Cấu trúc dữ liệu và giải thuật

TS. Phạm Tuấn Minh

Khoa Công nghệ Thông tin, Đại học Phenikaa

minh.phamtuan@phenikaa-uni.edu.vn

https://sites.google.com/site/phamtuanminh/

Chương 3: Cây và bảng băm

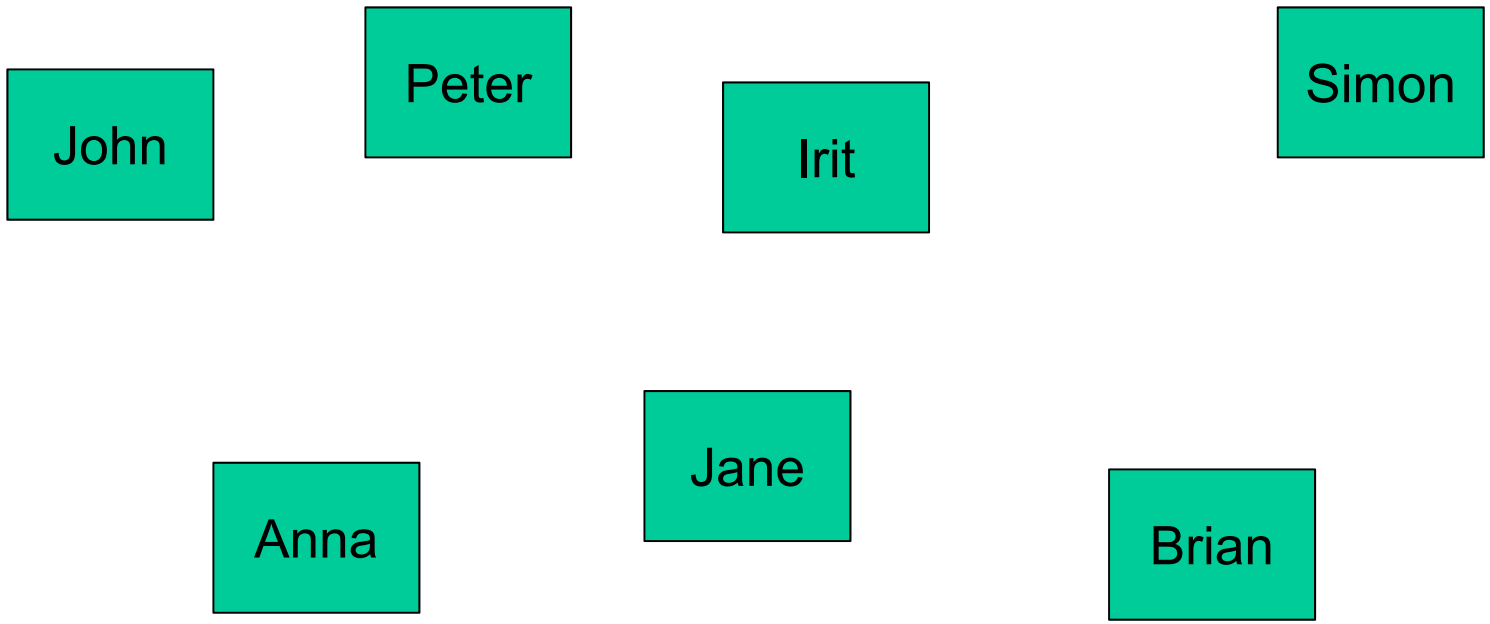
- Các khái niệm cây
- Cây nhị phân tìm kiếm
- Cây AVL
- Bảng băm

Cây

- Các cấu trúc dữ liệu không tuyến tính
- Cấu trúc dữ liệu cây
  - Cây nhị phân
- Cài đặt cây nhị phân
- Duyệt cây nhị phân
- Ứng dụng ví dụ

Ví dụ về sử dụng cấu trúc dữ liệu

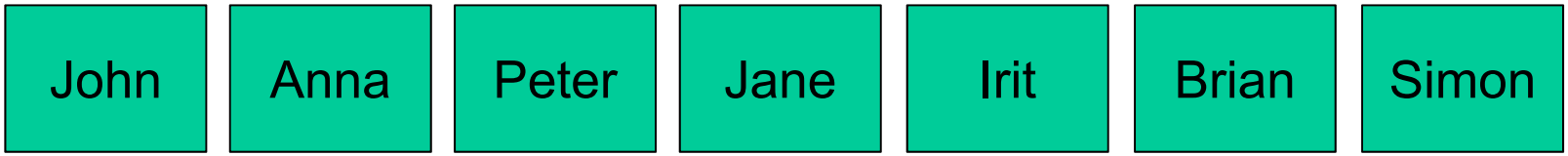
- Giả sử có một tập các tên



- Quản lý tập tên như thế nào?

