# CPK14 – Codebase

## Boilerplate

#include<bits/stdc++.h>

using namespace std;

#ifndef ONLINE\_JUDGE

#ifdef \_\_linux\_\_

#include "/media/gakshat468/New Volume/CP/algo/debug.h"

#elif \_WIN32

#include "D:/CP/algo/debug.h"

#endif

#else

#define debug(...) 42

#endif

#define MOD 1000000007

#define nl <<'\n'

#define display\_vec(a) for(auto i:a)cout<<i<<" "; cout <<"\n";

#define sp <<" "<<

#define fast\_io ios\_base::sync\_with\_stdio(false); cin.tie(NULL)

#define ll long long int

bool solve()

{

    int n;

    cin >> n;

    vector<int> a(n);

    for (int i = 0;i < n;i++) {

        cin >> a[i];

    }

    return true;

}

int main()

{

    fast\_io;

#ifdef \_\_linux\_\_

    string path = "/media/gakshat468/New Volume/CP/";

#elif \_WIN32

    string path = "D:/CP/";

#endif

#ifndef ONLINE\_JUDGE

    freopen((path + "input.txt").c\_str(), "r", stdin);

    freopen((path + "output.txt").c\_str(), "w", stdout);

    freopen((path + "error.txt").c\_str(), "w", stderr);

#endif

    int t = 1;

    cin >> t;

    while (t--) {

        solve();

        // cout << (solve() ? "YES\n" : "NO\n");

        // cout << (solve() ? "" : "-1\n");

    }

}

## Debug.h

#undef \_GLIBCXX\_DEBUG

#include <bits/stdc++.h>

using namespace std;

template <typename A, typename B>

string to\_string(pair<A, B> p);

template <typename A, typename B, typename C>

string to\_string(tuple<A, B, C> p);

template <typename A, typename B, typename C, typename D>

string to\_string(tuple<A, B, C, D> p);

string to\_string(const string& s) {

    return '"' + s + '"';

}

string to\_string(const char\* s) {

    return to\_string((string)s);

}

string to\_string(bool b) {

    return (b ? "true" : "false");

}

string to\_string(vector<bool> v) {

    bool first = true;

    string res = "{";

    for (int i = 0; i < static\_cast<int>(v.size()); i++) {

        if (!first) {

            res += ", ";

        }

        first = false;

        res += to\_string(v[i]);

    }

    res += "}";

    return res;

}

template <size\_t N>

string to\_string(bitset<N> v) {

    string res = "";

    for (size\_t i = 0; i < N; i++) {

        res += static\_cast<char>('0' + v[i]);

    }

    return res;

}

template <typename A>

string to\_string(A v) {

    bool first = true;

    string res = "\n{";

    for (const auto& x : v) {

        if (!first) {

            res += ", ";

        }

        first = false;

        res += to\_string(x);

    }

    res += "}\n";

    return res;

}

template <typename A, typename B>

string to\_string(pair<A, B> p) {

    return "(" + to\_string(p.first) + ", " + to\_string(p.second) + ")";

}

template <typename A, typename B, typename C>

string to\_string(tuple<A, B, C> p) {

    return "(" + to\_string(get<0>(p)) + ", " + to\_string(get<1>(p)) + ", " + to\_string(get<2>(p)) + ")";

}

template <typename A, typename B, typename C, typename D>

string to\_string(tuple<A, B, C, D> p) {

    return "(" + to\_string(get<0>(p)) + ", " + to\_string(get<1>(p)) + ", " + to\_string(get<2>(p)) + ", " + to\_string(get<3>(p)) + ")";

}

void debug\_out() { cerr << endl; }

template <typename Head, typename... Tail>

void debug\_out(Head H, Tail... T) {

    cerr << " " << to\_string(H);

    debug\_out(T...);

}

#define debug(...) cerr << "[" << #\_\_VA\_ARGS\_\_ << "]:", debug\_out(\_\_VA\_ARGS\_\_)

# Graphs

## Bridges(Offline)

int n; // number of nodes

vector<vector<int>> adj; // adjacency list of graph

vector<bool> visited;

vector<int> tin, low;

int timer;

void dfs(int v, int p = -1) {

    visited[v] = true;

    tin[v] = low[v] = timer++;

    for (int to : adj[v]) {

        if (to == p) continue;

        if (visited[to]) {

            low[v] = min(low[v], tin[to]);

        }

        else {

            dfs(to, v);

            low[v] = min(low[v], low[to]);

            if (low[to] > tin[v])

                IS\_BRIDGE(v, to);

        }

    }

}

void find\_bridges() {

    timer = 0;

    visited.assign(n, false);

    tin.assign(n, -1);

    low.assign(n, -1);

    for (int i = 0; i < n; ++i) {

        if (!visited[i])

            dfs(i);

