

# Cấu trúc dữ liệu và giải thuật

## B-CÂY

Giảng viên:

Văn Chí Nam – Nguyễn Thị Hồng Nhung – Đặng Nguyễn Đức Tiến

## Nội dung trình bày

2

Cây tìm kiếm m-nhánh



B-Cây



Các thao tác trên B-cây

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Cây tìm kiếm m-nhánh

m-way search tree

m-way tree

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

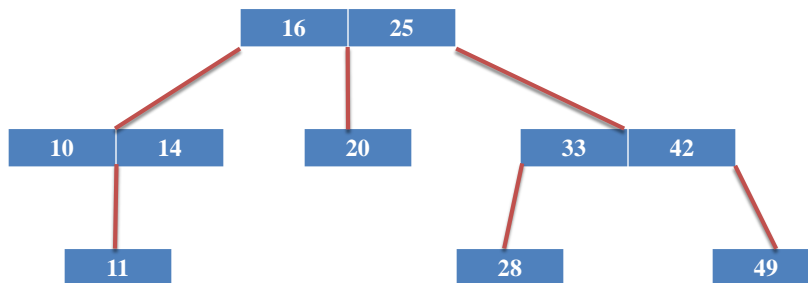
## Định nghĩa

- Cây tìm kiếm m-nhánh là cây có tính chất:
  - Có tối đa  $m-1$  khóa trong mỗi node ( $v_1, v_2, \dots, v_k$ ) ( $k \leq m-1$ ).
  - Các giá trị khóa trong node được tổ chức có thứ tự ( $v_1 < v_2 < \dots < v_k$ ).
  - Một node có  $k$  khóa thì sẽ có  $k + 1$  cây con (các cây con có thể rỗng).
    - Các cây con đặt giữa hai giá trị khóa.
    - Hai cây con nằm ở hai đầu của dãy khóa
    - Mỗi khóa sẽ có cây con trái và cây con phải.
      - Các giá trị của cây con trái sẽ nhỏ hơn giá trị của khóa.
      - Các giá trị của cây con phải sẽ lớn hơn giá trị của khóa.

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Ví dụ

5



Cây tìm kiếm 3-nhánh

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Thao tác trên cây

6

- ◉ Tìm kiếm
- ◉ Thêm phần tử
- ◉ Xóa phần tử

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Tìm kiếm

7

- ◉ Tổng quát hóa từ trường hợp cây nhị phân tìm kiếm
  - ▣  $X$  là giá trị cần tìm
  - ▣ Nếu  $X < v_1$  thì tìm  $X$  bên nhánh trái của  $v_1$ .
  - ▣ Ngược lại, nếu  $X > v_k$  thì tìm  $X$  bên nhánh phải của  $v_k$ .
  - ▣ Nếu  $X = v_i$  thì thông báo tìm thấy.
  - ▣ Nếu  $v_i < X < v_{i+1}$  thì tìm  $X$  tại cây con nằm giữa  $v_i$  và  $v_{i+1}$ .

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Thêm phần tử

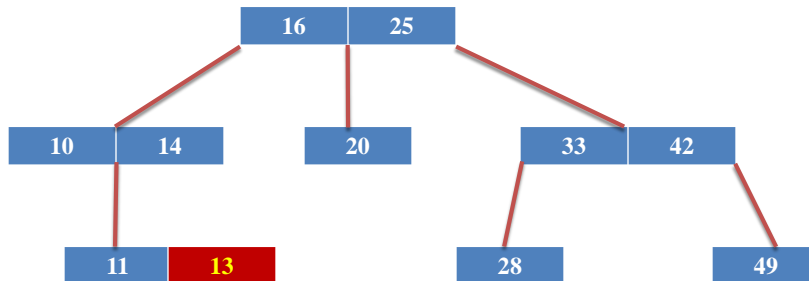
8

- ◉ Tổng quát hóa từ trường hợp cây nhị phân tìm kiếm
  - ▣  $X$  là giá trị cần thêm vào cây.
  - ▣ Duyệt cây tìm  $X$  trên cây.
    - Nếu  $X$  đã tồn tại trên cây thì không thêm.
    - Nếu  $X$  chưa tồn tại (tìm thấy node rỗng) thì
      - Nếu node cha (của node rỗng tìm thấy) còn có thể thêm  $X$  vào thì thêm  $X$  vào node cha.
      - Ngược lại, tạo node mới và thêm  $X$  vào node đó.

