

# Weekly Homework 4

Vũ Thị Minh Thư - 22028116  
Bài Tập Kiểm Thử Dòng Điều Khiển

Ngày 10 tháng 3 năm 2025

**Github:** <https://github.com/VuThiMinhThu2004/Testing-and-QA>

## 1 Bài 1

**Yêu cầu:** Trình bày các bước nhằm kiểm thử một đơn vị chương trình theo phương pháp kiểm thử dòng điều khiển với một độ đo kiểm thử cho trước.

Để kiểm thử một đơn vị chương trình theo phương pháp kiểm thử dòng điều khiển với một độ đo kiểm thử đã cho ta phải thực hiện các bước sau, bao gồm phân tích cấu trúc dòng điều khiển, xác định độ đo kiểm thử, xây dựng đồ thị dòng điều khiển, và thực thi các ca kiểm thử để đảm bảo độ phủ cần thiết.

- **Phân tích cấu trúc dòng điều khiển:**

- Xác định các câu lệnh, các khối câu lệnh và các đường đi trong chương trình.
- Xác định các cấu trúc điều khiển như tuần tự, rẽ nhánh (**if**, **else**) và vòng lặp.
- Ví dụ: Nếu chương trình có một câu lệnh **if**, cần xác định các nhánh **True** và **False**.

- **Xác định độ đo kiểm thử cần đạt được:**

- Phủ cấp 1 - **Phủ câu lệnh:** Mỗi câu lệnh được thực thi ít nhất một lần.
- Phủ cấp 2 - **Phủ nhánh:** Mỗi nhánh (**True/False**) của các điểm quyết định được kiểm thử.
- Phủ cấp 3 - **Phủ điều kiện:** Kiểm tra tất cả các điều kiện con trong biểu thức logic.
- **Bao phủ vòng lặp:** Kiểm thử với số lần lặp khác nhau (0 lần, 1 lần, nhiều lần).

- **Xây dựng đồ thị dòng điều khiển tương ứng (CFG):**

- Đồ thị gồm các nút (câu lệnh/khối câu lệnh) và các cạnh (luồng điều khiển).
- Ví dụ: Một nút có thể là một câu lệnh gán, và một cạnh thể hiện luồng từ câu lệnh này sang câu lệnh tiếp theo.
- Đồ thị hỗ trợ việc hình dung các đường đi và thiết kế ca kiểm thử.

- **Xác định các đường đi độc lập:**

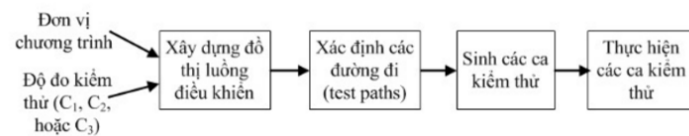
- Dựa trên đồ thị, xác định các đường đi độc lập (không thể rút gọn thành nhau).
- Số lượng đường đi độc lập được tính bằng *cyclomatic complexity*.

- **Sinh ca kiểm thử cho mỗi đường đi:**

- Mỗi đường đi độc lập cần một ca kiểm thử với đầu vào phù hợp.
- Ví dụ: Với câu lệnh `if (x > 0)`, cần có:
  - \* Một ca kiểm thử với  $x > 0$  (đi vào nhánh **True**).
  - \* Một ca kiểm thử với  $x \leq 0$  (đi vào nhánh **False**).

