

目次

1	テンプレート	2
2	グラフ	2
3	フロー	2
3.1	dinic	2
4	数学	3
4.1	modint	3
5	データ構造	4
5.1	セグメント木	4
5.2	遅延評価セグメント木	6

1 テンプレート

```

1 #include <bits/stdc++.h>
2 using namespace std;
3
4 using ll = long long;
5 using P = pair<int, int>;
6 constexpr ll MOD = 1000000007;
7 constexpr int INF = 1 << 30;
8 #define REP(i, n) for (int i = 0, i_len = (n); i < i_len; i++)
9 #define ALL(v) (v).begin(), (v).end()

```

2 グラフ

3 フロー

3.1 dinic

最大流問題を解くアルゴリズム。計算量は $O(VE^2)$ だが実用上かなり高速なことが多い。

宣言とメンバ関数

1. Dinic flow(V): 構造体の宣言。V は頂点数。
2. flow.add_edge(u, v, c): $u \rightarrow v$ に容量 c の辺を追加する
3. flow.max_flow(s, t): $s \rightarrow t$ の最大流を返す

```

1 //Dinic法  $O(V^2E)$ 
2 struct Dinic {
3     int V; // 頂点数
4     vector<vector<vector<long long>>> graph; // グラフ
5     vector<int> dis; // 始点からの距離
6     vector<int> next; // 次に処理する頂点のメモ
7     Dinic(int v) : V(v) { graph.resize(V); }
8     void add_edge(int from, int to, long long capacity) {
9         graph[from].push_back({to, capacity, (int)graph[to].size()});
10        graph[to].push_back({from, 0, (int)graph[from].size() - 1});
11    }
12    void bfs(int s) {
13        dis.assign(V, -1);
14        dis[s] = 0;
15        deque<int> pos = {s};
16        while (pos.size()) {
17            int now = pos[0];
18            pos.pop_front();
19            for (auto& to : graph[now]) {
20                if (dis[to[0]] < 0 and to[1] > 0) {
21                    dis[to[0]] = dis[now] + 1;
22                    pos.emplace_back(to[0]);
23                }
24            }
25        }
26    }
27    long long dfs(int v, int t, long long f) {
28        if (v == t) return f;
29        for (int& i = next[v]; i < graph[v].size(); i++) {
30            int to = graph[v][i][0];
31            long long& cap = graph[v][i][1];
32            int rev = graph[v][i][2];
33            if (cap > 0 and dis[v] < dis[to]) {
34                long long d = dfs(to, t, min(f, cap));
35                if (d > 0) {
36                    cap -= d;

```

```

37         graph[to][rev][1] += d;
38         return d;
39     }
40 }
41 }
42 return 0;
43 }
44 long long max_flow(int s, int t) {
45     long long flow = 0;
46     while (1) {
47         bfs(s);
48         if (dis[t] < 0) return flow;
49         next.assign(V, 0);
50         long long f;
51         while ((f = dfs(s, t, LLONG_MAX)) > 0) flow += f;
52     }
53 }
54 };

```

4 数学

4.1 modint

自動的に mod をとる構造体。mod が問題で固定かつ素数であるとき使用できる。

using mint = modint<1000000007>; 等のように定義して使用するのが推奨。

```

1  template <int64_t Modulus>
2  struct Modint {
3      using mint = Modint;
4      long long v;
5      Modint() : v(0) {}
6      Modint(long long x) {
7          x %= Modulus;
8          if (x < 0) x += Modulus;
9          v = x;
10     }
11     const long long& val() const { return v; }
12     // 代入演算子
13     mint& operator+=(const mint rhs) {
14         v += rhs.v;
15         if (v >= Modulus) v -= Modulus;
16         return *this;
17     }
18     mint& operator-=(const mint rhs) {
19         if (v < rhs.v) v += Modulus;
20         v -= rhs.v;
21         return *this;
22     }
23     mint& operator*=(const mint rhs) {
24         v = v * rhs.v % Modulus;
25         return *this;
26     }
27     mint& operator/=(mint rhs) { return *this = *this * rhs.inv(); }
28     // 累乗, 逆元
29     mint pow(long long n) const {
30         mint x = *this, res = 1;
31         while (n) {
32             if (n & 1) res *= x;
33             x *= x;
34             n >>= 1;
35         }
36         return res;
37     }
38     mint inv() const { return pow(Modulus - 2); }
39     // 算術演算子
40     mint operator+(const mint rhs) const { return mint(*this) += rhs; }

