



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

Clase 8

Cobertura en base a lógica

IIC3745 – Testing

Rodrigo Saffie

rasaffie@uc.cl

9 de agosto de 2020

1. Criterios de cobertura

- Cobertura de grafos aplicada

2. Cobertura en base a lógica

Cobertura de grafos aplicada

- Código fuente
- Elementos de diseño
- Especificación de diseño
- Casos de uso

Cobertura de código fuente

- Principal aplicación de los criterios de cobertura en grafos, que son representados como diagramas de control de flujo (**CFG**: *control flow graph*).
 - **Nodos**: Instrucciones o secuencias de instrucciones (bloques básicos)
 - **Aristas**: Opciones de flujo (ramificaciones)

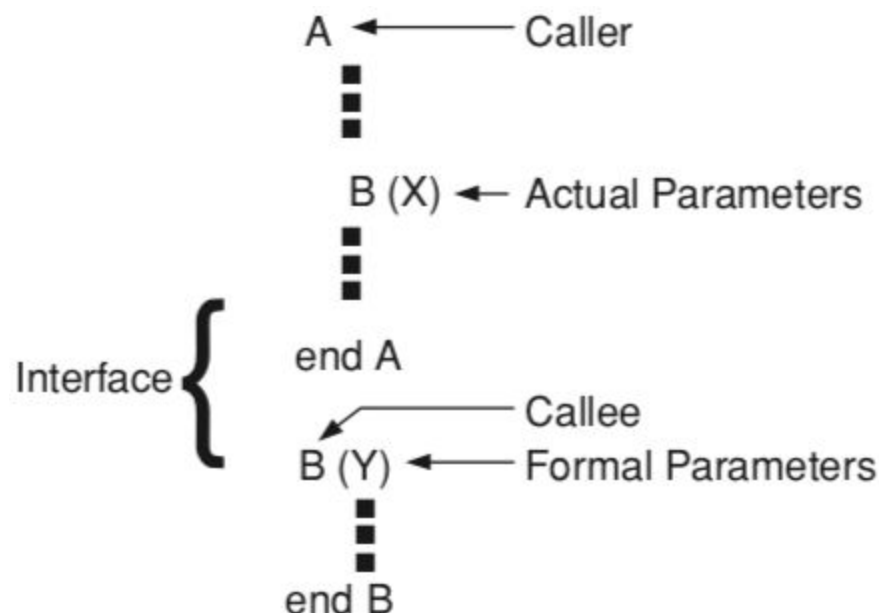
Cobertura para elementos del diseño:

Estructural

- Los grafos estructurales suelen representar el acoplamiento entre componentes
- No son muy útiles para encontrar defectos
- A través de *grafos de llamadas* se puede representar:
 - Dependencia entre módulos
 - Herencia y Polimorfismo

Cobertura para elementos del diseño

Flujo de datos



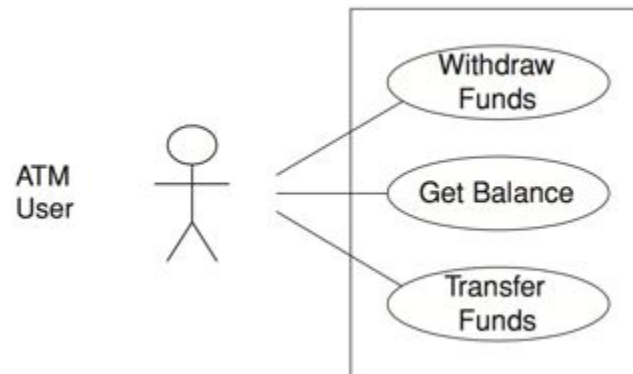
- Probar todo es muy costoso, pero probar la interfaz entrega un grado de seguridad razonable

Cobertura para especificación de diseño

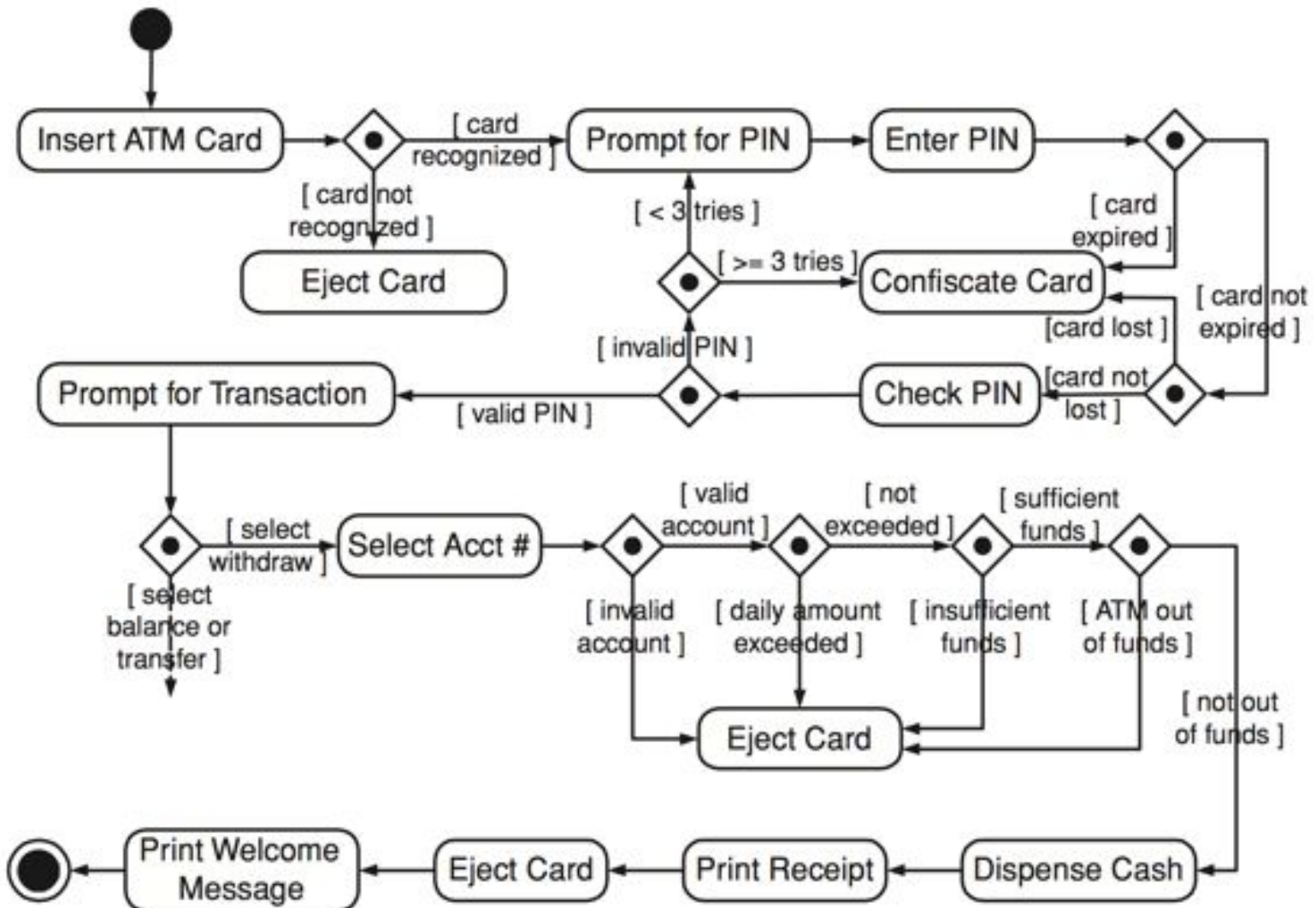
- Describe el comportamiento que debe exhibir un elemento de *software*
- La implementación puede (o no) reflejar la especificación
- Existen 2 formas de describir comportamiento:
 - Restricciones de secuencia
 - Según estado (máquina de estados finitos)

Casos de Uso

- Son utilizados generalmente para expresar requerimientos de *software*.
- Ayudan a expresar el flujo de la aplicación.



Giro en cajero automático



1. Criterios de cobertura

- Cobertura de grafos aplicada

2. Cobertura en base a lógica

Cobertura de expresiones lógicas

- Exigido por la Administración Federal de Aviación (FAA) de USA para software crítico
- Las expresiones lógicas generan ramificaciones en el flujo de un *software*:
 - Si estas son simples la cobertura de aristas es suficiente
 - Si estas son complejas se necesita un análisis más detallado para detectar defectos

Cobertura de expresiones lógicas

- Están presentes en distintos artefactos de *software*
 - Código
 - *if, elsif, else*
 - *while, for*
 - *switch*
 - *excepciones*
 - Máquinas de estados
 - Pre-condiciones
 - Requisitos
 - Formales o implícitos

Cláusulas y predicados

- **Cláusula** (*clause*): unidad atómica que se evalúa a un booleano
 - Puede ser de la forma:
 - Variable booleana
 - Expresión con operador relacional
 - $>$, $<$, $=$, \geq , \leq , \neq
 - Llamada a función booleana
- **Predicado** (*predicate*): combinación de cláusulas a través de operadores lógicos
 - negación: \neg
 - conjunción: \wedge
 - disyunción: \vee
 - implicancia: \rightarrow
 - exclusión: \oplus
 - equivalencia: \leftrightarrow

Ejemplo

$$(a < b) \vee f(x) \wedge D$$

3 cláusulas:

- **$(a < b)$** - expresión relacional
- **$f(x)$** - función booleana
- **D** - variable booleana

Definiciones

- P es el conjunto de predicados
- p es un predicado tal que $p \in P$
- C es el conjunto de cláusulas en P
- C_p es el conjunto de cláusulas en el predicado p
- c, c_i, c_j son cláusulas contenidas en C

Cobertura de predicados y cláusulas

Cobertura de predicados (**PC**): Por cada $p \in P$, TR contiene dos requisitos: p se evalúa como verdadero y p se evalúa como falso.

- Equivalente a la cobertura de aristas basada en grafos.

Cobertura de cláusulas (**CC**): Por cada $c \in C$, TR contiene dos requisitos: c se evalúa como verdadero y c se evalúa como falso.

Ejemplo *PC*

$$p = ((a > b) \vee C) \wedge f(x)$$

2 pruebas son necesarias:

- *p* = true

- *a* = 5
- *b* = 4
- *C* = true
- *p*(*x*) = true

- *p* = false

- *a* = 5
- *b* = 6
- *C* = false
- *p*(*x*) = false

Ejemplo **CC**

$$p = ((a > b) \vee C) \wedge f(x)$$

$TR = \{(a > b) = true; (a > b) = false; C = true; C = false; f(x) = true; f(x) = false\}$

2 pruebas son necesarias:

- | | |
|-----------------|------------------|
| • $a = 5$ | • $a = 5$ |
| • $b = 4$ | • $b = 6$ |
| • $C = true$ | • $C = false$ |
| • $p(x) = true$ | • $p(x) = false$ |

Problemas con **PC** y **CC**

- **PC** no depende de todos los átomos, en especial cuando hay evaluación con corto circuito.
- **PC** no asegura **CC** ni viceversa

	a	b	$a \vee b$
1	T	T	T
2	T	F	T
3	F	T	T
4	F	F	F

{2 , 3} satisface **CC** pero no **PC**

{2 , 4} satisface **PC** pero no **CC**

CoC: Cobertura combinatorial

(Combinatorial Coverage)

Por cada $p \in P$, TR contiene requisitos para las cláusulas en C_p de modo de evaluar cada combinación posible de valores de verdad

- Se consideran todas las combinaciones posibles

	a	b	c	$(a \vee b) \wedge c$
1	T	T	T	T
2	T	T	F	F
3	T	F	T	T
4	T	F	F	F
5	F	T	T	T
6	F	T	F	F
7	F	F	T	F
8	F	F	F	F

CoC: Cobertura combinatorial

(Combinatorial Coverage)

Por cada $p \in P$, TR contiene requisitos para las cláusulas en C_p de modo de evaluar cada combinación posible de valores de verdad

- Esto es simple, completo pero muy caro...
 - 2^n casos de prueba, con n número de cláusulas
 - Impracticable para predicados complejos
- Posible mejora: probar cada **cláusula activa**

Cláusula activa

No todas las cláusulas impactan al valor del predicado

	a	b	c	$(a \vee b) \wedge c$
1	T	T	T	T
2	T	T	F	F
3	T	F	T	T
4	T	F	F	F
5	F	T	T	T
6	F	T	F	F
7	F	F	T	F
8	F	F	F	F

Cláusula activa

No todas las cláusulas impactan al valor del predicado

Determinación: Una cláusula c_i en un predicado p determina a p si y sólo si los valores de las demás cláusulas c_j son tales que al cambiar c_i se cambia el valor de p .

c_i es la cláusula mayor

c_j son las cláusulas menores

ACC: Cobertura de cláusula activa (Active Clause Coverage)

Por cada $p \in P$ y cada cláusula mayor $c_i \in C_p$, escoja las cláusulas menores c_j con $i \neq j$ de modo que c_i determina p . TR contiene dos requisitos por cada c_i : c_i se evalúa como verdadero y c_i se evalúa como falso.

$$p = a \vee b$$

	a	b
$c_i = a$	T	f
	F	f
$c_i = b$	f	T
	f	F

ACC: Ambigüedad

¿Es obligatorio que las cláusulas menores tengan los mismos valores cuando se evalúa el átomo mayor?

$$p = a \vee (b \wedge c)$$

$$c_i = a$$

$$t_1: \{a=true, b=false, c=true\}$$

$$t_2: \{a=false, b=false, c=false\}$$

GACC: Cobertura de cláusula activa general (*General active clause coverage*)

Por cada $p \in P$ y cada cláusula mayor $c_i \in C_p$, escoja las cláusulas menores c_j con $i \neq j$ de modo que c_i determina p . **TR** contiene dos requisitos por cada c_i : c_i se evalúa como verdadero y c_i se evalúa como falso. Los valores escogidos para los átomos menores c_j **no necesitan ser el mismo** cuando c_i es verdadero y cuando c_i es falso.

GACC: Cobertura de cláusula activa general (*General active clause coverage*)

$$p = a \leftrightarrow b$$

$$t_1: \{a=true, b=true\} \rightarrow p = true$$

$$t_2: \{a=false, b=false\} \rightarrow p = true$$

- Se satisface GACC pero **p** nunca fue **false**

GACC no implica PC

- No es un buen criterio para realizar pruebas

RACC: Cobertura de cláusula activa restrictiva (*Restrictive active clause coverage*)

Por cada $p \in P$ y cada cláusula mayor $c_i \in C_p$, escoja las cláusulas menores c_j con $i \neq j$ de modo que c_i determina p . **TR** contiene dos requisitos por cada c_i : c_i se evalúa como verdadero y c_i se evalúa como falso. Los valores escogidos para los átomos menores c_j **deben ser el mismo** cuando c_i es verdadero y cuando c_i es falso.

RACC: Cobertura de cláusula activa restrictiva (*Restrictive active clause coverage*)

$$p = a \wedge (b \vee c)$$

$$c_i = a$$

	a	b	c	$a \wedge (b \vee c)$
1	T	T	T	T
5	F	T	T	F
2	T	T	F	T
6	F	T	F	F
3	T	F	T	T
7	F	F	T	F

- 3 opciones para set de pruebas

CACC: Cobertura de cláusula activa correlacionada
(*Correlated active clause coverage*)

Por cada $p \in P$ y cada cláusula mayor $c_i \in C_p$, escoja las cláusulas menores c_j con $i \neq j$ de modo que c_i determina p . **TR** contiene dos requisitos por cada c_i : c_i se evalúa como verdadero y c_i se evalúa como falso. Los valores escogidos para las cláusulas menores c_j **deben causar** que p sea verdadero para un valor de c_i y falso para el otro valor de c_i .

CACC: Cobertura de cláusula activa correlacionada
(*Correlated active clause coverage*)

$$p = a \wedge (b \vee c)$$

$$c_i = a$$

	a	b	c	$a \wedge (b \vee c)$
1	T	T	T	T
2	T	T	F	T
3	T	F	T	T
5	F	T	T	F
6	F	T	F	F
7	F	F	T	F

- 9 opciones para set de pruebas



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

Clase 8

Cobertura en base a lógica

IIC3745 – Testing

Rodrigo Saffie

rasaffie@uc.cl

9 de agosto de 2020