    }

}

## Bridges(Online)

## Articulation Points

int n; // number of nodes

vector<vector<int>> adj; // adjacency list of graph

vector<bool> visited;

vector<int> tin, low;

int timer;

void dfs(int v, int p = -1) {

    visited[v] = true;

    tin[v] = low[v] = timer++;

    int children = 0;

    for (int to : adj[v]) {

        if (to == p) continue;

        if (visited[to]) {

            low[v] = min(low[v], tin[to]);

        }

        else {

            dfs(to, v);

            low[v] = min(low[v], low[to]);

            if (low[to] >= tin[v] && p != -1)

                IS\_CUTPOINT(v);

            ++children;

        }

    }

    if (p == -1 && children > 1)

        IS\_CUTPOINT(v);

}

void find\_cutpoints() {

    timer = 0;

    visited.assign(n, false);

    tin.assign(n, -1);

    low.assign(n, -1);

    for (int i = 0; i < n; ++i) {

        if (!visited[i])

            dfs(i);

    }

}

## Kosaraju SCC

vector<vector<int>> adj, adj\_rev;

vector<bool> used;

vector<int> order, component;

void dfs1(int v) {

    used[v] = true;

    for (auto u : adj[v])

        if (!used[u])

            dfs1(u);

    order.push\_back(v);

}

void dfs2(int v) {

    used[v] = true;

    component.push\_back(v);

    for (auto u : adj\_rev[v])

        if (!used[u])

            dfs2(u);

}

int main() {

    int n;

    // ... read n ...

    for (;;) {

        int a, b;

        // ... read next directed edge (a,b) ...

        adj[a].push\_back(b);

        adj\_rev[b].push\_back(a);

    }

    used.assign(n, false);

    for (int i = 0; i < n; i++)

        if (!used[i])

            dfs1(i);

    used.assign(n, false);

    reverse(order.begin(), order.end());

    for (auto v : order)

        if (!used[v]) {

            dfs2(v);

            // ... processing next component ...

            component.clear();

        }

}

// continuing from previous code

vector<int> roots(n, 0);

vector<int> root\_nodes;

vector<vector<int>> adj\_scc(n);

for (auto v : order)

if (!used[v]) {

    dfs2(v);

    int root = component.front();

    for (auto u : component) roots[u] = root;

    root\_nodes.push\_back(root);

    component.clear();

}

for (int v = 0; v < n; v++)

    for (auto u : adj[v]) {

        int root\_v = roots[v],

            root\_u = roots[u];

        if (root\_u != root\_v)

            adj\_scc[root\_v].push\_back(root\_u);

    }

## Dijkistra

## Bellmann Ford

void solve()

{

    ll n, m;

    cin >> n >> m;

    vector<pair<ll, ll>> adj[n + 1], radj[n + 1];

    for (ll i = 0;i < m;i++) {

        int u, v, c;

        cin >> u >> v >> c;

        adj[u].push\_back({ v,c });

        radj[v].push\_back({ u,c });

    }

    pair<ll, ll> inf = { 1e18,0 };

    vector<pair<ll, ll>> dis(n + 1, inf);

    dis[1] = { 0,0 };

    for (int k = 0;k < n;k++) {

        for (int u = 1;u <= n;u++) {

            for (auto& [v, c] : adj[u]) {

                if (dis[v].first > dis[u].first + c) {

                    dis[v].first = dis[u].first + c;

                    dis[v].second = u;

                }

            }

        }

    }

    ll pos = -1;

    for (int u = 1;u <= n;u++) {

        for (auto& [v, c] : adj[u]) {

            if (dis[v].first > dis[u].first + c) {

                pos = v;

                break;

            }

        }

    }

    if (pos == -1) {

        cout << "NO\n";

        return;

    }

    vector<bool> vis(n + 1, false);

    vector<ll> nodelist = { dis[pos].second };

    while (!vis[pos]) {

        vis[pos] = true;

        nodelist.push\_back(dis[pos].second);

        pos = dis[pos].second;

    }

    nodelist.push\_back(dis[pos].second);

    reverse(nodelist.begin(), nodelist.end());

    cout << "YES\n";

    cout << nodelist[0] << " ";

    for (int i = 1;i < nodelist.size();i++) {

        cout << nodelist[i] << " ";

        if (nodelist[i] == nodelist[0])break;

    }

    cout nl;

}

## Kruskal

## Eulerian Path

## BinaryUplifting

class binruplift {

public:

    int n;

    vector<vector<int>> anc;

    vector<int> height;

    int sz;

    binruplift(int tn, vector<int>& p) {

        n = tn;

        height.resize(n + 1, -1);

        anc\_precomp(p);

        sz = anc[0].size() - 1;

        height[0] = 0;

        for (int i = 1;i <= n;i++) {

            if (height[i] < 0)calht(i, height, p);

        }

    }

    int kthancestor(int k, int x) {

        int j = 0;

        while (k > 0) {

            if (k & 1) x = anc[x][j];

            k >>= 1;

            j++;