```

```

41     mint operator-(const mint rhs) const { return mint(*this) -= rhs; }
42     mint operator*(const mint rhs) const { return mint(*this) *= rhs; }
43     mint operator/(const mint rhs) const { return mint(*this) /= rhs; }
44     mint operator-() const { return mint() - *this; } // 単項
45 };

```

入出力ストリームの実装

```

1  using mint = Modint<MOD>;
2
3  // 入出力ストリーム
4  istream& operator>>(istream& is, mint& x) {
5      long long a;
6      is >> a;
7      x = a;
8      return is;
9  }
10 ostream& operator<<(ostream& os, mint& x) {
11     return os << x.val();
12 }

```

5 データ構造

5.1 セグメント木

モノイドを満たすデータ S に対し使用できるデータ構造。

長さ N の S の配列に対し、要素の 1 点更新、区間クエリを $O(\log N)$ で行える。モノイド S 同士の演算の計算量が $O(f(n))$ とき、すべての計算量が $O(f(n))$ 倍になる。

```

1  template <class S, S (*op)(S, S), S (*e)()>
2  struct SegmentTree {
3      private:
4          int _n, size, log;
5          vector<S> dat;
6          void update(int k) { dat[k] = op(dat[2 * k], dat[2 * k + 1]); }
7
8      public:
9          SegmentTree() : SegmentTree(0) {}
10         SegmentTree(int n) : SegmentTree(vector<S>(n, e())) {}
11         SegmentTree(const vector<S>& v) : _n(int(v.size())) {
12             log = 0;
13             while ((1 << log) < _n) log++;
14             size = 1 << log;
15             dat = vector<S>(2 * size, e());
16             for (int i = 0; i < _n; i++) dat[size + i] = v[i];
17             for (int i = size - 1; i >= 1; i--) {
18                 update(i);
19             }
20         }
21         // a[p] = x
22         void set(int p, S x) {
23             p += size;
24             dat[p] = x;
25             for (int i = 1; i <= log; i++) update(p >> i);
26         }
27         // return a[p]
28         S get(int p) const {
29             return dat[p + size];
30         }
31         // return op(a[l], ..., a[r-1])
32         S prod(int l, int r) const {
33             S sm1 = e(), smr = e();
34             l += size;
35             r += size;

```

```

36     while (l < r) {
37         if (l & 1) sm1 = op(sm1, dat[l++]);
38         if (r & 1) smr = op(dat[--r], smr);
39         l >>= 1;
40         r >>= 1;
41     }
42     return op(sm1, smr);
43 }
44 S all_prod() const { return dat[1]; }
45
46 // SegmentTree上の二分探索 (必要な場合)
47 // return r, f(op(a[l], ..., a[r-1])) == true
48 template <bool (*f)(S)>
49 int max_right(int l) const {
50     return max_right(l, [](S x) { return f(x); });
51 }
52 template <class F>
53 int max_right(int l, F f) const {
54     assert(f(e()));
55     if (l == _n) return _n;
56     l += size;
57     S sm = e();
58     do {
59         while (l % 2 == 0) l >>= 1;
60         if (!f(op(sm, dat[l]))) {
61             while (l < size) {
62                 l = (2 * l);
63                 if (f(op(sm, dat[l]))) {
64                     sm = op(sm, dat[l]);
65                     l++;
66                 }
67             }
68             return l - size;
69         }
70         sm = op(sm, dat[l]);
71         l++;
72     } while ((l & -l) != l);
73     return _n;
74 }
75 // return l, f(op(a[l], ..., a[r-1])) == true
76 template <bool (*f)(S)>
77 int min_left(int r) const {
78     return min_left(r, [](S x) { return f(x); });
79 }
80 template <class F>
81 int min_left(int r, F f) const {
82     assert(f(e()));
83     if (r == 0) return 0;
84     r += size;
85     S sm = e();
86     do {
87         r--;
88         while (r > 1 && (r % 2)) r >>= 1;
89         if (!f(op(dat[r], sm))) {
90             while (r < size) {
91                 r = (2 * r + 1);
92                 if (f(op(dat[r], sm))) {
93                     sm = op(dat[r], sm);
94                     r--;
95                 }
96             }
97             return r + 1 - size;
98         }
99         sm = op(dat[r], sm);
100     } while ((r & -r) != r);
101     return 0;
102 }
103 };

