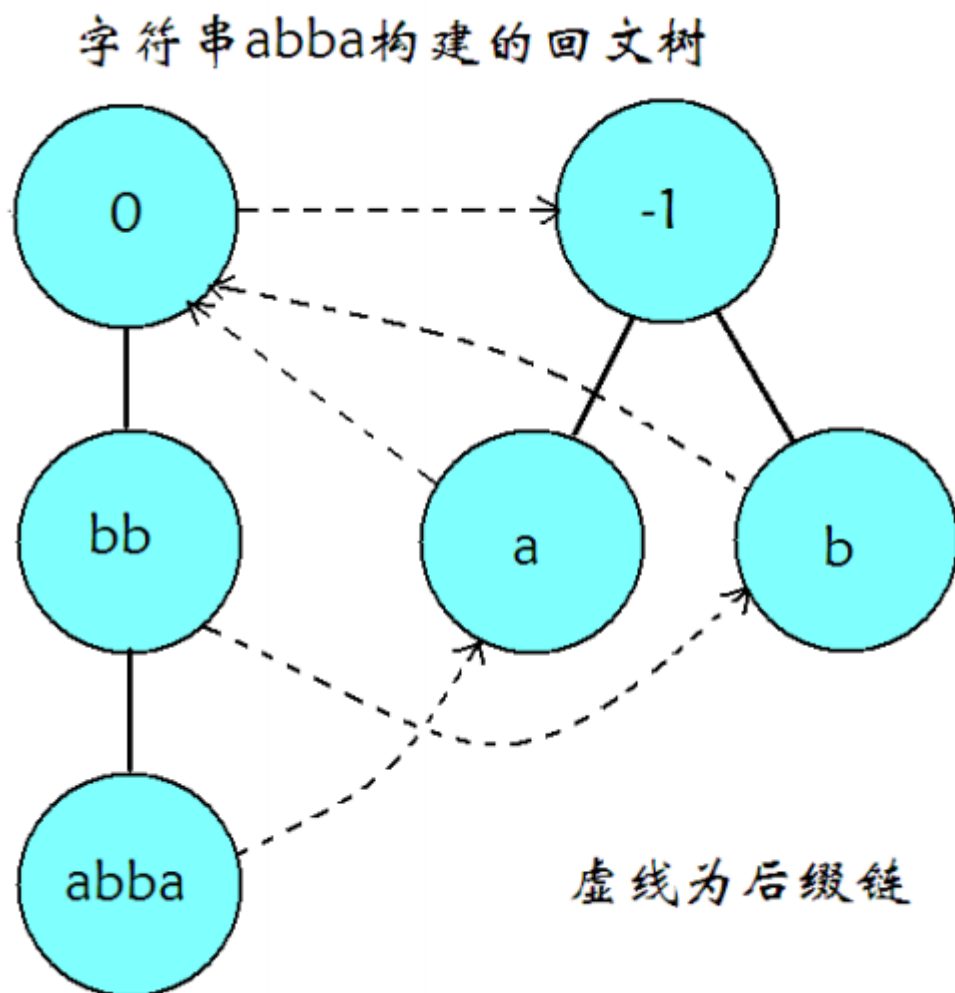


回文树

结构

回文树大概长这样：



功能

假设我们有一个串 S 下标从 0 开始，则回文树能做到如下几点：

1. 求串 S 前缀 $0 \sim i$ 内本质不同回文串的个数（两个串长度不同或者长度相同但至少有一个字符不同便是本质不同）。
2. 求串 S 内每一个本质不同回文串出现的次数。
3. 求串 S 内回文串的个数（其实就是 1 和 2 结合起来）。
4. 求以下标 i 结尾的回文串的个数。

