

BÀI 5

Email: anvanminh.hau@gmail.com

Các thuật toán xử lý chuỗi ký tự

1

Các thuật toán xử lý chuỗi ký tự

- 1 Một số bài toán cơ bản
- 2 Thuật toán Boyer Moore Horspool
- 3 Thuật toán Z
- 4 Tìm chuỗi con chung dài nhất

2

Một số bài toán cơ bản

- Bài toán 1:
 - Cho chuỗi ký tự s . Hãy cho biết số loại ký tự có trong chuỗi s và số lần xuất hiện của mỗi loại ký tự trong chuỗi s .
- Ví dụ:
 - $s = \text{"abccabdad123"}$, có 7 loại ký tự, ký tự a xuất hiện 3 lần, b 2 lần, c 2 lần, d 2 lần, 1 1 lần, 2 1 lần và 3 1 lần.

3

Một số bài toán cơ bản

- Bài toán 2:
 - Cho chuỗi ký tự S . Hãy liệt kê các chuỗi con khác nhau có độ dài K của S .
- Ví dụ:
 - $S = \text{"abccaba"}$, và $K = 3$ thì ta có các chuỗi con khác nhau: "abc" , "aba" , "abb" , "acc" , "aca" , "acb" , "aab" , "aaa" , "bcc" , "bca" ,....

4

```

void ThucHien(int i) {
    char tam[100]; //Túi để "soi" các ký tự ở vị trí i
    tam[0] = '\0';
    if (strlen(xc) == k) {
        cout<<xc<<endl;
        dem++;
    }
    else {
        for (int j = i; j < n; j++) {
            if (comat(s[j], tam) == false){
                them(tam, s[j]); //thêm s[j] vào "túi" tam
                them(xc, s[j]); //thêm s[j] vào xâu con xc
                ThucHien(j + 1); // thực hiện tiếp |xc|=j+1
                xoa(xc); //xoá ký tự cuối cùng của xâu xc
            }
        }
    }
}

```

5

Một số bài toán cơ bản

- Bài toán 3:
 - Cho 2 xâu ký tự T, và P chỉ gồm các ký tự {'0' ... '9', 'a' ... 'z', 'A' ... 'Z'}.
 - Kiểm tra xem P Có phải là một xâu con của T hay không?
- Phương pháp đơn giản:
 - Sử dụng thuật toán lặp.

6

Thuật toán lặp

```
int indexOf(const char *p, const char *t) {
    int m = strlen(p);
    int n = strlen(t) - m;
    for (int i = 0; i < n; i++){
        int j = 0;
        while (j < m && t[i + j] == p[j]) {
            j++;
        }
        if (j == m)
            return i;
    }
    return -1;
}
```

7

Thuật toán Boyer Moore Horspool

- Bài toán 3:
 - Cho 2 chuỗi ký tự T, và P chỉ gồm các ký tự {'0' ... '9', 'a' ... 'z', 'A' ... 'Z'}.
 - Kiểm tra xem P Có phải là một chuỗi con của T hay không?
- Phương pháp:
 - Sử dụng thuật toán Boyer Moore Horspool.

8

Thuật toán Boyer Moore Horspool

- Phương pháp:

- So sánh ngược từ ký tự cuối của P trở về đầu.
- Giả sử vị trí bắt đầu so sánh trong T là i, và vị trí cuối cùng của P là P[v] ($v = \text{strlen}(P)$).
- Ta sẽ so sánh T[i] với P[v] và dịch chuyển về đầu.
- Nếu việc khớp từng ký tự vượt qua được P[0] thì P có mặt trong T.
- Ngược lại (có T[i] \neq P[v]):
 - + Nếu T[i] không có trong P, thì $i = i + v$
 - + Ngược lại (T[i] có trong P): gọi x là vị trí xuất hiện đầu tiên của T[i] trong P (T[i] = P[x]), thì $i = i + v - x - 1$

9

Thuật toán Boyer Moore Horspool

- Ví dụ 1:

- Xâu T = "mothaibabonnamsaubay"
- Xâu P = "namsau"
- $v = \text{strlen}(P) = 6$
- Do vậy ta bắt đầu từ vị trí i = 5 trong T

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
m	o	t	h	a	i	b	a	b	o	n	n	a	m	s	a	u	b	a	y
n	a	m	s	a	u														