        }

        return x;

    }

    void anc\_precomp(vector<int>& p) {

        anc.resize(n + 1);

        anc[0].push\_back(0);

        anc[1].push\_back(0);

        for (int i = 2;i <= n;i++) {

            anc[i].push\_back(p[i]);

        }

        int k = 2;

        for (int j = 1;k <= n;j++, k <<= 1) {

            anc[0].push\_back(0);

            for (int i = 1;i <= n;i++) {

                anc[i].push\_back(anc[anc[i][j - 1]][j - 1]);

            }

        }

    }

    int calht(int x, vector<int>& height, vector<int>& p) {

        if (height[x] >= 0) return height[x];

        height[x] = calht(p[x], height, p) + 1;

        return height[x];

    }

    int findlca(int a, int b) {

        if (height[a] > height[b]) swap(a, b);

        b = kthancestor(height[b] - height[a], b);

        return findlcarec(a, b, sz);

    }

    int findlcarec(int a, int b, int r) {

        if (a == b) return a;

        if (r == 0) return anc[a][0];

        if (anc[a][r - 1] == anc[b][r - 1]) {

            return findlcarec(a, b, r - 1);

        }

        else return findlcarec(anc[a][r - 1], anc[b][r - 1], r - 1);

    }

};

## Dinic’s

struct FlowEdge {

    int v, u;

    long long cap, flow = 0;

    FlowEdge(int v, int u, long long cap): v(v), u(u), cap(cap) {}

};

struct Dinic {

    const long long flow\_inf = 1e18;

    vector<FlowEdge> edges;

    vector<vector<int>> adj;

    int n, m = 0;

    int s, t;

    vector<int> level, ptr;

    queue<int> q;

    Dinic(int n, int s, int t): n(n), s(s), t(t) {

        adj.resize(n);

        level.resize(n);

        ptr.resize(n);

    }

    void add\_edge(int v, int u, long long cap) {

        edges.emplace\_back(v, u, cap);

        edges.emplace\_back(u, v, 0);

        adj[v].push\_back(m);

        adj[u].push\_back(m + 1);

        m += 2;

    }

    bool bfs() {

        while (!q.empty()) {

            int v = q.front();

            q.pop();

            for (int id : adj[v]) {

                if (edges[id].cap - edges[id].flow < 1)

                    continue;

                if (level[edges[id].u] != -1)

                    continue;

                level[edges[id].u] = level[v] + 1;

                q.push(edges[id].u);

            }

        }

        return level[t] != -1;

    }

    long long dfs(int v, long long pushed) {

        if (pushed == 0)

            return 0;

        if (v == t)

            return pushed;

        for (int& cid = ptr[v]; cid < (int)adj[v].size(); cid++) {

            int id = adj[v][cid];

            int u = edges[id].u;

            if (level[v] + 1 != level[u] || edges[id].cap - edges[id].flow < 1)

                continue;

            long long tr = dfs(u, min(pushed, edges[id].cap - edges[id].flow));

            if (tr == 0)

                continue;

            edges[id].flow += tr;

            edges[id ^ 1].flow -= tr;

            return tr;

        }

        return 0;

    }

    long long flow() {

        long long f = 0;

        while (true) {

            fill(level.begin(), level.end(), -1);

            level[s] = 0;

            q.push(s);

            if (!bfs())

                break;

            fill(ptr.begin(), ptr.end(), 0);

            while (long long pushed = dfs(s, flow\_inf)) {

                f += pushed;

            }

        }

        return f;

    }

};

## Kuhn’s O(nm)

int n, k;

vector<vector<int>> g;

vector<int> mt;

vector<bool> used;

bool try\_kuhn(int v) {

    if (used[v])

        return false;

    used[v] = true;

    for (int to : g[v]) {

        if (mt[to] == -1 || try\_kuhn(mt[to])) {

            mt[to] = v;

            return true;

        }

    }

    return false;

}

int main() {

    // ... reading the graph ...

    mt.assign(k, -1);

    vector<bool> used1(n, false);

    for (int v = 0; v < n; ++v) {

        for (int to : g[v]) {

            if (mt[to] == -1) {

                mt[to] = v;

                used1[v] = true;

                break;

            }

        }

    }

    for (int v = 0; v < n; ++v) {

        if (used1[v])

            continue;

        used.assign(n, false);

        try\_kuhn(v);

    }

    for (int i = 0; i < k; ++i)

        if (mt[i] != -1)

            printf("%d %d\n", mt[i] + 1, i + 1);

}

## Heavy-Light Decomposition

vector<int> parent, depth, heavy, head, pos;

int cur\_pos;

int dfs(int v, vector<vector<int>> const& adj) {

    int size = 1;

    int max\_c\_size = 0;

    for (int c : adj[v]) {

        if (c != parent[v]) {

            parent[c] = v, depth[c] = depth[v] + 1;

            int c\_size = dfs(c, adj);

            size += c\_size;

            if (c\_size > max\_c\_size)

                max\_c\_size = c\_size, heavy[v] = c;