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Thêm phần tử

9

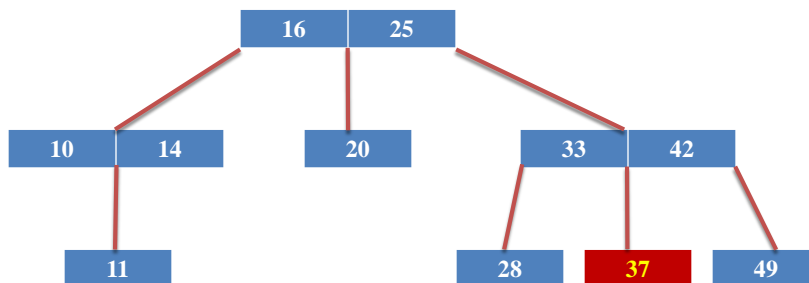


Thêm vào giá trị **13**

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Thêm phần tử

10



Thêm vào giá trị **37**

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử

11

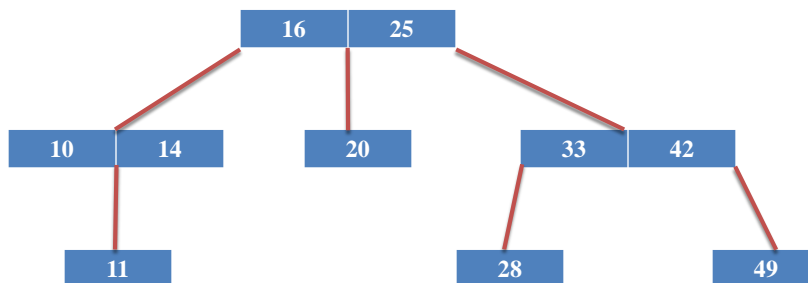
### ⦿ Tương tự cây nhị phân tìm kiếm

- ▣ Tìm vị trí của phần tử X cần xóa.
- ▣ Nếu X nằm giữa hai cây con rỗng thì xóa X.
- ▣ Nếu X có cây con, thay thế X bằng:
  - Phần tử lớn nhất bên cây con trái của X hoặc
  - Phần tử nhỏ nhất bên cây con phải của X

