

Họ Tên: Nguyễn Thế Thao

MSSV: 14025025

## Kiểm thử và đảm bảo chất lượng phần mềm

### I. Mô tả bài toán

- **Tính lượng sát thương gây ra bởi 1 nhân vật trong game**
- Đầu vào là các chỉ số: tấn công, phòng thủ, máu, tốc độ và loại kỹ năng dùng để tấn công
- Đầu ra là lượng sát thương gây ra bởi nhân vật này, nếu 1 trong đầu vào không hợp lệ thì đầu ra sẽ là 0
- **Đầu vào**
  - ✓ Chỉ số tấn công  $atk \in (0, 4000]$
  - ✓ Chỉ số phòng thủ  $def \in (0, 3500]$
  - ✓ Chỉ số máu  $hp \in (0, 50000]$
  - ✓ Chỉ số tốc độ  $spd \in (0, 300]$
- **Loại kỹ năng dùng để tấn công bao gồm 4 loại:**
  - ✓ Dựa trên tấn công thì có thêm hệ số  $atkIndex \in (0, 4]$
  - ✓ Dựa trên phòng thủ thì có  $atkIndex \in (0, 4]$  và  $defIndex \in (0, 5)$
  - ✓ Dựa trên lượng máu thì có  $atkIndex \in (0, 4]$  và  $hpIndex \in (0, 1)$
  - ✓ Dựa trên tốc độ thì có  $atkIndex \in (0, 4]$  và  $spdIndex1$  và  $spdIndex2 \in (0, 200]$

### II. Kỹ thuật kiểm thử

#### 1. Kiểm thử giá trị biên

Chúng ta sẽ coi một chương trình là một hàm toán học với đầu vào của chương trình tương ứng với các tham số của hàm và đầu ra của chương trình là giá trị trả về của hàm. Vì hàm toán học là ánh xạ từ miền xác định của hàm đến miền giá trị của hàm. Chúng ta sẽ tập trung vào các giá trị biên và cạnh biên của hai miền đầu vào và đầu ra này của hàm để xây dựng các ca kiểm thử. Khi chúng ta dùng biên đầu ra tức là chúng ta cho các kết quả mong đợi nằm ở trên biên và cạnh biên đầu ra.

- Các giá trị biên của đầu vào:

$atk \in \{-1, 0, 1, 2000, 3999, 4000, 4001\}$

$def \in \{-1, 0, 1, 1750, 3499, 3500, 3501\}$

$hp \in \{-1, 0, 1, 25000, 49999, 50000, 50001\}$

$spd \in \{-1, 0, 1, 150, 299, 300, 301\}$

$atkIndex \in \{-0.1, 0, 0.1, 2, 3.9, 4, 4.1\}$

$defIndex \in \{-0.1, 0, 0.1, 2.5, 4.9, 5, 5.1\}$

$hpIndex \in \{-0.1, 0, 0.1, 0.5, 0.9, 1, 1.1\}$

$spdIndex1 \in \{-1, 0, 1, 100, 199, 200, 201\}$

$spdIndex2 \in \{-1, 0, 1, 100, 199, 200, 201\}$

- Testcase dựa theo giá trị biên đầu vào

| STT | atk  | def  | hp    | spd | atkIndex | spdIndex1 | spdIndex2 | Kết quả mong đợi | Kết quả thực tế | Testcase |
|-----|------|------|-------|-----|----------|-----------|-----------|------------------|-----------------|----------|
| 1   | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 2        | 100       | 100       | 10000            | 0               | Fail     |
| 2   | -1   | 1750 | 25000 | 150 | 2        | 100       | 100       | 0                | 0               | Pass     |
| 3   | 0    | 1750 | 25000 | 150 | 2        | 100       | 100       | 0                | 0               | Pass     |
| 4   | 1    | 1750 | 25000 | 150 | 2        | 100       | 100       | 5                | 0               | Fail     |
| 5   | 3999 | 1750 | 25000 | 150 | 2        | 100       | 100       | 19995            | 0               | Fail     |
| 6   | 4000 | 1750 | 25000 | 150 | 2        | 100       | 100       | 20000            | 0               | Fail     |
| 7   | 4001 | 1750 | 25000 | 150 | 2        | 100       | 100       | 0                | 0               | Pass     |
| 8   | 2000 | -1   | 25000 | 150 | 2        | 100       | 100       | 0                | 0               | Pass     |
| 9   | 2000 | 0    | 25000 | 150 | 2        | 100       | 100       | 0                | 0               | Pass     |
| 10  | 2000 | 1    | 25000 | 150 | 2        | 100       | 100       | 10000            | 0               | Fail     |
| 11  | 2000 | 3499 | 25000 | 150 | 2        | 100       | 100       | 10000            | 0               | Fail     |
| 12  | 2000 | 3500 | 25000 | 150 | 2        | 100       | 100       | 10000            | 0               | Fail     |
| 13  | 2000 | 3501 | 25000 | 150 | 2        | 100       | 100       | 0                | 0               | Pass     |
| 14  | 2000 | 1750 | -1    | 150 | 2        | 100       | 100       | 0                | 0               | Pass     |
| 15  | 2000 | 1750 | 0     | 150 | 2        | 100       | 100       | 0                | 0               | Pass     |
| 16  | 2000 | 1750 | 1     | 150 | 2        | 100       | 100       | 10000            | 0               | Fail     |
| 17  | 2000 | 1750 | 49999 | 150 | 2        | 100       | 100       | 10000            | 0               | Fail     |
| 18  | 2000 | 1750 | 50000 | 150 | 2        | 100       | 100       | 10000            | 0               | Fail     |
| 19  | 2000 | 1750 | 50001 | 150 | 2        | 100       | 100       | 0                | 0               | Pass     |
| 20  | 2000 | 1750 | 25000 | -1  | 2        | 100       | 100       | 0                | 0               | Pass     |
| 21  | 2000 | 1750 | 25000 | 0   | 2        | 100       | 100       | 0                | 0               | Pass     |

|    |      |      |       |     |      |     |     |         |      |      |
|----|------|------|-------|-----|------|-----|-----|---------|------|------|
| 22 | 2000 | 1750 | 25000 | 1   | 2    | 100 | 100 | 4040    | 0    | Fail |
| 23 | 2000 | 1750 | 25000 | 299 | 2    | 100 | 100 | 15960   | 0    | Fail |
| 24 | 2000 | 1750 | 25000 | 300 | 2    | 100 | 100 | 16000   | 0    | Fail |
| 25 | 2000 | 1750 | 25000 | 301 | 2    | 100 | 100 | 0       | 0    | Pass |
| 26 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 2    | 100 | -1  | 0       | 0    | Pass |
| 27 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 2    | 100 | 0   | 0       | 0    | Pass |
| 28 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 2    | 100 | 1   | 1000000 | 0    | Fail |
| 29 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 2    | 100 | 199 | 5025    | 0    | Fail |
| 30 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 2    | 100 | 200 | 5000    | 0    | Fail |
| 31 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 2    | 100 | 201 | 0       | 4975 | Fail |
| 32 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | -0.1 | 100 | 100 | 0       | 0    | Pass |
| 33 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 0    | 100 | 100 | 0       | 0    | Pass |
| 34 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 0.1  | 100 | 100 | 500     | 0    | Fail |
| 35 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 3.9  | 100 | 100 | 19500   | 0    | Fail |
| 36 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 100 | 100 | 20000   | 0    | Fail |
| 37 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4.1  | 100 | 100 | 0       | 0    | Pass |
| 38 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 2    | -1  | 100 | 0       | 0    | Pass |
| 39 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 2    | 0   | 100 | 0       | 0    | Pass |
| 40 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 2    | 1   | 100 | 6040    | 0    | Fail |
| 41 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 2    | 199 | 100 | 13960   | 0    | Fail |
| 42 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 2    | 200 | 100 | 14000   | 0    | Fail |
| 43 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 2    | 201 | 100 | 0       | 0    | Pass |

