

上海理工大学 ICPC 校队模板

HiedanoAkyuu、Oneman233、KR12138

2019 年 10 月 18 日

目录

1 字符串

1.1 KMP

1.2 EX-KMP

```

1 #include <bits/stdc++.h>
2 using namespace std;
3
4 /*
5  ex[i]: s1[i..l1-1]与s2的最大公共前缀长度
6  exnext[i]: s2[i..l2-1]与s2的最大公共前缀长度
7  get_exnext(s2) 求exnext[]
8  exkmp(s1,s2) 求ex[]
9 */
10
11 const int N=50005;
12 char s1[N],s2[N];
13 int ex[N],exnext[N];
14
15 void get_exnext(char s[N])
16 {
17     int n=strlen(s),p=1,j,i;
18     exnext[0]=n;
19     for(i=0;i<n-1&&s[i]==s[i+1];i++);
20     exnext[1]=i;
21     for(i=2;i<n;i++)
22         if(exnext[i-p]+i<p+exnext[p])
23             exnext[i]=exnext[i-p];
24         else
25         {
26             j=exnext[p]+p-i;
27             if(j<0) j=0;
28             while(i+j<n&&s[j]==s[i+j]) j++;
29             exnext[i]=j;
30             p=i;
31         }
32 }
33
34 void exkmp(char s1[N],char s2[N])
35 {
36     int l1=strlen(s1),l2=strlen(s2),p=0,i,j;
37     get_exnext(s2);
38     for(i=0;i<l1&&i<l2&&s1[i]==s2[i];i++);
39     ex[0]=i;
40     for(int i=1;i<l1;i++)
41     {
42         if(exnext[i-p]+i<p+ex[p])
43             ex[i]=exnext[i-p];
44         else
45         {
46             j=ex[p]+p-i;
47             if(j<0) j=0;
48             while(i+j<l1&&s1[i+j]==s2[j]) j++;
49             ex[i]=j;
50             p=i;
51         }
52     }
53 }

```

1.3 Manacher

1.4 串的最小表示

1.5 后缀数组

1.5.1 倍增 SA

1.5.2 DC3

1.6 回文自动机

1.7 AC 自动机

1.7.1 多模匹配

```

1 #include <bits/stdc++.h>
2 using namespace std;
3
4 /*
5  trie静态开点+trie图优化
6 */
7
8 int sz,hd=1,nxt[1000005][26],fail[1000005],id
9   [1000005],n;
10 char s[1000005];
11
12 void trie_clean()
13 {
14     sz=1;
15     memset(nxt,0,sizeof(nxt));
16     memset(fail,0,sizeof(fail));
17     memset(id,0,sizeof(id));
18 }
19
20 void trie_insert(int head,char s[],int len,int idx)
21 {
22     int p=head;
23     for(int i=0;i<len;i++)
24     {
25         int c=s[i]-'a';
26         if(!nxt[p][c]) nxt[p][c]=++sz;
27         p=nxt[p][c];
28     }
29     id[p]=idx;
30 }
31
32 void acatm_build(int head)
33 {
34     int p,tp;
35     queue<int> q;
36     q.push(head);
37     fail[head]=0;
38     while(!q.empty())
39     {
40         p=q.front();
41         q.pop();
42         for(int i=0;i<26;i++)
43             if(nxt[p][i])
44             {
45                 fail[nxt[p][i]]=p==head?head:nxt[fail[p]
46                     ][i];
47                 q.push(nxt[p][i]);
48             }
49         else
50             nxt[p][i]=p==head?head:nxt[fail[p]][i];
51     }
52 }

```

```

50 }
51
52 int acatm_match(int head,char s[],int len)
53 {
54     int p=head,ret=0;
55     for(int i=0;i<len;i++)
56     {
57         int c=(int)s[i]-'a';
58         p=nxt[p][c];
59         for(int tp=p;tp;tp=fail[tp])
60             if(id[tp]) ret++;
61     }
62     return ret;
63 }

