UIT
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

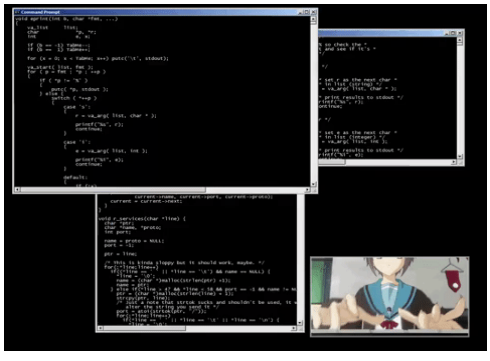
CẤU TRÚC DỮ LIỆU VÀ GIẢI THUẬT

Data Structures & Algorithms

Các chiến lược thiết kế giải thuật

BẠN THƯỜNG LÀM GÌ KHI NHẬN MỘT BÀI TẬP LẬP TRÌNH ?

2



3

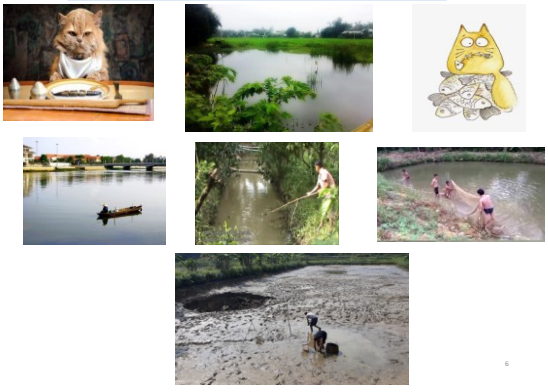
4

Nội dung

1. Vét cạn – Complete Search/Brute-force Search
2. Chia để trị – Divide and Conquer
3. Tham lam – Greedy
4. Qui hoạch động – Dynamic Programming

Mỗi chiến lược có các tính chất riêng và chỉ thích hợp cho một số dạng bài toán nào đó.

1. Vét cạn



6

1. Vét cạn

Vét cạn theo nghĩa thông thường là **xét hết mọi đối tượng hay mọi trường hợp**.

- ***Bài toán:*** Có một tập *C* các ứng viên và một hàm *f* để đánh giá/cho điểm các ứng viên. Hãy tìm ứng viên được đánh giá/có điểm cao nhất.
- ***Phương pháp giải:*** **Duyệt tất cả các ứng viên, tính điểm cho từng ứng viên**, sau đó lấy ứng viên có điểm cao nhất.

7

8

Ví dụ:

Tìm vị **trí số x** trên **dãy a gồm N số thực**.

- **Input:** dãy (a, N) – dãy gồm N số thực, số x – số cần tìm
- **Output:** số nguyên – vị trí của x trên a (-1 nếu a không có x)

Giải thuật vét cạn

- **Ý tưởng**: Thử tìm x tại từng vị trí của a, nếu tìm thấy thì ngừng và báo vị trí. Nếu đã thử hết các vị trí mà vẫn không thấy x thì báo -1
- **Giải thuật**:

1. For pos = 0 ÷ N-1
   1. If (a[pos] = x)
      1. Return pos

   EndFor
2. Return -1

Vét cạn – dạng thức chung

Tìm lời giải cho bài toán P

1. C ← first(P)
2. While (c ≠ ϕ)
   1. If correct(P, c) Return c;
   2. c ← next(P, c);

   End While
3. Return NULL; //không có lời giải

1. Vét cạn

- **Ưu điểm**: luôn đảm bảo tìm ra nghiệm (nếu có) chính xác
- **Nhược điểm**: thời gian thực thi lớn

11

2. Chia để trị

Chia bài toán **thành các bài toán kích thước nhỏ có thể giải quyết độc lập**. Sau đó **kết hợp nghiệm các bài toán kích thước nhỏ thành nghiệm** bài toán gốc

12

2. Chia để trị

- Chia bài toán **thành các bài toán con nhỏ** hơn
- **Giải quyết các bài toán con** (thường dùng đệ quy)
- **Tổng hợp các kết quả từ bài toán con** thành lời giải.