模板

```
const int MAXN = 100005 ;
const int N = 26 ;

struct Palindromic_Tree {
    //cnt最后count一下之后是那个节点代表的回文串出现的次数
    int next[MAXN][N] ;//next指针[]next指针和字典树类似，指向的串为当前串两端加上同一个字符构成
    int fail[MAXN] ;//fail指针，失配后跳转到fail指针指向的节点
    int cnt[MAXN] ; //表示节点i表示的本质不同的串的个数（建树时求出的不是完全的，最后count()函数跑一遍以后才是正确的）
    int num[MAXN] ; //表示以节点i表示的最长回文串的最右端点为回文串结尾的回文串个数
    int len[MAXN] ;//len[i]表示节点i表示的回文串的长度（一个节点表示一个回文串）
    int S[MAXN] ;//存放添加的字符
    int last ;//指向新添加一个字母后所形成的最长回文串表示的节点。
    int n ;//表示添加的字符个数。
    int p ;//表示添加的节点个数。

    int newnode ( int l ) { //新建节点
        for ( int i = 0 ; i < N ; ++ i ) next[p][i] = 0 ;
        cnt[p] = 0 ;
        num[p] = 0 ;
        len[p] = l ;
        return p ++ ;
    }

    void init () { //初始化
        p = 0 ;
        newnode ( 0 ) ;
        newnode ( -1 ) ;
        last = 0 ;
        n = 0 ;
        S[n] = -1 ;//开头放一个字符集中没有的字符，减少特判
        fail[0] = 1 ;
    }

    int get_fail ( int x ) { //和KMP一样，失配后找一个尽量最长的
        while ( S[n - len[x] - 1] != S[n] ) x = fail[x] ;
        return x ;
    }

    void add ( int c ) {
        c -= 'a' ;
        S[++ n] = c ;
        int cur = get_fail ( last ) ;//通过上一个回文串找这个回文串的匹配位置
        if ( !next[cur][c] ) { //如果这个回文串没有出现过，说明出现了一个新的本质不同的回文串
            int now = newnode ( len[cur] + 2 ) ;//新建节点
```

```

        fail[now] = next[get_fail ( fail[cur] )][c] ;//和AC自动机一样建立fail指针，以便失配后跳转
        next[cur][c] = now ;
        num[now] = num[fail[now]] + 1 ;
    }
    last = next[cur][c] ;
    cnt[last] ++ ;
}

void count () {
    for ( int i = p - 1 ; i >= 0 ; -- i ) cnt[fail[i]] += cnt[i] ;
    //父亲累加儿子的cnt[]因为如果fail[v]=u[]则u一定是v的子回文串！
}
} ;

```

例题

P5496 【模板】回文自动机 (PAM)

题意：给定一个字符串 \$s\$ 保证每个字符为小写字母。对于 \$s\$ 的每个位置，请求出以该位置结尾的回文子串个数。

题解：理解好模板中的 \$last\$ 和 \$num[]\$ 的意义即可做。

评价：实现了 功能 4

代码

```

#include<bits/stdc++.h>
using namespace std;
const int N=5e5+5;
struct Palindromic_Tree{
    int nxt[N][26],fail[N],cnt[N],num[N],len[N],S[N],last,n,p;
    int newnode(int l){
        memset(nxt[p],0,sizeof(nxt[p]));
        cnt[p]=num[p]=0;
        len[p]=l;
        return p++;
    }
    void init(){
        p=0;
        newnode(0);
        newnode(-1);
        last=0;
        n=0;
        S[n]=-1;
        fail[0]=1;
    }
    int get_fail(int x){

```

```
while(S[n-len[x]-1]!=S[n]) x=fail[x];
return x;
}
void add(int c){
    c-='a';
    S[++n]=c;
    int cur=get_fail(last);
    if(!nxt[cur][c]){
        int now=newnode(len[cur]+2);
        fail[now]=nxt[get_fail(fail[cur])][c];
        nxt[cur][c]=now;
        num[now]=num[fail[now]]+1;
    }
    last=nxt[cur][c];
    cnt[last]++;
}
void count(){
    for(int i=p-1;i>=0;i--) cnt[fail[i]]+=cnt[i];
}
}P;
char s[N];
int main(){
    scanf("%s",s);
    int len=strlen(s);
    P.init();
    P.add(s[0]);
    int k=P.num[P.last];
    printf("%d",k);
    for(int i=1;i<len;i++){
        P.add((s[i]-97+k)%26+97);
        k=P.num[P.last];
        printf(" %d",k);
    }
    return 0;
}
```

P3649 [APIO2014]回文串

题意：给你一个由小写拉丁字母组成的字符串 ss 。我们定义 ss 的一个子串的存在值为这个子串在 ss 中出现的次数乘以这个子串的长度。对于给你的这个字符串 ss ，求所有回文子串中的最大存在值。