        }

    }

    return size;

}

void decompose(int v, int h, vector<vector<int>> const& adj) {

    head[v] = h, pos[v] = cur\_pos++;

    if (heavy[v] != -1)

        decompose(heavy[v], h, adj);

    for (int c : adj[v]) {

        if (c != parent[v] && c != heavy[v])

            decompose(c, c, adj);

    }

}

void init(vector<vector<int>> const& adj) {

    int n = adj.size();

    parent = vector<int>(n);

    depth = vector<int>(n);

    heavy = vector<int>(n, -1);

    head = vector<int>(n);

    pos = vector<int>(n);

    cur\_pos = 0;

    dfs(0, adj);

    decompose(0, 0, adj);

}

int query(int a, int b) {

    int res = 0;

    for (; head[a] != head[b]; b = parent[head[b]]) {

        if (depth[head[a]] > depth[head[b]])

            swap(a, b);

        int cur\_heavy\_path\_max = segment\_tree\_query(pos[head[b]], pos[b]);

        res = max(res, cur\_heavy\_path\_max);

    }

    if (depth[a] > depth[b])

        swap(a, b);

    int last\_heavy\_path\_max = segment\_tree\_query(pos[a], pos[b]);

    res = max(res, last\_heavy\_path\_max);

    return res;

}

## Centroid Decomposition

vector<int> sz(n + 1, 1);

function<void(int, int)> getsz = [&](int u, int p) {

    for (auto& v : adj[u])

        if (v != p) {

            getsz(v, u);

            sz[u] += sz[v];

        }

};

getsz(1, 0);

vector<bool> removed(n + 1, false);

function<int(int, int)> getcentroid = [&](int u, int n)->int {

    for (auto& v : adj[u]) {

        if (sz[v] > n / 2) {

            sz[u] -= sz[v];

            sz[v] += sz[u];

            return getcentroid(v, n);

        }

    }

    return u;

};

vector<char> ans(n + 1);

function<void(int, int)> dfs = [&](int u, char c) {

    u = getcentroid(u, sz[u]);

    removed[u] = true;

    sz[u] = 0;

    ans[u] = c;

    for (auto& v : adj[u]) {

        if (!removed[v])

            dfs(v, c + 1);

    }

};

# Geometry

## Convex-Hull

struct pt {

    double x, y;

};

int orientation(pt a, pt b, pt c) {

    double v = a.x \* (b.y - c.y) + b.x \* (c.y - a.y) + c.x \* (a.y - b.y);

    if (v < 0) return -1; // clockwise

    if (v > 0) return +1; // counter-clockwise

    return 0;

}

bool cw(pt a, pt b, pt c, bool include\_collinear) {

    int o = orientation(a, b, c);

    return o < 0 || (include\_collinear && o == 0);

}

bool collinear(pt a, pt b, pt c) { return orientation(a, b, c) == 0; }

void convex\_hull(vector<pt>& a, bool include\_collinear = false) {

    pt p0 = \*min\_element(a.begin(), a.end(), [](pt a, pt b) {

        return make\_pair(a.y, a.x) < make\_pair(b.y, b.x);

        });

    sort(a.begin(), a.end(), [&p0](const pt& a, const pt& b) {

        int o = orientation(p0, a, b);

        if (o == 0)

            return (p0.x - a.x) \* (p0.x - a.x) + (p0.y - a.y) \* (p0.y - a.y)

            < (p0.x - b.x) \* (p0.x - b.x) + (p0.y - b.y) \* (p0.y - b.y);

        return o < 0;

        });

    if (include\_collinear) {

        int i = (int)a.size() - 1;

        while (i >= 0 && collinear(p0, a[i], a.back())) i--;

        reverse(a.begin() + i + 1, a.end());

    }

    vector<pt> st;

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

        while (st.size() > 1 && !cw(st[st.size() - 2], st.back(), a[i], include\_collinear))

            st.pop\_back();

        st.push\_back(a[i]);

    }

    a = st;

}

## Area of Polygon

double area(const vector<point>& fig) {

    double res = 0;

    for (unsigned i = 0; i < fig.size(); i++) {

        point p = i ? fig[i - 1] : fig.back();

        point q = fig[i];

        res += (p.x - q.x) \* (p.y + q.y);

    }

    return fabs(res) / 2;

}

# Strings

## Trie

const int k = 26;

class Trie {

    struct node {

        int count = 0;

        vector<int> next;

        node() {

            next.assign(k, -1);

        }

    };

    vector<node> tree;

    Trie() {

        tree.resize(1);

    }

public:

    void add\_string(string s) {

        int x = 0;

        for (int i = 0;i < s.length();i++) {

            if (tree[x].next[s[i] - 'a'] == -1) {

                tree[x].next[s[i] - 'a'] = tree.size();

                tree.emplace\_back();

