

ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐIỆN – ĐIỆN TỬ



BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN CẤU TRÚC DỮ LIỆU
VÀ GIẢI THUẬT

Sinh viên thực hiện

Họ và tên	MSSV	Lớp
Nguyễn Đức Lâm	20224441	ET – E9 02 K67

Hà Nội, tháng 1 năm 2025

I. GIỚI THIỆU VẤN ĐỀ

1. Đề bài

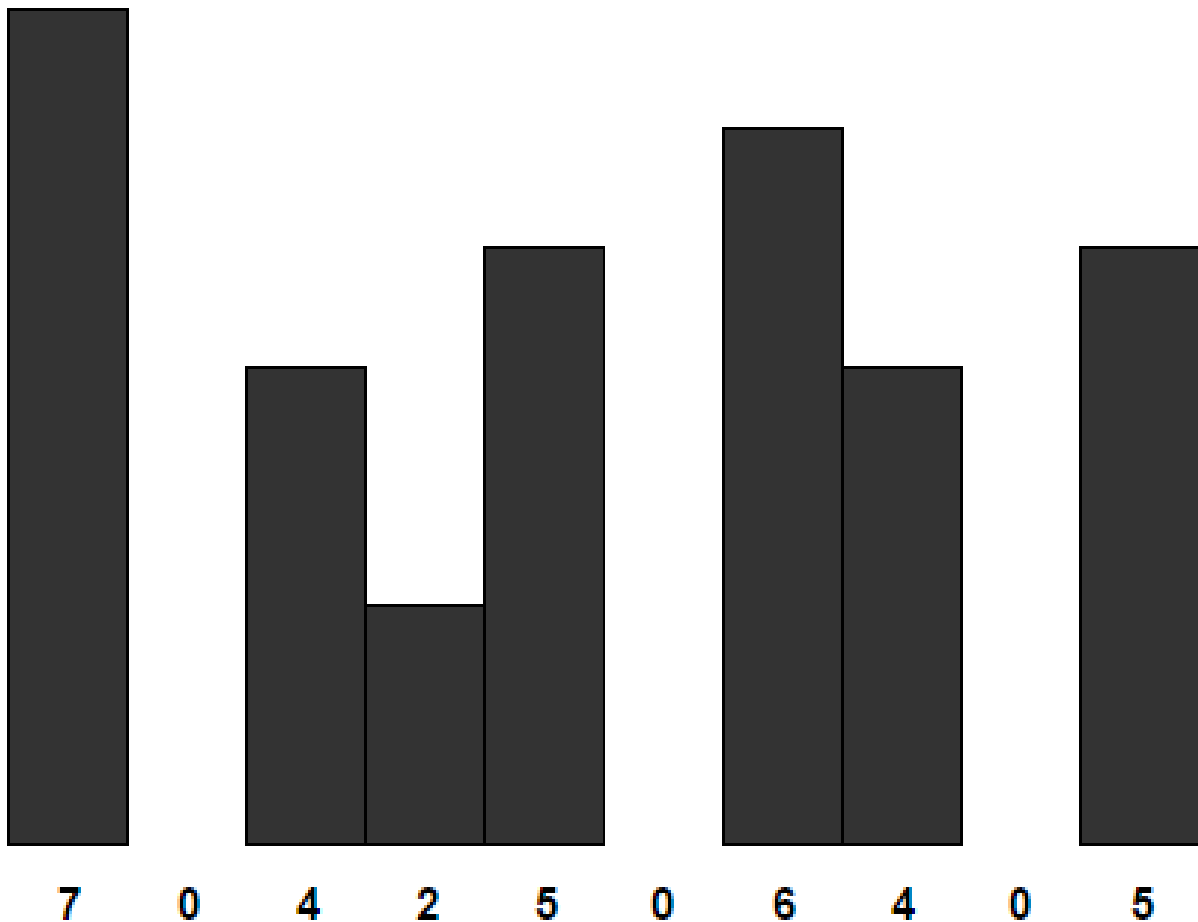
Vấn đề lưu trữ nước mưa: Tính lượng nước tối đa có thể lưu trữ với một tập hợp các thanh, với độ rộng của mỗi thanh là một đơn vị.