Cấu trúc dữ liệu tuyến tính

- Nếu các tên xếp danh sách xếp hàng

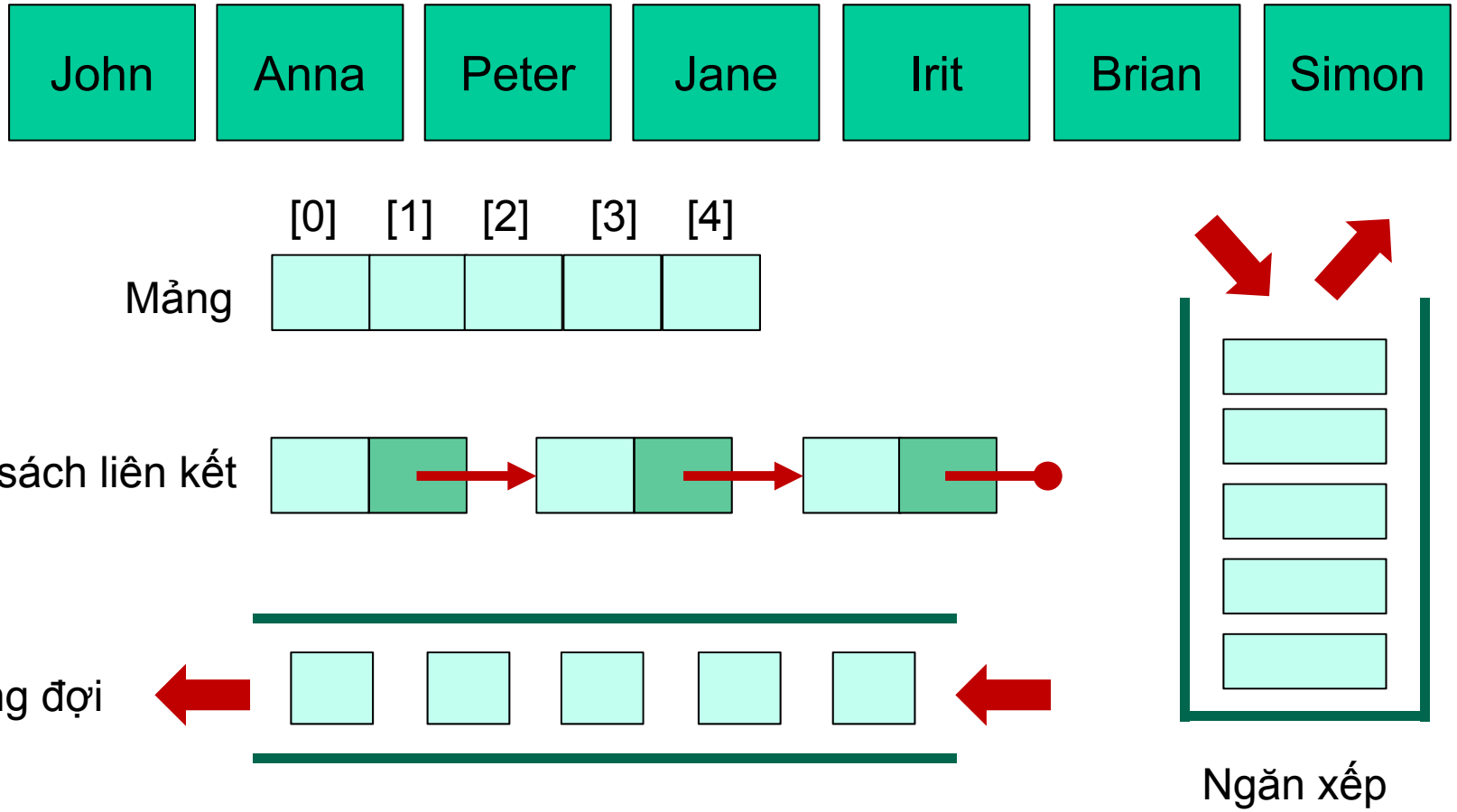


Danh sách

- Quản lý danh sách dữ liệu trên như thế nào ?

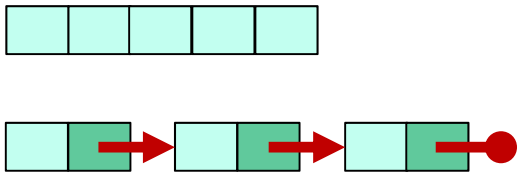
Cấu trúc dữ liệu tuyến tính

- Mảng, danh sách liên kết, hàng đợi, ngăn xếp



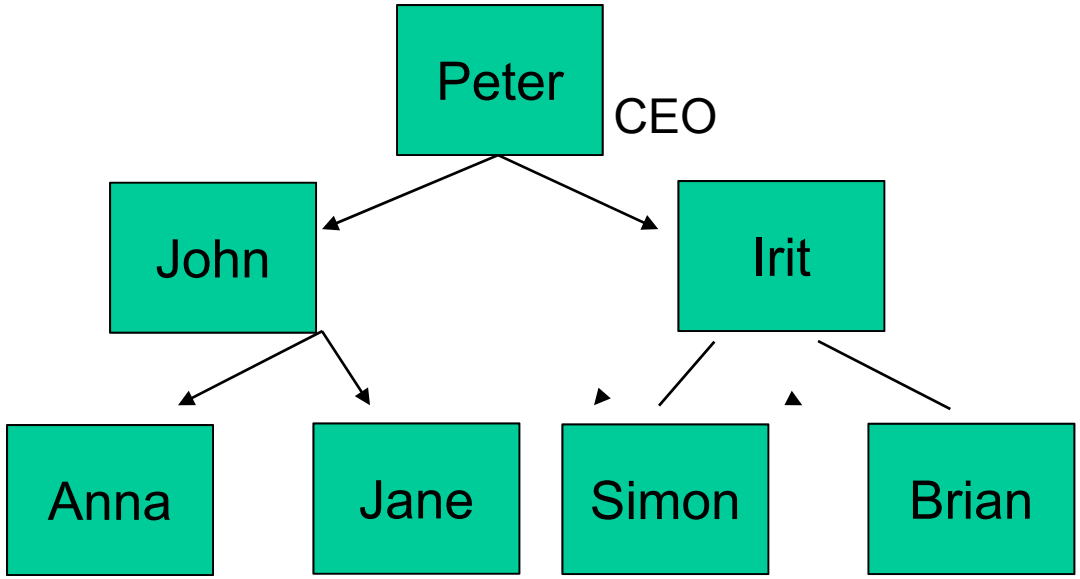
Cấu trúc dữ liệu đã học

- Tuyến tính:
  - Tất cả các phần tử được sắp xếp có thứ tự
  - Truy cập ngẫu nhiên
    - Mảng
  - Truy cập tuần tự
    - Danh sách liên kết
  - Truy cập tuần tự có hạn chế
    - Hàng đợi
    - Ngăn xếp
- Sử dụng để chứa danh sách các số, danh sách tên người
  - Cấu trúc tuyến tính



Cấu trúc dữ liệu không tuyến tính

- Tập các tên

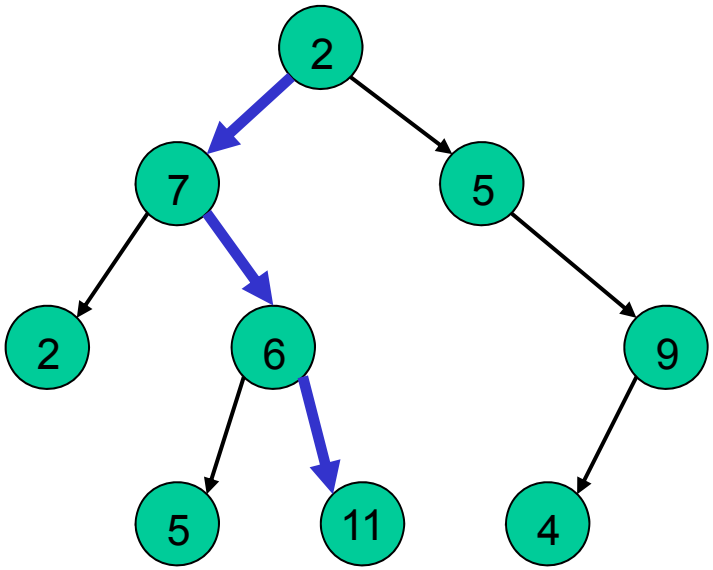


Cây

- Tổ chức công ty: Không dùng cấu trúc tuyến tính để lưu trữ do quan hệ phân cấp

Cấu trúc dữ liệu cây

- Vẫn sử dụng các biểu diễn nút và liên kết
- Đặc điểm mới:
  - Mỗi nút có liên kết tới nhiều hơn một nút khác
  - Không có lặp