13

Ví dụ 1:

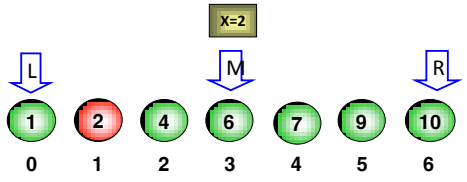
Cho dãy a gồm N phần tử **đã được sắp xếp theo chiều tăng dần**. Tìm vị trí của phần tử x trong dãy a.

- **Input:** dãy (a, N) – dãy gồm N số thực, số x – số cần tìm
- **Output:** số nguyên – vị trí của x trên a (-1 nếu a không có x)

14

- **Ý tưởng**: Thử tìm x tại vị trí giữa (mid) của (a, left, right), nếu x=a[mid] thì ngừng và báo vị trí; nếu x < a[mid] thì tìm x ở đoạn bên trái mid; ngược lại tìm x ở đoạn bên phải mid

Tìm thấy 2 tại vị trí 1



Giải thuật:

1. left = 0; right = N-1
2. While (left <=right)
   1. mid = left + (right – left)/2
   2. If (x = a[mid]) Return mid;
   3. If (x < a[mid]) right = mid – 1
   4. Else left = mid + 1

   EndWhile
3. Return -1

16

Cài đặt bằng C/C++

17

```
1  int BinSearch(double a[], int n, double x)
2  {
3      int left = 0, right = n-1;
4      while (left <= right)
5      {
6          mid = left + (right-left)/2;
7          if (x == a[mid])     return mid;
8          if (x < a[mid])      right = mid - 1;
9          else                 left = mid + 1;
10     }
11     return -1;
12 }
```

Ví dụ 2:

Tính lũy thừa bậc N (nguyên không âm) của số thực x

- **Input**: x – số thực, N – số nguyên không âm
- **Output**: số thực – x^N

Cách tiếp cận

- "ngây thơ – naïve": nhân tích lũy N giá trị x sẽ thu được x^N, cần thực hiện N phép nhân
- Chia để trị

Lũy thừa nhanh – chia để trị

- $x^{13} = x * x * \cdots * x$: cần 12 phép nhân
- $x^{13} = x * x^4 * x^8$: chỉ cần 5 phép nhân
- Ý tưởng: chia để trị, giảm kích thước bài toán
  - Nếu N chẵn: $x^N = x^{\frac{N}{2}} * x^{\frac{N}{2}} = \left(x^{\frac{N}{2}}\right)^2$
  - Nếu N lẻ $x^N = x * x^{N-1}$

Cài đặt đệ qui

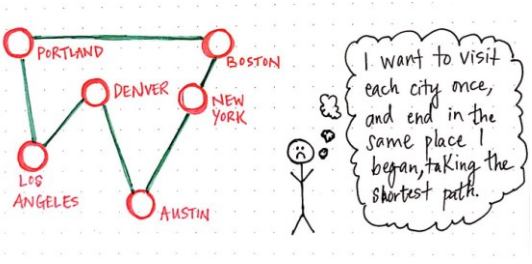
```
1. double FastPower(double x, unsigned short N)
2. {
3.     if (!N)   //N == 0
4.         return 1;
5.     if (N & 1)       //N % 2 == 1
6.         return x * FastPower(x, N-1);
7.     double y = FastPower(x, N/2);
8.     return y*y;
9. }
```

Cài đặt không đệ qui

```
1. double FastPower(double x, unsigned short N)
2. {
3.     double ans = 1;
4.     while (N)   {
5.         if (N&1)    ans *= x;
6.         x = x*x;
7.         N >>= 1;   //N /= 2
8.     }
9.     return ans;
10.}
```

3. Tham lam

Thực hiện từng bước một. Tại mỗi bước, **chọn phương án được xem là tốt lúc đó**.



Ví dụ:

Tìm **tập con có tích lớn nhất** của **dãy a có N phần tử**

- **Input**: N – số nguyên không âm, a – dãy gồm N số thực,
- **Output**: số thực – tích lớn nhất

Cách tiếp cận:

- "ngây thơ – naïve": phát sinh tất cả 2^N tập con, từ đó chỉ ra tập con có tích lớn nhất – vét cạn
- Tham lam

Ý tưởng:

1. Nếu dãy **không có số 0 và có số số âm là chẵn**: kết quả là tích toàn bộ các số của dãy
2. Nếu dãy chỉ **có <1 số âm và các số khác đều bằng 0**: kết quả là 0
3. Trường hợp còn lại: **số số âm là lẻ và có số 0**: **tích các số khác không ngoại trừ số âm có giá trị lớn nhất**.