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử

12

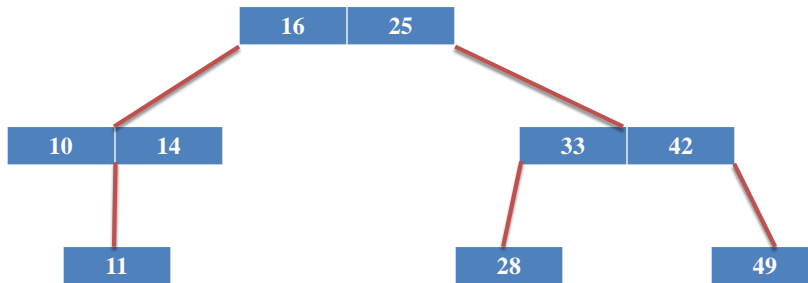


Xóa giá trị **20**

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử

13

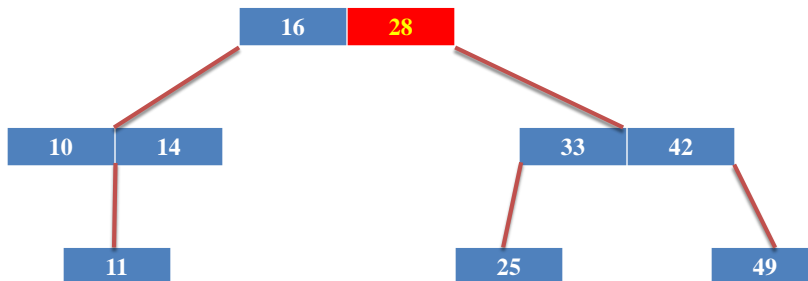


Xóa giá trị 25

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử

14

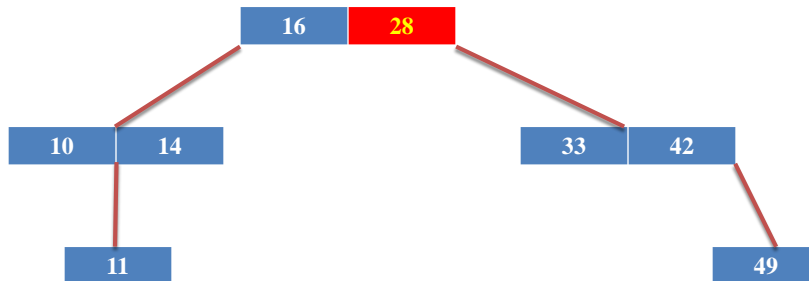


Xóa giá trị 25

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử

15



Xóa giá trị 25

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

16

## B-Cây

B-tree

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015



## Định nghĩa

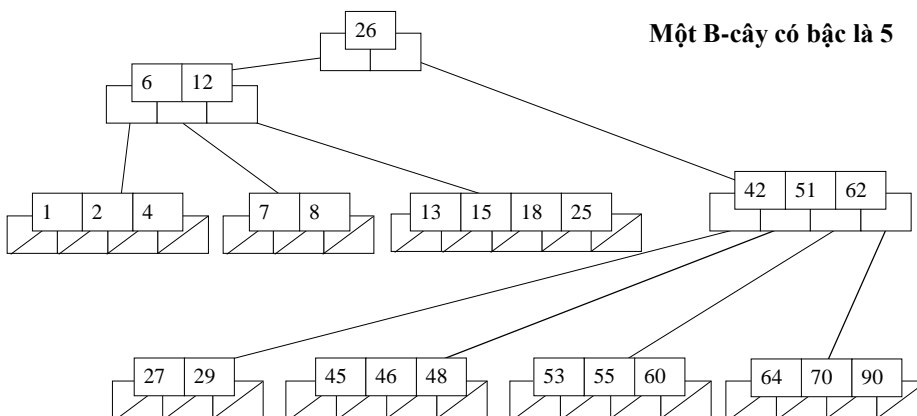
17

- ◉ B-cây bậc  $m$  là 1 cây tìm kiếm  $m$ -nhánh ( $m > 2$ ) thỏa:
  - ▣ Nút gốc có ít nhất 1 khóa
  - ▣ Tất cả các cây con rỗng ở cùng một mức.
  - ▣ Tất cả các node (trừ node gốc) có ít nhất  $\lceil m/2 \rceil$  cây con (có ít nhất  $\lceil m/2 \rceil - 1$  khóa).
- ◉ Giá trị  $m$  thường là lẻ.