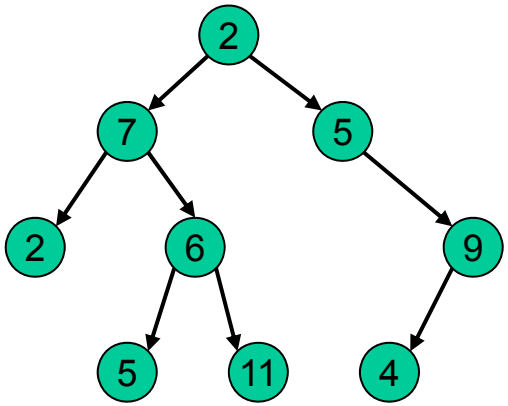
Nếu đi theo một đường trên cây, sẽ nhận được một danh sách liên kết

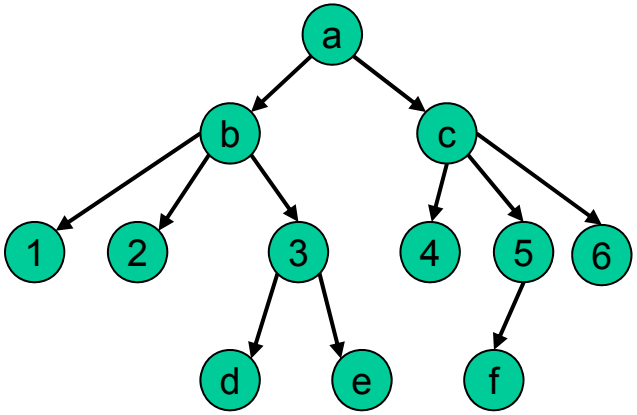
Cây

- Các cấu trúc dữ liệu không tuyến tính
- **Cấu trúc dữ liệu cây**
  - Cây nhị phân
- Cài đặt cây nhị phân
- Duyệt cây nhị phân
- Ứng dụng ví dụ

Cấu trúc dữ liệu cây

- Cấu trúc dữ liệu cây dạng như cây: gốc, nhánh, lá
  - Chỉ có một nút gốc
  - Mỗi nút nhánh trỏ tới một số nút khác
  - Mỗi nút chỉ có một nút cha (nút trỏ tới nó), trừ nút gốc





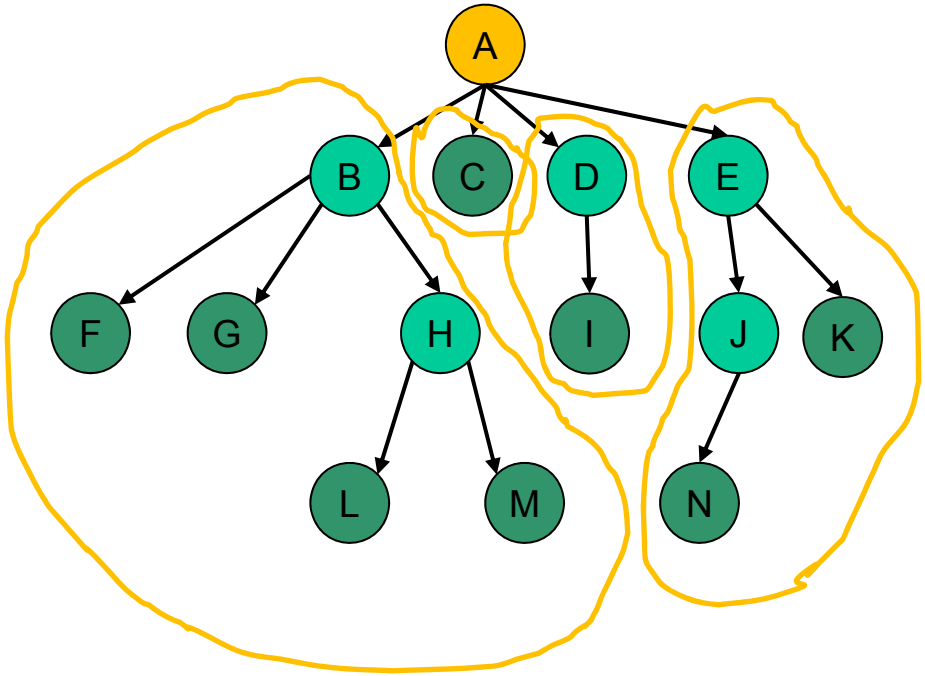
Cây nhị phân

Cây tổng quát

- Cây tổng quát: Mỗi nút có liên kết tới không giới hạn các nút khác
- Cây nhị phân: Mỗi nút có liên kết tới tối đa hai nút

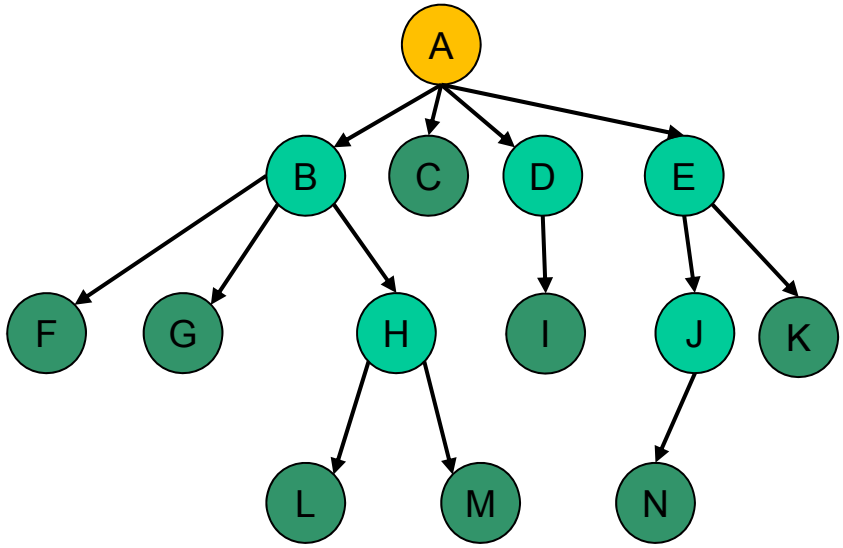
Cấu trúc dữ liệu cây

- Tương tự khái niệm cây gia đình
  - Một nút đặc biệt: nút gốc (root)
  - Mỗi nút có thể có nhiều con (children node)
  - Mỗi nút (trừ nút gốc) có một nút cha (parent node)
  - Các con của cùng cha là anh chị em (sibling node)
  - Cây con (subtree): Nút con và các nút cháu (descendant node) tạo thành cây con