2. Phân tích bài toán

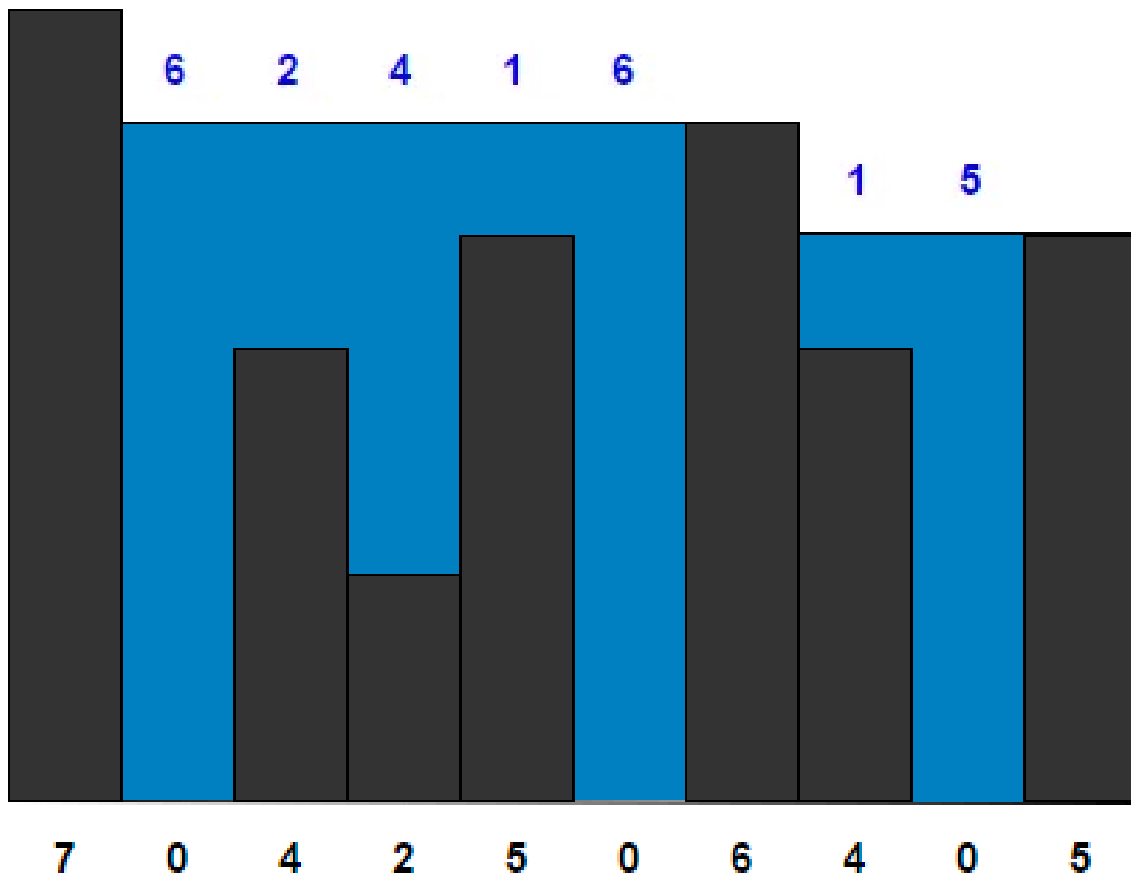
- Độ khó: Khó
- Yêu cầu đề bài:
 - + Đầu vào: Một mảng số nguyên gồm chiều cao của các thanh
 - + Đầu ra: Lượng nước tối đa có thể lưu trữ

Ví dụ:

+) Đầu vào: Mảng bao gồm các phần tử sau: {7; 0; 4; 2; 5; 0; 6; 4; 0; 5}



+) Đầu ra: Lượng nước tối đa có thể lưu trữ:



Ở đây, lượng nước tối đa có thể lưu trữ là: $6 + 2 + 4 + 1 + 6 + 1 + 5 = 25$

II. TÌM HIỂU VẤN ĐỀ

1. Ý tưởng – mô tả giải thuật

Ý tưởng ở đây là chúng ta sẽ đi tìm chiều cao của thanh lớn nhất ở bên trái và bên phải của mỗi thanh. Từ đó, có thể tính được lượng nước được lưu trữ trên mỗi thanh bằng giá trị nhỏ hơn của 2 thanh lớn nhất bên trái và phải trừ đi chiều cao của thanh hiện tại.