            }

            x = tree[x].next[s[i] - 'a'];

        }

        tree[x].count++;

    }

    int countString(string s) {

        int x = 0;

        for (int i = 0;i < s.length();i++) {

            if (tree[x].next[s[i] - 'a'] == -1)return false;

            x = tree[x].next[s[i] - 'a'];

        }

        return tree[x].count;

    }

};

## KMP

vector<int> prefix\_function(string s) {

    int n = (int)s.length();

    vector<int> pi(n);

    for (int i = 1; i < n; i++) {

        int j = pi[i - 1];

        while (j > 0 && s[i] != s[j])

            j = pi[j - 1];

        if (s[i] == s[j])

            j++;

        pi[i] = j;

    }

    return pi;

}

## Z-Array

vector<int> getzarray(string a) {

    int n = a.size();

    vector<int> z(n);

    int l = 1, r = 1;

    for (int i = 1;i < n;i++) {

        if (r - i >= 0)z[i] = min(z[i - l], r - i);

        while (i + z[i] < n && a[i + z[i]] == a[z[i]])z[i]++;

        if (i + z[i] > r)l = i, r = i + z[i];

    }

    return z;

}

## Suffix-Array

vector<int> sort\_cyclic\_shifts(string const& s) {

    int n = s.size();

    const int alphabet = 256;

    vector<int> pn(n), cn(n);

    for (int h = 0; (1 << h) < n; ++h) {

        for (int i = 0; i < n; i++) {

            pn[i] = p[i] - (1 << h);

            if (pn[i] < 0)

                pn[i] += n;

        }

        fill(cnt.begin(), cnt.begin() + classes, 0);

        for (int i = 0; i < n; i++)

            cnt[c[pn[i]]]++;

        for (int i = 1; i < classes; i++)

            cnt[i] += cnt[i - 1];

        for (int i = n - 1; i >= 0; i--)

            p[--cnt[c[pn[i]]]] = pn[i];

        cn[p[0]] = 0;

        classes = 1;

        for (int i = 1; i < n; i++) {

            pair<int, int> cur = { c[p[i]], c[(p[i] + (1 << h)) % n] };

          pair<int, int> prev = { c[p[i - 1]], c[(p[i - 1] + (1 << h)) % n] };

            if (cur != prev)

                ++classes;

            cn[p[i]] = classes - 1;

        }

        c.swap(cn);

    }

    return p;

}

## Aho-Corasick

const int K = 26;

struct Vertex {

    int next[K];

    bool leaf = false;

    int p = -1;

    char pch;

    int link = -1;

    int go[K];

    Vertex(int p = -1, char ch = '$'): p(p), pch(ch) {

        fill(begin(next), end(next), -1);

        fill(begin(go), end(go), -1);

    }

};

vector<Vertex> t(1);

void add\_string(string const& s) {

    int v = 0;

    for (char ch : s) {

        int c = ch - 'a';

        if (t[v].next[c] == -1) {

            t[v].next[c] = t.size();

            t.emplace\_back(v, ch);

        }

        v = t[v].next[c];

    }

    t[v].leaf = true;

}

int go(int v, char ch);

int get\_link(int v) {

    if (t[v].link == -1) {

        if (v == 0 || t[v].p == 0)

            t[v].link = 0;

        else

            t[v].link = go(get\_link(t[v].p), t[v].pch);

    }

    return t[v].link;

}

int go(int v, char ch) {

    int c = ch - 'a';

    if (t[v].go[c] == -1) {

        if (t[v].next[c] != -1)

            t[v].go[c] = t[v].next[c];

        else

            t[v].go[c] = v == 0 ? 0 : go(get\_link(v), ch);

    }

    return t[v].go[c];

}

# Data Structures

## DSU

class dsu {

public:

    vector<int> head;

    vector<int> childs;

    int n;

    dsu(int n) {

        head.resize(n + 1);

        childs.resize(n + 1);

        this->n = n;

        for (int i = 1;i <= n;i++) {

            head[i] = i;

            childs[i] = 1;

        }

    }

    int find(int x) {

        while (head[x] != head[head[x]]) {

            head[x] = head[head[x]];

        }

        return head[x];

    }

    void unite(int x, int y) {

        x = find(x);

        y = find(y);

        if (x == y)return;

        if (childs[x] > childs[y])swap(x, y);

        head[x] = y;

        childs[y] += childs[x];

    }

};

## SQRT Decomposition

// input data

int n;

vector<int> a(n);

// preprocessing

int len = (int)sqrt(n + .0) + 1; // size of the block and the number of blocks

vector<int> b(len);

for (int i = 0; i < n; ++i)

    b[i / len] += a[i];

// answering the queries

for (;;) {

    int l, r;

    // read input data for the next query

    int sum = 0;

    for (int i = l; i <= r; )

        if (i % len == 0 && i + len - 1 <= r) {

            // if the whole block starting at i belongs to [l, r]

            sum += b[i / len];

            i += len;

        }

        else {

            sum += a[i];

            ++i;

        }

}

int sum = 0;

int c\_l = l / len, c\_r = r / len;

if (c\_l == c\_r)

for (int i = l; i <= r; ++i)

sum += a[i];

else {

    for (int i = l, end = (c\_l + 1) \* len - 1; i <= end; ++i)

        sum += a[i];

    for (int i = c\_l + 1; i <= c\_r - 1; ++i)

        sum += b[i];

    for (int i = c\_r \* len; i <= r; ++i)

        sum += a[i];

}

// tips to improve complexity

bool cmp(pair<int, int> p, pair<int, int> q) {

    if (p.first / BLOCK\_SIZE != q.first / BLOCK\_SIZE)

        return p < q;

    return (p.first / BLOCK\_SIZE & 1) ? (p.second < q.second) : (p.second > q.second);

}

## Segment Tree

enum lazytype {

    LAZY\_NONE,

    LAZY\_INCREASE,

    LAZY\_SETVAL

};

struct  node

{

    ll val;

    node(ll tval) {

        val = tval;

    }

    node() {

        val = 0;

    }

};

node combine(const node& lval, const node& rval)

{

    return (lval.val + rval.val);

}

struct lazyobj {

    ll value = 0;

    lazytype cmdtype = LAZY\_NONE;

};

class segmenttree

{

public:

    node nullval;

    bool inputisonebased;

    void propagatecommand(lazyobj& updatethis, const lazyobj& refrlazy) {

        switch (refrlazy.cmdtype)

        {

        case LAZY\_NONE:

            break;

        case LAZY\_SETVAL:

            updatethis.value = refrlazy.value;

            updatethis.cmdtype = LAZY\_SETVAL;

            break;

        case LAZY\_INCREASE:

            updatethis.value += refrlazy.value;

            if (updatethis.cmdtype == LAZY\_NONE)

                updatethis.cmdtype = refrlazy.cmdtype;

            break;

        }

    }

    void fixindexing(int& a, int& b) {

        a -= inputisonebased;

        b -= inputisonebased;

    }

    void fixindexing(int& k) {

        k -= inputisonebased;

    }

    int n;

    vector<node> tree;

    vector<node> arr;

    vector<lazyobj> lazytree;

    void resolve(int v, int l, int r) {

        switch (lazytree[v].cmdtype) {

        case LAZY\_NONE:

            break;

        case LAZY\_INCREASE:

            tree[v].val += lazytree[v].value \* (r - l + 1);

            break;

        case LAZY\_SETVAL:

            tree[v].val = lazytree[v].value \* (r - l + 1);

            break;

        }

        if (l == r) {

            arr[l].val = tree[v].val;

        }

        else {

            propagatecommand(lazytree[2 \* v], lazytree[v]);

            propagatecommand(lazytree[2 \* v + 1], lazytree[v]);

        }

        lazytree[v].value = 0;

        lazytree[v].cmdtype = LAZY\_NONE;

    }

    segmenttree(vector<node>& tarr, bool \_inputisonebased)

    {

        n = tarr.size();

        inputisonebased = \_inputisonebased;

        tree.resize(4 \* n + 1);

        lazytree.resize(4 \* n + 1);

        arr = tarr;

        build(1, 0, n - 1);

    }

    void build(int v, int l, int r)

    {

        if (l == r)

        {

            tree[v] = arr[l];

            return;

        }

        int mid = (l + r) / 2;

        build(2 \* v, l, mid);

        build(2 \* v + 1, mid + 1, r);

        tree[v] = combine(tree[2 \* v], tree[2 \* v + 1]);

    }

    void pointupdate(int k, lazyobj update) {

        fixindexing(k);

        recrangeupdate(0, n - 1, k, k, 1, update);

    }

    void rangeupdate(int a, int b, lazyobj update) {

        fixindexing(a, b);

        if (a > b)return;

        recrangeupdate(0, n - 1, a, b, 1, update);

    }

    void recrangeupdate(int l, int r, int a, int b, int v, lazyobj update) {

        resolve(v, l, r);

        if (r<a || l>b) return;

        if (a <= l && r <= b) {

            propagatecommand(lazytree[v], update);

            resolve(v, l, r);

            return;

        }

        int mid = (l + r) / 2;

        recrangeupdate(l, mid, a, b, 2 \* v, update);

        recrangeupdate(mid + 1, r, a, b, 2 \* v + 1, update);

        tree[v] = combine(tree[2 \* v], tree[2 \* v + 1]);

    }

    node rangequery(int a, int b)

    {

        fixindexing(a, b);

        if (a > b) return nullval;

        return recrangequery(0, n - 1, a, b, 1);

    }

    node pointquery(int k) {

        fixindexing(k);

        return recrangequery(0, n - 1, k, k, 1);

    }

    node recrangequery(int l, int r, int a, int b, int v)

    {

        resolve(v, l, r);

        if (r<a || l>b)

            return nullval;

        if (a <= l && r <= b)

            return tree[v];

        int mid = (l + r) / 2;

        return combine(recrangequery(l, mid, a, b, 2 \* v), recrangequery(mid + 1, r, a, b, 2 \* v + 1));

    }

};

## 2D-RangeQuery

#include <bits/stdc++.h>

using namespace std;

int bit[1001][1001];

int n;

void update(int x, int y, int val) {

    for (; x <= n; x += (x & (-x))) {

        for (int i = y; i <= n; i += (i & (-i))) {

            bit[x][i] += val;

        }

    }

}

int query(int x1, int y1, int x2, int y2) {

    int ans = 0;

    for (int i = x2; i; i -= (i & (-i))) {

        for (int j = y2; j; j -= (j & (-j))) {

            ans += bit[i][j];

        }

    }

    for (int i = x2; i; i -= (i & (-i))) {

        for (int j = y1 - 1; j; j -= (j & (-j))) {

            ans -= bit[i][j];

        }

    }

    for (int i = x1 - 1; i; i -= (i & (-i))) {

        for (int j = y2; j; j -= (j & (-j))) {

            ans -= bit[i][j];

        }

    }

    for (int i = x1 - 1; i; i -= (i & (-i))) {

        for (int j = y1 - 1; j; j -= (j & (-j))) {

            ans += bit[i][j];

        }

    }

    return ans;

}

int main() {

    iostream::sync\_with\_stdio(false);

    cin.tie(0);

    int q;

    cin >> n >> q;

    for (int i = 1; i <= n; i++) for (int j = 1; j <= n; j++) {

        char c;

        cin >> c;

        if (c == '\*') update(j, i, 1);

    }

    while (q--) {

        int t;

        cin >> t;

        if (t == 1) {

            int x, y;

            cin >> y >> x;

            if (query(x, y, x, y)) update(x, y, -1);

            else update(x, y, 1);

        }

        else {

            int y1, x1, y2, x2;

            cin >> y1 >> x1 >> y2 >> x2;

            cout << query(x1, y1, x2, y2) << '\n';

        }

    }

    return 0;

}

# Algebra

## ModularArithmetic

long long binaryMultiply(long long, long long, long long);

int binaryExp(int a, int b, int M)

{

    // base a

    //power b

    //modular M

    //(a^b)%M

    int ans = 1;

    while (b > 0)

    {

        if (b & 1)

        {

            ans = (ans \* 1ll \* a) % M;

        }

        a = (a \* 1ll \* a) % M;

        b >>= 1;

    }

    return ans;

}

long long binaryMultiply(long long a, long long b, long long M)

{

    long long ans = 0;

    while (b > 0)

    {

        if (b & 1)

        {

            ans = (ans + a) % M;

        }

        a = (a + a) % M;

        b >>= 1;

    }

    return ans;

}

long long binaryExp\_Big(long long a, long long b, long long M)

{

    //take b=b%(M-1); only valid if M is primes//ETF //Euler's theorem

    //take a=a%M

    ll ans = 1;

    while (b > 0)

    {

        if (b & 1)

        {

            ans = binaryMultiply(ans, a, M);

        }

        a = binaryMultiply(a, a, M);

        b >>= 1;

    }

    return ans;

}

int factmod(int n, int p) {

    vector<int> f(p);

    f[0] = 1;

    for (int i = 1; i < p; i++)

        f[i] = f[i - 1] \* i % p;

    int res = 1;

    while (n > 1) {

        if ((n / p) % 2)

            res = p - res;

        res = res \* f[n % p] % p;

        n /= p;

    }

    return res;

}

int multiplicity\_factorial(int n, int p) {

    int count = 0;

    do {

        n /= p;

        count += n;

    } while (n);

    return count;

}

## Extended Euclidean Algorithm

int gcd(int a, int b, int& x, int& y) {

    if (b == 0) {

        x = 1;

        y = 0;

        return a;

    }

    int x1, y1;

    int d = gcd(b, a % b, x1, y1);

    x = y1;

    y = x1 - y1 \* (a / b);

    return d;

}

bool find\_any\_solution(int a, int b, int c, int& x0, int& y0, int& g) {

    g = gcd(abs(a), abs(b), x0, y0);

    if (c % g) {

        return false;

    }

    x0 \*= c / g;

    y0 \*= c / g;

    if (a < 0) x0 = -x0;

    if (b < 0) y0 = -y0;

    return true;

}

## Linear Sieve

vector<int> sieve(int size)

{

    vector<int> fac(size);

    int n = fac.size();

    for (int i = 0;i < n;i++) fac[i] = i;

    for (int i = 2;i \* i <= n;i++)

    {

        for (int j = i \* i;fac[i] == i && j < n;j += i)

            fac[j] = min(i, fac[j]);