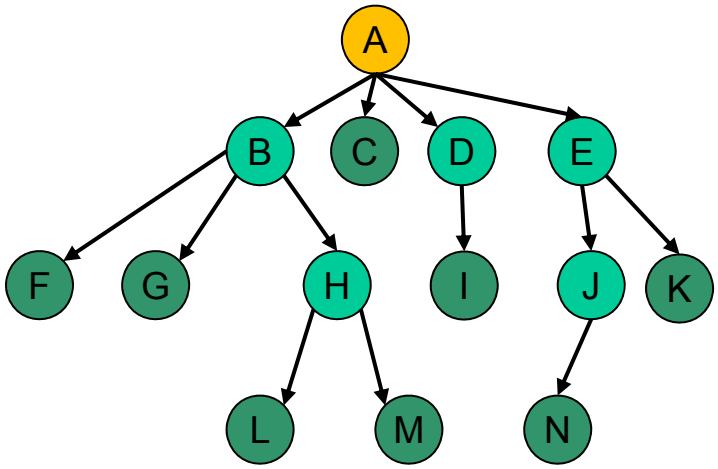
Cấu trúc dữ liệu cây

- Một cây bao gồm các nút
- Mỗi nút chứa một giá trị
- Các kiểu nút
  - Nút gốc (root): cây chỉ có một nút gốc, nút gốc không có nút cha
  - Nút trong (internal node): Là nút có nút con
  - Nút lá (leaf node): Là nút không có nút con



Sử dụng cây

- Các mô hình có quan hệ phân cấp giữa các phần tử
  - Chuỗi mệnh lệnh trong quân đội
  - Cấu trúc nhân sự của một công ty
- Cấu trúc cây cho phép
  - Mô tả một số bài toán tối ưu, mô tả trò chơi,...
  - Cho phép thực hiện nhanh
    - Tìm kiếm một nút với giá trị của nó
    - Thêm một giá trị vào danh sách
    - Xóa một giá trị từ danh sách

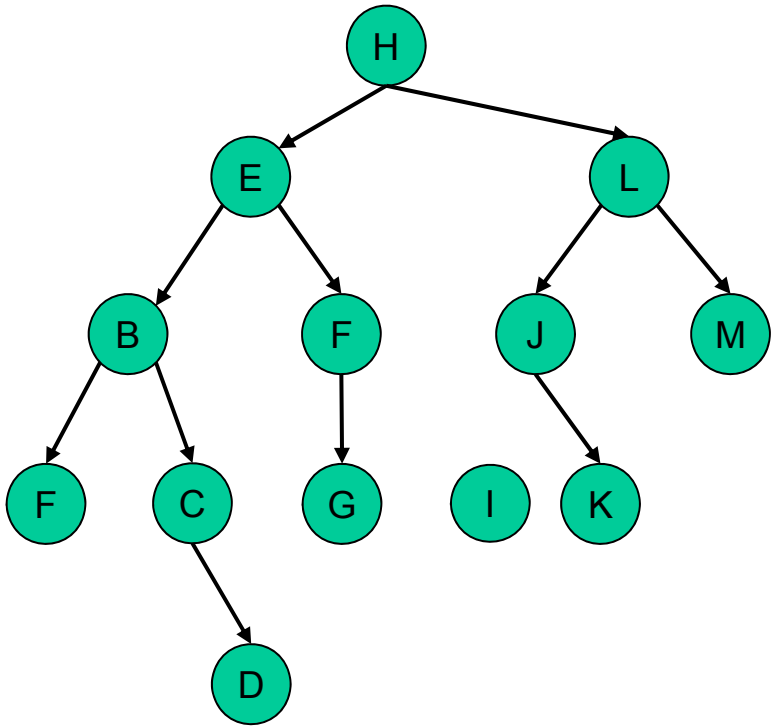


Ví dụ ứng dụng của cây

- Có thông tin sau
  - F có con là G
  - J có các con là I và K
  - B có các con là A và C
  - L có các con J và M
  - H có các con là E và L
  - C có con là D
  - E có các con là B và F
- Trả lời các câu hỏi
  - Ai không có con?
  - Ai là con cháu của L?
  - Ai là tổ tiên của J?
  - Ai có chính các 3 con cháu?

Ví dụ ứng dụng của cây

- Biểu diễn cây
  - F có con là G
  - J có các con là I và K
  - B có các con là A và C
  - L có các con J và M
  - H có các con là E và L
  - C có con là D
  - E có các con là B và F
- Trả lời các câu hỏi
  - Ai không có con?
  - Ai là con cháu của L?
  - Ai là tổ tiên của J?
  - Ai có chính các 3 con cháu?