```

使用例

Range Minimum Query (RMQ)

```
1 int op(int a, int b) { return min(a, b); }
2 int e() { return INT32_MAX; }
3
4 int n;
5 SegmentTree<int, op, e> seg(n);
```

5.2 遅延評価セグメント木

モノイド S と、 S に対する作用素 $f : S \rightarrow S$ に対し利用できるデータ構造。

長さ N の S の配列に対し、

- 区間 $[l, r)$ の要素に一括で f を作用 ($a_i \leftarrow f(a_i), l \leq i < r$)
- 区間 $[l, r)$ の要素の総積の取得

を $O(\log N)$ で行うことができる。

```
1 template <class S,
2           S (*op)(S, S),
3           S (*e)(),
4           class F,
5           S (*mapping)(F, S),
6           F (*composition)(F, F),
7           F (*id)()>
8 struct LazySegmentTree {
9     private:
10         int _n, size, log;
11         vector<S> dat;
12         vector<F> lz;
13         void update(int k) { dat[k] = op(dat[2 * k], dat[2 * k + 1]); }
14         void all_apply(int k, F f) {
15             dat[k] = mapping(f, dat[k]);
16             if (k < size) lz[k] = composition(f, lz[k]);
17         }
18         void push(int k) {
19             all_apply(2 * k, lz[k]);
20             all_apply(2 * k + 1, lz[k]);
21             lz[k] = id();
22         }
23         int lower_bits(int x, int k) { return x & ((1 << k) - 1); }
24
25     public:
26         LazySegmentTree() : LazySegmentTree(0) {}
27         LazySegmentTree(int n) : LazySegmentTree(vector<S>(n, e())) {}
28         LazySegmentTree(const vector<S>& v) : _n(int(v.size())) {
29             log = 0;
30             while ((1 << log) < _n) log++;
31             size = 1 << log;
32             dat = vector<S>(2 * size, e());
33             lz = vector<F>(size, id());
34             for (int i = 0; i < _n; i++) dat[size + i] = v[i];
35             for (int i = size - 1; i >= 1; i--) update(i);
36         }
37         // a[p] = x
38         void set(int p, S x) {
39             p += size;
40             for (int i = log; i >= 1; i--) push(p >> i);
41             dat[p] = x;
42             for (int i = 1; i <= log; i++) update(p >> i);
43         }
44         // return a[p]
45         S get(int p) {
```

```

46     p += size;
47     for (int i = log; i >= 1; i--) push(p >> i);
48     return dat[p];
49 }
50 // return op(a[l], ..., a[r-1])
51 S prod(int l, int r) {
52     if (l == r) return e();
53     l += size;
54     r += size;
55     for (int i = log; i >= 1; i--) {
56         if (lower_bits(l, i) > 0) push(l >> i);
57         if (lower_bits(r, i) > 0) push((r - 1) >> i);
58     }
59     S sml = e(), smr = e();
60     while (l < r) {
61         if (l & 1) sml = op(sml, dat[l++]);
62         if (r & 1) smr = op(dat[--r], smr);
63         l >>= 1;
64         r >>= 1;
65     }
66     return op(sml, smr);
67 }
68 S all_prod() { return dat[1]; }
69 // a[p] = f(a[p])
70 void apply(int p, F f) {
71     p += size;
72     for (int i = log; i >= 1; i--) push(p >> i);
73     dat[p] = mapping(f, dat[p]);
74     for (int i = 1; i <= log; i++) update(p >> i);
75 }
76 // i = l...r-1 について a[i] = f(a[i])
77 void apply(int l, int r, F f) {
78     if (l == r) return;
79     l += size;
80     r += size;
81     for (int i = log; i >= 1; i--) {
82         if (lower_bits(l, i) > 0) push(l >> i);
83         if (lower_bits(r, i) > 0) push((r - 1) >> i);
84     }
85     int l2 = l, r2 = r;
86     while (l < r) {
87         if (l & 1) all_apply(l++, f);
88         if (r & 1) all_apply(--r, f);
89         l >>= 1;
90         r >>= 1;
91     }
92     l = l2;
93     r = r2;
94     for (int i = 1; i <= log; i++) {
95         if (lower_bits(l, i) > 0) update(l >> i);
96         if (lower_bits(r, i) > 0) update((r - 1) >> i);
97     }
98 }
99 // SegmentTree上の二分探索 (必要な場合)
100 // return r, f(op(a[l], ..., a[r-1])) == true
101 template <bool (*g)(S)>
102 int max_right(int l) {
103     return max_right(l, [](S x) { return g(x); });
104 }
105 template <class G>
106 int max_right(int l, G g) {
107     assert(g(e()));
108     if (l == _n) return _n;
109     l += size;
110     for (int i = log; i >= 1; i--) push(l >> i);
111     S sm = e();
112     do {
113         while (l % 2 == 0) l >>= 1;