Như ví dụ ở trên, thanh thứ 4 (từ trái sang) có chiều cao là 2, trong khi đó thanh lớn nhất ở bên trái là 7, thanh lớn nhất ở bên phải là 6. Do đó, lượng nước thanh thứ 4 lưu trữ được là $6 - 2 = 4$.

1.2. Xây dựng giải thuật – mã giả

- Đầu vào: mảng `heights[]` gồm các số nguyên không âm để biểu thị chiều cao của các thanh

- Đầu ra: `totalWaterAmount` là tổng lượng nước tối đa có thể được lưu trữ lại

- Bước 1: Khởi tạo

+ n = số phần tử của mảng `heights[]`, nếu $n == 0$ thì trả về 0 (do không có thanh, không có nước)

+ `leftMax[]`: một mảng để lưu chiều cao của thanh lớn nhất ở bên trái mỗi thanh

+ `rightMax[]`: một mảng để lưu chiều cao của thanh lớn nhất ở bên phải mỗi thanh

+ `waterStored` là biến để lưu lượng nước thanh tại vị trí i có thể lưu trữ

+ `totalWaterAmount = 0` là biến để lưu giá trị của tổng lượng nước được lưu trữ lại, giá trị ban đầu của biến đang là 0.

- Bước 2: Điền vào mảng `leftMax[]`

+ `leftMax[0] = heights[0]`: giá trị lớn nhất ở bên trái của thanh đầu tiên chính là chiều cao của nó vì đó là thanh đầu tiên nên không có thanh nào bên trái

+ Với i từ 1 đến $n-1$ thì `leftMax[i] = max{leftMax[i-1], heights[i]}` nghĩa là để tìm thanh có chiều cao lớn nhất bên trái thanh tại vị trí i , ta so sánh chiều cao lớn nhất bên trái thanh trước đó với chiều cao của thanh hiện tại và kết quả sẽ là giá trị lớn hơn giữa 2 chiều cao này.

- Bước 3: Điền vào mảng `rightMax[]`

+ `rightMax[n-1] = heights[n-1]`: giá trị lớn nhất ở bên phải của thanh cuối cùng chính là chiều cao của nó vì đó là thanh cuối cùng nên không còn thanh nào bên phải.

+ Với i từ $n-2$ đến 0 thì `rightMax[i] = max{rightMax[i+1], heights[i]}` nghĩa là để tìm thanh có chiều cao lớn nhất bên phải thanh tại vị trí i , ta so sánh chiều cao lớn nhất bên phải của thanh tiếp theo với chiều cao của thanh hiện tại và kết quả sẽ là giá trị lớn hơn giữa 2 chiều cao này.

- Bước 4: Tính tổng lượng nước được lưu trữ

+ Với i từ 0 đến $n-1$ thì lượng nước thanh tại vị trí i có thể lưu trữ được tính theo công thức `waterStored = min{leftMax[i], rightMax[i]} - heights[i]`. Như đã nói ở trên thì lượng nước có thể lưu trữ tại thanh vị trí i được tính bằng cách lấy chiều cao nhỏ hơn giữa 2 giá trị của chiều cao lớn nhất bên trái và chiều cao lớn nhất bên phải và trừ đi chiều cao của thanh i đó.

+ Nếu `waterStored > 0` thì `totalWaterAmount += waterStored`: nếu lượng nước thanh i có thể lưu trữ lớn hơn 0 thì thêm lượng đó vào tổng lượng nước có thể lưu trữ.