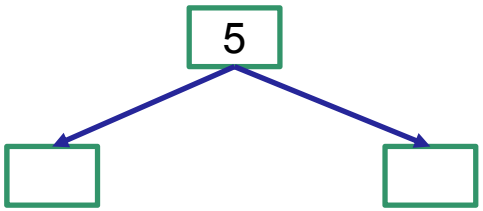
Cây

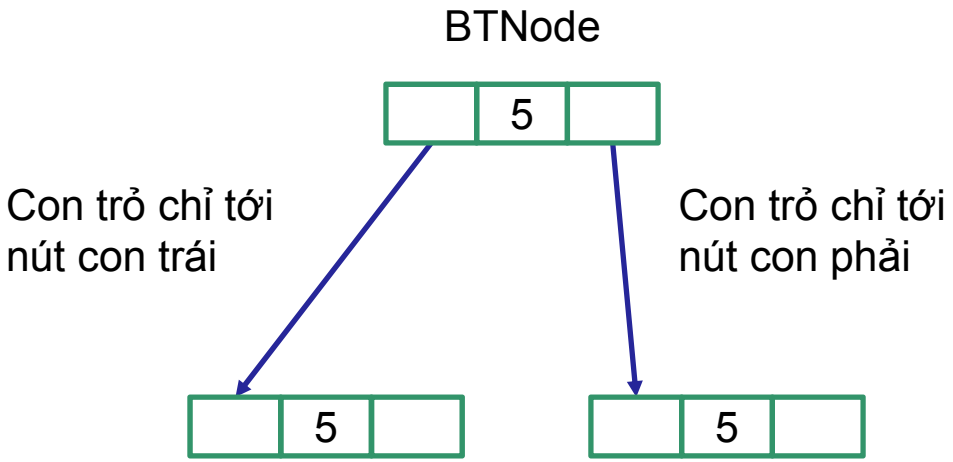
- Các cấu trúc dữ liệu không tuyến tính
- Cấu trúc dữ liệu cây
  - Cây nhị phân
- **Cài đặt cây nhị phân**
- Duyệt cây nhị phân
- Ứng dụng ví dụ

Cài đặt

- Nhắc lại cài đặt LinkedList
  - Nút có liên kết tới nhiều nhất một nút
  - Định nghĩa một ListNode với một con trỏ next và dữ liệu item
- BinaryTree
  - Một nút có liên kết tới nhiều nhất hai nút khác
  - Định nghĩa BTnode với
    - Hai con trỏ
    - Một đơn vị dữ liệu

```
typedef struct _listnode{
        int item;
        struct _listnode *next;
} ListNode;
```



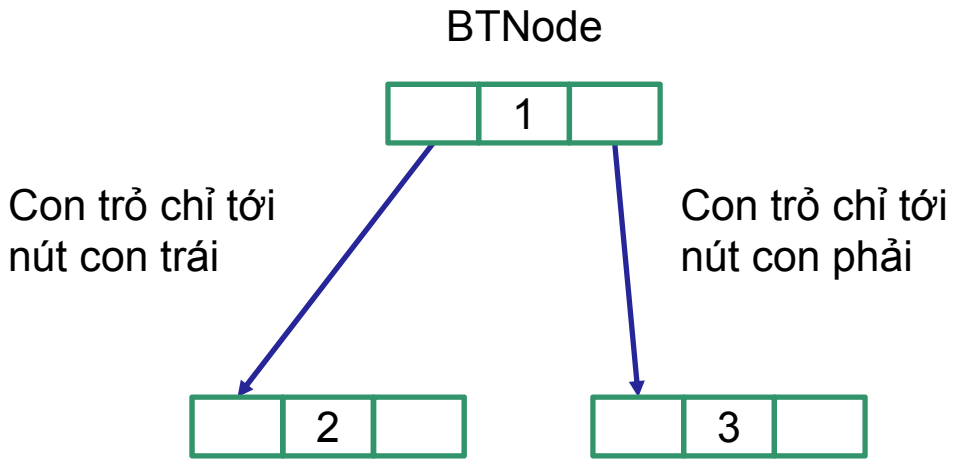


BTNode

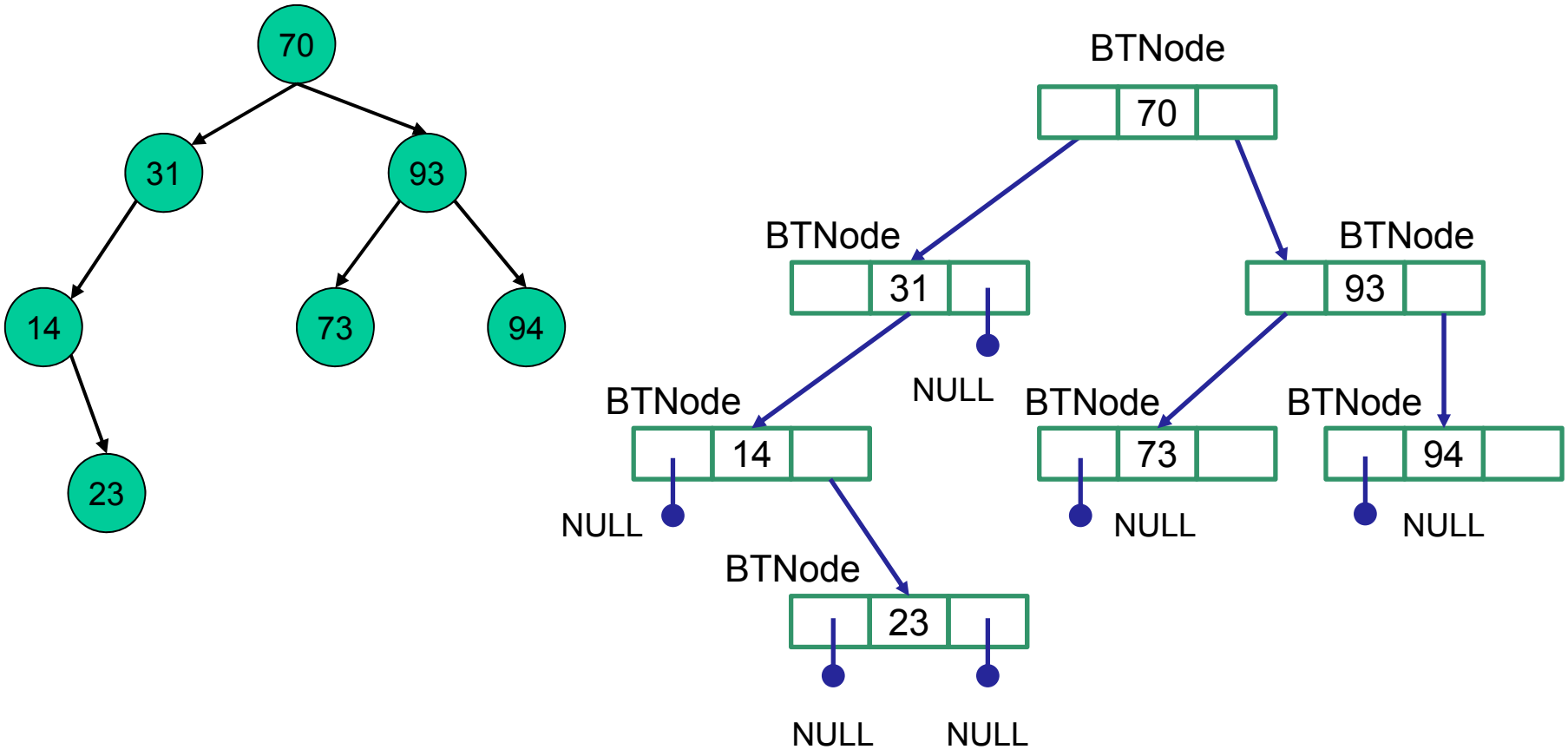
```
typedef struct _listnode {
    int item;
    struct _listnode *next;
} ListNode;
```