- **Thực thi các ca kiểm thử và quan sát đầu ra:**

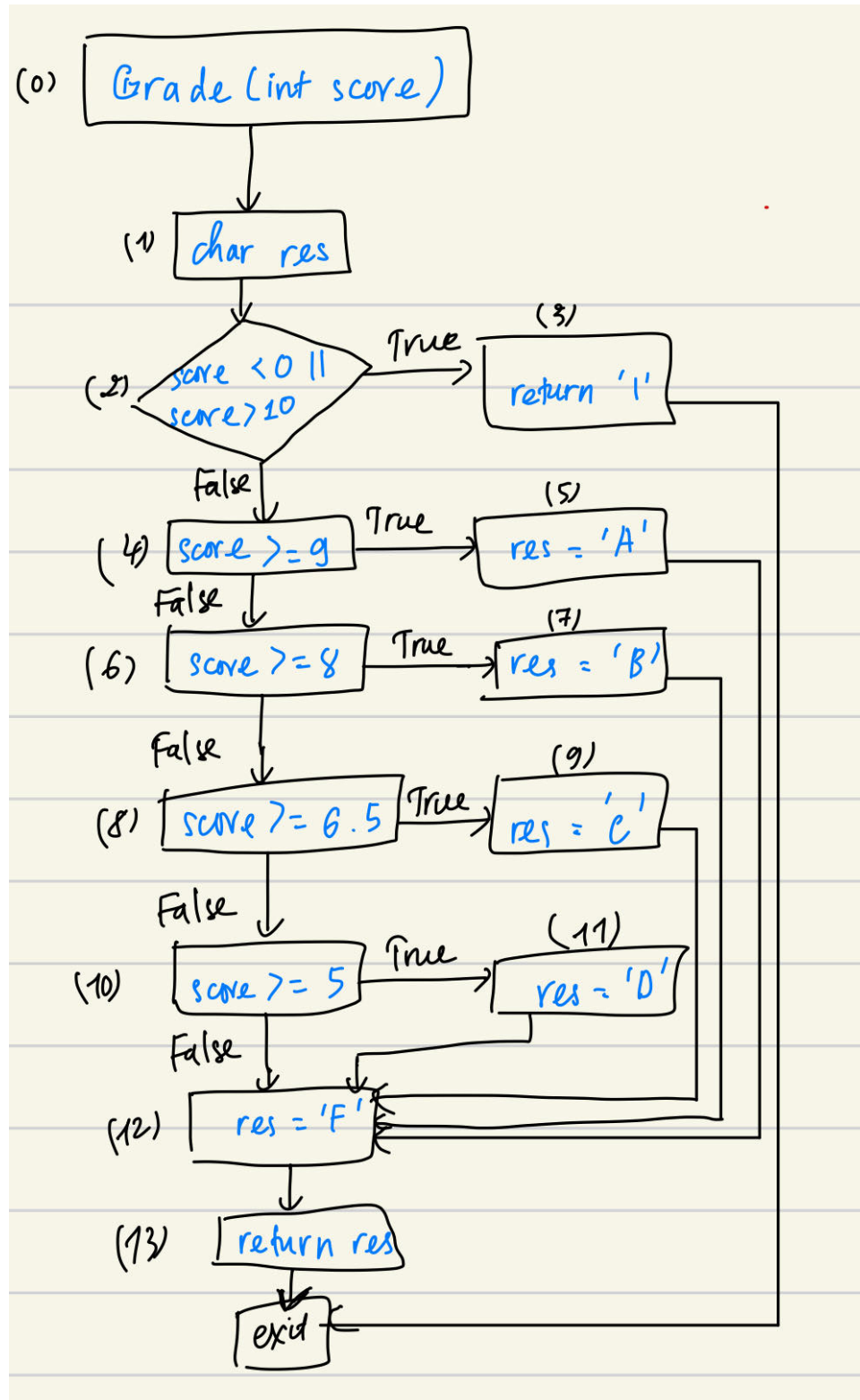
- Chạy chương trình với đầu vào tương ứng.
- Quan sát đầu ra để kiểm tra chương trình hoạt động đúng không.
- Nếu có lỗi, ghi nhận và phân tích nguyên nhân.



Hình 1: Quy trình kiểm thử chương trình dựa trên độ đo

## 2 Bài 2

### 2.1 Xây dựng đồ thị dòng điều khiển cho hàm Grade ứng với độ đo C1 và C2



Hình 2: CFG

## 2.2 Kiểm thử với độ đo C1

Để đảm bảo được 100% độ phủ của độ đo C1, ta cần các đường đi để đảm bảo được tất cả các câu lệnh được kiểm thử ít nhất một lần. Với mỗi đường đi, ta cần sinh ra một ca kiểm thử ứng với nó.

| STT | Path                                   | Test        | Output |
|-----|--|-------------|--------|
| 1   | 0 1 2(T) 3 14                          | score = 100 | I      |
| 2   | 0 1 2(F) 4(T) 5 13 14                  | score = 10  | A      |
| 3   | 0 1 2(F) 4(F) 6(T) 7 13 14             | score = 8   | B      |
| 4   | 0 1 2(F) 5(F) 6(F) 8(T) 9 13 14        | score = 7   | C      |
| 5   | 0 1 2(F) 5(F) 6(F) 8(F) 10(T) 11 13 14 | score = 6   | D      |
| 6   | 0 1 2(F) 5(F) 6(F) 8(F) 10(F) 12 13 14 | score = 4   | F      |