- Bước 5: Trả về giá trị cuối cùng của biến `totalWaterAmount` từ đó biết được tổng lượng nước tối đa có thể lưu trữ

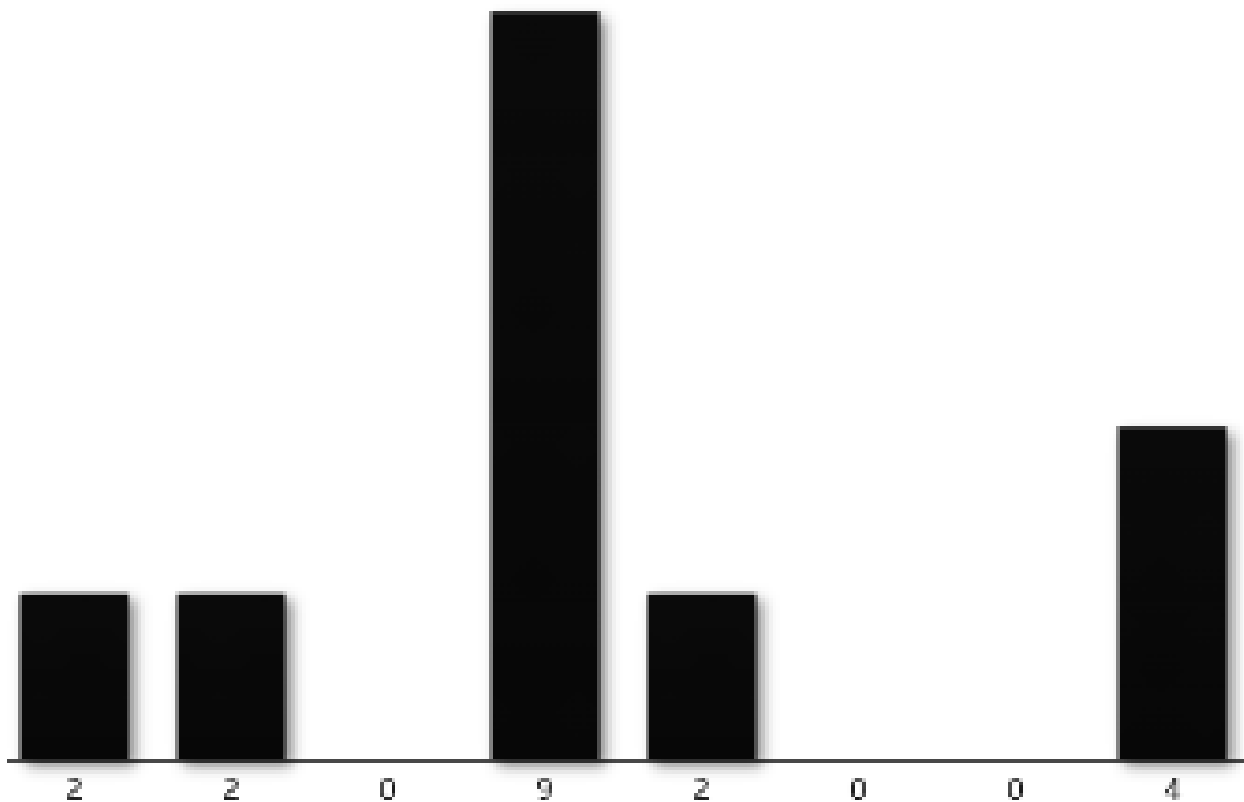
- Độ phức tạp:

+ Thời gian: $O(n)$, với n là số lượng thanh, vì chỉ cần duyệt qua mảng 3 lần.

+ Không gian: $O(n)$, do sử dụng 2 mảng phụ là `leftMax[]` và `rightMax[]`

1.3. Ví dụ thực tế

- Đầu vào: Mảng gồm các phần tử: {2; 2; 0; 9; 2; 0; 0; 4}



- Đầu ra: $\text{totalWaterAmount} = 2 + 2 + 4 + 4 = 12$

III. TỔNG KẾT

Trước tiên, em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến cô Tạ Thị Kim Huệ đã tận tâm, chu đáo giảng dạy chúng em trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu. Những kiến thức quý báu mà cô truyền đạt đã giúp em có thêm sự hiểu biết sâu sắc về các thuật toán và cấu trúc dữ liệu, từ đó em có thể áp dụng chúng vào việc giải quyết các bài toán thực tế.

Em kính chúc cô luôn luôn dồi dào sức khỏe, hạnh phúc và ngày càng thành công trong sự nghiệp giảng dạy. Em cảm ơn cô đã là người hướng dẫn tận tụy, tuyệt vời trong suốt thời gian qua. Và em cũng mong rằng cô sẽ tiếp tục là nguồn cảm hứng cháy bỏng cho thế hệ học sinh tiếp theo.

Em xin chân thành cảm ơn!