- Ví dụ một BTNode đơn giản chứa một số nguyên
  - Kiểu của item có thể là kí tự, chuỗi, cấu trúc,...

```
typedef struct _btnode {
    int item;
    struct _btnode *left;
    struct _btnode *right;
} BTNode;
```



Ví dụ cây nhị phân

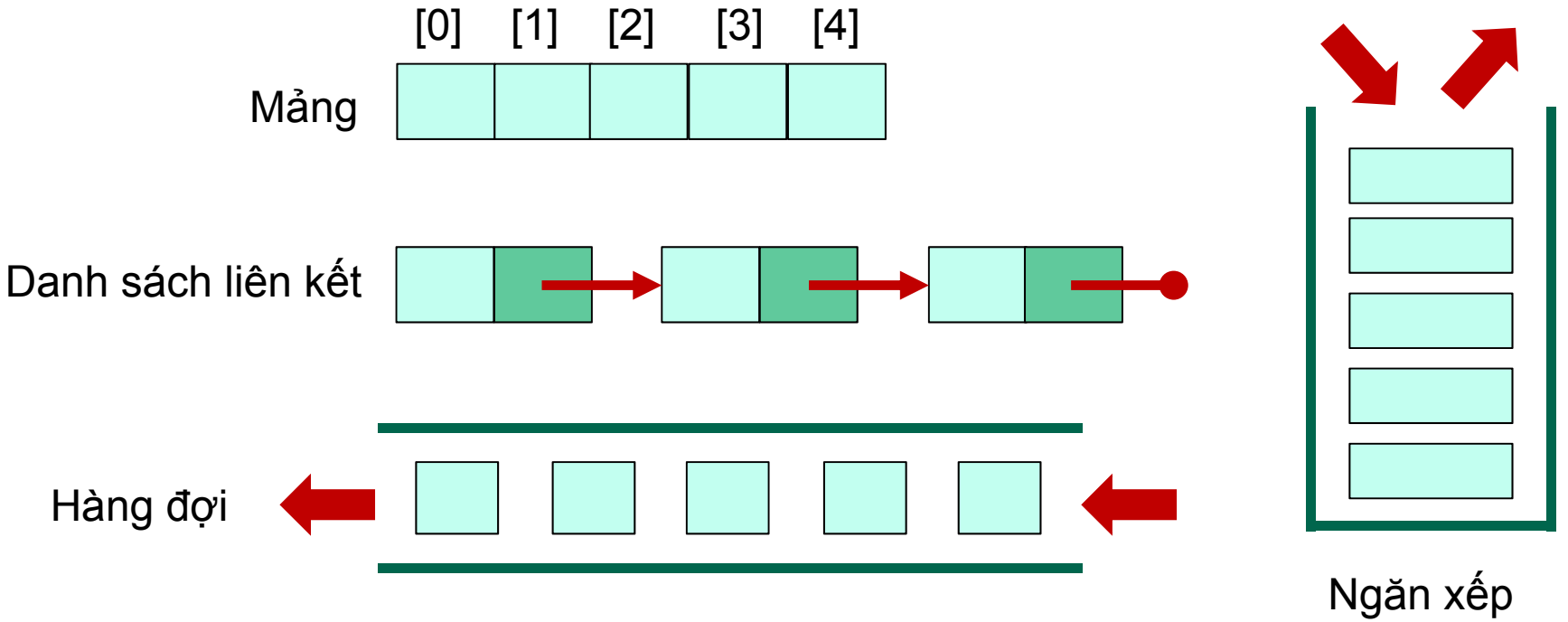


Cây

- Các cấu trúc dữ liệu không tuyến tính
- Cấu trúc dữ liệu cây
  - Cây nhị phân
- Cài đặt cây nhị phân
- **Duyệt cây nhị phân**
- Ứng dụng ví dụ

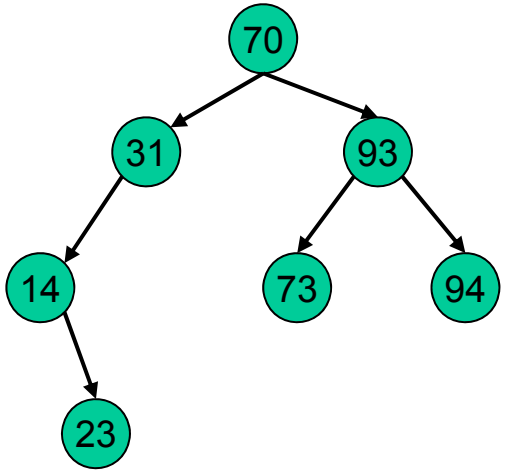
Duyệt cây

- Cho một cấu trúc dữ liệu tuyến tính và một phần tử cụ thể:
  - Rõ ràng xác định mỗi nút có một nút trước và một nút sau



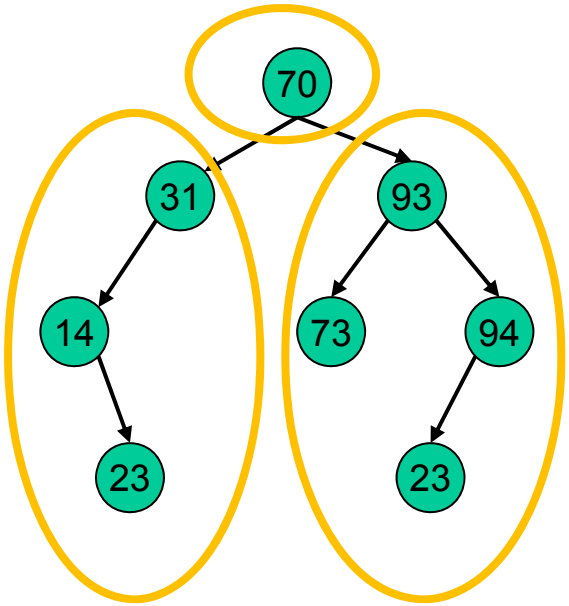
Duyệt cây

- Cho một cấu trúc dữ liệu tuyến tính và một phần tử cụ thể:
  - Rõ ràng xác định mỗi nút có một nút trước và một nút sau
- Cây là cấu trúc dữ liệu không tuyến tính
  - Lấy dữ liệu từ cây nhị phân như thế nào
  - Thứ tự duyệt qua các phần tử như thế nào? trái/trái/trái, rồi trái/trái/phải, rồi?
- Cần có cách để thăm mọi nút trên cây, không đi lặp lại



