



ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

CẤU TRÚC DỮ LIỆU VÀ GIẢI THUẬT

CHƯƠNG IV

TÌM KIẾM VÀ SẮP XẾP

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN, KHU PHỐ 6, PHƯỜNG LINH TRUNG, QUẬN THỦ ĐỨC, TP. HỒ CHÍ MINH

[T] 08 3725 2002 101 | [F] 08 3725 2148 | [W] www.uit.edu.vn | [E] info@uit.edu.vn



MỤC TIÊU CHƯƠNG IV

- ❖ Xác định và phát biểu bài toán tìm kiếm sắp xếp
- ❖ Hiểu một số thuật toán tìm kiếm và sắp xếp
- ❖ Phân tích ưu điểm và hạn chế của thuật toán tìm kiếm và sắp xếp
- ❖ Triển khai, cài đặt các thuật toán với C++
- ❖ Biết các thuật ngữ tiếng Anh trong bài toán tìm kiếm và sắp xếp



NỘI DUNG CHƯƠNG IV

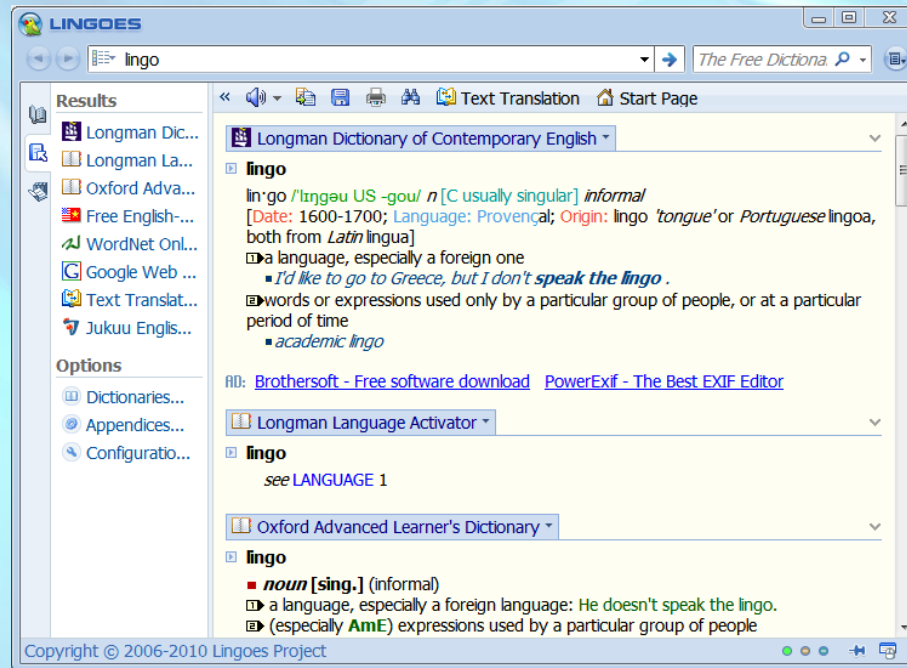
- I. NHU CẦU TÌM KIẾM, SẮP XẾP**
- II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM**
- III. CÁC GIẢI THUẬT SẮP XẾP**
- IV. CẤU TRÚC HÀNG ĐỢI ƯU TIÊN**



I. NHU CẦU TÌM KIẾM, SẮP XẾP

❖ TRA CỨU THÔNG TIN

- Từ điển








I. NHU CẦU TÌM KIẾM, SẮP XẾP

❖ TRA CỨU THÔNG TIN

- Truy vấn dữ liệu



ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN
THƯ VIỆN



[TRANG CHỦ](#) [GIỚI THIỆU](#) [DỊCH VỤ](#) [TRA CỨU OPAC](#) [TÀI NGUYÊN](#) [LIÊN HỆ](#)

Tra cứu thư mục trực tuyến

Bắt kỳ ▾ mạng xã hội

Q

:

Tên thư viện	Số biểu ghi	Trạng thái
» Thư viện Trường Đại học Công nghệ Thông tin ĐHQG-HCM	28	Kết nối thành công

#	Mô tả	Tác giả chính	Chọn
1	Phân tích mạng xã hội và ứng dụng : Giáo trình / Đỗ Phúc . - HCM : Đại học Quốc gia TP.HCM , 2017	Đỗ, Phúc	<input type="checkbox"/>
005.7 Đ 450 PH			
2	Mạng xã hội địa điểm trên Android Nguyễn Thành Luân, , TS. Nguyễn Anh Tuấn , , 2012	Nguyễn Thành Luân	<input type="checkbox"/>

SÁCH THEO KHO

Kho đọc	959
Kho mượn - Giáo trình	66
Kho mượn - Tham Khảo	88
Khóa luận	4
Luận văn	12
Ưu tiên	5

MƯỢN NHIỀU

OUTCOMES Outcomes Pre-



I. NHU CẦU TÌM KIẾM, SẮP XẾP

❖ TRA CỨU THÔNG TIN

- Soạn thảo, tra cứu văn bản

The screenshot shows the Wikipedia page for "Data structure". The page title is "Data structure" and it is part of the "Wikipedia: The Free Encyclopedia". The page content includes a warning box stating that the article needs additional citations for verification. The page also features a diagram illustrating a hash function used for data organization.

Article Talk Read Edit View history Search Wikipedia

Data structure

From Wikipedia, the free encyclopedia

Not to be confused with [data type](#).

For information on Wikipedia's [data structure](#), see [Wikipedia:Administration § Data structure and development](#).

This article **needs additional citations for verification**. Please help [improve this article](#) by [adding citations to reliable sources](#). Unsourced material may be challenged and removed.

Find sources: "Data structure" – news · newspapers · books · scholar · JSTOR (January 2017) (Learn how and when to remove this template message)

In [computer science](#), a [data structure](#) is a data organization, management and storage format that enables [efficient](#) access and modification.^{[1][2][3]} More precisely, a [data](#)

keys	hash function	buckets
John Smith		00
		01 521-8976



I. NHU CẦU TÌM KIẾM, SẮP XẾP

❖ KẾT XUẤT DỮ LIỆU

- Sắp xếp các mục từ cho từ điển.
- Sắp xếp danh sách trong các báo cáo tổng hợp

→ Sắp xếp để thiết lập thứ tự cho danh sách, làm tăng hiệu quả cho tìm kiếm.



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ PHÁT BIỂU BÀI TOÁN

Cho danh sách **A** gồm n phần tử **a_0, a_1, \dots, a_{n-1}**

Tìm phần tử có giá trị khóa là **x** trong **A** . Nếu **a_i** có giá trị khóa là **x** thì trả về chỉ số **i**



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM TUYẾN TÍNH

Từ khóa: Linear Search

Điều kiện: Danh sách $A = \{a_0, a_1, \dots, a_{n-1}\}$ chưa có thứ tự.

Phân tích: không có thông tin nào ngoài thông tin có được khi so sánh x với giá trị khóa của a_i

Ý tưởng: duyệt toàn bộ danh sách A để xác định a_i , và trả về i nếu tồn tại a_i .



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM TUYẾN TÍNH

Thuật toán:

Đầu vào: Danh sách **A** có **n** phần tử, giá trị khóa **x** cần tìm.

Đầu ra: Chỉ số **i** của phần tử **a_i** trong **A** có giá trị khóa là **x** . Trong trường hợp không tìm thấy **$i = -1$**



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM TUYẾN TÍNH

Thuật toán:

```
i ← 0
while i < n
    if A[i] = x then return i end if
    i ← i+1
end while
return -1
```



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM TUYẾN TÍNH

Quá trình tính toán:

Giả sử $A = \{1, 3, 2, 9, 7\}$, $x = 9$.

Quá trình xác định a_i theo thuật toán tìm tuyến tính

$i=0$	1	2	3	4
1	3	2	9	7

$x=9$



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM TUYẾN TÍNH

Quá trình tính toán:

Giả sử $A = \{1, 3, 2, 9, 7\}$, $x = 9$.

Quá trình xác định a_i theo thuật toán tìm tuyến tính

0	$i=1$	2	3	4
1	3	2	9	7

$x=9$



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM TUYẾN TÍNH

Quá trình tính toán:

Giả sử $A = \{1, 3, 2, 9, 7\}$, $x = 9$.

Quá trình xác định a_i theo thuật toán tìm tuyến tính

0	1	$i=2$	3	4
1	3	2	9	7

$x=9$



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM TUYẾN TÍNH

Quá trình tính toán:

Giả sử $A = \{1, 3, 2, 9, 7\}$, $x = 9$.

Quá trình xác định a_i theo thuật toán tìm tuyến tính

0	1	2	$i=3$	4
1	3	2	9	7

$x=9$

$i = 3$
 $A[i] = 9 = x$



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM TUYẾN TÍNH

Cài đặt: (trên mảng)

```
int linearSearch(int A[], int n, int x) {  
    int i = 0;  
    while (i < n) {  
        if (A[i] == x) return i;  
        i++;  
    }  
    return -1;  
}
```



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM TUYẾN TÍNH

Cài đặt: (trên danh sách đơn)

```
Node* linearSearch(List A, int x) {  
    Node *p = A.pHead;  
    while (!p) {  
        if (p->info == x) return p;  
        p = p->pNext;  
    }  
    return NULL;  
}
```



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM TUYẾN TÍNH

Đánh giá:

- Trường hợp tốt nhất (best case): a_0 chứa khóa x → số lần lặp là 1 → độ phức tạp hằng số $O(1)$
- Trường hợp xấu nhất (worst case): A không có phần tử có khóa x → số lần lặp là n → độ phức tạp tuyến tính $O(n)$.
- Trường hợp trung bình (average case): độ phức tạp tuyến tính $O(n)$.



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM TUYẾN TÍNH (cải tiến)

Phân tích: Theo thuật toán tìm tuyến tính:

- Cần phải kiểm tra điều kiện dừng khi xét hết danh sách ($i < n$)
- Cần phải kiểm tra điều kiện dừng khi tìm thấy phần tử a_i trong vòng lặp

→ Rút gọn điều kiện dừng



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM TUYẾN TÍNH (cải tiến)

Ý tưởng:

- Thêm phần tử a_n có khóa x vào A , khi này A có $n+1$ phần tử. Phần tử thêm vào được gọi là phần tử cầm canh.
- Chỉ cần điều kiện dừng là tìm thấy phần tử a_i có khóa x



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM TUYẾN TÍNH (cải tiến)

Thuật toán:

Đầu vào: Danh sách **A** có **n** phần tử, giá trị khóa **x** cần tìm.

Đầu ra: Chỉ số **i** của phần tử **a_i** trong **A** có giá trị khóa là **x** . Trong trường hợp không tìm thấy **$i = -1$**



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM TUYẾN TÍNH (cải tiến)

Thuật toán:

```
i ← 0, A[n] = x  
while A[i] ≠ x  
    i ← i+1  
end while  
if (i < n) then return i  
else return -1 end if
```



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM TUYẾN TÍNH (cải tiến)

Cài đặt: (trên mảng)

```
int linearSearchA(int A[],int n,int x) {  
    int i = 0; A[n] = x; //A có hơn n phần tử  
    while (A[i] != x)  
        i++;  
    if (i < n) return i;  
    else return -1;  
}
```




II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM TUYẾN TÍNH (cải tiến)

Cài đặt: (trên danh sách đơn)

```
Node* linearSearchA(List A, int x) {  
    Node *p = A.pHead, *t = new Node(x);  
    if (!t) throw "out of memory";  
    addTail(A, t);  
    while (p->info != x) p = p->pNext;  
    if (p == A.pTail) return p;  
    else return NULL;  
}
```



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NHỊ PHÂN

Từ khóa: Binary Search

Điều kiện: Danh sách $A = \{a_0, a_1, \dots, a_{n-1}\}$ đã có thứ tự \mathcal{R}

Phân tích: Khi so sánh a_i với khóa x , dựa vào quan hệ thứ tự, có thể quyết định nên xét phần tử kế tiếp ở phần trước (hoặc phần sau) của a_i hay không.



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NHỊ PHÂN

Ý tưởng:

- Chọn a_m ở giữa A để tận dụng kết quả so sánh với khóa x . A được chia thành hai phần: trước và sau a_m . Chỉ số bắt đầu, kết thúc của A là l, r
- Nếu $x = a_m$, tìm thấy và dừng.
- Xét thứ tự x, a_m . Nếu thứ tự này
 - Là \mathfrak{R} , thì tìm x trong đoạn $[l, r]$ với $r=m-1$;
 - Ngược lại, tìm x trong đoạn $[l, r]$ với $l=m+1$.



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NHỊ PHÂN

Thuật toán:

Đầu vào: Danh sách **A** có **n** phần tử đã có thứ tự **\mathbb{R}** , giá trị khóa **x** cần tìm.

Đầu ra: Chỉ số **i** của phần tử **a_i** trong **A** có giá trị khóa là **x** . Trong trường hợp không tìm thấy **$i = -1$**



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NHỊ PHÂN

Thuật toán:

```
l ← 0, r ← n-1
while l ≤ r
    m ← (l + r) div 2
    if x = A[m] then return m end if
    if x > A[m] then r ← m - 1
    else l ← m + 1 end if
end while
return -1
```




II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NHỊ PHÂN

Quá trình tính toán:

Giả sử $A = \{1, 2, 3, 4, 5, 7, 9\}$, thứ tự \Re là $<$, phần tử cần tìm $x = 3$

$l=0$ 1 2 $m=3$ 4 5 $r=6$

1	2	3	4	5	7	9
---	---	---	---	---	---	---

$x=3$



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NHỊ PHÂN

Quá trình tính toán:

Giả sử $A = \{1, 2, 3, 4, 5, 7, 9\}$, thứ tự \mathfrak{R} là $<$, phần tử cần tìm $x = 3$

$l=0$	$m=1$	$r=2$	3	4	5	6
1	2	3	4	5	7	9

$x=3$



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NHỊ PHÂN

Quá trình tính toán:

Giả sử $A = \{1, 2, 3, 4, 5, 7, 9\}$, thứ tự \Re là $<$, phần tử cần tìm $x = 3$

$l=2$

$r=2$

0	1	$m=2$	3	4	5	6
1	2	3	4	5	7	9

$x=3$

$m = 2$
 $A[m] = 3 = x$



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NHỊ PHÂN

Cài đặt: (trên mảng, thứ tự \mathfrak{R} là $<$)

```
int binarySearch (int A[], int n, int x){  
    int l = 0, r = n-1;  
    while (l <= r) {  
        m = (l + r) / 2;  
        if (x == A[m]) return m;  
        if (x < A[m]) r = m - 1;  
        else l = m + 1;  
    }  
    return -1;  
}
```



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NHỊ PHÂN

Cài đặt: (trên danh sách liên kết)

Tìm kiếm nhị phân trên danh sách liên kết cần một cấu trúc liên kết khác: cây nhị phân tìm kiếm.



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NHỊ PHÂN

Đánh giá:

- Trường hợp tốt nhất: phần tử cần tìm ở đúng vị trí $(l+r) \div 2 \rightarrow$ số lần lặp là 1 \rightarrow độ phức tạp hằng số $O(1)$.
- Trường hợp xấu nhất: số lần tìm là số lần chia đôi dãy đến khi dãy tìm kiếm còn 1 phần tử \rightarrow số lần lặp khoảng $\log_2(n)+1 \rightarrow$ độ phức tạp logarith $O(\log(n))$.
- Trường hợp trung bình: độ phức tạp $O(\log(n))$.



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NỘI SUY

Từ khóa: Interpolation Search

Điều kiện: Danh sách $A = \{a_0, a_1, \dots, a_{n-1}\}$ đã có thứ tự \mathcal{R} và giá trị khóa được rải đều trên danh sách.

Phân tích: Giá trị khóa rải đều trên danh sách \rightarrow vị trí a_m chia danh sách tìm kiếm tương ứng với tỉ lệ giá trị x trong miền giá trị khóa của danh sách tìm kiếm.



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NỘI SUY

Ý tưởng:

- Thay vì xác định điểm $m = (l + r) / 2$ như trong tìm kiếm nhị phân, xác định nội suy m như sau:

$$m = l + \frac{(r - l) \times (x - A[l])}{A[r] - A[l]}$$

- Các bước còn lại tương tự tìm kiếm nhị phân



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NỘI SUY

Thuật toán:

Đầu vào: Danh sách **A** có **n** phần tử đã có thứ tự **\mathbb{R}** , giá trị khóa **x** cần tìm.

Đầu ra: Chỉ số **i** của phần tử **a_i** trong **A** có giá trị khóa là **x** . Trong trường hợp không tìm thấy **$i = -1$**



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NỘI SUY

Thuật toán:

```
l ← 0, r ← n-1
while l ≤ r
    m ← l + ((r-l) * (x - A[l]) / (A[r] - A[l]))
    if x = A[m] then return m end if
    if x > A[m] then r ← m - 1
    else l ← m + 1 end if
end while
return -1
```




II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NỘI SUY

Quá trình tính toán:

Giả sử $A = \{1, 2, 3, 4, 5, 7, 9\}$, thứ tự \Re là $<$, phần tử cần tìm $x = 3$

$l=0$ $m=1$ 2 3 4 5 $r=6$

1	2	3	4	5	7	9
---	---	---	---	---	---	---

$x=3$



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NỘI SUY

Quá trình tính toán:

Giả sử $A = \{1, 2, 3, 4, 5, 7, 9\}$, thứ tự \Re là $<$, phần tử cần tìm $x = 3$

$m=2$

0	1	$l=2$	3	4	5	$r=6$
1	2	3	4	5	7	9

$x=3$

$m = 2$
 $A[m] = 3 = x$



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NỘI SUY

Cài đặt: (trên mảng, thứ tự \Re là $<$)

```
int interpolationSearch (int A[], int n, int x){  
    int l = 0, r = n-1;  
    while (l <= r) {  
        m = l + (r-l) * (x - A[l]) / (A[r] - A[l]);  
        if (x == A[m]) return m;  
        if (x < A[m]) r = m - 1;  
        else l = m + 1;  
    }  
    return -1;  
}
```



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ TÌM KIẾM NHỊ PHÂN

Đánh giá:

- Trường hợp tốt nhất: phần tử cần tìm ở đúng vị được nội suy \rightarrow số lần lặp là 1 \rightarrow độ phức tạp hằng số **$O(1)$** .
- Trường hợp xấu nhất: giá trị khóa lớn nhất hoặc nhỏ nhất chênh lệch quá lớn so với giá trị kỳ vọng \rightarrow tìm tuyến tính \rightarrow độ phức tạp **$O(n)$** .
- Trường hợp trung bình: độ phức tạp **$O(\log(n))$** .



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ BÀI TẬP

- 1) Cho danh sách $A=\{1,2,3,4,5,6,100000\}$ được lưu trữ trên mảng.
 - a) Cho biết thuật toán tốt nhất để tìm giá trị x trong A . Vì sao?
 - b) Trình bày từng bước quá trình tìm giá trị $x=6$ trong A theo thuật toán đã chọn.
 - c) Giả sử A được lưu trữ trên danh sách liên kết đơn. Cho biết thuật toán tốt nhất để tìm giá trị x trong A . Vì sao?



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ BÀI TẬP

2) Viết hàm tìm kiếm phần tử x trên mảng A chứa n số nguyên. Biết A đang có thứ tự $>$ (giảm dần) và chưa biết phân bố giá trị của các phần tử trong A .



II. CÁC GIẢI THUẬT TÌM KIẾM

❖ BÀI TẬP

3) Cho cấu trúc điểm trong mặt phẳng như sau:

```
struct Point {  
    float x, y;  
};
```

Viết hàm tìm kiếm điểm $q(x_q, y_q)$ trong danh sách các điểm A (A được lưu trữ trên mảng) sao cho khoảng cách giữa q và $p(x_p, y_p)$ là nhỏ nhất. Trong đó p là một điểm cho trước (tham số của hàm tìm kiếm). Kết quả trả về là chỉ số của q trong A .