## 2. Kiểm thử lớp tương đương

Ý tưởng của kiểm thử lớp tương đương là ta chia miền đầu vào thành các phần sao cho các giá trị trong mỗi phần có tác động tương tự với chương trình. Khi đã chia được thành các miền con như vậy, chúng ta chỉ cần lấy một giá trị bất kỳ trong mỗi miền con để xây dựng bộ kiểm thử.

Chỉ số tấn công atk  $\in (0, 4000]$



Chỉ số phòng thủ def  $\in (0, 3500]$



Chỉ số máu hp  $\in (0, 5000]$



Chỉ số tốc độ  $\text{spd} \in (0, 300]$



Hệ số  $\text{atkIndex} \in (0, 4]$



Hệ số  $\text{spdIndex1} \in (0, 200]$



Hệ số  $\text{spdIndex1} \in (0, 200]$



Testcase dựa theo phân hoạch lớp tương đương

| STT | atk  | def  | hp    | spd | atkIndex | spdIndex1 | spdIndex2 | Kết quả mong đợi | Kết quả thực tế | Testcase |
|-----|------|------|-------|-----|----------|-----------|-----------|------------------|-----------------|----------|
| 1   | 5000 | 1300 | 48000 | 200 | 2        | 150       | 190       | 0                | 0               | Passed   |
| 2   | 2000 | 4000 | 29900 | 200 | 2        | 160       | 180       | 0                | 0               | Passed   |
| 3   | 3000 | 1600 | 60000 | 200 | 2        | 170       | 170       | 0                | 0               | Passed   |
| 4   | 3200 | 1700 | 35000 | 500 | 2        | 180       | 160       | 0                | 0               | Passed   |
| 5   | 2300 | 1900 | 25001 | 200 | 5        | 190       | 150       | 0                | 0               | Passed   |
| 6   | 1500 | 2500 | 19990 | 200 | 2        | 300       | 140       | 0                | 0               | Passed   |
| 7   | 1800 | 2400 | 20000 | 200 | 2        | 140       | 300       | 0                | 4080            | Fail     |
| 8   | 2100 | 1605 | 25000 | 200 | 2        | 100       | 50        | 25200            | 0               | Fail     |

### 3. Kiểm thử bằng bảng quyết định

#### 3.1. Bảng quyết định

| Điều kiện                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| c1: atk <= 0              | T | F | F | F | F | F | F | F | F | F  | F  | F  | F  | F  | F  |
| c2: 0 < atk <= 4000       | - | F | T | T | T | T | T | T | T | T  | T  | T  | T  | T  | T  |
| c3: atk > 4000            | - | T | F | F | F | F | F | F | F | F  | F  | F  | F  | F  | F  |
| c4: def <= 0              | - | - | T | F | F | F | F | F | F | F  | F  | F  | F  | F  | F  |
| c5: 0 < def <= 3500       | - | - | - | F | T | T | T | T | T | T  | T  | T  | T  | T  | T  |
| c6: def > 3500            | - | - | - | T | F | F | F | F | F | F  | F  | F  | F  | F  | F  |
| c7: hp <= 0               | - | - | - | - | T | F | F | F | F | F  | F  | F  | F  | F  | F  |
| c8: 0 < hp <= 50000       | - | - | - | - | - | F | T | T | T | T  | T  | T  | T  | T  | T  |
| c9: hp > 5000             | - | - | - | - | - | T | F | F | F | F  | F  | F  | F  | F  | F  |
| c10: spd <= 0             | - | - | - | - | - | - | T | F | F | F  | F  | F  | F  | F  | F  |
| c11: 0 < spd <= 300       | - | - | - | - | - | - | - | F | T | T  | T  | T  | T  | T  | T  |
| c12: spd > 300            | - | - | - | - | - | - | - | T | F | F  | F  | F  | F  | F  | F  |
| c13: atkIndex <= 0        | - | - | - | - | - | - | - | - | T | F  | F  | F  | F  | F  | F  |
| c14: 0 < atkIndex <= 4    | - | - | - | - | - | - | - | - | - | F  | T  | T  | T  | T  | T  |
| c15: atkIndex > 4         | - | - | - | - | - | - | - | - | - | T  | F  | F  | F  | F  | F  |
| c16: spdIndex1 <= 0       | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -  | T  | F  | F  | F  | F  |
| c17: 0 < spdIndex1 <= 200 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -  | -  | F  | T  | T  | T  |
| c18: spdIndex1 > 200      | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -  | -  | T  | F  | F  | F  |
| c19: spdIndex2 <= 0       | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -  | -  | -  | T  | F  | F  |
| c20: 0 < spdIndex2 <= 200 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | F  | T  |
| c21: spdIndex2 > 200      | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -  | -  | -  | -  | T  | F  |
| Không tính được kết quả   | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x  | x  | x  | x  | x  |    |
| Có kết quả                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | x  |

### 3.2. Testcase

| STT | atk | def  | hp    | spd | atkIndex | spdIndex1 | spdIndex2 | Kết quả mong đợi | Kết quả thực tế | Testcase |
|-----|-----|------|-------|-----|----------|-----------|-----------|------------------|-----------------|----------|
| 1   | -1  | 1300 | 48000 | 200 | 2        | 150       | 190       | 0                | 0               | Passed   |

|    |      |      |       |     |    |     |     |       |      |        |
|----|------|------|-------|-----|----|-----|-----|-------|------|--------|
| 2  | 5000 | 1300 | 48000 | 200 | 2  | 150 | 190 | 0     | 0    | Passed |
| 3  | 2000 | -1   | 29900 | 200 | 2  | 160 | 180 | 0     | 0    | Passed |
| 4  | 2000 | 4000 | 29900 | 200 | 2  | 160 | 180 | 0     | 0    | Passed |
| 5  | 3000 | 1600 | -1    | 200 | 2  | 170 | 170 | 0     | 0    | Passed |
| 6  | 3000 | 1600 | 60000 | 200 | 2  | 170 | 170 | 0     | 0    | Passed |
| 7  | 3200 | 1700 | 35000 | -1  | 2  | 180 | 160 | 0     | 0    | Passed |
| 8  | 3200 | 1700 | 35000 | 500 | 2  | 180 | 160 | 0     | 0    | Passed |
| 9  | 2300 | 1900 | 25001 | 200 | -1 | 190 | 150 | 0     | 0    | Passed |
| 10 | 2300 | 1900 | 25001 | 200 | 5  | 190 | 150 | 0     | 0    | Passed |
| 11 | 1500 | 2500 | 19990 | 200 | 2  | -1  | 140 | 0     | 0    | Passed |
| 12 | 1500 | 2500 | 19990 | 200 | 2  | 300 | 140 | 0     | 0    | Passed |
| 13 | 1800 | 2400 | 20000 | 200 | 2  | 140 | -1  | 0     | 0    | Passed |
| 14 | 1800 | 2400 | 20000 | 200 | 2  | 140 | 300 | 0     | 4080 | Failed |
| 15 | 2100 | 1605 | 25000 | 200 | 2  | 100 | 50  | 25200 | 0    | Failed |

#### 4. Kiểm thử dòng điều khiển

- Đồ thị luồng điều khiển

### Đồ thị luồng điều khiển

```

public function damageByAtk()
{
  ① if (is_null($this->atk) || $this->atk <= 0 || $this->atk > 4000) {
  ②   return 0;
  }

  ③ if (is_null($this->def) || $this->def <= 0 || $this->def > 3500) {
  ④   return 0;
  }

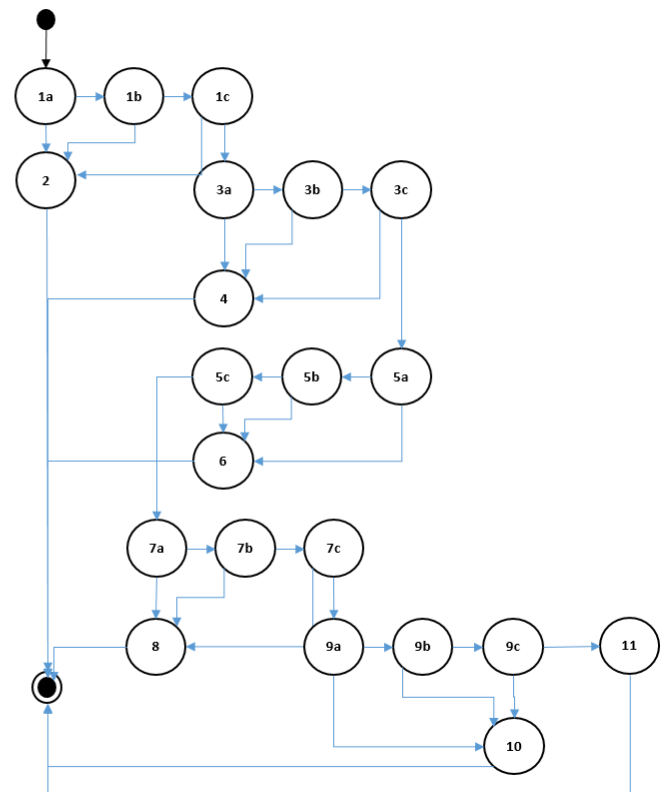
  ⑤ if (is_null($this->hp) || $this->hp <= 0 || $this->hp > 50000) {
  ⑥   return 0;
  }

  ⑦ if (is_null($this->spd) || $this->spd <= 0 || $this->spd > 300) {
  ⑧   return 0;
  }

  ⑨ if (is_null($this->atkIndex) || $this->atkIndex <= 0 || $this->atkIndex > 4) {
  ⑩   return 0;
  }

  ⑪ return $this->atk * $this->atkIndex;
}

```



- Đường đi:

Có 15 điểm quyết định => 16 đường đi

- 1a, 2
- 1a, 1b, 2
- 1a, 1b, 1c, 2
- 1a, 1b, 1c, 3a, 4
- 1a, 1b, 1c, 3a, 3b, 4
- 1a, 1b, 1c, 3a, 3b, 3c, 4
- 1a, 1b, 1c, 3a, 3b, 3c, 5a, 6
- 1a, 1b, 1c, 3a, 3b, 3c, 5a, 5b, 6
- 1a, 1b, 1c, 3a, 3b, 3c, 5a, 5b, 5c, 6
- 1a, 1b, 1c, 3a, 3b, 3c, 5a, 5b, 5c, 7a, 8
- 1a, 1b, 1c, 3a, 3b, 3c, 5a, 5b, 5c, 7a, 7b, 8
- 1a, 1b, 1c, 3a, 3b, 3c, 5a, 5b, 5c, 7a, 7b, 7c, 8
- 1a, 1b, 1c, 3a, 3b, 3c, 5a, 5b, 5c, 7a, 7b, 7c, 9a, 10
- 1a, 1b, 1c, 3a, 3b, 3c, 5a, 5b, 5c, 7a, 7b, 7c, 9a, 9b, 10
- 1a, 1b, 1c, 3a, 3b, 3c, 5a, 5b, 5c, 7a, 7b, 7c, 9a, 9b, 9c, 10
- 1a, 1b, 1c, 3a, 3b, 3c, 5a, 5b, 5c, 7a, 7b, 7c, 9a, 9b, 9c, 11

• Testcase dựa trên dòng điều khiển

| STT | atk  | def  | hp    | spd  | atkIndex | Kết quả mong đợi | Kết quả thực tế | Testcase |
|-----|------|------|-------|------|----------|------------------|-----------------|----------|
| 1   | null | 10   | 10    | 10   | 10       | 0                | 0               | Passed   |
| 2   | -10  | 10   | 10    | 10   | 10       | 0                | 0               | Passed   |
| 3   | 5000 | 10   | 10    | 10   | 10       | 0                | 0               | Passed   |
| 4   | 3500 | null | 10    | 10   | 10       | 0                | 0               | Passed   |
| 5   | 3500 | -10  | 10    | 10   | 10       | 0                | 0               | Passed   |
| 6   | 3500 | 4000 | 10    | 10   | 10       | 0                | 0               | Passed   |
| 7   | 3500 | 2000 | null  | 10   | 10       | 0                | 0               | Passed   |
| 8   | 3500 | 2000 | -10   | 10   | 10       | 0                | 0               | Passed   |
| 9   | 3500 | 2000 | 60000 | 10   | 10       | 0                | 0               | Passed   |
| 10  | 3500 | 2000 | 30000 | null | 10       | 0                | 0               | Passed   |
| 11  | 3500 | 2000 | 30000 | -10  | 10       | 0                | 0               | Passed   |
| 12  | 3500 | 2000 | 30000 | 400  | 10       | 0                | 0               | Passed   |
| 13  | 3500 | 2000 | 30000 | 200  | null     | 0                | 0               | Passed   |
| 14  | 3500 | 2000 | 30000 | 200  | -10      | 0                | 0               | Passed   |
| 15  | 3500 | 2000 | 30000 | 200  | 5        | 0                | 0               | Passed   |
| 16  | 3500 | 2000 | 30000 | 200  | 2        | 7000             | 0               | Failed   |

## 5. Kiểm thử dòng dữ liệu

- **Mô tả lại bài toán**

Trong 1 màn của 1 trò chơi có  $n$  con quái vật. Hai người chơi cùng tham game là người thứ nhất (A) và người thứ hai (B). Mỗi người có một tần suất ra đòn nhất định lần lượt là  $x$  và  $y$  (đòn/giây). Mỗi quái vật bị đánh  $m$  đòn thì sẽ chết.

Đầu vào có số lượng quái vật (length), 2 số  $x, y$  (tần suất ra đòn của A và B) và mảng quái vật (arr, chính là mảng số đòn để đánh chết quái vật)

Đầu ra là mảng tên người chơi giết được quái vật (ra đòn cuối cùng), nếu cả 2 ra đòn cùng lúc thì ghi là "All"

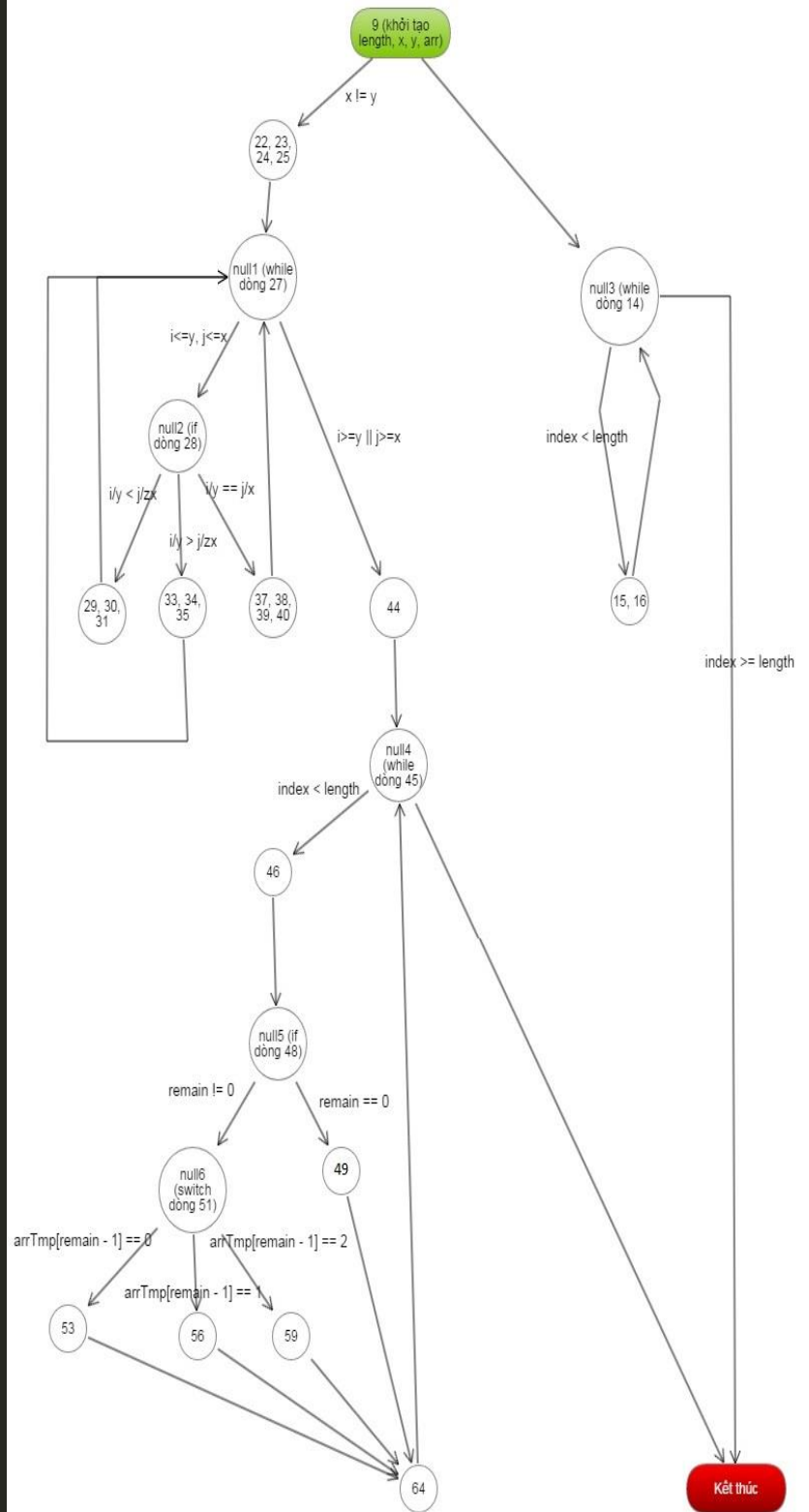
- **Đồ thị**



```

3 namespace App\Models;
4
5 use Illuminate\Database\Eloquent\Model;
6
7 class Character
8 {
9     public function lastHit($length, $x, $y, $arr = []) {
10         $result = [];
11         $index = 0;
12
13         if ($x == $y) {
14             while ($index < $length) {
15                 $result[] = 'All';
16                 $index++;
17             }
18
19             return $result;
20         }
21
22         $i = 1;
23         $j = 1;
24         $z = 0;
25         $arrTmp = [];
26
27         while ($i <= $y && $j <= $x) {
28             if ($i/$y < $j/$x) {
29                 $arrTmp[$z] = 2; //second character ($y)
30                 $z++;
31                 $i++;
32             } elseif ($i/$y > $j/$x) {
33                 $arrTmp[$z] = 1; //first character ($x)
34                 $z++;
35                 $j++;
36             } else {
37                 $arrTmp[$z] = 0; //All
38                 $z++;
39                 $i++;
40                 $j++;
41             }
42         }
43
44         $remain = 0;
45         while ($index < $length) {
46             $remain = $arr[$index] % ($x + $y);
47
48             if ($remain == 0) {
49                 $result[] = 'All';
50             } else {
51                 switch ($arrTmp[$remain - 1]) {
52                     case 0:
53                         $result[] = 'All';
54                         break;
55                     case 1:
56                         $result[] = 'First';
57                         break;
58                     case 2:
59                         $result[] = 'Second';
60                         break;
61                 }
62             }
63
64             $index++;
65         }
66
67         return $result;
68     }
69 }

```



## 5.1. Biến length

### a. Bảng DU-pairs

| DU-Pairs          | PATH(s)   |
|-------------------|---|
| (9, <null3, 15>)  | <9, null3, 15>  |
| (9, <null3, END>) | <9, null3, END><br><9, null3, (15, 16, null3)*, 8>  |
| (9, <null4, 46>)  | <9, 22, 23, 24, 25, null1, 44, null4, 46><br><9, 22, 23, 24, 25, null1, (null2, 37, 38, 39, 40, null1)*, (null2, 33, 34, 35, null1)*, (null2, 29, 30, 31, null1)*, 44, null4, 46>       |
| (9, <null4, END>) | <9, 22, 23, 24, 25, null1, 44, null4, END><br><9, 22, 23, 24, 25, null1, (null2, 37, 38, 39, 40, null1)*, (null2, 33, 34, 35, null1)*, (null2, 29, 30, 31, null1)*, 44, null4, END<br>> |

### b. All def-clear paths

<9, null3, END>

### c. All use paths

| Complete-paths   | Covered                               |
|--|---------------------------------------|
| <9, null3, (15, 16, null3)*, END>                                    | (9, <null3, 15>)<br>(9, <null3, END>) |
| <9, 22, 23, 24, 25, null1, 44, null4, 46, null5, 49, 64, null4, END> | (9, <null4, 46>)<br>(9, <null4, END>) |

## 5.2. Biến x

### a. Bảng DU-pairs

| DU-Pairs            | PATH(s)   |
|---------------------|---|
| (9, <null1, null2>) | <9, 22, 23, 24, 25, null1, null2, (37, 38, 39, 40, null1, null2)*, (33, 34, 35, null1, null2)*, (29, 30, 31, null1, null2)*>  |
| (9, <null1, 44>)    | <9, 22, 23, 24, 25, null1, 44><br><9, 22, 23, 24, 25, null1, null2, (37, 38, 39, 40, null1, null2)*, (33, 34, 35, null1, null2)*, (29, 30, 31, null1, null2)*, null1, 44> |

|                  |   |
|------------------|---|
| (9, <null2, 29>) | <9, 22, 23, 24, 25, null1, null2, 29><br><9, 22, 23, 24, 25, null1, null2, 29, (30, 31, null1, null2, (33, 34, 35, null1, null2)*, (37, 38, 39, 40, null1, null2)*, 29)*>   |
| (9, <null2, 33>) | <9, 22, 23, 24, 25, null1, null2, 33><br><9, 22, 23, 24, 25, null1, null2, 33, (34, 35, null1, null2, (29, 30, 31, null1, null2)*, (37, 38, 39, 40, null1, null2)*, 33)*>   |
| (9, <null2, 37>) | <9, 22, 23, 24, 25, null1, null2, 37><br><9, 22, 23, 24, 25, null1, null2, 37, (38, 39, 40, null1, null2, (29, 30, 31, null1, null2)*, (33, 34, 35, null1, null2)*, 37)*>   |
| (9, 46)          | <9, 22, 23, 24, 25, null1, 44, null4, 46><br><9, 22, 23, 24, 25, null1, 44, null4, 46, (null5, 33, 38, null4, 31)*, (null5, null6, 37, 38, null4, 31)*, (null5, null6, 56, 64, null4, 46)*, (null5, null6, 53, 64, null4, 46)* ><br><9, 22, 23, 24, 25, null1, null2, (37, 38, 39, 40, null1, null2)*, (33, 34, 35, null1, null2)*, (14-16, null1, null2)*, null1, 44, null4, 46><br><9, 22, 23, 24, 25, null1, null2, (37, 38, 39, 40, null1, null2)*, (33, 34, 35, null1, null2)*, (29, 30, 31, null1, null2)*, null1, 44, null4, 46, (null5, 49, 64, null4, 46)*, (null5, null6, 59, 64, null4, 46)*, (null5, null6, 56, 64, null4, 46)*, (null5, null6, 53, 64, null4, 46)* > |

**b. All def-clear paths**

<9, null3, END>

**c. All uses paths**

| Complete-paths  | Covered   |
|---|---|
| <9, 22, 23, 24, 25, null1, (null2, 29, 30, 31, null1)*, (null2, 33, 34, 35, null1)*, (null2, 37, 38, 39, 40, null1)*, 44, null4, END> | (9, <null1, null2>)<br>(9, < null1, 44>)<br>(9, <null2, 29>)<br>(9, <null2, 33>)<br>(9, <null2, 37>)<br>(9, 46) |

**5.3. Biến y**

Giống với biến x

## 5.4. Biến arr

### a. Bảng DU-pairs

| DU-Pairs | PATH(s)   |
|----------|---|
| (9, 46)  | <9, 22, 23, 24, 25, null1, 44, null4, 31><br><9, 22, 23, 24, 25, null1, (null2, 37, 38, 39, 40, null1)*, (null2, 33, 34, 35, null1)*, (null2, 29, 30, 31, null1)*, 44, null4, 46> |

### b. All def, all uses

Do biến **arr** chỉ có 1 DU-PAIR nên chỉ cần 1 complete-path là thỏa mãn all-defs với all-uses

<9, 22, 23, 24, 25, null1, 44, null4, 46, null5, 49, 64, null4, END>

## 5.5. Ca kiểm thử

All def-clear paths với các biến length, x, y, arr

| Complete-path   | length, x, y, arr |
|-----------------|-------------------|
| <9, null3, END> | 0, 2, 2, []       |

All-uses path với các biến length, x, y, arr

| Complete-path   | length, x, y, []arr       |
|---|---------------------------|
| <9, null3, (15, 16, null3)*, END>   | 3, 4, 4, [1, 2, 3]        |
| <9, 22, 23, 24, 25, null1, (null2, 29, 30, 31, null1)*, (null2, 33, 34, 35, null1)*, (null2, 37, 38, 39, 40, null1)*, 44, null4, 46, null5, 49, 64, null4, END> | 4, 10, 20, [3, 6, 21, 30] |

## 5.6. Kết quả kiểm thử

| Input (length, x, y, arr)  | Expected output   | Actual output         |
|----------------------------|-------------------|-----------------------|
| <i>All def-clear paths</i> |                   |                       |
| 0, 2, 2, []                | “”                | “”                    |
| <i>All-uses paths</i>      |                   |                       |
| 3, 4, 4, [1, 2, 3]         | “All All All”     | “All All All”         |
| 4, 25, 5, [6, 30, 36, 60]  | “All All All All” | “All First First All” |

## 6. Kiểm thử tích hợp

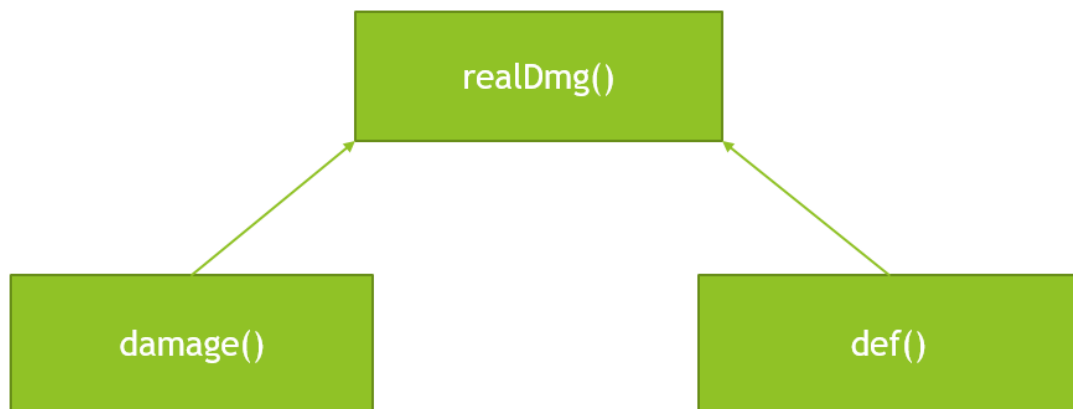
### 6.1. Mô tả lại bài toán

- Tính lượng sát thương gây ra bởi 1 nhân vật lên 1 nhân vật khác trong game

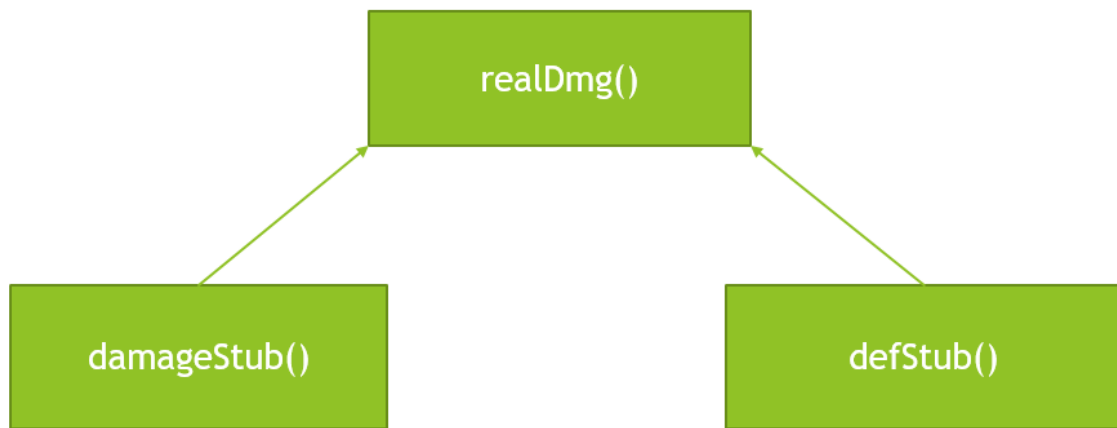
- Đầu vào là các chỉ số: tấn công, phòng thủ, máu, tốc độ và loại kỹ năng dùng để tấn công đối với nv thứ 1, chỉ số tấn công, phòng thủ, máu, tốc độ và chỉ số phòng thủ đối với nv thứ 2
- Đầu ra là lượng sát thương phải nhận của nv thứ 2, nếu 1 trong đầu vào không hợp lệ thì đầu ra sẽ là null.

Đầu vào

- Chỉ số tấn công  $atk \in (0, 4000]$
- Chỉ số phòng thủ  $def \in (0, 3500]$
- Chỉ số máu  $hp \in (0, 50000]$
- Chỉ số tốc độ  $spd \in (0, 300]$
- Loại kỹ năng dùng để tấn công bao gồm 4 loại:
- Dựa trên tấn công thì có thêm hệ số  $atkIndex \in (0, 4]$
- Dựa trên phòng thủ thì có  $atkIndex \in (0, 4]$  và  $defIndex \in (0, 8]$
- Dựa trên lượng máu thì có  $atkIndex \in (0, 4]$  và  $hpIndex \in (0, 1)$
- Dựa trên tốc độ thì có  $atkIndex \in (0, 4]$  và  $spdIndex1$  và  $spdIndex2 \in (0, 200]$

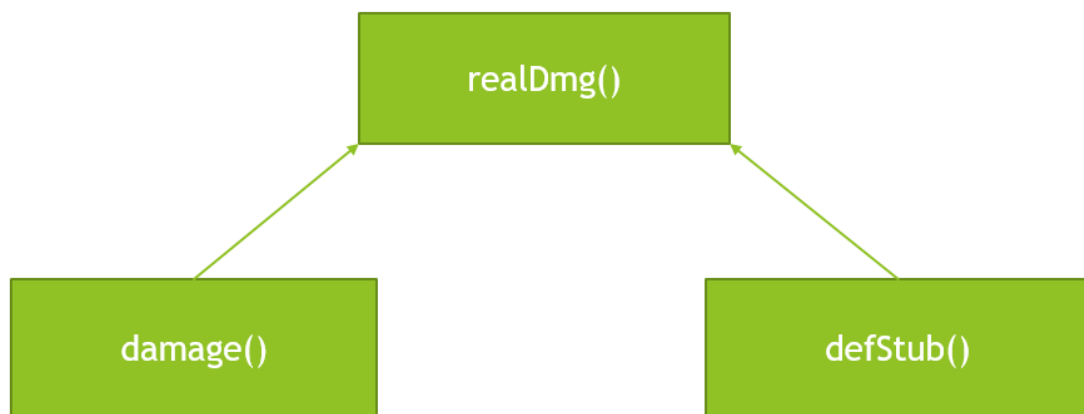


## 6.2. Tích hợp từ trên xuống



| TT | atk  | def  | hp    | spd | defIndex | atkIndex | Kết quả mong đợi | Kết quả thực tế | Testcase |
|----|------|------|-------|-----|----------|----------|------------------|-----------------|----------|
| 1  | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                | 0               | Pass     |
| 2  | -1   | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |
| 3  | 0    | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |
| 4  | 1    | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                | 0               | Pass     |
| 5  | 3999 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 4797             | 3597            | Fail     |
| 6  | 4000 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 4800             | 3600            | Fail     |
| 7  | 4001 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |
| 8  | 2000 | -1   | 25000 | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |
| 9  | 2000 | 0    | 25000 | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |
| 10 | 2000 | 1    | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                | 0               | Pass     |
| 11 | 2000 | 3499 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                | 0               | Pass     |
| 12 | 2000 | 3500 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                | 0               | Pass     |
| 13 | 2000 | 3501 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |
| 14 | 2000 | 1750 | -1    | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |
| 15 | 2000 | 1750 | 0     | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |
| 16 | 2000 | 1750 | 1     | 150 | 4        | 2        | 0                | 0               | Pass     |
| 17 | 2000 | 1750 | 49999 | 150 | 4        | 2        | 0                | 0               | Pass     |
| 18 | 2000 | 1750 | 50000 | 150 | 4        | 2        | 0                | 0               | Pass     |
| 19 | 2000 | 1750 | 50001 | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |
| 21 | 2000 | 1750 | 25000 | 0   | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |
| 22 | 2000 | 1750 | 25000 | 1   | 4        | 2        | 0                | 0               | Pass     |
| 23 | 2000 | 1750 | 25000 | 299 | 4        | 2        | 0                | 0               | Pass     |

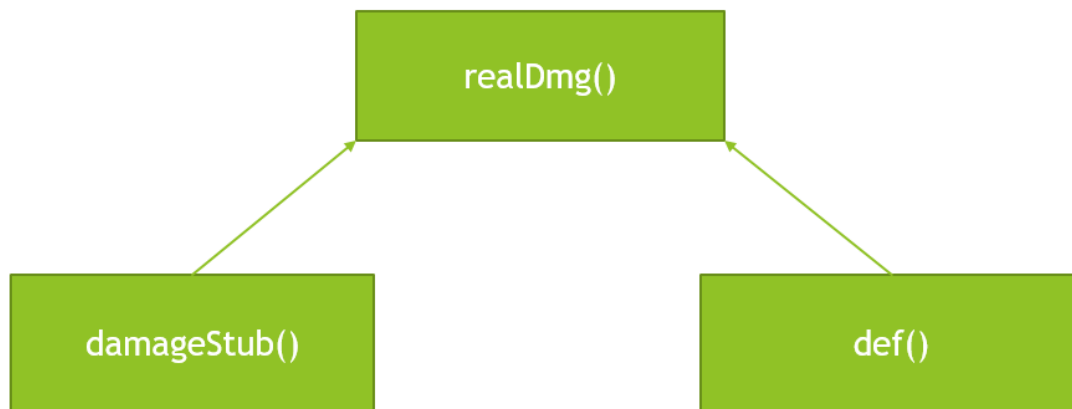
|    |      |      |       |     |      |      |      |      |      |
|----|------|------|-------|-----|------|------|------|------|------|
| 24 | 2000 | 1750 | 25000 | 300 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 25 | 2000 | 1750 | 25000 | 301 | 4    | 2    | null | null | Pass |
| 26 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | -0.1 | null | null | Pass |
| 27 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 0    | null | null | Pass |
| 28 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 0.1  | 0    | 0    | Pass |
| 29 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 3.9  | 4500 | 3300 | Fail |
| 30 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 4    | 4800 | 3600 | Fail |
| 31 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 4.1  | null | null | Pass |
| 32 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | -0.1 | 4.1  | null | null | Pass |
| 33 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 0    | 4.1  | null | null | Pass |
| 34 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 0.1  | 4.1  | 5820 | 5790 | Fail |
| 35 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 7.9  | 4.1  | 0    | 0    | Pass |
| 36 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 8    | 4.1  | 0    | 0    | Pass |
| 37 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 8.1  | 4.1  | null | null | Pass |



| STT | atk  | def  | hp    | spd | defIndex | atkIndex | Kết quả mong đợi | Kết quả thực tế | Testcase |
|-----|------|------|-------|-----|----------|----------|------------------|-----------------|----------|
| 1   | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                | 0               | Pass     |
| 2   | -1   | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |
| 3   | 0    | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |
| 4   | 1    | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                | 0               | Pass     |
| 5   | 3999 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 4797             | 4797            | Pass     |
| 6   | 4000 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 4800             | 4800            | Pass     |
| 7   | 4001 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |
| 8   | 2000 | -1   | 25000 | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |

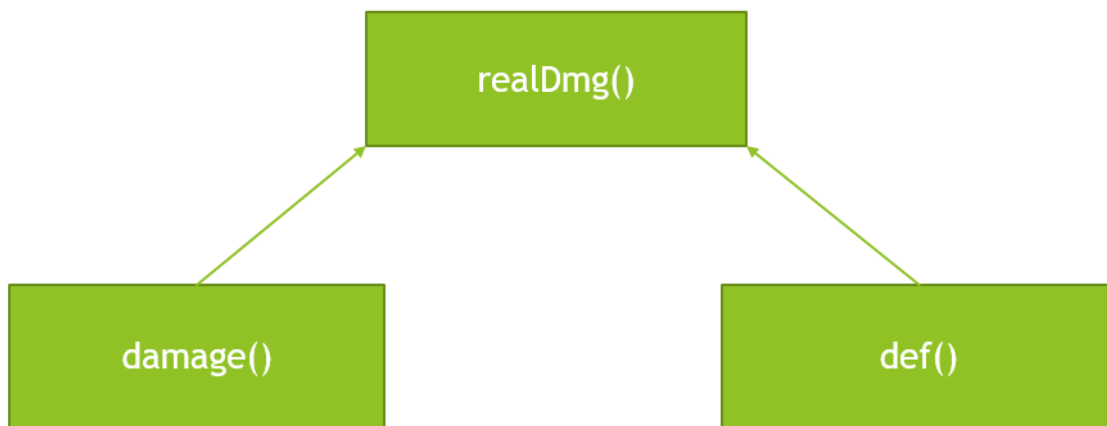
|    |      |      |       |     |      |      |      |      |      |
|----|------|------|-------|-----|------|------|------|------|------|
| 9  | 2000 | 0    | 25000 | 150 | 4    | 2    | null | null | Pass |
| 10 | 2000 | 1    | 25000 | 150 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 11 | 2000 | 3499 | 25000 | 150 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 12 | 2000 | 3500 | 25000 | 150 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 13 | 2000 | 3501 | 25000 | 150 | 4    | 2    | null | null | Pass |
| 14 | 2000 | 1750 | -1    | 150 | 4    | 2    | null | null | Pass |
| 15 | 2000 | 1750 | 0     | 150 | 4    | 2    | null | null | Pass |
| 16 | 2000 | 1750 | 1     | 150 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 17 | 2000 | 1750 | 49999 | 150 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 18 | 2000 | 1750 | 50000 | 150 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 19 | 2000 | 1750 | 50001 | 150 | 4    | 2    | null | null | Pass |
| 21 | 2000 | 1750 | 25000 | 0   | 4    | 2    | null | null | Pass |
| 22 | 2000 | 1750 | 25000 | 1   | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 23 | 2000 | 1750 | 25000 | 299 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 24 | 2000 | 1750 | 25000 | 300 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 25 | 2000 | 1750 | 25000 | 301 | 4    | 2    | null | null | Pass |
| 26 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | -0.1 | null | null | Pass |
| 27 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 0    | null | null | Pass |
| 28 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 0.1  | 0    | 0    | Pass |
| 29 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 3.9  | 4500 | 4500 | Pass |
| 30 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 4    | 4800 | 4800 | Pass |
| 31 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 4.1  | null | null | Pass |
| 32 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | -0.1 | 4.1  | null | null | Pass |
| 33 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 0    | 4.1  | null | null | Pass |
| 34 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 0.1  | 4.1  | 5820 | 5820 | Pass |
| 35 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 7.9  | 4.1  | 0    | 0    | Pass |
| 36 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 8    | 4.1  | 0    | 0    | Pass |
| 37 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 8.1  | 4.1  | null | null | Pass |





| STT | atk  | def  | hp    | spd | defIndex | atkIndex | Kết quả<br>mong<br>đợi | Kết quả<br>thực tế | Testcase |
|-----|------|------|-------|-----|----------|----------|------------------------|--------------------|----------|
| 1   | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 2   | -1   | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 3   | 0    | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 4   | 1    | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 5   | 3999 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 4797                   | 4797               | Pass     |
| 6   | 4000 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 4800                   | 4800               | Pass     |
| 7   | 4001 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 8   | 2000 | -1   | 25000 | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 9   | 2000 | 0    | 25000 | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 10  | 2000 | 1    | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 11  | 2000 | 3499 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 12  | 2000 | 3500 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 13  | 2000 | 3501 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 14  | 2000 | 1750 | -1    | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 15  | 2000 | 1750 | 0     | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 16  | 2000 | 1750 | 1     | 150 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 17  | 2000 | 1750 | 49999 | 150 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 18  | 2000 | 1750 | 50000 | 150 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 19  | 2000 | 1750 | 50001 | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 21  | 2000 | 1750 | 25000 | 0   | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 22  | 2000 | 1750 | 25000 | 1   | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 23  | 2000 | 1750 | 25000 | 299 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 24  | 2000 | 1750 | 25000 | 300 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 25  | 2000 | 1750 | 25000 | 301 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |

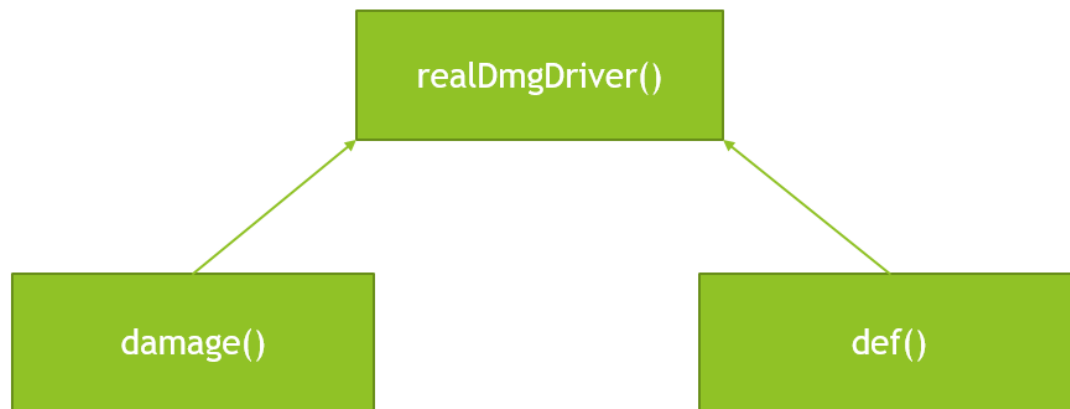
|    |      |      |       |     |      |      |      |      |      |
|----|------|------|-------|-----|------|------|------|------|------|
| 26 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | -0.1 | null | null | Pass |
| 27 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 0    | null | null | Pass |
| 28 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 0.1  | 0    | 0    | Pass |
| 29 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 3.9  | 4500 | 4500 | Pass |
| 30 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 4    | 4800 | 4800 | Pass |
| 31 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 4.1  | null | null | Pass |
| 32 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | -0.1 | 4.1  | null | null | Pass |
| 33 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 0    | 4.1  | null | null | Pass |
| 34 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 0.1  | 4.1  | 5820 | 5820 | Pass |
| 35 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 7.9  | 4.1  | 0    | 0    | Pass |
| 36 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 8    | 4.1  | 0    | 0    | Pass |
| 37 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 8.1  | 4.1  | null | null | Pass |



| STT | atk  | def  | hp    | spd | defIndex | atkIndex | Kết quả mong đợi | Kết quả thực tế | Testcase |
|-----|------|------|-------|-----|----------|----------|------------------|-----------------|----------|
| 1   | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                | 0               | Pass     |
| 2   | -1   | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |
| 3   | 0    | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |
| 4   | 1    | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                | 0               | Pass     |
| 5   | 3999 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 4797             | 4797            | Pass     |
| 6   | 4000 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 4800             | 4800            | Pass     |
| 7   | 4001 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |
| 8   | 2000 | -1   | 25000 | 150 | 4        | 2        | null             | null            | Pass     |

|    |      |      |       |     |      |      |      |      |      |
|----|------|------|-------|-----|------|------|------|------|------|
| 9  | 2000 | 0    | 25000 | 150 | 4    | 2    | null | null | Pass |
| 10 | 2000 | 1    | 25000 | 150 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 11 | 2000 | 3499 | 25000 | 150 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 12 | 2000 | 3500 | 25000 | 150 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 13 | 2000 | 3501 | 25000 | 150 | 4    | 2    | null | null | Pass |
| 14 | 2000 | 1750 | -1    | 150 | 4    | 2    | null | null | Pass |
| 15 | 2000 | 1750 | 0     | 150 | 4    | 2    | null | null | Pass |
| 16 | 2000 | 1750 | 1     | 150 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 17 | 2000 | 1750 | 49999 | 150 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 18 | 2000 | 1750 | 50000 | 150 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 19 | 2000 | 1750 | 50001 | 150 | 4    | 2    | null | null | Pass |
| 21 | 2000 | 1750 | 25000 | 0   | 4    | 2    | null | null | Pass |
| 22 | 2000 | 1750 | 25000 | 1   | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 23 | 2000 | 1750 | 25000 | 299 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 24 | 2000 | 1750 | 25000 | 300 | 4    | 2    | 0    | 0    | Pass |
| 25 | 2000 | 1750 | 25000 | 301 | 4    | 2    | null | null | Pass |
| 26 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | -0.1 | null | null | Pass |
| 27 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 0    | null | null | Pass |
| 28 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 0.1  | 0    | 0    | Pass |
| 29 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 3.9  | 4500 | 4500 | Pass |
| 30 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 4    | 4800 | 4800 | Pass |
| 31 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 4.1  | null | null | Pass |
| 32 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | -0.1 | 4.1  | null | null | Pass |
| 33 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 0    | 4.1  | null | null | Pass |
| 34 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 0.1  | 4.1  | 5820 | 5820 | Pass |
| 35 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 7.9  | 4.1  | 0    | 0    | Pass |
| 36 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 8    | 4.1  | 0    | 0    | Pass |
| 37 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 8.1  | 4.1  | null | null | Pass |

### 6.3. Tích hợp từ dưới lên



| STT | atk  | def  | hp    | spd | defIndex | atkIndex | Kết quả<br>mong<br>đợi | Kết quả<br>thực tế | Testcase |
|-----|------|------|-------|-----|----------|----------|------------------------|--------------------|----------|
| 1   | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 2   | -1   | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 3   | 0    | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 4   | 1    | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 5   | 3999 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 4797                   | null               | Fail     |
| 6   | 4000 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 4800                   | null               | Fail     |
| 7   | 4001 | 1750 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 8   | 2000 | -1   | 25000 | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 9   | 2000 | 0    | 25000 | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 10  | 2000 | 1    | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 11  | 2000 | 3499 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 12  | 2000 | 3500 | 25000 | 150 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 13  | 2000 | 3501 | 25000 | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 14  | 2000 | 1750 | -1    | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 15  | 2000 | 1750 | 0     | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 16  | 2000 | 1750 | 1     | 150 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 17  | 2000 | 1750 | 49999 | 150 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 18  | 2000 | 1750 | 50000 | 150 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 19  | 2000 | 1750 | 50001 | 150 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 21  | 2000 | 1750 | 25000 | 0   | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |
| 22  | 2000 | 1750 | 25000 | 1   | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 23  | 2000 | 1750 | 25000 | 299 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 24  | 2000 | 1750 | 25000 | 300 | 4        | 2        | 0                      | 0                  | Pass     |
| 25  | 2000 | 1750 | 25000 | 301 | 4        | 2        | null                   | null               | Pass     |

|    |      |      |       |     |      |      |      |      |      |
|----|------|------|-------|-----|------|------|------|------|------|
| 26 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | -0.1 | null | null | Pass |
| 27 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 0    | null | null | Pass |
| 28 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 0.1  | 0    | 0    | Pass |
| 29 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 3.9  | 4500 | null | Fail |
| 30 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 4    | 4800 | 4800 | Pass |
| 31 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 4    | 4.1  | null | 5100 | Fail |
| 32 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | -0.1 | 4.1  | null | null | Pass |
| 33 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 0    | 4.1  | null | null | Pass |
| 34 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 0.1  | 4.1  | 5820 | null | Fail |
| 35 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 7.9  | 4.1  | 0    | 0    | Pass |
| 36 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 8    | 4.1  | 0    | 0    | Pass |
| 37 | 2000 | 1750 | 25000 | 150 | 8.1  | 4.1  | null | null | Pass |