10

Ví dụ 1

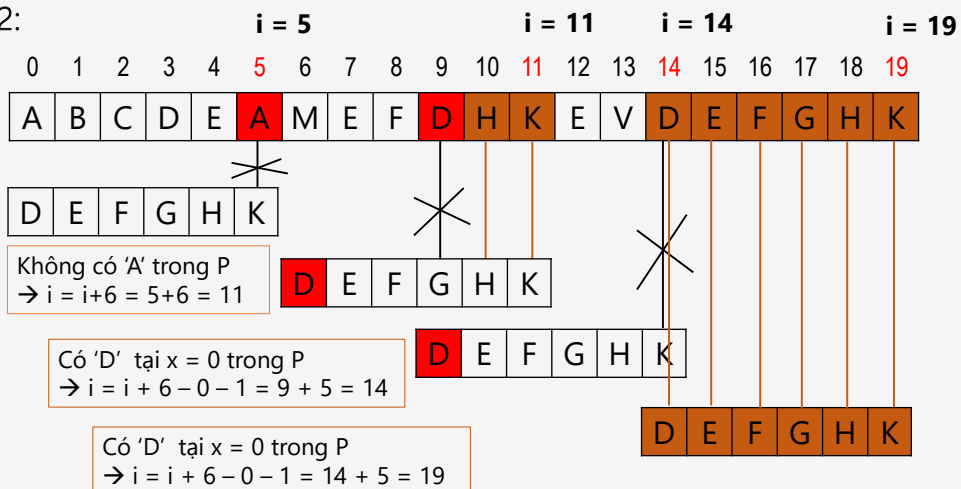
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
m	o	t	h	a	i	b	a	b	o	n	n	a	m	s	a	u	b	a	y
						n	a	m	s	a	u								

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
m	o	t	h	a	i	b	a	b	o	n	n	a	m	s	a	u	b	a	y
											n	a	m	s	a	u			

11

Thuật toán Boyer Moore Horspool

• Ví dụ 2:



12

Thuật
toán
Boyer
Moore
Horspool

```
int Boyer_Moore_Horspool() {
    int dem = 0, i = strlen(P), v = strlen(P);
    while (i < strlen(T)) {
        int x = v - 1, j = i - 1;
        while (T[j] == P[x] && x > -1) {
            j--; x--;
        }
        if (x < 0) { dem++; i = i + v; }
        else {
            x = char_in_string(T[j], P);
            if (x < 0) i = i + v;
            else i = i + v - x - 1;
        }
    }
    return dem;
}
```

13

Thuật toán Z

- Cho một chuỗi ký tự S chỉ gồm các chữ cái và chữ số.
- **Định nghĩa:** Chuỗi tiền tố của S là một chuỗi con của S tính từ vị trí đầu tiên (prefix - substring).
- **Phương pháp:** Thuật toán Z là xây dựng một mảng $Z[\dots]$ với ý nghĩa $Z[i]$ là độ dài của chuỗi tiền tố bắt đầu từ vị trí i .
- Ví dụ $S = \text{"ACBDABACBAC"}$ thì:

Mảng $Z = \{1, 0, 0, 0, 1, 0, 3, 0, 0, 2, 0\}$

14

Thuật toán Z

- Ví dụ $S = \text{"ACBDABACBAC"}$ thì:

Mảng $Z = \{1, 0, 0, 0, 1, 0, 3, 0, 0, 2, 0\}$

A	C	B	D	A	B	A	C	B	A	C
-1	0	0	0	1	0	3	0	0	2	0

Xâu con dài nhất giống phần đầu, từ vị trí này có độ dài 1 (A)

Xâu con dài nhất giống phần đầu, từ vị trí này có độ dài 3 (ACB)

Xâu con dài nhất giống phần đầu, từ vị trí này có độ dài 2 (AC)

15

Thuật toán Z

- Ứng dụng: Tìm trong xâu T xem có bao nhiêu xâu con P trong đó.
- Thuật toán:** Xâu tiền tố của S là một xâu con của S tính từ vị trí đầu tiên (prefix - substring).
 - Tạo một xâu mới $S = P + "\$"$ + T (trong đó ký tự '\$' không có trong các xâu T và P).
 - Sau đó áp dụng thuật toán Z để tìm các tiền tố của S.
 - Độ dài tiền tố nào bằng độ dài của P, thì đó chính là xâu con P.

16

Thuật toán Z

- Ví dụ:

- $T = \text{"Ban Viet o Viet Nam"}$
- $P = \text{"Viet"}$
- $S = \text{"Viet$Ban Viet o Viet Nam"}$.
- Khi đó có mảng Z như sau:

V	i	e	t	\$	B	a	n		V	i	e	t		o		V	i	e	t		N	a	m
*	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0

17

Thuật toán Z

- Phương pháp:

- Duyệt chuỗi S : i từ 1 đến $n - 1$ (mảng bắt đầu từ 0).
- Mỗi vị trí i ta quản lí một đoạn $[left, right]$ với $right$ lớn nhất có thể sao cho xâu con từ $left$ tới $right$ là tiền tố của xâu S
- Ban đầu $left = right = 0$.
- Giả sử ở i ta đã có đoạn $[left, right]$ của vị trí $i - 1$ và giả sử đã tính được tất cả các giá trị Z trước đó.
- Chia 2 trường hợp để cập nhật $left$, $right$, và $Z[i]$.

18

Thuật toán Z

- Chia 2 trường hợp để cập nhật left, right, và $Z[i]$ như sau:
 - Trường hợp 1: Nếu $i > \text{right}$, trong trường hợp này không có tiền tố nào bắt đầu trước i và kết thúc sau i .
 - + Nếu $T[i]$ không có trong P , thì $i = i + v$
 - + Ngược lại ($T[i]$ có trong P): gọi x là vị trí xuất hiện đầu tiên của $T[i]$ trong P ($T[i] = P[x]$), thì $i = i + v - x - 1$

19

Thuật toán Z

- Trường hợp 2, ngược lại, $i < \text{right}$:
 - Đặt $k = i - \text{left}$, ta thấy xâu $S[k\dots]$ và xâu $S[i\dots]$ giống nhau ở ít nhất $\text{right} - i + 1$ phần tử đầu, vì vậy có thể tận dụng $Z[k]$ để tính $Z[i]$.
 - Ta có: $Z[i] \geq \min(Z[k], \text{right} - i + 1)$.
 - Nếu $Z[k] < \text{right} - i + 1$ thì $Z[i] = Z[k]$
 - Nếu $Z[k] \geq \text{right} - i + 1$ thì:
 - + gán lại $\text{left} = i$ và cho r tiếp tục tăng để tìm đoạn $[\text{left}, \text{right}]$ mới.
 - + Sau đó cũng có $Z[i] = \text{right} - \text{left} + 1$ như trên.

20

Thuật
toán
Z

```
void z_algo(const char *s, int *z) {
    int n = strlen(s), l = 0, r = 0;
    for (int i = 1; i < n; i++) {
        if (i > r) {
            l = r = i;
            while (r < n && s[r - l] == s[r]) r++;
            z[i] = r - l; r--;
        } else if (z[i - l] < r - i + 1)
            z[i] = z[i - l];
        else { l = i;
            while (r < n && s[r - l] == s[r]) r++;
            z[i] = r - l; r--;
        }
    }
}
```

21

Tìm xâu con chung dài nhất

- Định nghĩa: Xâu ký tự A được gọi là xâu con của xâu ký tự B nếu ta có thể xoá đi một số ký tự trong xâu B để được xâu A.
- Bài toán: Cho biết hai xâu ký tự A và B, hãy tìm xâu ký tự C có độ dài lớn nhất và là con của cả A và B.
- Phương pháp: Sử dụng quy hoạch động.
 - Gọi $L_{i,j}$ là độ dài xâu con chung dài nhất của xâu A_i gồm i ký tự đầu của A ($A_i = A[1..i]$) và xâu B gồm j ký tự phần đầu của B ($B_j = B[1..j]$).
 - Ta có công thức quy hoạch động như sau:
 - $L_{0,j} = L_{i,0} = 0$ // Một trong 2 xâu là rỗng
 - $L_{i,j} = L_{i-1,j-1} + 1$ nếu $A[i] = B[j]$.
 - $L_{i,j} = \max(L_{i-1,j}, L_{i,j-1})$ nếu $A[i] \neq B[j]$.

22

Thuật toán quy hoạch động

- Cài đặt: Sử dụng bảng phương án là một mảng 2 chiều $L[\text{len}(A)][\text{len}(B)]$ để lưu các giá trị của hàm quy hoạch động $L(i, j)$.

```
algorithm() {  
    for (int i = 0; i < len(A); i++) L[i][0] = 0;  
    for (int j = 0; j < len(B); j++) L[0][j] = 0;  
    for (int i = 0; i < len(A); i++)  
        for (int j = 0; j < len(B); j++)  
            if (A[i] == B[j])  
                L[i][j] = L[i-1][j-1] + 1;  
            else  
                L[i][j] = max(L[i-1][j], L[i][j-1]);  
}
```