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Ví dụ

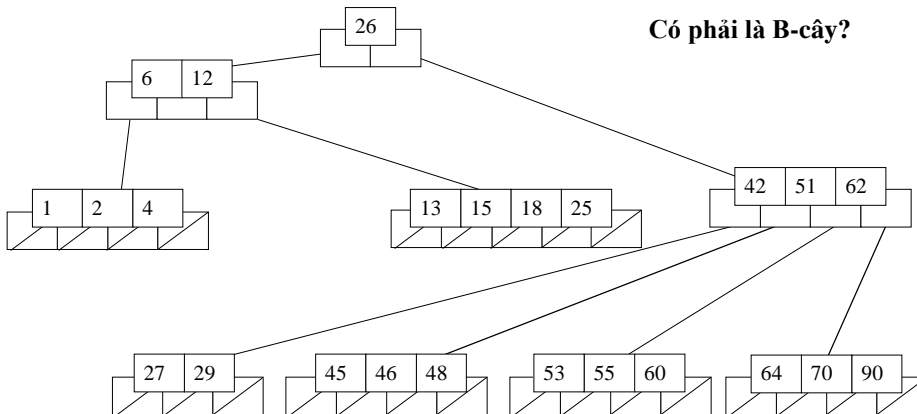
18



Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Ví dụ

19



Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Thao tác trên cây

20

- ◉ Tìm kiếm
  - ▣ Thực hiện tương tự trên cây tìm kiếm m-nhánh.
- ◉ Thêm phần tử
- ◉ Xóa phần tử

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Thêm phần tử

21

- Thêm phần tử vào node lá.
- Nếu node lá bị tràn thì
  - ▣ Tách thành 2 node mới.
  - ▣ Khóa chính giữa được đưa lên node cha.
- Thực hiện tương tự nếu node cha bị tràn.
- Nếu node gốc bị tràn thì tạo một node gốc mới (có 1 khóa duy nhất là khóa chính giữa của node cũ)

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Thêm phần tử - Ví dụ

22

- Tạo B-cây bậc 5 gồm các phần tử theo thứ tự sau:
  - ▣ 1, 12, 8, 2, 25, 5, 14, 28, 17

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Thêm phần tử - Ví dụ

1 12 8 2 25 5 14  
28 17

23



Thêm 1

Thêm 12

Thêm 8

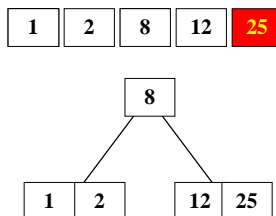
Thêm 2

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Thêm phần tử - Ví dụ

1 12 8 2 25 5 14  
28 17

24



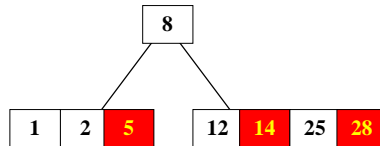
Thêm 25

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Thêm phần tử - Ví dụ

1 12 8 2 25 5 14  
28 17

25



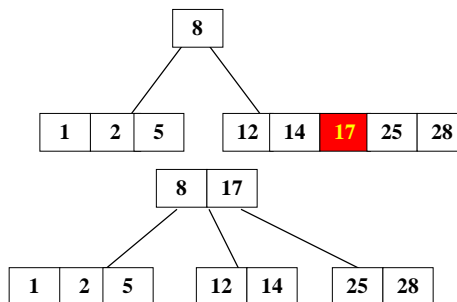
Thêm 5, 14, 28

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Thêm phần tử - Ví dụ

1 12 8 2 25 5 14  
28 17

26



Thêm 17

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử

27

- ◉ Thực hiện tương tự cây tìm kiếm m-nhánh.
- ◉ Xét hai trường hợp:
  - ▣ Khóa thuộc node lá
  - ▣ Khóa thuộc node trong

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử

28

- ◉ Khóa thuộc node lá:
  - ▣ Xóa khóa khỏi node chứa khóa.
  - ▣ Sau khi xóa, nếu node chứa khóa mới xóa có số khóa không đủ (ít hơn  $\lceil m/2 \rceil - 1$  khóa) thì:
    - Mượn khóa từ node bên cạnh (Node bên cạnh dư khóa).
    - Nhập khóa với node bên cạnh cùng với khóa cha (Node bên cạnh KHÔNG dư khóa).