$$\text{Scov} = \frac{15}{15} = 1$$

## 2.3 Kiểm thử với độ đo C2

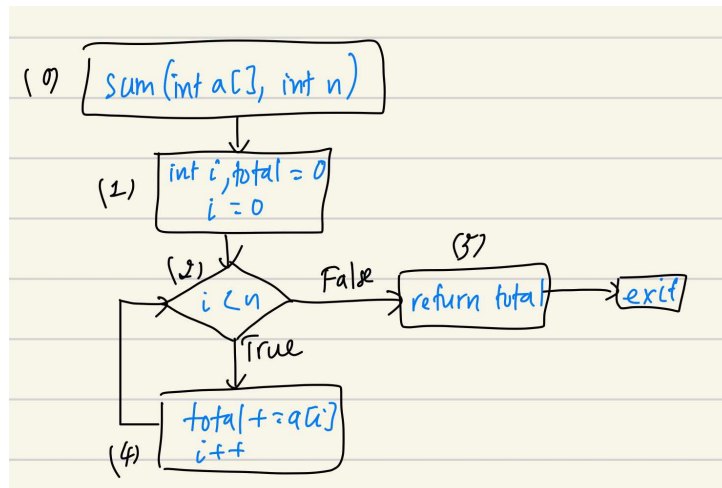
Để đảm bảo được 100% độ phủ của độ đo C2, ta cần xác định các điểm quyết định trên đồ thị. Với mỗi điểm quyết định, cả hai nhánh đúng và sai đều phải được thực hiện ít nhất 1 lần.

| STT | Path                                   | Test        | Output |
|-----|--|-------------|--------|
| 1   | 0 1 2(T) 3 14                          | score = 100 | I      |
| 2   | 0 1 2(F) 4(T) 5 13 14                  | score = 10  | A      |
| 3   | 0 1 2(F) 4(F) 6(T) 7 13 14             | score = 8   | B      |
| 4   | 0 1 2(F) 5(F) 6(F) 8(T) 9 13 14        | score = 7   | C      |
| 5   | 0 1 2(F) 5(F) 6(F) 8(F) 10(T) 11 13 14 | score = 6   | D      |
| 6   | 0 1 2(F) 5(F) 6(F) 8(F) 10(F) 12 13 14 | score = 4   | F      |

$$S_{\text{cov}} = \frac{10}{10} = 1$$

### 3 Bài 3

#### 3.1 Xây dựng đồ thị dòng điều khiển cho hàm Sum ứng với độ đo C1 và C2



Hình 3: CFG

#### 3.2 Kiểm thử với độ đo C1

Để đảm bảo được 100% độ phủ của độ đo C1, ta cần các đường đi để đảm bảo được tất cả các câu lệnh được kiểm thử ít nhất một lần. Với mỗi đường đi, ta cần sinh ra 1 ca kiểm thử ứng với nó.

| STT | Path                    | Test                | Output     |
|-----|-------------------------|---------------------|------------|
| 1   | 0 1 2 3(T) 5 6 3(F) 4 7 | $a[] = [10], n = 1$ | total = 10 |

Bảng 1: Bảng kiểm thử với độ đo C1

$$\text{Scov} = 8/8 = 1$$

#### 3.3 Kiểm thử với độ đo C2

Để đảm bảo được 100% độ phủ của độ đo C2, ta cần xác định các điểm quyết định trên đồ thị. Với mỗi điểm quyết định, cả hai nhánh đúng và sai đều phải được thực hiện ít nhất 1 lần.

| STT | Path                    | Test                   | Output     |
|-----|-------------------------|------------------------|------------|
| 1   | 0 1 2 3(F) 4 7          | $a = [1, 2, 3], n = 0$ | total = 0  |
| 2   | 0 1 2 3(T) 5 6 3(F) 4 7 | $a[] = [10], n = 1$    | total = 10 |

Bảng 2: Bảng kiểm thử với độ đo C2

$$\text{Scov} = 2/2 = 1$$

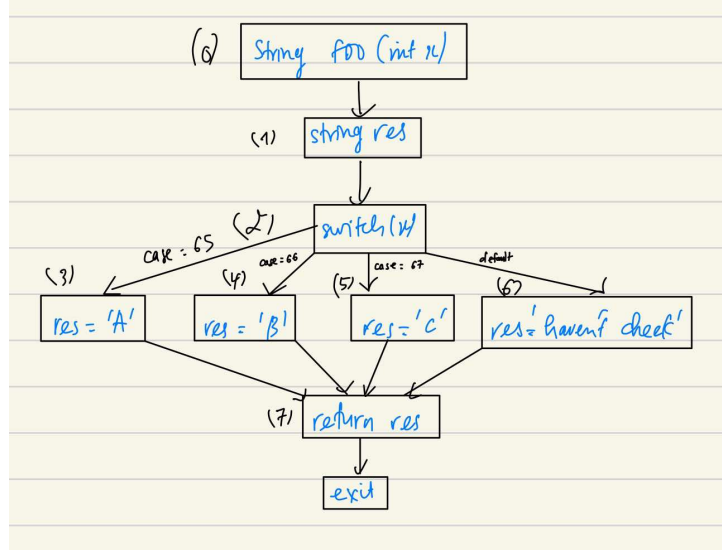
### 3.4 Kiểm thử vòng lặp for

| Số lần lặp      | Input                          | Output     |
|-----------------|--------------------------------|------------|
| 0               | $a[] = \{\}, n = 0$            | total = 0  |
| 1               | $a[] = \{1\}, n = 1$           | total = 1  |
| 2               | $a[] = \{1, 2\}, n = 2$        | total = 3  |
| 3 ( $k < n-1$ ) | $a[] = \{1, 2, 3, 4, 5\}, n=5$ | total = 15 |
| $n - 1$         | $a[] = \{1, 2, 3, 4\}, n = 4$  | total = 10 |
| $n$             | $a[] = \{5, 10, 15, 20\}, n=4$ | total = 50 |
| $n + 1$         | Không thể sinh                 | N/A        |

Bảng 3: Bảng kết quả kiểm thử vòng lặp cho hàm Sum

## 4 Bài 4

### 4.1 Xây dựng đồ thị dòng điều khiển cho hàm foo ứng với độ đo C2



Hình 4: CFG

### 4.2 Kiểm thử với độ đo C2

Để đảm bảo được 100% độ phủ của độ đo C2, ta cần xác định các điểm quyết định trên đồ thị. Với mỗi điểm quyết định, cả hai nhánh đúng và sai đều phải được thực hiện ít nhất 1 lần.

$$S_{cov} = \frac{4}{4} = 1$$

| STT | Path                 | Test   | Output                |
|-----|----------------------|--------|-----------------------|
| 1   | 0 1 2(65) 3 7 8      | x = 65 | res = "A"             |
| 2   | 0 1 2(66) 4 7 8      | x = 66 | res = "B"             |
| 3   | 0 1 2(67) 5 7 8      | x = 67 | res = "C"             |
| 4   | 0 1 2(default) 6 7 8 | x = 68 | res = "haven't check" |

Bảng 4: Bảng kiểm thử với độ đo C2

## 5 Bài 5

### 5.1 Mô tả bài toán

Cho một cửa hàng bán vé xem phim, giá vé phụ thuộc vào độ tuổi của khách hàng và loại ghế ngồi. Quy tắc tính giá vé như sau:

- Giá cơ bản của vé là  $x$ , với  $x \in [100, 200]$ .
- Nếu khách hàng là trẻ em dưới 6 tuổi thì được giảm 50% giá vé cơ bản.
- Nếu khách hàng là trẻ em từ 6 đến 18 tuổi thì được giảm 30% giá vé cơ bản.
- Nếu khách hàng trên 18 tuổi thì không được giảm giá.
- Nếu khách hàng chọn ghế VIP thì phải trả thêm 30% của giá vé cơ bản.

$$\text{price} = \begin{cases} 0.5 \times x, & \text{nếu } \text{age} < 6, \\ 0.7 \times x, & \text{nếu } 6 \leq \text{age} \leq 18, \\ x, & \text{nếu } \text{age} > 18. \end{cases}$$

$$\text{Nếu } \text{vip} = 1, \quad \text{price} \leftarrow \text{price} + 0.3 \times x.$$

### 5.2 Cài đặt chương trình

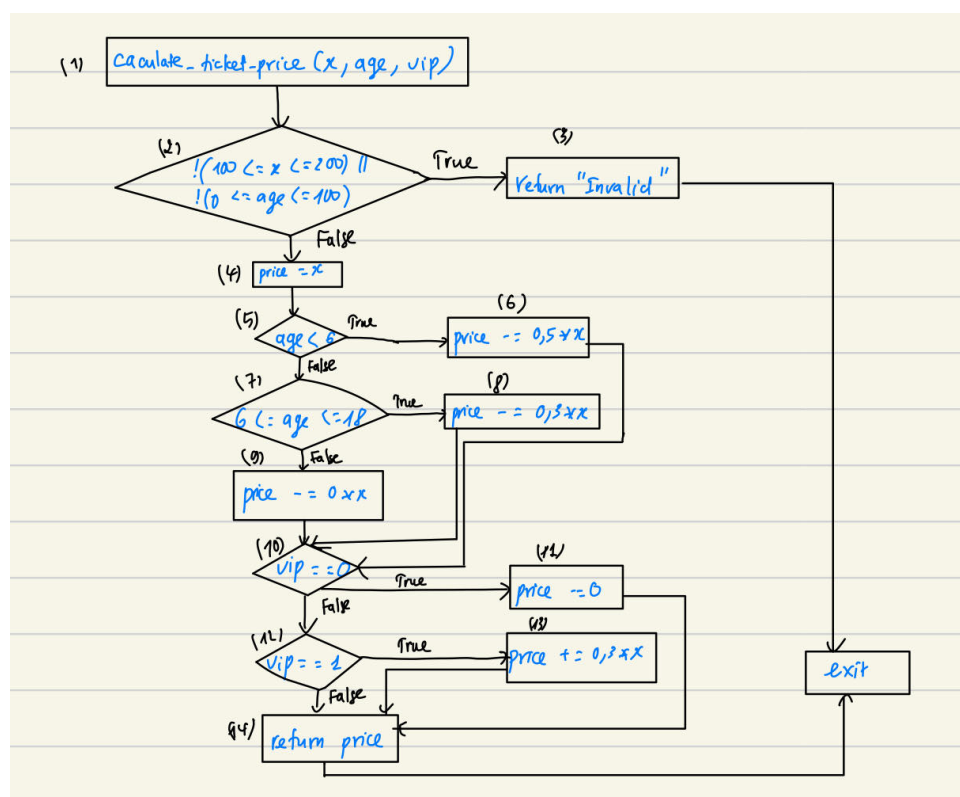
```

1 def calculate_ticket_price(x, age, vip):
2     if not (100 <= x <= 200) or not (0 <= age <= 100):
3         return "Invalid"
4     price = x
5     if age < 6: # E2
6         price -= 0.5 * x
7     elif 6 <= age <= 18: # E3
8         price -= 0.3 * x
9     else: # 18 < age <= 100, E4
10        price -= 0 * x
11    if vip == 0:
12        price -= 0
13    elif vip == 1:
14        price += 0.3 * x
15    return price

```

Listing 1: Hàm tính giá vé

### 5.3 Xây dựng đồ thị dòng điều khiển cho hàm calculate\_ticket\_price ứng với độ đo C2



Hình 5: CFG

### 5.4 Kiểm thử với độ đo C2

Để đảm bảo được 100% độ phủ của độ đo C2, ta cần xác định các điểm quyết định trên đồ thị. Với mỗi điểm quyết định, cả hai nhánh True và False đều phải được thực hiện ít nhất 1 lần.

| STT | Path                              | Testcase (x, age, vip) | Output    |
|-----|-----------------------------------|------------------------|-----------|
| 1   | 1, 2T, 3                          | (0, 200, 1)            | "Invalid" |
| 2   | 1, 2F, 4, 5T, 6, 10T, 11, 14      | (100, 5, 0)            | 50        |
| 3   | 1, 2F, 4, 5T, 6, 10F, 12T, 13, 14 | (100, 5, 1)            | 80        |
| 4   | 1, 2F, 4, 5T, 6, 10F, 12F, 14     | (100, 5, 2)            | 50        |
| 5   | 1, 2F, 4, 5F, 7T, 10T, 11, 14     | (100, 10, 0)           | 70        |
| 6   | 1, 2F, 4, 5F, 7F, 9, 10T, 11, 14  | (100, 20, 0)           | 100       |

Bảng 5: Bảng kiểm thử độ đo C2

$$S_{cov} = \frac{10}{10} = 1$$



## 5.5 Kết quả kiểm thử

| STT | Test                       | Expected Output | Actual Output | Result |
|-----|----------------------------|-----------------|---------------|--------|
| 1   | x = 0, age = 200, vip = 1  | Invalid         | Invalid       | Pass   |
| 2   | x = 100, age = 5, vip = 0  | 50              | 50            | Pass   |
| 3   | x = 100, age = 5, vip = 1  | 80              | 80            | Pass   |
| 4   | x = 100, age = 5, vip = 2  | 50              | 50            | Pass   |
| 5   | x = 100, age = 10, vip = 0 | 70              | 70            | Pass   |
| 6   | x = 100, age = 20, vip = 0 | 100             | 100           | Pass   |

Bảng 6: Kết quả kiểm thử