```

```

114         if (!g(op(sm, dat[l]))) {
115             while (l < size) {
116                 push(l);
117                 l = (2 * l);
118                 if (g(op(sm, dat[l]))) {
119                     sm = op(sm, dat[l]);
120                     l++;
121                 }
122             }
123             return l - size;
124         }
125         sm = op(sm, dat[l]);
126         l++;
127     } while ((l & -l) != l);
128     return _n;
129 }
130 // return l, f(op(a[l], ..., a[r-1])) == true
131 template <bool (*g)(S)>
132 int min_left(int r) {
133     return min_left(r, [](S x) { return g(x); });
134 }
135 template <class G>
136 int min_left(int r, G g) {
137     assert(g(e()));
138     if (r == 0) return 0;
139     r += size;
140     for (int i = log; i >= 1; i--) push((r - 1) >> i);
141     S sm = e();
142     do {
143         r--;
144         while (r > 1 && (r % 2)) r >>= 1;
145         if (!g(op(dat[r], sm))) {
146             while (r < size) {
147                 push(r);
148                 r = (2 * r + 1);
149                 if (g(op(dat[r], sm))) {
150                     sm = op(dat[r], sm);
151                     r--;
152                 }
153             }
154             return r + 1 - size;
155         }
156         sm = op(dat[r], sm);
157     } while ((r & -r) != r);
158     return 0;
159 }
160 };

```

5.2.1 使用例

Range Update & Range Minimum Query

```

1 constexpr int INF = INT32_MAX;
2 constexpr int ID = INT32_MAX;
3
4 int op(int a, int b) { return min(a, b); }
5 int e() { return INF; }
6 int mapping(int f, int a) { return (f == ID ? a : f); }
7 int composition(int f, int g) { return (f == ID ? g : f); }
8 int id() { return ID; }
9
10 int n;
11 LazySegmentTree<int, op, e, int, mapping, composition, id> seg(n);

```

Range Add & Range Sum Query

```

1 using S = pair<ll, ll>;
2

```



```
3 S op(S a, S b) { return S(a.first + b.first, a.second + b.second); }
4 S e() { return P(0, 0); }
5 S mapping(ll f, S x) { return S(x.first + f * x.second, x.second); }
6 ll composition(ll f, ll g) { return f + g; }
7 ll id() { return 0; }
8
9 int n;
10 vector<S> a(n, S(0, 1));
11 LazySegmentTree<S, op, e, ll, mapping, composition, id> seg(a);
```

Range Add & Range Minimum Query

```
1 int op(int a, int b) { return min(a, b); }
2 int e() { return INT32_MAX; }
3 int mapping(int f, int x) { return x + f; }
4 int composition(int f, int g) { return f + g; }
5 int id() { return 0; }
6
7 vector<int> a(n, 0);
8 LazySegmentTree<int, op, e, int, mapping, composition, id> seg(a);
```

Range Update & Range Sum Query

```
1 using S = pair<ll, ll>;
2 constexpr int ID = INT32_MAX;
3
4 S op(S a, S b) { return S(a.first + b.first, a.second + b.second); }
5 S e() { return S(0, 0); }
6 S mapping(int f, S x) { return (f == ID ? x : S(f * x.second, x.second)); }
7 int composition(int f, int g) { return (f == ID ? g : f); }
8 int id() { return ID; }
9
10 int n;
11 vector<S> a(n, S(0, 1));
12 LazySegmentTree<S, op, e, int, mapping, composition, id> seg(a);
```