```

1.7.2 自动机上 DP

1.8 后缀自动机

2 计算几何

2.1 二维几何

```

1 #include<bits/stdc++.h>
2 using namespace std;
3
4 #define db double
5 const db EPS=1e-9;
6 inline int sign(db a){return a<-EPS?-1:a>EPS;}
7 inline int cmp(db a,db b){return sign(a-b);}
8 struct P
9 {
10     db x,y;
11     P(){}
12     P(db x,db y):x(x),y(y){}
13     P operator+(P p){return {x+p.x,y+p.y};}
14     P operator-(P p){return {x-p.x,y-p.y};}
15     P operator*(db d){return {x*d,y*d};}
16     P operator/(db d){return {x/d,y/d};}
17     bool operator<(P p) const
18     {
19         int c=cmp(x,p.x);
20         if(c) return c==1;
21         return cmp(y,p.y)==1;
22     }
23     bool operator==(P o) const
24     {
25         return cmp(x,o.x)==0&&cmp(y,o.y)==0;
26     }
27     db distTo(P p){return (*this-p).abs();}
28     db alpha(){return atan2(y,x);}
29     void read(){scanf("%lf%lf",&x,&y);}
30     void write(){printf("%.10f,%.10f\n",x,y);}
31     db abs(){return sqrt(abs2());}
32     db abs2(){return x*x+y*y;}
33     P rot90(){return P(-y,x);}
34     P unit(){return *this/abs();}
35     int quad() const {return sign(y)==1||((sign(y)==0&&sign(x)>=0));}
36     db dot(P p){return x*p.x+y*p.y;}
37     db det(P p){return x*p.y-y*p.x;}
38     P rot(db an){return {x*cos(an)-y*sin(an),x*sin(an)+y*cos(an)};}
39 };

```

```

40
41 //For segment
42 #define cross(p1,p2,p3) ((p2.x-p1.x)*(p3.y-p1.y)-(p3.x-p1.x)*(p2.y-p1.y))
43 #define crossOp(p1,p2,p3) sign(cross(p1,p2,p3))
44
45 bool chkLL(P p1,P p2,P q1,P q2) //0:parallel
46 {
47     db a1=cross(q1,q2,p1),a2=-cross(q1,q2,p2);
48     return sign(a1+a2)!=0;
49 }
50
51 P isLL(P p1,P p2,P q1,P q2) //crossover point if
52     chkLL()
53 {
54     db a1=cross(q1,q2,p1),a2=-cross(q1,q2,p2);
55     return (p1*a2+p2*a1)/(a1+a2);
56 }
57
58 bool intersect(db l1,db r1,db l2,db r2)
59 {
60     if(l1>r1) swap(l1,r1);if(l2>r2) swap(l2,r2);
61     return !(cmp(r1,l2)==-1||cmp(r2,l1)==-1);
62 }
63
64 bool isSS(P p1,P p2,P q1,P q2)
65 {
66     return intersect(p1.x,p2.x,q1.x,q2.x)&&intersect(p1.y,p2.y,q1.y,q2.y)&&crossOp(p1,p2,q1)*crossOp(p1,p2,q2)<=0&&crossOp(q1,q2,p1)*crossOp(q1,q2,p2)<=0;
67 }
68
69 bool isSS_strict(P p1,P p2,P q1,P q2)
70 {
71     return crossOp(p1,p2,q1)*crossOp(p1,p2,q2)<0&&crossOp(q1,q2,p1)*crossOp(q1,q2,p2)<0;
72 }
73
74 bool isMiddle(db a,db m,db b)
75 {
76     return sign(a-m)==0||sign(b-m)==0||((a<m!=b<m));
77 }
78
79 bool isMiddle(P a,P m,P b)
80 {
81     return isMiddle(a.x,m.x,b.x)&&isMiddle(a.y,m.y,b.y);
82 }
83
84 bool onSeg(P p1,P p2,P q)
85 {
86     return crossOp(p1,p2,q)==0&&isMiddle(p1,q,p2);
87 }
88
89 bool onSeg_strict(P p1,P p2,P q)
90 {
91     return crossOp(p1,p2,q)==0&&sign((q-p1).dot(p1-p2))*sign((q-p2).dot(p1-p2))<0;
92 }
93
94 P proj(P p1,P p2,P q)
95 {
96     P dir=p2-p1;
97     return p1+dir*(dir.dot(q-p1)/dir.abs2());
98 }