题解：利用模板中的 $len[]$ 和 $cnt[]$ 即可。

评价：利用了 功能 2。

代码

```
#include<bits/stdc++.h>
using namespace std;
```

```
const int N=3e5+5;
struct Palindromic_Tree{
    int nxt[N][26],fail[N],cnt[N],num[N],len[N],S[N],last,n,p;
    int newnode(int l){
        memset(nxt[p],0,sizeof(nxt[p]));
        cnt[p]=num[p]=0;
        len[p]=l;
        return p++;
    }
    void init(){
        p=0;
        newnode(0);
        newnode(-1);
        last=0;
        n=0;
        S[n]=-1;
        fail[0]=1;
    }
    int get_fail(int x){
        while(S[n-len[x]-1]!=S[n]) x=fail[x];
        return x;
    }
    void add(int c){
        c-='a';
        S[++n]=c;
        int cur=get_fail(last);
        if(!nxt[cur][c]){
            int now=newnode(len[cur]+2);
            fail[now]=nxt[get_fail(fail[cur])][c];
            nxt[cur][c]=now;
            num[now]=num[fail[now]]+1;
        }
        last=nxt[cur][c];
        cnt[last]++;
    }
    void count(){
        for(int i=p-1;i>=0;i--) cnt[fail[i]]+=cnt[i];
    }
}P;
char s[N];
int main(){
    P.init();
    scanf("%s",s);
    int len=strlen(s);
    for(int i=0;i<len;i++) P.add(s[i]);
    P.count();
    long long maxx=0;
    for(int i=0;i<P.p;i++){
        maxx=max(maxx,1ll*P.len[i]*P.cnt[i]);
    }
    printf("%lld",maxx);
}
```

```
    return 0;  
}
```

P1659 [国家集训队]拉拉队排练

题意：连续的一段奇回文串被称作和谐小群体，找出所有和谐小群体并按长度降序排列后，求前 K 个的长度之积并取模。

题解：利用模板的 $cnt[]$ 和 $len[]$ 数组来处理。

代码

```
#include<bits/stdc++.h>  
using namespace std;  
const int N=1e6+5,mod=19930726;  
typedef long long ll;  
ll fastpow(int x,int y){  
    ll ret=1;  
    for(;y;y>>=1,x=1ll*x*x%mod)  
        if(y&1) ret=1ll*ret*x%mod;  
    return ret;  
}  
struct Palindromic_Tree{  
    int nxt[N][26],fail[N],cnt[N],len[N],S[N],last,n,p;  
    int newnode(int l){  
        memset(nxt[p],0,sizeof(nxt[p]));  
        cnt[p]=0;  
        len[p]=l;  
        return p++;  
    }  
    void init(){  
        p=0;  
        newnode(0);  
        newnode(-1);  
        last=0;  
        n=0;  
        S[n]=-1;  
        fail[0]=1;  
    }  
    int get_fail(int x){  
        while(S[n-len[x]-1]!=S[n]) x=fail[x];  
        return x;  
    }  
    void add(int c){  
        c-='a';  
        S[++n]=c;  
        int cur=get_fail(last);  
        if(!nxt[cur][c]){  
            int now=newnode(len[cur]+2);
```

```

        fail[now]=nxt[get_fail(fail[cur])][c];
        nxt[cur][c]=now;
    }
    last=nxt[cur][c];
    cnt[last]++;
}
void count(){
    for(int i=p-1;i>=0;i--) cnt[fail[i]]+=cnt[i];
}
}P;

char s[N];
bool cmp(const pair<int,int>&a,const pair<int,int>&b){
    return a.first>b.first;
}
int main(){
    P.init();
    ll n,k;
    scanf("%lld %lld",&n,&k);
    scanf("%s",s);
    int len=strlen(s);
    for(int i=0;i<len;i++) P.add(s[i]);
    P.count();
    ll K=0;
    vector<pair<int,int>>v;
    for(int i=0;i<P.p;i++)
        if(P.len[i]>0&&(P.len[i]&1))
            K+=P.cnt[i],v.push_back(make_pair(P.len[i],P.cnt[i]));
    if(K<k){
        printf("-1");return 0;
    }
    sort(v.begin(),v.end(),cmp);
    ll ans=1;
    for(int i=0;i<v.size();i++){
        if(k<=0) break;
        if(k>=v[i].second){
            ans=(ans*1ll*fastpow(v[i].first,v[i].second))%mod;
            k-=v[i].second;
        }
        else{
            ans=(ans*1ll*fastpow(v[i].first,k))%mod;
            break;
        }
    }
    printf("%lld",ans);
    return 0;
}

