



Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Ingeniería
Departamento de Ciencia de la Computación

Clase 5

Cobertura basada en grafos

IIC3745 – Testing

Rodrigo Saffie

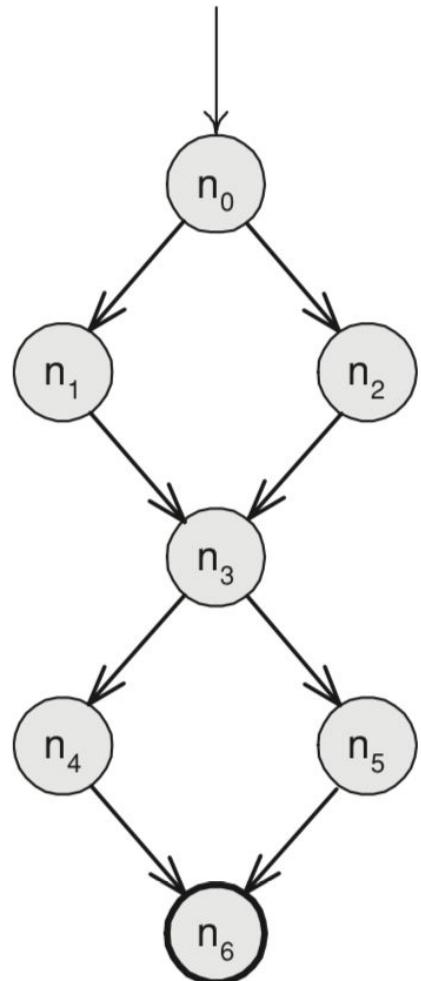
rasaffie@uc.cl

26 de agosto de 2020

1. Criterios de cobertura

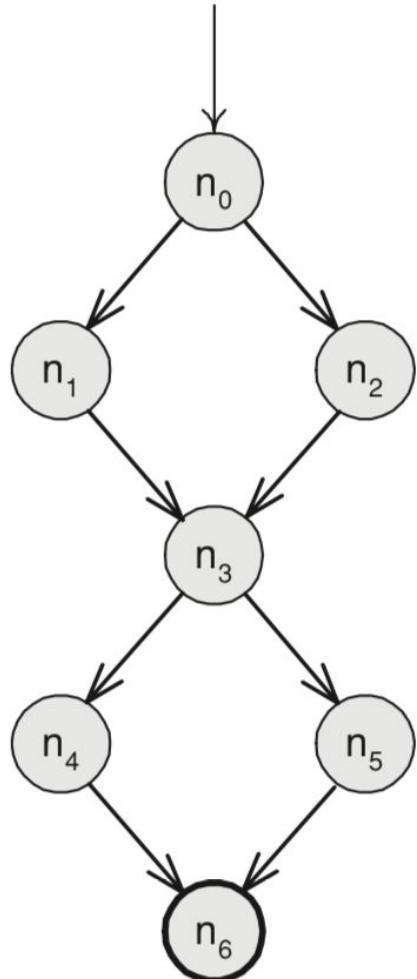
- Cobertura basada en grafos
 - Estructurales

Grafo Single Entry Single Exit (SESE)



- $|N_0| = 1$
- $|N_f| = 1$
- $\text{reach}(n_0) = G$
- $\text{reach}(n_f) = [n_f]$