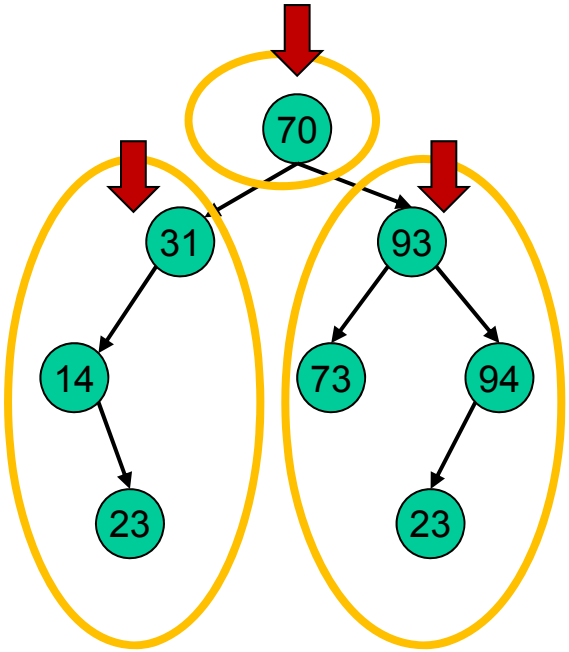
Duyệt cây

- Tại sao cần thực hiện duyệt cây
  - Duyệt cây là cơ sở cho các thao tác khác
- Thao tác rất phổ biến: Duyệt cây, tại mỗi nút, thực hiện một số công việc
- Ví dụ: Đếm số nút của cây
  - Tại mỗi nút N, kích thước của cây con đó = kích thước của cây con trái của N + kích thước của cây con phải của N + 1



Duyệt cây

- Duyệt cây là quá trình đệ quy
  - Đệ quy: Quá trình lặp tại các phần tử các thao tác giống nhau, chia bài toán thành các bài toán con
  - Tại mỗi nút: Thăm nút đó và hai nút con
- Đảm bảo thăm mọi nút và mỗi nút chỉ thăm một lần



Trong main(), gọi TreeTraversal(root)

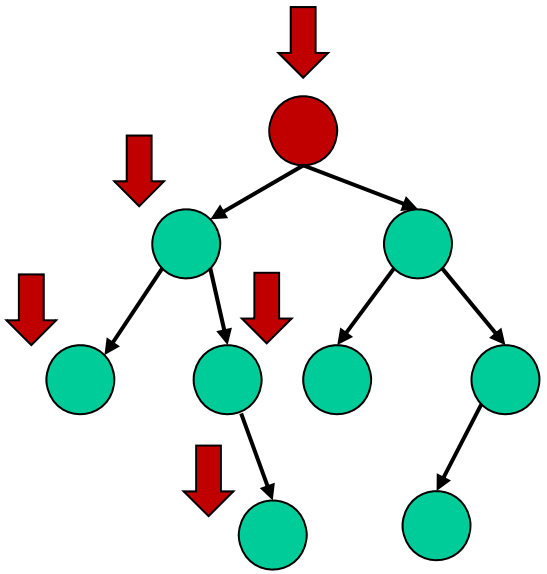
```
TreeTraversal(Node N):
        Visit N;
        if (N has left child)
```

```
TreeTraversal(Node N):
        Visit N;
        if (N has left child)
```

```
TreeTraversal(Node N):
        Visit N;
        if (N has left child)
                TreeTraversal(LeftChild);
        if (N has right child)
```

```
TreeTraversal(Node N):
        Vi
        if (
        if (
        Re
```

```
TreeTraversal(Node N):
        Visit N;
        if (N has left child)
                TreeTraversal(LeftChild);
        if (N has right child)
                TreeTraversal(RightChild);
        Return; // return to parent
```

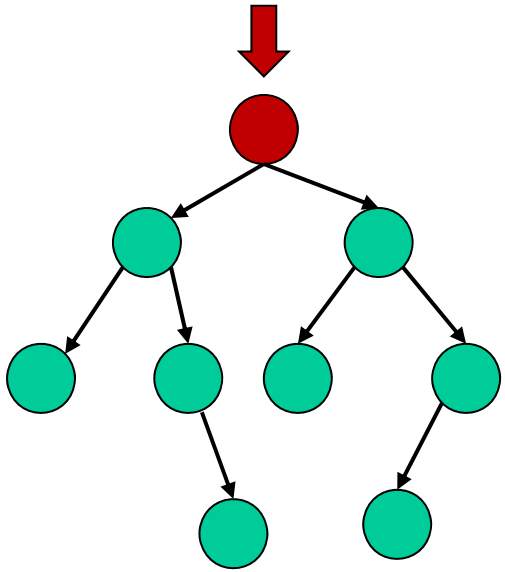


Duyệt cây

```
TreeTraversal(Node N):
        Visit N;
        if (N has left child)
                TreeTraversal(LeftChild);
        if (N has right child)
                TreeTraversal(RightChild);
        Return; // return to parent
```

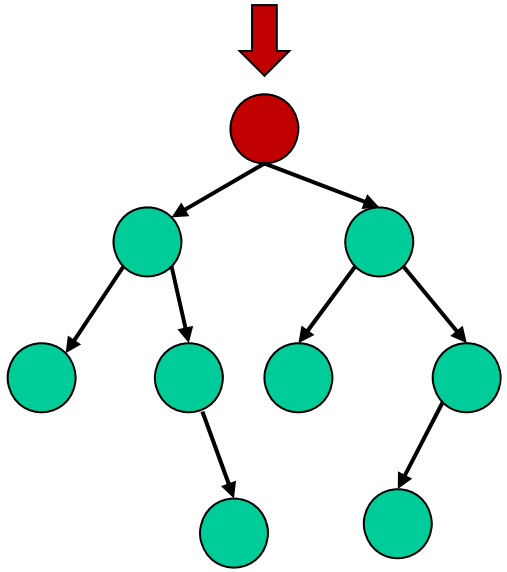
```
TreeTraversal2(Node N):
        if N==NULL return;
        Visit N;
        TreeTraversal2(LeftChild);
        TreeTraversal2(RightChild);
        Return; // return to parent
```