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử

29

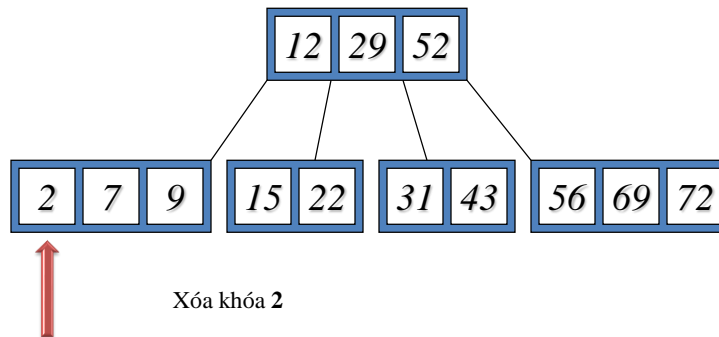
- ◉ Khóa thuộc node trong:
  - ▣ Khóa bị xóa có các node bên nhánh con trái và nhánh con phải có số khóa tối thiểu ( $\lceil m/2 \rceil - 1$  khóa): nhập khóa của 2 node con.
  - ▣ Ngược lại: tìm phần tử thế mạng và thực hiện **cân bằng lại cây** như trường hợp xóa khóa thuộc node lá.

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử - Ví dụ

30

- ◉ Cho B-cây bậc 5:

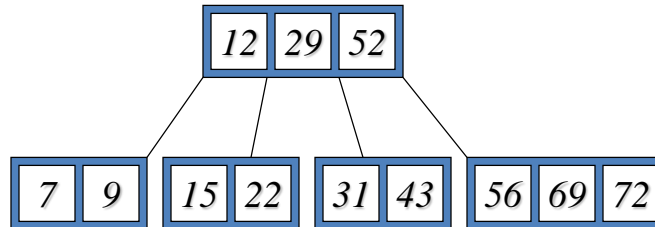


Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử - Ví dụ

31

- Cho B-cây bậc 5:

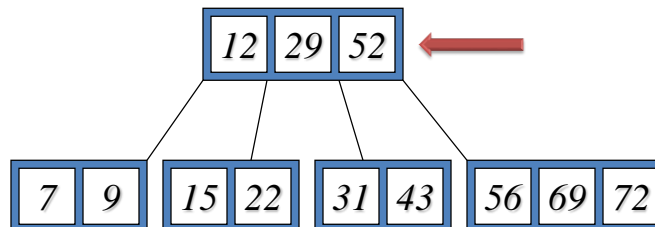


Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử - Ví dụ

32

- Cho B-cây bậc 5:



Xóa khóa 52

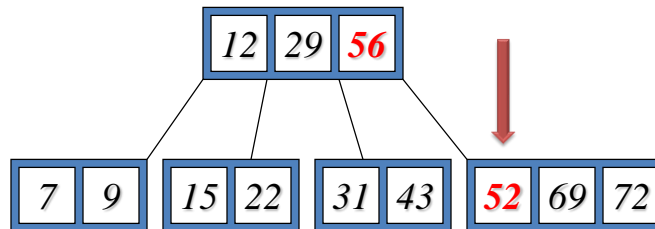
Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015



## Xóa phần tử - Ví dụ

33

- Cho B-cây bậc 5:



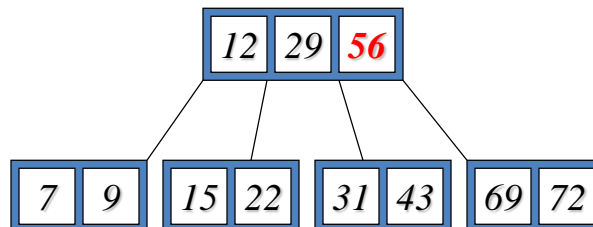
Xóa khóa **52**. Thay thế bằng **56**

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử - Ví dụ

34

- Cho B-cây bậc 5:

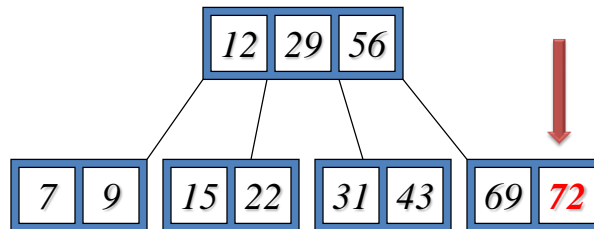


Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử - Ví dụ

35

- Cho B-cây bậc 5:



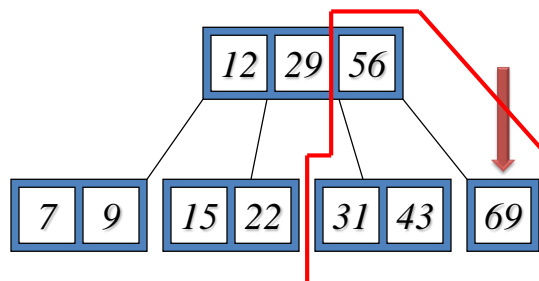
Xóa khóa **72**

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử - Ví dụ

36

- Cho B-cây bậc 5:



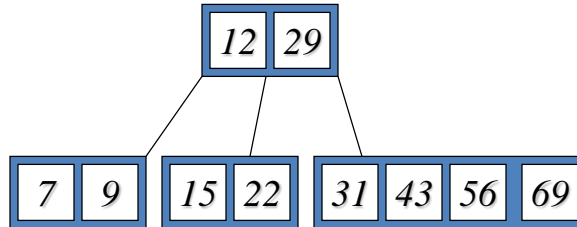
Ít khóa -> Nhập node

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử - Ví dụ

37

- Cho B-cây bậc 5:

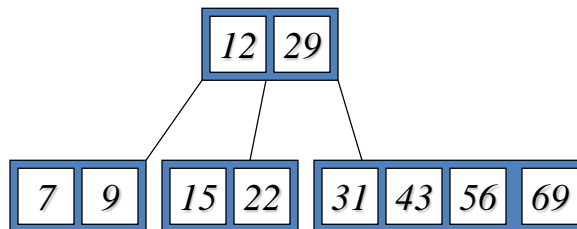


Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử - Ví dụ

38

- Cho B-cây bậc 5:



Xóa khóa 22

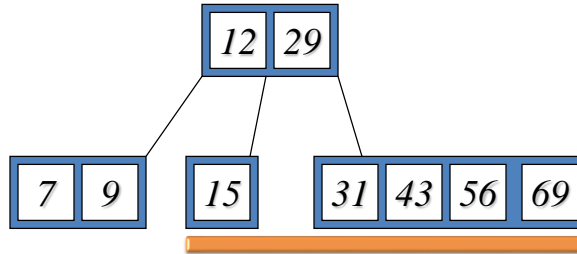


Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử - Ví dụ

39

- Cho B-cây bậc 5:



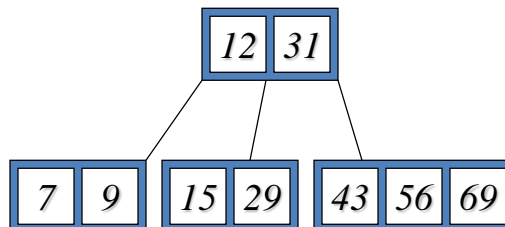
Mượn khóa

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử - Ví dụ

40

- Cho B-cây bậc 5:

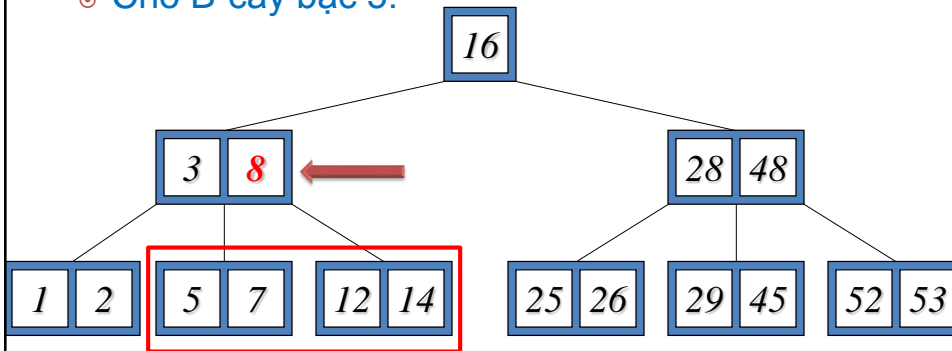


Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử - Ví dụ

41

- Cho B-cây bậc 5:



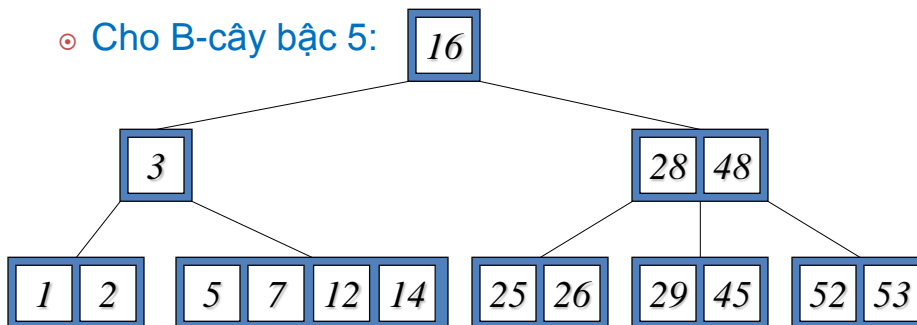
Xóa khóa 8 → Nhập 2 node con của 8 lại

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử - Ví dụ

42

- Cho B-cây bậc 5:



Nhận xét?

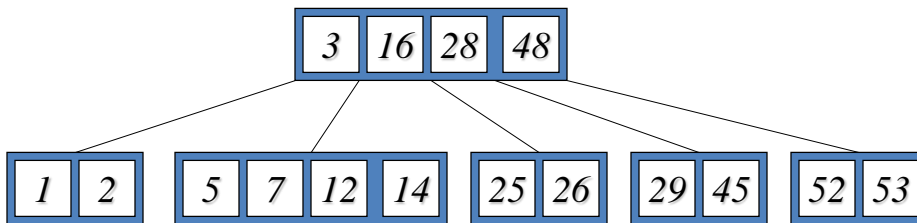
Node 3 bị thiếu khóa

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử - Ví dụ

43

- Cho B-cây bậc 5: tạo node mới → hạ độ cao cây

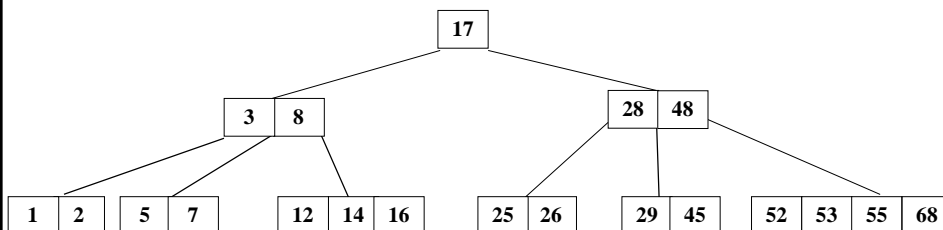


Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Xóa phần tử - Ví dụ

44

- Cho B-cây bậc 5 như dưới đây:
  - Xóa 28 rồi xóa 48



Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Ý nghĩa

45

- B-cây là dạng cây cân bằng, phù hợp với việc lưu trữ trên đĩa.
- B-cây tiêu tốn số phép truy xuất đĩa tối thiểu cho các thao tác.
- Có thể quản lý số phần tử rất lớn.

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

## Ứng dụng

46

- Xây dựng cấu trúc chỉ mục trong các hệ quản trị cơ sở dữ liệu

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015

47

## Hỏi - Đáp

Cấu trúc dữ liệu và giải thuật – HCMUS 2015