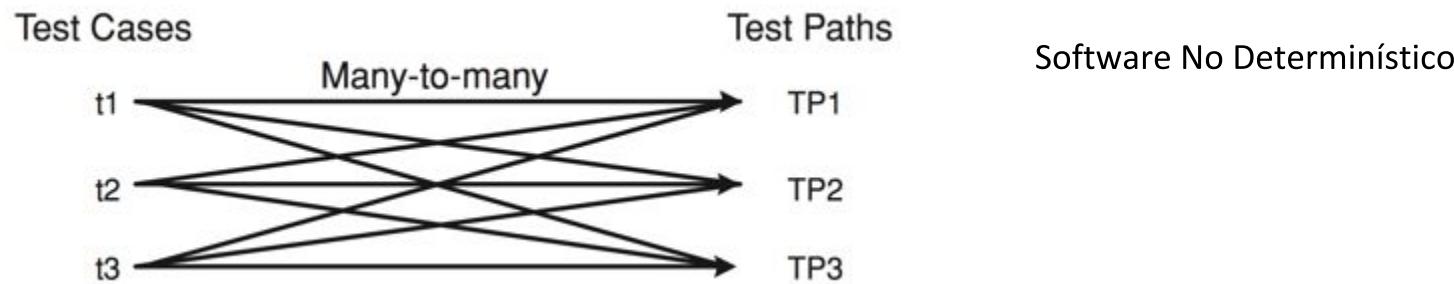
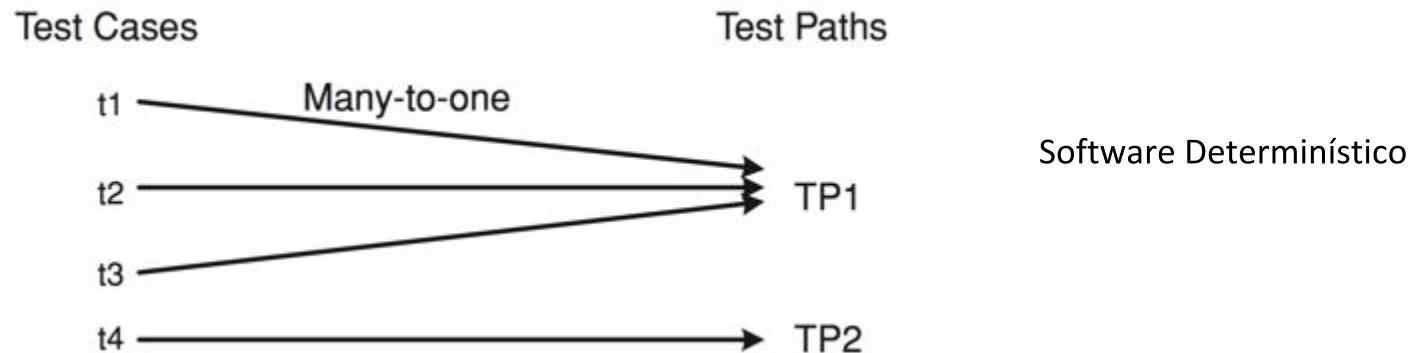
Camino de prueba (test path)



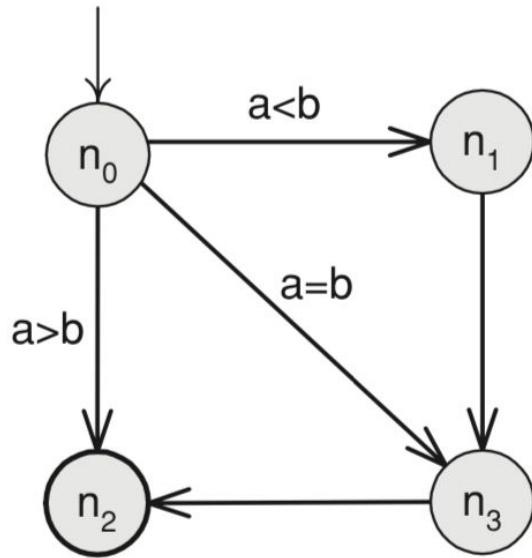
- Es un camino **p** que comienza en algún nodo de N_0 y termina en algún nodo de N_f .
- Corresponde a la ejecución de uno o varios casos de pruebas.

$$\begin{aligned}t_1 &= [n_0', n_1', n_3', n_4', n_6] \\t_2 &= [n_0', n_1', n_3', n_5', n_6] \\t_3 &= [n_0', n_2', n_3', n_4', n_6] \\t_4 &= [n_0', n_2', n_3', n_5', n_6]\end{aligned}$$

Casos y Caminos de prueba



Casos y Caminos de prueba



Test case $t_1 : (a=0, b=1)$ $\xrightarrow{\text{Map to}}$ [Test path $p_1 : n_0, n_1, n_3, n_2$]

Test case $t_2 : (a=1, b=1)$ $\xrightarrow{\quad}$ [Test path $p_2 : n_0, n_3, n_2$]

Test case $t_3 : (a=2, b=1)$ $\xrightarrow{\quad}$ [Test path $p_3 : n_0, n_2$]

Criterios y Requerimientos de prueba

Criterio de prueba (C):

- reglas que definen requerimientos de prueba.

Ej: “Visitar todos los nodos”

Requerimiento de prueba (TR):

- describe propiedades de un camino de prueba.

Ej: “Visitar n_0 ”

Criterios y Requerimientos de prueba

“Dado un conjunto de requerimientos de prueba TR para un criterio de cobertura C , un conjunto de pruebas T satisface C si y sólo si para cada requerimiento tr en TR hay al menos un camino de prueba p que satisface tr .”

Criterios de cobertura en grafos

Los criterios de cobertura en grafos se dividen en 2 tipos:

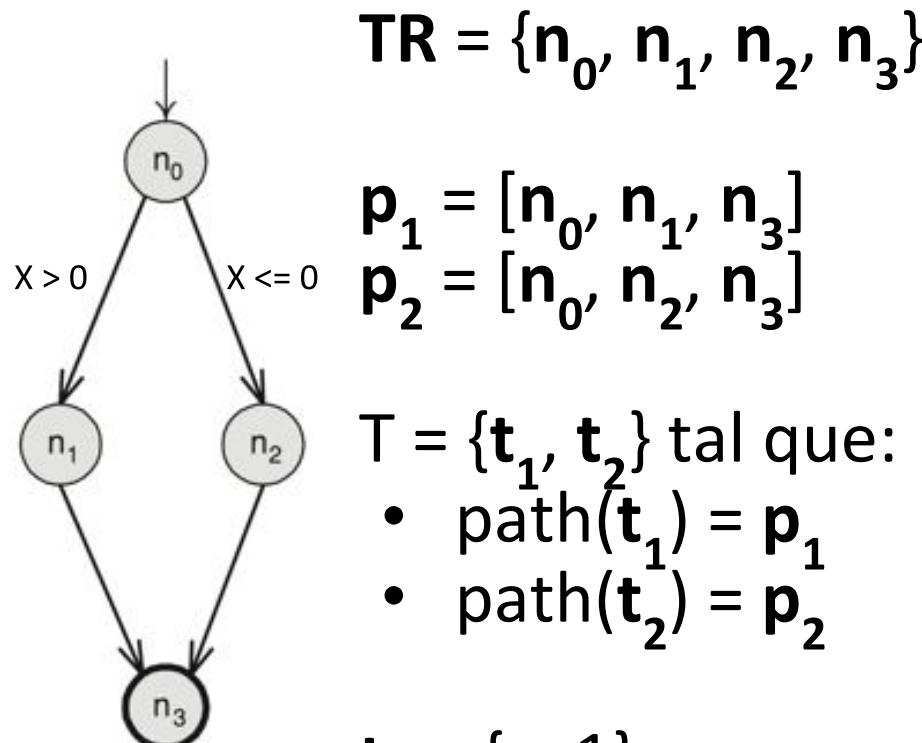
- Estructural
- Flujo de información

NC: Cobertura de nodos

(*Node Coverage o Statement Coverage*)

- Criterio:

TR contiene todos los nodos alcanzables de G.



$T = \{t_1, t_2\}$ tal que:

- $\text{path}(t_1) = p_1$
- $\text{path}(t_2) = p_2$

$$t_1 = \{x=1\}$$
$$t_2 = \{x=0\}$$

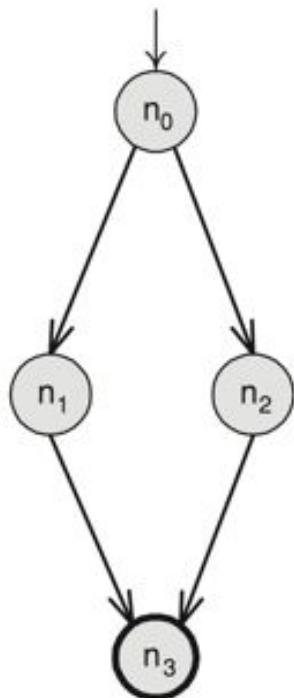
EC: Cobertura de aristas

(*Edge Coverage o Branch Coverage*)

- Criterio:

TR contiene todos los caminos de largo 1 alcanzables de **G**

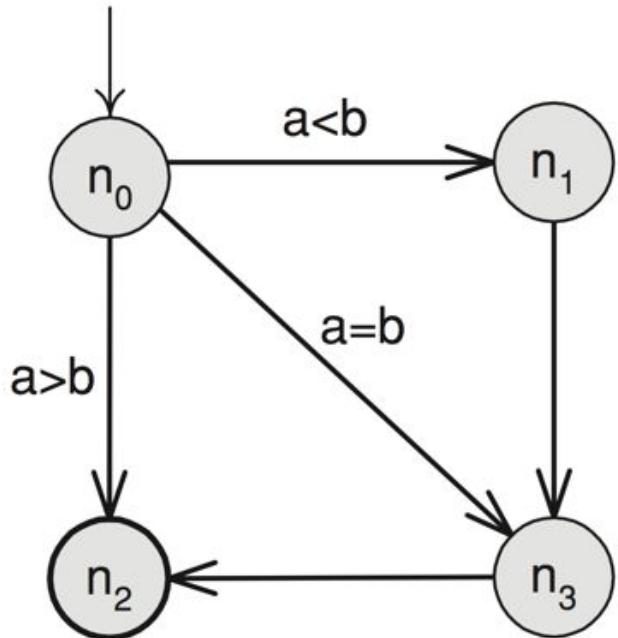
$$TR = \{(n_0, n_1); (n_1, n_3); (n_0, n_2); (n_2, n_3)\}$$



$$\begin{aligned} p_1 &= [n_0, n_1, n_3] \\ p_2 &= [n_0, n_2, n_3] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= \{t_1, t_2\} \text{ tal que:} \\ &\bullet \text{path}(t_1) = p_1 \\ &\bullet \text{path}(t_2) = p_2 \end{aligned}$$

NC vs EC



NC:

$$p_1 = [n_0, n_1, n_3, n_2]$$

EC:

$$p_1 = [n_0, n_2]$$

$$p_2 = [n_0, n_3, n_2]$$

$$p_3 = [n_0, n_1, n_3, n_2]$$

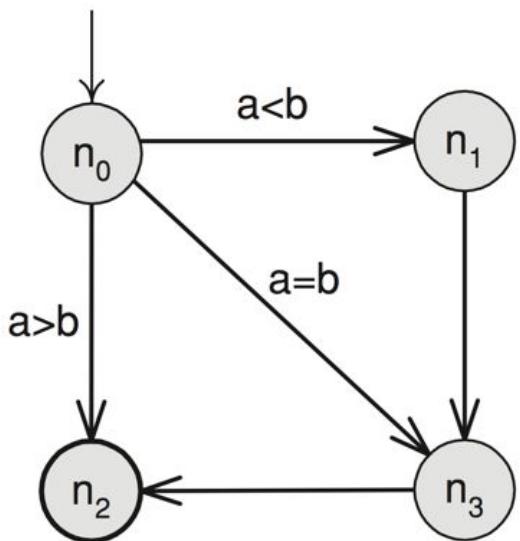
EPC: Cobertura de pares de aristas (Edge Pair Coverage)

- Criterio:

TR contiene todos los caminos de largo hasta 2 alcanzables de \mathbf{G}

$$\text{TR} = \{(n_0, n_1, n_3) ; (n_0, n_3, n_2) ; (n_1, n_3, n_2) ; \\ (n_0, n_2) ; (n_0, n_1) ; (n_0, n_3) ; (n_1, n_3) ; (n_3, n_2)\}$$

$$\begin{aligned} p_1 &= [n_0, n_1, n_3, n_2] \\ p_2 &= [n_0, n_3, n_2] \\ p_3 &= [n_0, n_2] \end{aligned}$$



Camino Simple y Camino Primo

Camino Simple:

- Un camino desde n_i a n_j es simple si cada nodo no aparece más de una vez, con excepción del primer y último nodo que pueden ser el mismo.
- Son caminos sin ciclos internos, aunque pueden ser un ciclo en sí.
- Cualquier camino puede ser creado componiendo caminos simples

Camino Primo:

- Un camino desde n_i a n_j es primo si es un camino simple y no existe otro camino simple que lo contenga.
- Son caminos simples de largo máximo.

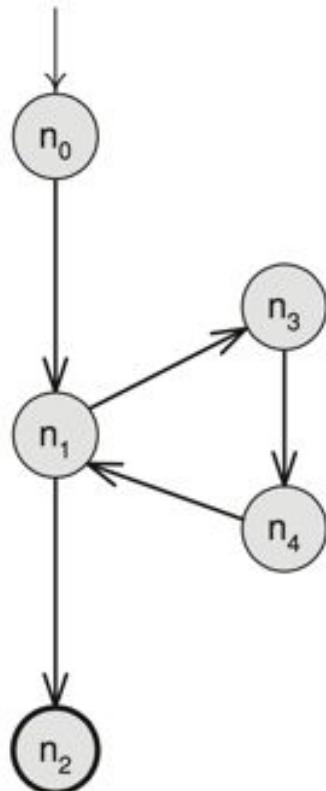
PPC: Cobertura de camino primo (Prime path coverage)

- Criterio:
TR contiene todos los caminos primos de **G**.

$$\text{TR} = \{(n_0, n_1, n_2); (n_0, n_1, n_3, n_4); (n_1, n_3, n_4, n_1); (n_3, n_4, n_1, n_3); (n_4, n_1, n_3, n_4); (n_3, n_4, n_1, n_2)\}$$

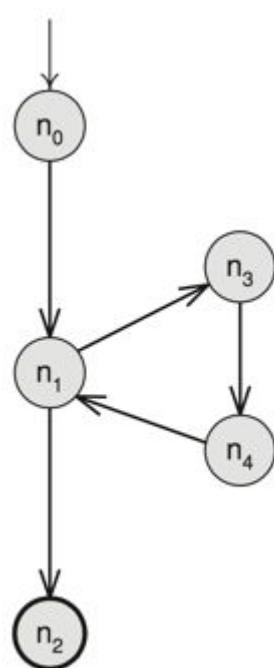
$$p_1 = [n_0, n_1, n_2]$$

$$p_2 = [n_0, n_1, n_3, n_4, n_1, n_3, n_4, n_1, n_2]$$



Round-Trip

- Un camino primo que comienza y termina en el mismo nodo.



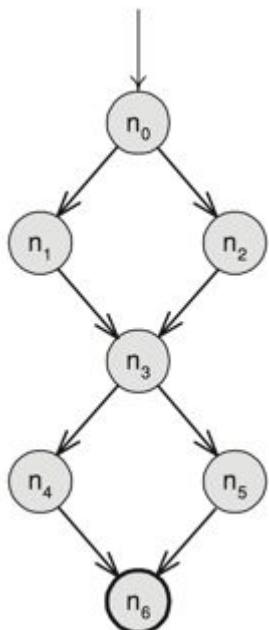
$$\begin{aligned} p_1 &= [n_1, n_3, n_4, n_1] \\ p_2 &= [n_3, n_4, n_1, n_3] \\ p_3 &= [n_4, n_1, n_3, n_4] \end{aligned}$$

Criterios con *Round-Trips*

- **SRTC:** *Simple Round Trip Coverage*
 - **TR** contiene al menos un round-trip para cada nodo n alcanzable en **G** que comienza y termina un camino de *round-trip*.
- **CRTC:** *Complete Round Trip Coverage*
 - **TR** contiene todos los *round-trips* para cada nodo n alcanzable de **G**.

CPC: Cobertura de camino completo (Complete path coverage)

- Criterio:
TR contiene todos los caminos en **G**.



$$TR = \{(n_0, n_1, n_3, n_4, n_6); (n_0, n_1, n_3, n_5, n_6); (n_0, n_2, n_3, n_4, n_6); (n_0, n_2, n_3, n_5, n_6)\}$$

$$p_1 = [n_0, n_1, n_3, n_4, n_6]$$

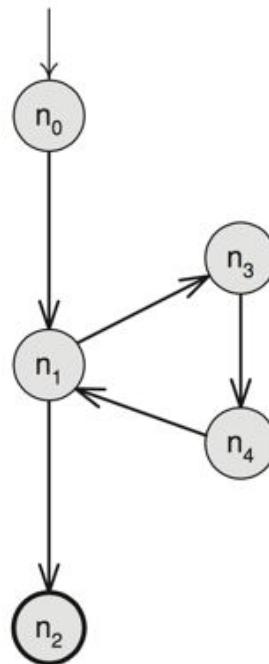
$$p_2 = [n_0, n_1, n_3, n_5, n_6]$$

$$p_3 = [n_0, n_2, n_3, n_4, n_6]$$

$$p_4 = [n_0, n_2, n_3, n_5, n_6]$$

CPC: Cobertura de camino completo (*Complete path coverage*)

- Criterio:
TR contiene todos los caminos en **G**.



¿Qué pasa con este grafo?

SPC: Cobertura de camino específico *(Specific path coverage)*

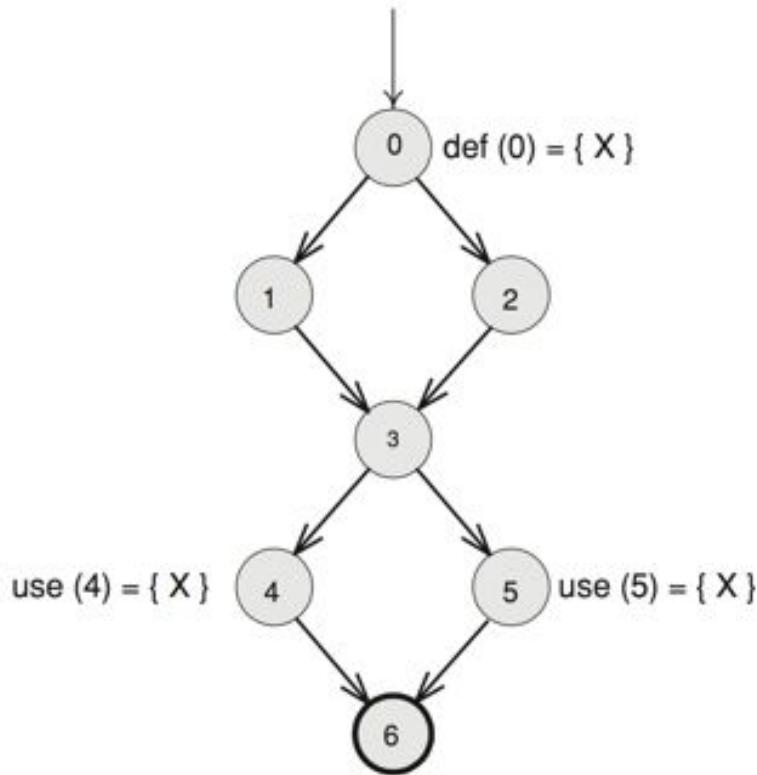
- Criterio:

TR contiene un conjunto **S** de caminos de prueba,
donde **S** es entregado como parámetro.

Criterios de cobertura en grafos

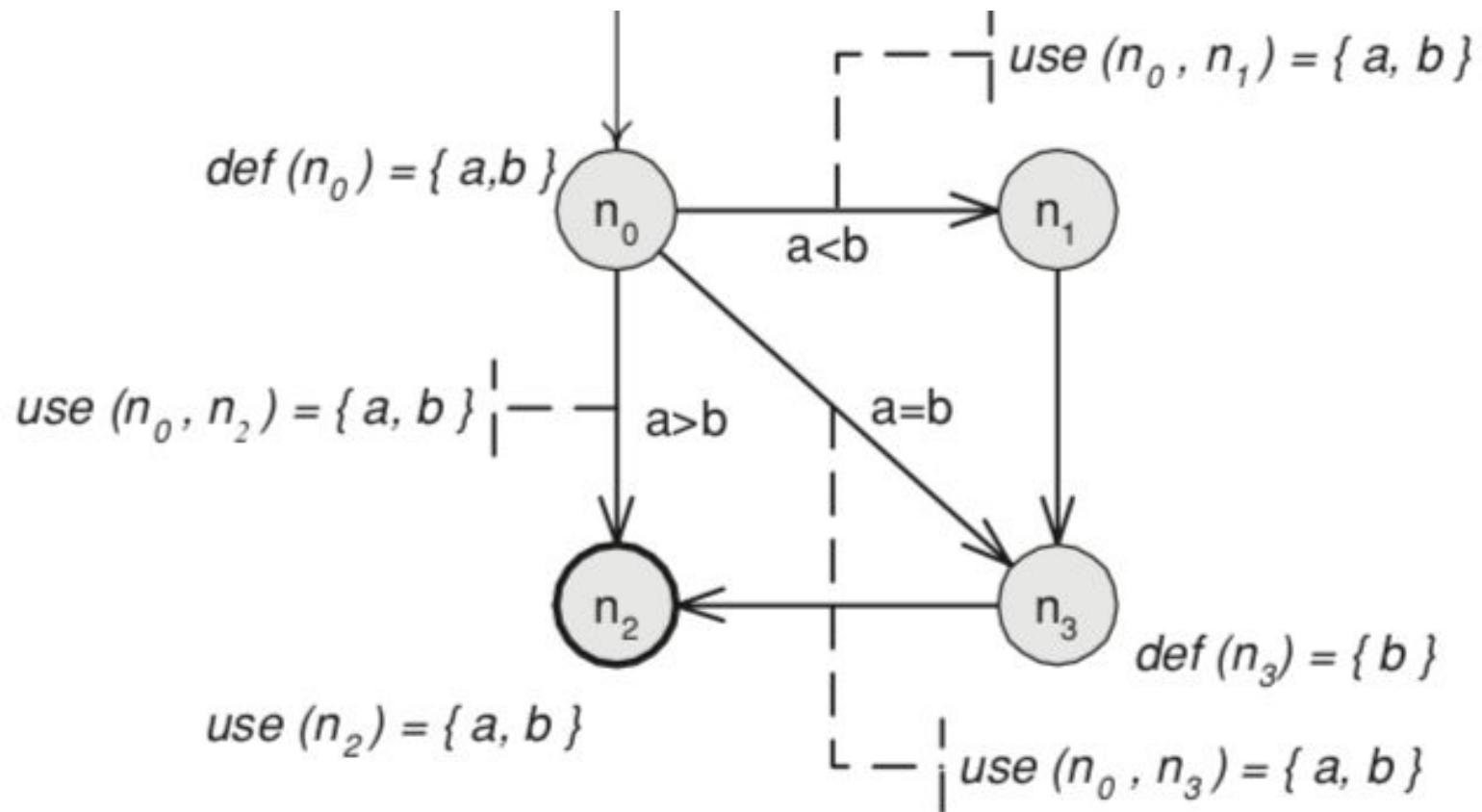
- Estructural:
 - **NC**: Cobertura de nodos
 - **EC**: Cobertura de aristas
 - **EPC**: Cobertura de pares de aristas
 - **PPC**: Cobertura de camino primo
 - **SRTC**: Cobertura simple con *round-trips*
 - **CRTC**: Cobertura completa con *round-trips*
 - **CPC**: Cobertura de camino completo
 - **SPC**: Cobertura de camino específico
- Flujo de información

Flujo de Información (*Data Flow*)



- Definición (**def**): lugar donde se asigna un valor a una variable en memoria
- Uso (**use**): lugar donde el valor de una variable es accedido
- **def(*n*)**, **def(*e*)**: conjunto de variables que son definidas en el nodo ***n*** o arista ***e***
- **use(*n*)**, **use(*e*)**: conjunto de variables que son usadas en el nodo ***n*** o arista ***e***

Flujo de Información (*Data Flow*)



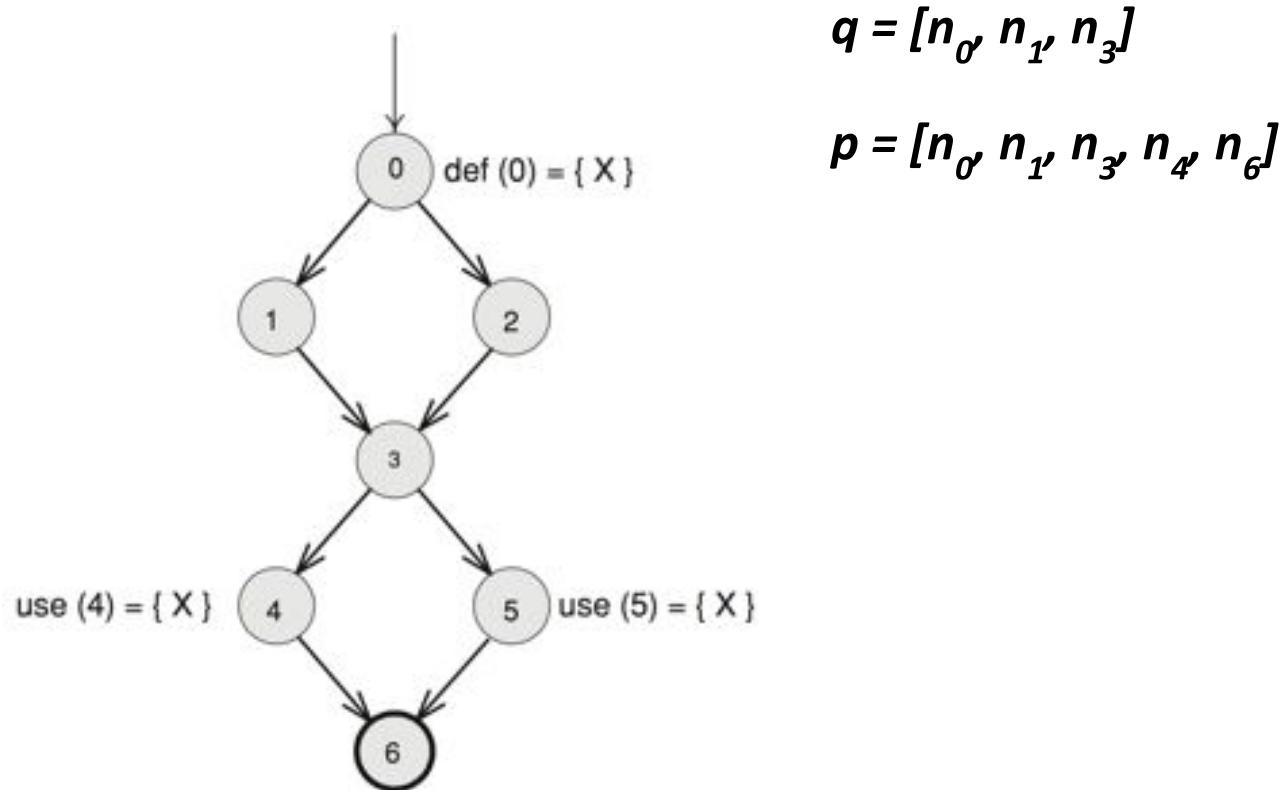
Pares DU y Caminos DU

- **Par-DU:** par de lugares (I_1, I_2) tal que una variable v es definida en I_1 y usada en I_2
- ***def-clear:*** se dice que un camino p de I_1 a I_2 es *def-clear* respecto a la variable v si no se asigna un valor a v en ningún nodo ni arista entre I_1 y I_2
- Alcance (***reach***): si existe un camino *def-clear* entre I_1 y I_2 con respecto a v se dice que la definición de v en I_1 alcanza a I_2
- **Camino-DU:** un subcamino simple *def-clear* respecto a v que comienza con una definición de v y termina con un uso de v

$du(n_i, n_j, v)$ = conjunto de caminos ***du*** con respecto a v desde n_i hasta n_j ,
 $du(n_i, v)$ = conjunto de caminos ***du*** con respecto a v que parten en n_i ,

Recorriendo caminos DU

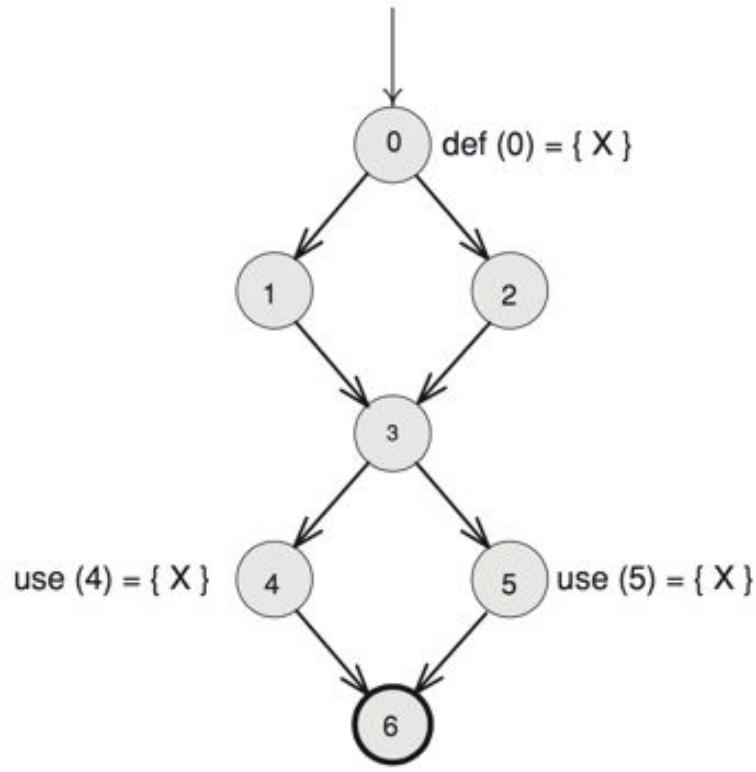
- **recorre-du**: un camino de prueba p *recorre-du* el subcamino q con respecto a v si p recorre q y el subcamino q es *def-clear* respecto a v .



Criterios de cobertura

- **All-defs coverage (ADC)**: Para cada conjunto de *caminos-du* $S = du(n, v)$, TR contiene al menos un camino \mathbf{d} en S .
 - Cada **def** debe alcanzar al menos un **use**
- **All-uses coverage (AUC)**: Para cada conjunto de *caminos-du* $S = du(n_1, n_2, v)$, TR contiene al menos un camino \mathbf{d} en S .
 - Cada **def** debe alcanzar todos sus **use**
- **All-du-paths coverage (ADUPC)**: Para cada conjunto de *caminos-du* $S = du(n_1, n_2, v)$, TR contiene todos los caminos \mathbf{d} en S .
 - Cada **def** debe alcanzar todos sus **use** a través de todos los *caminos-du*.

Criterios de cobertura: ejemplo



ADC:

- $p_1 = [n_0, n_1, n_3, n_4]$

AUC:

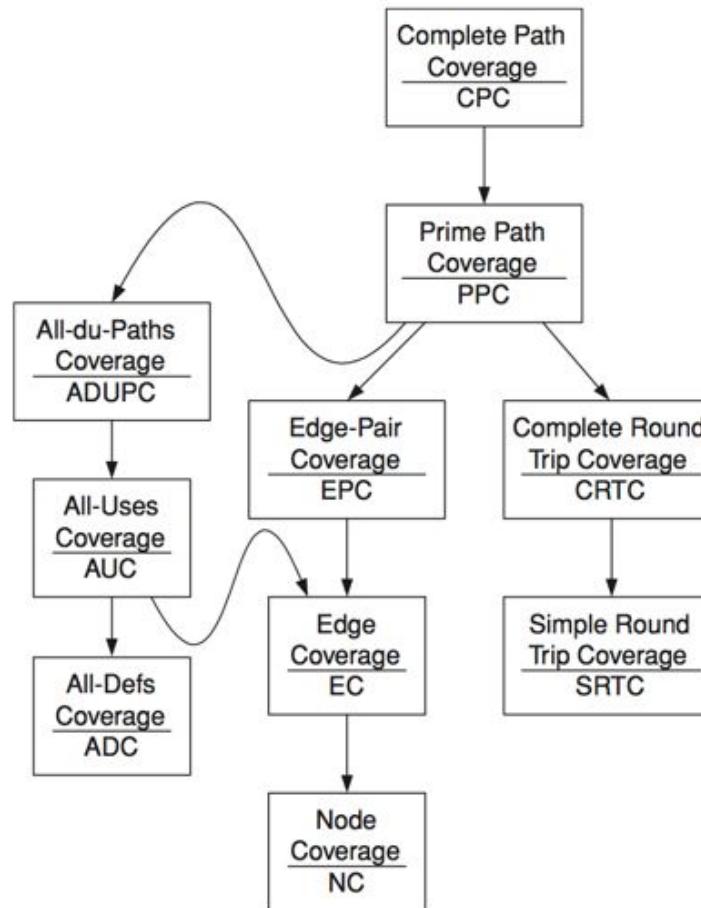
- $p_1 = [n_0, n_1, n_3, n_4]$
- $p_2 = [n_0, n_1, n_3, n_5]$

ADUPC:

- $p_1 = [n_0, n_1, n_3, n_4]$
- $p_2 = [n_0, n_1, n_3, n_5]$
- $p_3 = [n_0, n_2, n_3, n_4]$
- $p_4 = [n_0, n_2, n_3, n_5]$

Subsumir

“Incluir algo como componente en una clasificación más abarcadora”





Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Ingeniería
Departamento de Ciencia de la Computación

Clase 5

Cobertura basada en grafos

IIC3745 – Testing

Rodrigo Saffie

rasaffie@uc.cl

26 de agosto de 2020