Giải thuật:

1. Xác định số lượng số 0 (count_0) và số lượng số âm (count_neg), số âm lớn nhất (max_neg), tích các số khác không (product)
2. If (count_0 = N) or ((count_neg = 1) and (count_0 = N-1)) Return 0;
3. If (count_neg % 2 = 1) product /= max_neg;
4. Return product;

```
1.  int MaxProduct(int a[], int N)
2.  {
3.      int count_0=0, count_neg=0, max_neg=INT_MIN, product=1;
4.      for (int i=0; i<N; i++)   {
5.          if (!a[i])       count_0 ++;
6.          else  {
7.              product *= a[i];
8.              if (a[i] < 0)
9.                  count_neg ++,  max_neg = max(max_neg, a[i]);
10.         }
11.     }
12.     if ((count_0==N) || ((count_neg==1)&&(count_0==N-1)))
            return 0;
13.     if (count_neg & 1)       product /= max_neg;
14.     return product;
15. }
```

4. Quy hoạch động

Giải bài toán lớn **dựa vào kết quả bài toán con**. Các bài toán con được giải bằng cách chia chúng thành các bài toán nhỏ hơn, và cứ tiếp tục như thế, **cho đến khi ta đến được trường hợp đơn giản dễ tìm lời giải**.

27

Ví dụ

Tìm số Fibonacci thứ N, nhắc lại:

$$\begin{cases} F_0 = F_1 = 1 \\ F_N = F_{N-1} + F_{N-2} \end{cases} \quad với\ N \geq 2$$

- Input: N – số nguyên không âm
- Output: F_N – số Fibonacci thứ N

Cách tiếp cận:

- "ngây thơ – naïve": theo đúng công thức đệ qui
- Qui hoạch động:

```
1. fib(5)
2. fib(4) + fib(3)
3. (fib(3) + fib(2)) + (fib(2) + fib(1))
4. ((fib(2) + fib(1)) + (fib(1) + fib(0))) + ((fib(1) + fib(0)) + fib(1))
5. (((fib(1) + fib(0)) + fib(1)) + (fib(1) + fib(0))) + ((fib(1) + fib(0)) + fib(1))
```

29

Tính số Fibonacci: giải thuật qui hoạch động

- **Ý tưởng**: Tính các giá trị từ F_0, F_1 … dần về đến F_N
- **Giải thuật:**

1. $F_N = F_{N1} = F_{N2} = 1$
2. For i = 2 ÷ N
   1. $F_N = F_{N1} + F_{N2}$
   2. $FN_1 = F_N$
   3. $F_{N2} = F_{N1}$

   EndFor
3. Return F_N;

31

Cài đặt bằng C/C++

```
1. unsigned long Fibo(unsigned short N)
2. {
3.     unsigned long FN, FN1, FN2;
4.     FN = FN1 = FN2 = 1;
5.     for (unsigned short i=2; i<=N; i++)
6.     {
7.         FN = FN1 + FN2;
8.         FN1 = FN;
9.         FN2 = FN1;
10.    }
11.    return FN;
12.}
```

Bài tập

1. Thiết kế giải thuật dạng vét cạn để tìm tập con có tích lớn nhất của dãy a, cài đặt chương trình bằng C/C++/Python
2. Tìm hiểu giải thuật MergeSort, hãy cho biết đây là dạng nào trong các loại: vét cạn/chia để trị/tham lam/qui hoạch động
3. Bài toán đổi tiền: Có M loại tiền mệnh giá S_1, S_2, …, S_M; số lượng mỗi loại không hạn chế. Cần xác định số cách đổi số tiền N đồng thành các tờ tiền trong M loại đã cho.

   Ví dụ: N=4, M=3 và S = {1, 2, 3}. Có **4** cách đổi tiền: 4 tờ 1; 2 tờ 1 - 1 tờ 2; hai tờ 2; 1 tờ 1 - 1 tờ 3.

   Hãy lựa chọn dạng giải thuật thích hợp để giải quyết bài toán. Giải thích lý do chọn.

33

Slide được tham khảo từ

- **Slide được tham khảo từ:**
  - Slide CTDL GT, Nguyễn Thanh Sơn, ĐHCNTT

34