    }

    return fac;

}

## Primality Test

bool MillerRabin(u64 n) { // returns true if n is prime, else returns false.

    if (n < 2)

        return false;

    int r = 0;

    u64 d = n - 1;

    while ((d & 1) == 0) {

        d >>= 1;

        r++;

    }

    for (int a : {2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37}) {

        if (n == a)

            return true;

        if (check\_composite(n, a, d, r))

            return false;

    }

    return true;

}

## Totient Function

int phi(int n) {

    int result = n;

    for (int i = 2; i \* i <= n; i++) {

        if (n % i == 0) {

            while (n % i == 0)

                n /= i;

            result -= result / i;

        }

    }

    if (n > 1)

        result -= result / n;

    return result;

}

//O(root(n))

void phi\_1\_to\_n(int n) {

    vector<int> phi(n + 1);

    for (int i = 0; i <= n; i++)

        phi[i] = i;

    for (int i = 2; i <= n; i++) {

        if (phi[i] == i) {

            for (int j = i; j <= n; j += i)

                phi[j] -= phi[j] / i;

        }

    }

}

//Calculate phi for all n

//O(nloglogn)

## Discrete Log

// Returns minimum x for which a ^ x % m = b % m.

int solve(int a, int b, int m) {

    a %= m, b %= m;

    int k = 1, add = 0, g;

    while ((g = gcd(a, m)) > 1) {

        if (b == k)

            return add;

        if (b % g)

            return -1;

        b /= g, m /= g, ++add;

        k = (k \* 1ll \* a / g) % m;

    }

    int n = sqrt(m) + 1;

    int an = 1;

    for (int i = 0; i < n; ++i)

        an = (an \* 1ll \* a) % m;

    unordered\_map<int, int> vals;

    for (int q = 0, cur = b; q <= n; ++q) {

        vals[cur] = q;

        cur = (cur \* 1ll \* a) % m;

    }

    for (int p = 1, cur = k; p <= n; ++p) {

        cur = (cur \* 1ll \* an) % m;

        if (vals.count(cur)) {

            int ans = n \* p - vals[cur] + add;

            return ans;

        }

    }

    return -1;

}

## FFT

using cd = complex<double>;

const double PI = acos(-1);

void fft(vector<cd>& a, bool invert) {

    int n = a.size();

    if (n == 1)

        return;

    vector<cd> a0(n / 2), a1(n / 2);

    for (int i = 0; 2 \* i < n; i++) {

        a0[i] = a[2 \* i];

        a1[i] = a[2 \* i + 1];

    }

    fft(a0, invert);

    fft(a1, invert);

    double ang = 2 \* PI / n \* (invert ? -1 : 1);

    cd w(1), wn(cos(ang), sin(ang));

    for (int i = 0; 2 \* i < n; i++) {

        a[i] = a0[i] + w \* a1[i];

        a[i + n / 2] = a0[i] - w \* a1[i];

        if (invert) {

            a[i] /= 2;

            a[i + n / 2] /= 2;

        }

        w \*= wn;

    }

}

vector<int> multiply(vector<int> const& a, vector<int> const& b) {

    vector<cd> fa(a.begin(), a.end()), fb(b.begin(), b.end());

    int n = 1;

    while (n < a.size() + b.size())

        n <<= 1;

    fa.resize(n);

    fb.resize(n);

    fft(fa, false);

    fft(fb, false);

    for (int i = 0; i < n; i++)

        fa[i] \*= fb[i];

    fft(fa, true);

    vector<int> result(n);

    for (int i = 0; i < n; i++)

        result[i] = round(fa[i].real());

    int carry = 0;

    for (int i = 0; i < n; i++) {

        result[i] += carry;

        carry = result[i] / 10;

        result[i] %= 10;

    }

    return result;

}

# Pbds

#include<bits/stdc++.h>

#include<ext/pb\_ds/assoc\_container.hpp>

#include<ext/pb\_ds/tree\_policy.hpp>

using namespace std;

using namespace \_\_gnu\_pbds;

typedef tree<int, null\_type, less<int>, rb\_tree\_tag, tree\_order\_statistics\_node\_update> pbds; // find\_by\_order, order\_of\_key

int main() {

    pbds A; // declaration

    // finding kth element - 4th query

    cout << "0th element: " << \*A.find\_by\_order(0) << endl;

    cout << "No. of elems smaller than 6: " << A.order\_of\_key(6) << endl; // 2

    // lower bound -> Lower Bound of X = first element >= X in the set

    cout << "Lower Bound of 6: " << \*A.lower\_bound(6) << endl;

    // Upper bound -> Upper Bound of X = first element > X in the set

    cout << "Upper Bound of 6: " << \*A.upper\_bound(6) << endl;

    // // Remove elements - 2nd query

    A.erase(1);

    A.erase(11); // element that is not present is not affected

}