```

```

99 }
100
101 P reflect(P p1,P p2,P q)
102 {
103     return proj(p1,p2,q)*2-q;
104 }
105
106 db nearest(P p1,P p2,P q)
107 {
108     P h=proj(p1,p2,q);
109     if(isMiddle(p1,h,p2))
110         return q.distTo(h);
111     return min(p1.distTo(q),p2.distTo(q));
112 }
113
114 db disSS(P p1,P p2,P q1,P q2) //dist of 2 segments
115 {
116     if(isSS(p1,p2,q1,q2)) return 0;
117     return min(min(nearest(p1,p2,q1),nearest(p1,p2,q2)),
118                min(nearest(q1,q2,p1),nearest(q1,q2,p2)));
119 }
120
121 db rad(P p1,P p2)
122 {
123     return atan2l(p1.det(p2),p1.dot(p2));
124 }
125
126 db area(vector<P> ps)
127 {
128     db ret=0;
129     for(int i=0;i<ps.size();i++)
130         ret+=ps[i].det(ps[(i+1)%ps.size()]);
131     return ret/2;
132 }
133
134 int contain(vector<P> ps,P p) //2:inside,1:on_seg,0:
135     outside
136 {
137     int n=ps.size(),ret=0;
138     for(int i=0;i<n;i++)
139     {
140         P u=ps[i],v=ps[(i+1)%n];
141         if(onSeg(u,v,p)) return 1;
142         if(cmp(u.y,v.y)<=0) swap(u,v);
143         if(cmp(p.y,u.y)>0||cmp(p.y,v.y)<=0) continue;
144         ret^=crossOp(p,u,v)>0;
145     }
146     return ret*2;
147 }
148
149 vector<P> convexHull(vector<P> ps)
150 {
151     int n=ps.size();if(n<=1) return ps;
152     sort(ps.begin(),ps.end());
153     vector<P> qs(n*2);int k=0;
154     for(int i=0;i<n;qs[k++]=ps[i++])
155         while(k>1&&crossOp(qs[k-2],qs[k-1],ps[i])<=0)
156             --k;
157     for(int i=n-2,t=k;i>=0;qs[k++]=ps[i--])
158         while(k>t&&crossOp(qs[k-2],qs[k-1],ps[i])<=0)
159             --k;
160     qs.resize(k-1);
161     return qs;
162 }

```

```

160 db convexDiameter(vector<P> ps)
161 {
162     int n=ps.size();if(n<=1) return 0;
163     int is=0,js=0;
164     for(int k=1;k<n;k++) is=ps[k]<ps[is]?k:is,js=ps[js]
165         <ps[k]?js:k;
166     int i=is,j=js;
167     db ret=ps[i].distTo(ps[j]);
168     do{
169         if((ps[(i+1)%n]-ps[i]).det(ps[(j+1)%n]-ps[j])
170             >=0) (++j)%=n;
171         else (++i)%=n;
172         ret=max(ret,ps[i].distTo(ps[j]));
173     }while(i!=is||j!=js);
174     return ret;
175 }

```

2.2 三维几何

3 图论

3.1 最短路

3.1.1 Dijkstra

3.1.2 SPFA

3.1.3 Floyd

3.1.4 负环

3.1.5 差分约束

3.2 最小生成树

3.2.1 Prim

3.2.2 Kruskal

3.2.3 最小生成树计数

3.2.4 次小生成树

3.2.5 最小乘积生成树

3.3 树的直径

3.4 LCA

3.4.1 Tarjan 离线

3.4.2 倍增 LCA

3.5 无向图与有向图联通性

3.5.1 割点

3.5.2 桥

3.5.3 e-DCC

3.5.4 v-DCC

3.5.5 SCC

3.5.6 2-SAT

3.5.7 支配树

3.6 二分图

3.6.1 最大匹配-匈牙利

3.6.2 带权匹配-KM

3.7 网络流

3.7.1 最大流-Dinic

```

1 #include <bits/stdc++.h>
2 using namespace std;
3 typedef long long ll;
4
5 /*
6  s,t 超级源、超级汇
7  cur[] 当前弧优化
8  时间复杂度 O(n^2*m)
9 */
10
11 const int MAXN=10005;
12 const ll inf=0x3f3f3f3f3f3f3f3f;
13 int n,m,s,t,tot,dis[MAXN],cur[MAXN];

```

```

14 struct edge
15 {
16     int to,cap,rev;
17     edge(){}
18     edge(int to,int cap,int rev):to(to),cap(cap),rev(
19         rev){}
20 };
21 vector<edge> E[MAXN];
22
23 inline void add_edge(int x,int y,int f)
24 {
25     E[x].emplace_back(y,f,E[y].size());
26     E[y].emplace_back(x,0,E[x].size()-1);
27 }
28
29 int bfs()
30 {
31     for(int i=1;i<=n;i++) dis[i]=0x3f3f3f3f;
32     dis[s]=0;
33     queue<int> q;
34     q.push(s);
35     while(!q.empty())
36     {
37         int now=q.front();q.pop();
38         for(int i=0;i<E[now].size();i++)
39         {
40             edge &e=E[now][i];
41             if(dis[e.to]>dis[now]+1&&e.cap)
42             {
43                 dis[e.to]=dis[now]+1;
44                 if(e.to==t) return 1;
45                 q.push(e.to);
46             }
47         }
48     }
49     return 0;
50 }
51
52 ll dfs(int now,ll flow)
53 {
54     if(now==t) return flow;
55     ll rest=flow,k;
56     for(int i=cur[now];i<E[now].size();i++)
57     {
58         edge &e=E[now][i];
59         if(e.cap&&dis[e.to]==dis[now]+1)
60         {
61             cur[now]=i;
62             k=dfs(e.to,min(rest,(long long)e.cap));
63             e.cap-=k;
64             E[e.to][e.rev].cap+=k;
65             rest-=k;
66         }
67     }
68     return flow-rest;
69 }
70
71 ll dinic()
72 {
73     ll ret=0,delta;
74     while(bfs())
75     {
76         for(int i=1;i<=n;i++) cur[i]=0;
77         delta=dfs(s,inf) ret+=delta;
78     }
79 }

```

```

78     return ret;
79 }

```

3.7.2 最小费用最大流-Dij+Dinic

```

1  #include <bits/stdc++.h>
2  using namespace std;
3  typedef pair<int,int> pii;
4
5  /*
6   第一遍跑的spfa,然后是加上势函数的dij,玄学
7   h[] 势函数
8   cur[] 当前弧优化
9   msmf 最大流时的最小费用
10  s,t 超级源、超级汇
11  时间复杂度 O(n^2*m)
12  */
13
14  const int MAXN=2005;
15  const int inf=0x3f3f3f3f;
16  int msmf,s,t,cur[MAXN],dis[MAXN],vis[MAXN],h[MAXN];
17  struct edge
18  {
19      int to,val,cap,rev;
20      edge(){}
21      edge(int to,int cap,int val,int rev):to(to),cap(
22          cap),val(val),rev(rev){}
23  };
24  vector<edge> E[MAXN];
25
26  inline void add_edge(int x,int y,int f,int cost)
27  {
28      E[x].emplace_back(y,f,cost,E[y].size());
29      E[y].emplace_back(x,0,-cost,E[x].size()-1);
30  }
31
32  int dij()
33  {
34      fill(dis,dis+t+1,inf);
35      priority_queue<pii,vector<pii>,greater<pii>> q;
36      q.emplace(0,s);dis[s]=0;
37      while(!q.empty())
38      {
39          pii p=q.top();q.pop();
40          int now=p.second;
41          if(dis[now]<p.first) continue;
42          for(int i=0;i<E[now].size();i++)
43          {
44              edge &e=E[now][i];
45              if(e.cap>0&&dis[e.to]>p.first+e.val+h[now]-
46                  h[e.to])
47              {
48                  dis[e.to]=p.first+e.val+h[now]-h[e.to];
49                  q.emplace(dis[e.to],e.to);
50              }
51          }
52          return dis[t]!=inf;
53      }
54
55  int dfs(int now,int flow)
56  {
57      if(now==t) return flow;
58      int rest=flow,k;

```

```

58  vis[now]=1;
59  for(int i=cur[now];i<E[now].size();i++)
60  {
61      edge &e=E[now][i];
62      if(e.cap&&dis[now]+e.val+h[now]-h[e.to]==dis[
63          e.to]&&!vis[e.to])
64      {
65          cur[now]=i;
66          k=dfs(e.to,min(e.cap,rest));
67          e.cap-=k;
68          E[e.to][e.rev].cap+=k;
69          rest-=k;
70          msmf+=k*e.val;
71      }
72  }
73  vis[now]=0;
74  return flow-rest;
75
76  int dinic()
77  {
78      int ret=0,delta;
79      while(dij())
80      {
81          for(int i=s;i<=t;i++) cur[i]=0;
82          while(delta=dfs(s,inf)) ret+=delta;
83          for(int i=s;i<=t;i++) h[i]+=(dis[i]==inf)?0:
84              dis[i];
85      }
86      return ret;

```

3.7.3 上下界流

3.8 欧拉路

3.9 Prufer 序列

4 数据结构

4.1 树状数组

4.2 线段树

4.2.1 多操作线段树

4.2.2 吉司机线段树

```

1  #include <bits/stdc++.h>
2  using namespace std;
3  typedef long long ll;
4
5  /*
6   modify 将区间大于x的数变成x
7   query 询问区间和
8   单次复杂度 O(log^2(n))
9  */
10
11  const ll INF=0xc0c0c0c0c0c0c0c0ll;
12  const int MAXN=200005;
13  ll seg[MAXN<<2],m1[MAXN<<2],m2[MAXN<<2],cnt[MAXN<<2],
14      tag[MAXN<<2],a[MAXN];
15
16  int n,q;
17
18  void pushdown(int rt)

```

```

17 {
18     if(!tag[rt]) return;
19     ll y=m1[rt];
20     if(y<m1[rt<<1])
21     {
22         tag[rt<<1]=1;
23         seg[rt<<1]-=(m1[rt<<1]-y)*cnt[rt<<1];
24         m1[rt<<1]=y;
25     }
26     if(y<m1[rt<<1|1])
27     {
28         tag[rt<<1|1]=1;
29         seg[rt<<1|1]-=(m1[rt<<1|1]-y)*cnt[rt<<1|1];
30         m1[rt<<1|1]=y;
31     }
32     tag[rt]=0;
33 }
34
35 void pushup(int rt)
36 {
37     seg[rt]=seg[rt<<1]+seg[rt<<1|1];
38     if(m1[rt<<1]==m1[rt<<1|1])
39     {
40         m1[rt]=m1[rt<<1];
41         cnt[rt]=cnt[rt<<1]+cnt[rt<<1|1];
42         m2[rt]=max(m2[rt<<1],m2[rt<<1|1]);
43     }
44     else if(m1[rt<<1]>m1[rt<<1|1])
45     {
46         m1[rt]=m1[rt<<1];
47         cnt[rt]=cnt[rt<<1];
48         m2[rt]=max(m2[rt<<1],m1[rt<<1|1]);
49     }
50     else
51     {
52         m1[rt]=m1[rt<<1|1];
53         cnt[rt]=cnt[rt<<1|1];
54         m2[rt]=max(m2[rt<<1|1],m1[rt<<1]);
55     }
56 }
57
58 void build(int rt,int l,int r)
59 {
60     tag[rt]=0;
61     if(l==r)
62     {
63         seg[rt]=m1[rt]=a[l];
64         cnt[rt]=1;
65         m2[rt]=INF;
66         return;
67     }
68     int m=l+r>>1;
69     if(l<=m) build(rt<<1,l,m);
70     if(m<r) build(rt<<1|1,m+1,r);
71     pushup(rt);
72 }
73
74 void modify(int rt,int l,int r,int L,int R,ll y)
75 {
76     if(y>m1[rt]) return;
77     if(L<=l&&r<=R&&y>m2[rt])
78     {
79         tag[rt]=1;
80         seg[rt]-=(m1[rt]-y)*cnt[rt];
81         m1[rt]=y;

```

```

82         return;
83     }
84     pushdown(rt);
85     int m=l+r>>1;
86     if(L<=m) modify(rt<<1,l,m,L,R,y);
87     if(m<R) modify(rt<<1|1,m+1,r,L,R,y);
88     pushup(rt);
89 }
90
91 ll query(int rt,int l,int r,int L,int R)
92 {
93     if(L<=l&&r<=R) return seg[rt];
94     int m=l+r>>1;
95     pushdown(rt);
96     ll ret=0;
97     if(L<=m) ret+=query(rt<<1,l,m,L,R);
98     if(m<R) ret+=query(rt<<1|1,m+1,r,L,R);
99     pushup(rt);
100     return ret;
101 }

```


4.2.3 扫描线

4.3 RMQ

4.3.1 一维

4.3.2 两维

4.4 树链剖分

4.4.1 点剖分

4.4.2 边剖分

4.5 平衡树

4.5.1 Treap

4.5.2 Splay

4.6 动态树

4.7 主席树

4.8 树套树

4.8.1 线段树套 Treap

4.8.2 线段树套树状数组

4.9 K-D Tree

4.10 分治

4.10.1 CDQ

4.10.2 点分治

4.10.3 dsu on tree

4.10.4 整体二分

4.11 分块

4.11.1 普通分块

4.11.2 莫队

4.12 线性基

4.13 珂朵莉树

4.14 跳舞链

5 动态规划

5.1 SOS

5.2 动态 DP

5.3 插头 DP

6 数学

6.1 矩阵类

6.2 质数筛

6.2.1 埃筛

6.2.2 线筛

6.3 质数判定

6.3.1 Miller Rabin

6.4 质因数分解