- Mẫu 1: Cần kiểm tra sự tồn tại của nút con trái và phải trước khi duyệt
- Mẫu 2: Luôn thăm nút con, sau đó kiểm tra liên kết có NULL không
- Đệ quy: Gọi lại trong chính hàm của nó
- Duyệt theo chiều sâu: Thăm các nút đi theo chiều sâu nhất có thể, trước khi quay lại và thăm nút bên



Cài đặt TreeTraversal2()

```
Void TreeTraversal2(BTNode *cur) {
        If (cur == NULL) return;
        PrintNode(cur); //visit cur;
        TreeTraversal2(cur->left);
        TreeTraversal2(cur->right);
}
```



Cây

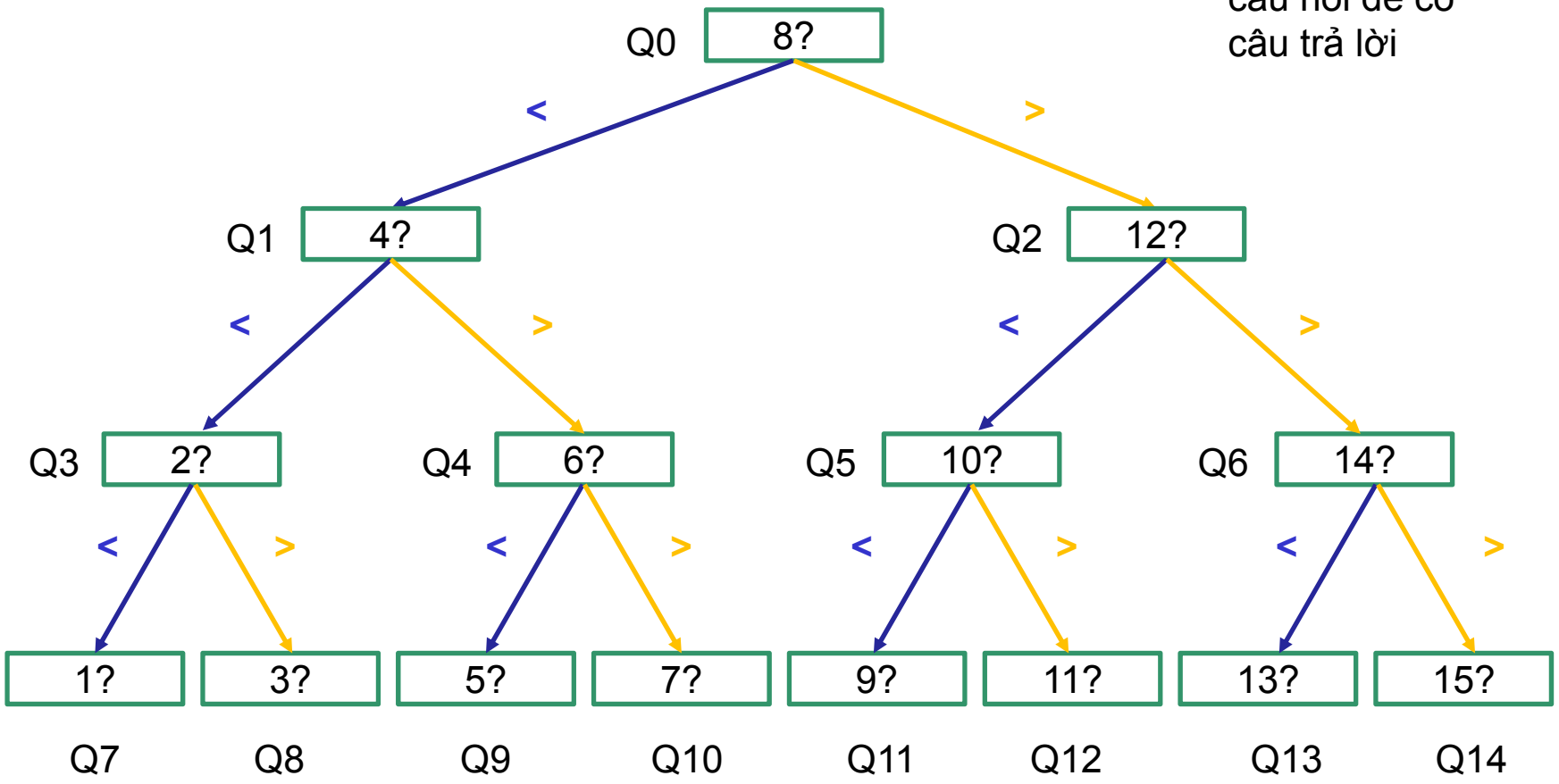
- Các cấu trúc dữ liệu không tuyến tính
- Cấu trúc dữ liệu cây
  - Cây nhị phân
- Cài đặt cây nhị phân
- Duyệt cây nhị phân
- **Ứng dụng ví dụ**

Trò chơi đoán số

- Người chơi nghĩ một số giữa 1 và 63
- Máy tính đưa ra câu hỏi, người chơi sẽ trả lời Yes/Too big/Too small
- Trò chơi kết thúc khi câu trả lời là Yes
- Ví dụ: khi người chơi nghĩ là 23, 6 câu hỏi để tìm được câu trả lời Yes là
  - 32? => too big
  - 6? => too small
  - 24? => too big
  - 20? => too small
  - 22? => too small
  - 23? => Yes!

Trò chơi đoán số [1, 15]

Tối đa cần 4
câu hỏi để có
câu trả lời



Trò chơi đoán số [1, 15]

```
void main() {
        int i; // 0-Yes; -1 -too big; 1-too small
        BTNode root, *cur;

        buildTree(&root, 8, 4);
        cur=&root;
        do {
                printf("is it %d?\n", cur->item);
                scanf("%d", &i);
                if (i==-1)
                        cur=cur->left;
                else if (i==1)
                        cur=cur->right;
        } while (i!=0 && cur!=NULL);
        if (i==0) printf("I guess it!\n");
}
```

```
void buildTree(BTNode *r, int v, int h) {
        r->item=v;
        if (h>0) {
                r->left=malloc(sizeof(BTNode));
                r->right=malloc(sizeof(BTNode));
                buildTree(r->left, v-h, h/2);
                buildTree(r->right, v+h, h/2);
        }
        else {
                r->left =NULL;
                r->right =NULL;
        }
        return;
}
```

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật