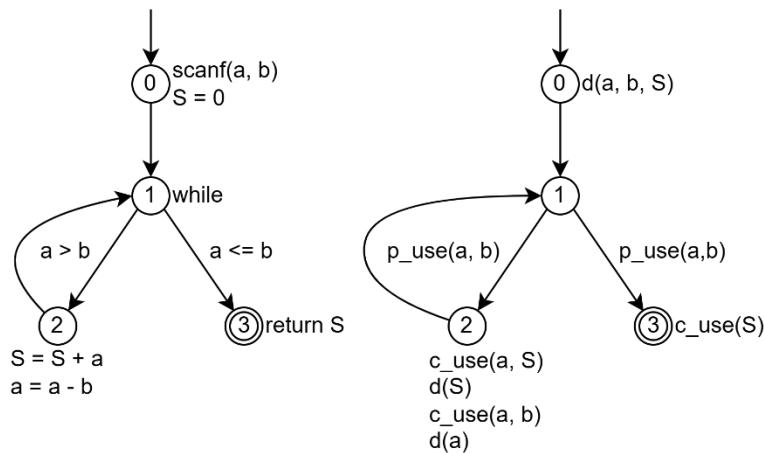


## Dynamic Data Flow Testing

### Quy trình

- Xây dựng DFG (CFG  $\rightarrow$  Bổ sung d u k)
- Dựa vào tiêu chí bao phủ chọn lộ trình thoả các tiêu chí bao phủ
- Tạo Test case thực thi

### Một số định nghĩa



- **du-pair**: Là cặp đỉnh/cung mà biến được định nghĩa (d) tại đỉnh A và được sử dụng (u) tại đỉnh B hoặc cung BC.

Ví dụ: (0, (1,2))  $\rightarrow$  biến a định nghĩa tại đỉnh 0 và sử dụng tại cung (1,2)

(2, 2)  $\rightarrow$  biến a được định nghĩa tại đỉnh 2 và sử dụng tại đỉnh 2 (lộ trình 212)

- **def clear**: Lộ trình từ điểm đầu đến điểm cuối của 1 biến không được định nghĩa lại.

Ví dụ: (0, (1,2))  $\rightarrow$  (012) là 1 def clear

(0, (1,3))  $\rightarrow$  (013) là 1 def clear

$\rightarrow$  (0121213) không phải là 1 def clear

- **simple path (đỉnh  $\rightarrow$  đỉnh)**: Lộ trình đơn giản không lặp lại các đỉnh trừ điểm đầu và cuối (Nếu lặp thì chỉ duy nhất 1 đỉnh và lặp duy nhất 1 lần)

- *free loop path (đỉnh  $\rightarrow$  cung)*: Lộ trình không có vòng lặp, các đỉnh không được lặp lại.

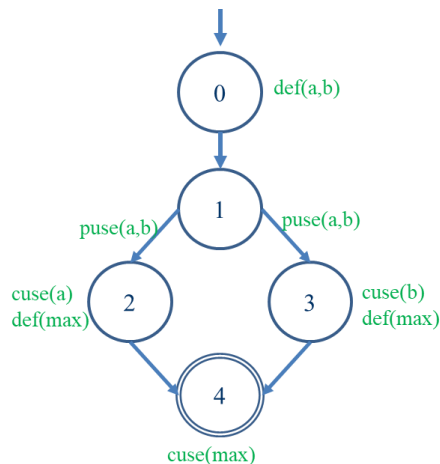
$\rightarrow$  *du-path nếu như def-clear + simple path đối với đỉnh và def-clear + free loop path đối với cung.*

## Các tiêu chí bao phủ - DataFlow Testing Dynamic

### 1. Tiêu chí bao phủ All Defs Coverage

Thiết kế TestCase để thực thi một lộ trình kiểm thử bao phủ được một trong các lộ trình trong tập  $du(v, n_i)$ , để kiểm tra tính đúng của việc tính toán giá trị của biến.

#### Ví dụ



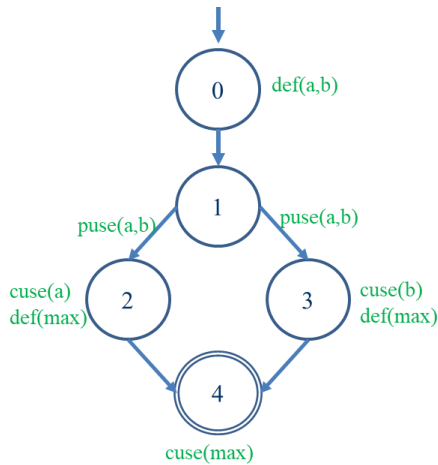
$du\text{-path}(a) = \{(013), (012)\}$

Để thoả TCI: 0134 là lộ trình kiểm thử bao phủ được lộ trình 013 trong tập  $du\text{-path}$ .

### 2. Tiêu chí bao phủ All Uses Coverage

Thiết kế TestCase thực thi các lộ trình kiểm thử bao phủ được một trong các lộ trình thuộc tập  $du(v, n_i, n_j)$ , để đảm bảo các định nghĩa của biến  $v$  được kiểm tra tại tất cả các điểm sử dụng.

#### Ví dụ



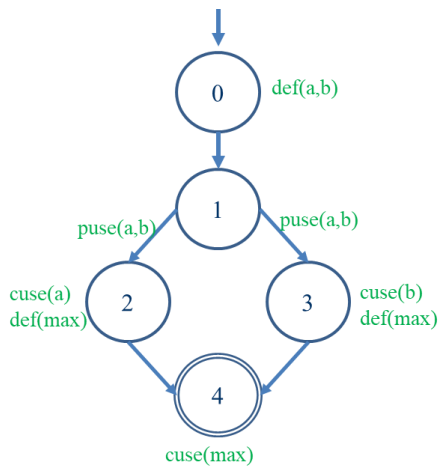
$du\text{-path}(a) = \{(013), (012)\}$   
 $du(a, 0, 2) = \{(012)\}$   
 $du(a, 0, 3) = \{(013)\}$

Để thoả TC2: 0134 là lộ trình kiểm thử bao phủ được lộ trình 013 trong tập  $du(a, 0, 3)$  và 0124 là lộ trình bao phủ được lộ trình 012 trong tập  $du(a, 0, 2)$ .

### 3. Tiêu chí bao phủ All Def-Use Coverage

Thiết kế TestCase để thực thi các lộ trình kiểm thử bao phủ được tất cả các lộ trình trong tập  $du(v, n_i)$ , để đảm bảo mỗi định nghĩa biến được kiểm thử đến tất cả các vị trí sử dụng có thể có. (TC1 + TC2).

#### Ví dụ



$du\text{-path}(a) = \{(013), (012)\}$

Để thoả TC3: 0134 và 0124 là lộ trình kiểm thử bao phủ được lộ trình 013 và lộ trình 012 trong tập  $du\text{-path}(a)$ .

### 4. Cách xác định du-path

Đỉnh  $i \rightarrow$  Đỉnh  $j$  phải là **def-clear** và **simple path** đối với biến đó

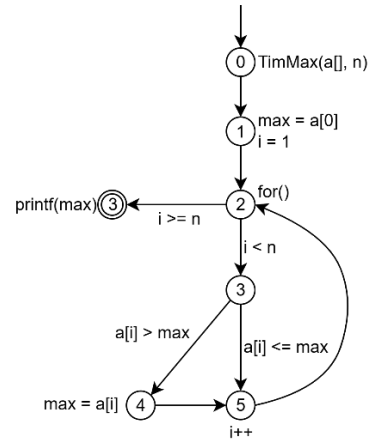
Đỉnh  $i \rightarrow$  Cung  $j$  phải là **def-clear** và **loop free path** đối với biến đó

### 5. Bài tập minh họa

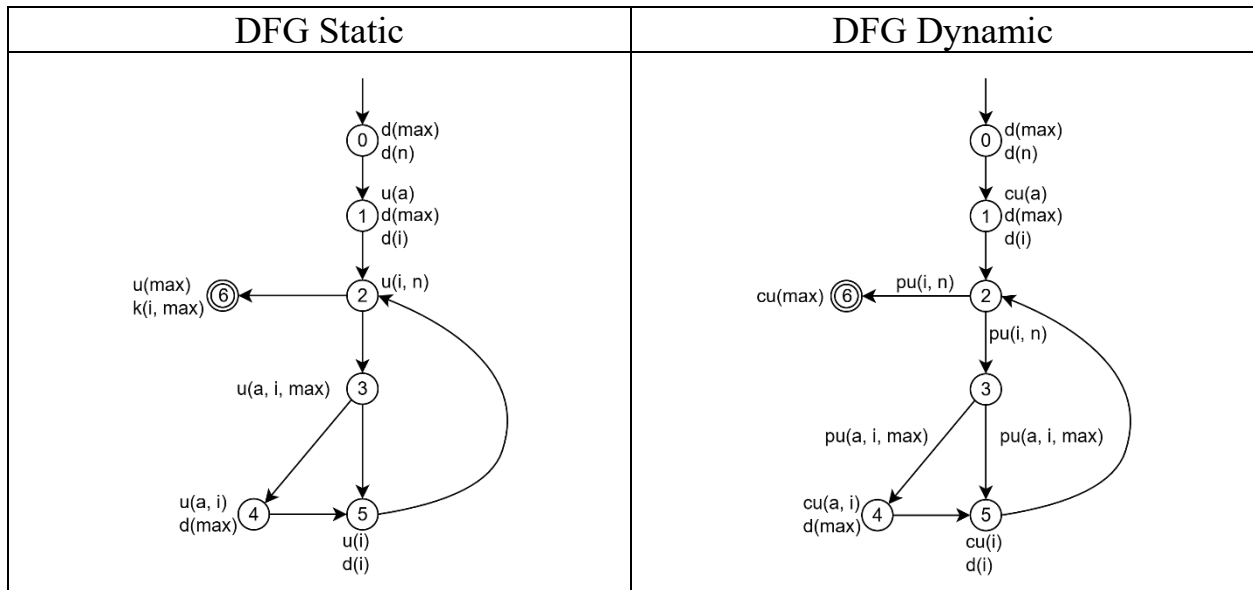
```

void TimMax(int a[], int n){
    int max = a[0];
    int i
    for(i = 1; i<n; i++){
        if(a[i] > max){
            max = a[i];
        }
    }
    printf("%d",max);
}

```



## 1. Xây dựng đồ thị luồng dữ liệu DFG



## 2. Tìm tất cả các du-path đối với biến max

du-pair = số d \* số u

du-pair	path	du-path
(0,6)		Không thoả vì khi đi qua đỉnh 1 biến max đã def lại không thoả def clear
(0,(3,4))		
(0,(3,5))		
(1,6)	126, 123526, ...	126 123526
(1,(3,4))	1234	

	1235234 ....	
(1,(3,5))	1235, 12345, ...	1235
(4,6)	4526, ...	4526
(4,(3,4))	45234, ...	Không thoả vì chứa vòng lặp
(4,(3,5))	45235, ...	Không thoả vì chứa vòng lặp

3. Xây dựng dữ liệu thử thỏa mãn các tiêu chí bao phủ *all-defs*, *all-uses*, *all-du-paths* đối với biến *max*?

$du\text{-}path = \{126, 123526, 1234, 1235, 4526\}$

$du(max, 1) = \{126, 123526, 1234, 1235\}$

$du(max, 4) = \{4526\}$

**Tiêu chí bao phủ All-Defs:** Chọn lộ trình 0126 bao phủ được lộ trình 126 thuộc tập  $du(max, 1)$  và lộ trình 01234526 bao phủ được lộ trình 4526 của  $du(max, 4)$

Lộ trình	Dữ liệu	Kết quả
0126	$n = 1, a[] = \{1\}$	$max = 1$
01234526	$n = 2, a[] = \{0, 1\}$	$max = 1$

$du(max, 1, 6) = \{126, 123526\}$

$du(max, 1, (3, 4)) = \{1234\}$

$du(max, 1, (3, 5)) = \{1235\}$

$du(max, 4, 6) = \{4526\}$

**Tiêu chí bảo phủ thỏa All-Uses:**

Chọn lộ trình 01**26** là lộ trình bao phủ được lộ trình 126 thuộc tập  $du(max, 1, 6)$

Chọn lộ trình 01**234526** là lộ trình bao phủ được lộ trình 1234 thuộc tập  $du(max, 1, (3, 4))$  và lộ trình 4526 thuộc tập  $du(max, 4, 6)$

Chọn lộ trình 0**1235**26 bao phủ được lộ trình 1235 của  $\text{du}(\text{max}, 1, (3, 5))$  và 4526 của  $\text{du}(\text{max}, 4, 6)$

Lộ trình	Dữ liệu	Kết quả
0126	$n = 1, a[] = \{1\}$	$\text{max} = 1$
01234526	$n = 2, a[] = \{1, 2\}$	$\text{max} = 2$
0123526	$n = 2, a[] = \{1, 1\}$	$\text{max} = 1$

---

$\text{du-path} = \{126, 123526, 1235, 1234, 4526\}$

**Tiêu chí bao phủ All-Du:** Chọn lộ trình 0**126**, 0**123526**, 0**1234526** là các lộ trình kiểm thử bao phủ được tất cả các lộ trình thuộc tập  $\text{du-path}$ .

Lộ trình	Dữ liệu	Kết quả
0126	$n = 1, a[] = \{1\}$	$\text{max} = 1$
0123526	$n = 2, a[] = \{1, 1\}$	$\text{max} = 1$
01234526	$n = 2, a[] = \{1, 2\}$	$\text{max} = 2$