```

P4287 [SHOI2011]双倍回文

题意：记字符串 s 的倒置为 s^R 。如果 s 能够写成 ww^R 的形式，则称它是一个“双倍回文”。给定字符串，计算它的最长双倍回文子串的长度。

题解：利用好 $trans$ 指针的性质即可。

代码

```
#include<bits/stdc++.h>
using namespace std;
const int N=5e5+5;
struct Palindromic_Tree{
    int nxt[N][26],fail[N],cnt[N],num[N],len[N],S[N],last,n,p;
    int trans[N];
    int newnode(int l){
        memset(nxt[p],0,sizeof(nxt[p]));
        cnt[p]=num[p]=0;
        len[p]=l;
        return p++;
    }
    void init(){
        p=0;
        newnode(0);
        newnode(-1);
        last=0;
        n=0;
        S[n]=-1;
        fail[0]=1;
    }
    int get_fail(int x){
        while(S[n-len[x]-1]!=S[n]) x=fail[x];
        return x;
    }
    void add(int c){
        c-='a';
        S[++n]=c;
        int cur=get_fail(last);
        if(!nxt[cur][c]){
            int now=newnode(len[cur]+2);
            fail[now]=nxt[get_fail(fail[cur])][c];
            nxt[cur][c]=now;
            num[now]=num[fail[now]]+1;
            if(len[now]<=2) trans[now]=fail[now];
            else{
                int tmp=trans[cur];
                while(S[n-len[tmp]-1]!=S[n] || ((len[tmp]+2)<<1)>len[now])
                    tmp=fail[tmp];
                trans[now]=nxt[tmp][c];
            }
        }
    }
}
```

```

        last=nxt[cur][c];
        cnt[last]++;
    }
    void count(){
        for(int i=p-1;i>=0;i--) cnt[fail[i]]+=cnt[i];
    }
}P;
char s[N];
int len[N];
int main(){
    int n;
    scanf("%d",&n);
    scanf("%s",s);
    P.init();
    int ans=0;
    for(int i=0;i<n;i++){
        P.add(s[i]);
    }
    for(int i=1;i<P.p;i++){
        if((P.len[P.trans[i]]<1)==P.len[i]&&P.len[P.trans[i]]%2==0)
            ans=max(ans,P.len[i]);
    }
    printf("%d",ans);

    return 0;
}

```

2020牛客国庆集训派对day1 A

题意：在给定字符串末尾添加尽可能少的字符使其成为回文串。

题解：该等价于求解以原字符串末尾字符结尾的最长回文子串，直接用回文自动机秒杀。

代码

```

#include<bits/stdc++.h>
using namespace std;
const int N=4e5+5;
struct Palindromic_Tree{
    int nxt[N][26],fail[N],len[N],S[N],last,n,p;
    int newnode(int l){
        memset(nxt[p],0,sizeof(nxt[p]));
        len[p]=l;
        return p++;
    }
    void init(){
        p=0;
        newnode(0);
        newnode(-1);
        last=0;
    }

```

```
        n=0;
        S[n]=-1;
        fail[0]=1;
    }
    int get_fail(int x){
        while(S[n-len[x]-1]!=S[n]) x=fail[x];
        return x;
    }
    void add(int c){
        c-='a';
        S[++n]=c;
        int cur=get_fail(last);
        if(!nxt[cur][c]){
            int now=newnode(len[cur]+2);
            fail[now]=nxt[get_fail(fail[cur])][c];
            nxt[cur][c]=now;
        }
        last=nxt[cur][c];
    }
}P;
char s[N];
int main(){
    P.init();
    int n;
    scanf("%d",&n);
    scanf("%s",s);
    for(int i=0;i<n;i++){
        P.add(s[i]);
    }
    printf("%d",n-P.len[P.last]);
    return 0;
}
```

参考链接

[OI Wiki 回文树](#)

[回文树总结](#)

From:
<https://wiki.cvbbacm.com/> - CVBB ACM Team

Permanent link:
https://wiki.cvbbacm.com/doku.php?id=2020-2021:teams:legal_string:lgwza:%E5%9B%9E%E6%96%87%E6%A0%91

Last update: 2020/10/03 23:54