset(ch[sz],0,sizeof(ch[sz]));  
                val[sz]=0;  
                ch[u][c]=sz++;  
            }  
            u=ch[u][c];  
        }  
        val[u]=id;  
    }  
    void getfail(int *f)  
    {  
        queue<int> q;  
        f[0]=0;
```

```
for(int c=0;c<sigma_size;c++)
{
    int u=ch[0][c];
    if(u)
    {
        f[u]=0;
        q.push(u);
        last[u]=0;
    }
}
while(!q.empty())
{
    int r=q.front();q.pop();
    for(int c=0;c<sigma_size;c++)
    {
        int u=ch[r][c];
        if(!u)
        {
            ch[r][c]=ch[f[r]][c];
            continue;
        }
        q.push(u);
        int v=f[r];
        while(v &&!ch[v][c]) v=f[v];
        f[u]=ch[v][c];
        last[u]= val[f[u]]? f[u]:last[f[u]];
    }
}
}
void find(char *t,int *f)
{
    int n=strlen(t);
    int j=0;
    for(int i=0;i<n;i++)
    {
        if(t[i]>'Z' || t[i]<'A')
        {
            j=0;
            continue;
        }
    }
}
```

```
        }
        int c=idx(t[i]);
        j=ch[j][c];
        if(val[j]) vis[val[j]]++;
        if(last[j]) bfind(last[j]);
    }
}
void bfind(int j)
{
    if(j)
    {
        vis[j]++;
        bfind(last[j]);
    }
}
};
```

## 6 动态规划

### 6.1 背包

```
int dp[maxn];
void zeropack(int c,int v)
{
    for(int i=m;i>=c;i--)
        dp[i]=max(dp[i],dp[i-c]+v);
}
void completepack(int c,int v)
{
    for(int i=c;i<=m;i++)
        dp[i]=max(dp[i],dp[i-c]+v);
}
void multipack(int c,int v,int shu)
{
    if(shu*c>=m)
    {
        completepack(c,v);
        return;
    }
    int k=1;
```

```
while(k<shu)
{
    zeropack(k*c,k*v);
    shu-=k;
    k*2;
}
zeropack(shu*c,shu*v);
}
```

## 7 其它 Other

### 7.1 输入输出外挂

```
//1 2 1/2
//ios_base::sync_with_stdio(0);
//cin.tie(0);
template <class T>
inline bool scan_d(T &ret)
{
    char c;
    int sgn;
    if(c=getchar(),c==EOF) return 0;
    while(c!='-'&&(c<'0' || c>'9')) c=getchar();
    sgn=(c=='-')?-1:1;
    ret=(c=='-')?0:(c-'0');
    while(c=getchar(),c>='0'&&c<='9') ret=ret*10+(c-'0');
    ret*=sgn;
    return 1;
}
inline void out(int x)
{
    if(x>9) out(x/10);
    putchar(x%10+'0');
}
```

### 7.2 高精度

```
struct BigInt
{
    const static int mod=10000;
    const static int DLEN=4;
    int a[600],len;
    BigInt()
    {
        memset(a,0,sizeof(a));
        len=1;
    }
    BigInt(int v)
    {
        memset(a,0,sizeof(a));
```



```
len=0;
do
{
    a[len++]=v%mod;
    v/=mod;
}while(v);
}
BigInt(const char s[])
{
    memset(a,0,sizeof(a));
    int L=strlen(s);
    len=L/DLEN;
    if(L%DLEN) len++;
    int index=0;
    for(int i=L-1;i>=0;i-=DLEN)
    {
        int t=0;
        int k=i-DLEN+1;
        if(k<0) k=0;
        for(int j=k;j<=i;j++)
            t=t*10+s[j]-'0';
        a[index++]=t;
    }
}
BigInt operator +(const BigInt &b)const
{
    BigInt res;
    res.len=max(len,b.len);
    for(int i=0;i<=res.len;i++)
        res.a[i]=0;
    for(int i=0;i<res.len;i++)
    {
        res.a[i]+=((i<len?a[i]:0))+((i<b.len)?b.a[i]:0);
        res.a[i+1]+=res.a[i]/mod;
        res.a[i]%=mod;
    }
    if(res.a[res.len]>0) res.len++;
    return res;
}
```

```
BigInt operator *(const BigInt &b) const
{
    BigInt res;
    for(int i=0; i<len; i++)
    {
        int up=0;
        for(int j=0; j<b.len; j++)
        {
            int temp=a[i]*b.a[j]+res.a[i+j]+up;
            res.a[i+j]=temp%mod;
            up=temp/mod;
        }
        if(up!=0)
            res.a[i+b.len]=up;
    }
    res.len=len+b.len;
    while(res.a[res.len-1]==0 && res.len>1) res.len--;
    return res;
}

void output()
{
    printf("%d", a[len-1]);
    for(int i=len-2; i>=0; i--)
        printf("%04d", a[i]);
    printf("\n");
}
};
```

### 7.3 离散化

```
//v.push_back(old);
sort(v.begin(), v.end());
int size=unique(v.begin(), v.end())-v.begin();
for(int i=1; i<=N; ++i)
{
    newData=lower_bound(v.begin(), v.begin()+size, oldData)-v.begin()+1;
}
```

## 7.4 STL

```
//一、set
//set 和 multiset 用法一样，multiset 允许重复元素
//利用 set 从大到小排序（自定义排序函数）
struct classcmp
{
    bool operator()(const int &lhs,const int &rhs)const
    {return lhs>rhs;}
};
multiset<int,classcmp> s;
//结构体自定义排序函数
struct Node
{
    int x,y;
};
struct classcmp
{
    bool operator()(const Node &a,const Node &b)const
    {
        if(a.x!=b.x) return a.x<b.x;
        else return a.y>b.y;
    }//按 x 从小到大，按 y 从大到小
};
multiset<Node,classcmp> s;
multiset<Node,classcmp>::iterator it;//若定义迭代器也要带排序函数
//函数
count()//某个值元素的个数
erase()//删除元素（参数为元素值或迭代器，multi 会删光值的每一个）
find()//返回元素迭代器
size()//元素数目
lower_bound()//返回指向大于（或等于）某值的第一个元素的迭代器
upper_bound()//返回大于某个值元素的迭代器
equal_range()//返回集合中与给定值相等的上下限两个迭代器

//二、string
s1.assign(s2);
s1.assign(s2,lenth);
s1.assign(s2,start,lenth);
s1.assign(times,char1);
```

```
s1.assign(start,end);  
s1.at(pos);
```