

Sicurezza e Affidabilità

Fabio Ferrario

@fefabo

2023/2024

Indice

1	Introduzione	3
2	Test Strutturale	5
2.1	Adeguatezza e Copertura	5
2.1.1	Criteri di Adeguatezza	6
2.2	Structural Testing	7
2.3	Statement/Basic Block Adequacy	7
2.3.1	Statement Coverage	7
2.3.2	Basic Block Coverage	8
2.4	Branch Adequacy	9

Capitolo 1

Introduzione

Appunti di Sicurezza e Affidabilità di Fabio Ferrario.

Il Corso

Gli appunti fanno riferimento alle lezioni di SEA erogate nel secondo semestre dell'anno accademico 23/24.

Programma del corso

Il programma si sviluppa come segue:

1. Garantire l’Affidabilità del Software
 - 1.1 Introduzione al Test e l’Analisi del Software
 - 1.2 Test Combinatorio
 - Combinazione a Coppie
 - Metodi di partizione delle Categorie
 - Cataloghi per il Test
 - 1.3 Test Strutturale
 - Test basato sugli Statement
 - Test basato sui Branch
 - Test basato sulle condizioni
 - 1.4 Esecuzione del Test
 - Specifica e Implementazione del caso di Test
 - Scaffolding: Driver e Stub

- Oracoli

1.5 Analisi Statica

2. La sicurezza del Software

2.1 Rischi nell'uso dei sistemi informativi, ruoli e competenze

2.2 Tecniche e protocolli per la sicurezza

- Crittografia, errori di implementazione e attacchi
- Sicurezza nei sistemi operativi e nelle strutture di rete

2.3 Programmazione sicura

- Errori di sicurezza nelle applicazioni
- Analisi di noti programmi che presentano vulnerabilità

2.4 Programmi pericolosi: Troiani, Back-door, Bombe logiche, Virus, Worm

2.5 Difese: intrusion Detection System, Attacchi di verifica, Firewall.

Capitolo 2

Test Strutturale

2.1 Adeguatezza e Copertura

Thoroughness Come possiamo garantire la **scrupolosità** (completezza) dei test?

Per farlo dobbiamo rispondere alle seguenti domande:

- **Quali** test dobbiamo generare?
- **Quanti** test dobbiamo generare?
- **Quando** dobbiamo fermarci a generare test?

In linea di principio, l'obiettivo dovrebbe essere quello di generare un'**adeguata** suite di test, vale a dire una suite di test che, se il software sottoposto a test viene superato con successo, garantisca una qualche proprietà del software stesso.

L'adeguatezza è quindi in principio una sorta di "assicurazione" sull'abilità della suite di test nel trovare difetti.

Non possiamo avere quello che vogliamo! Non possiamo garantire in nessun modo che una suite trovi tutti o alcuni dei difetti, e non possiamo garantire neanche che li trovi con alta probabilità:

«Testing can be used to prove the presence, not the absence, of errors»

In sostanza nessun metodo di progettazione dei test fornisce alcuna garanzia sulla capacità di scoprire difetti per le suite di test generate

Cosa Facciamo? Quindi come costruiamo una suite di test accettabile? Potremmo continuare a generare test random e continuare a farlo finché non finiamo il tempo o il budget, ma questa strategia non ci soddisfa euristicamente!

2.1.1 Criteri di Adeguatezza

Bisogna rinunciare all'idea disperata dell'adeguatezza come garanzia sul potere di rilevamento dei difetti, e definire criteri euristici di adeguatezza simili alle regole di progettazione.

Molte discipline progettuali utilizzano regole di progettazione per valutare non se un progetto è adeguato, ma se *esso è inadeguato*. L'idea è che un design che segue queste rule non è necessariamente adeguato, ma uno che non segue queste regole necessariamente sarà inadeguato!

Criteri pratici di (in)adeguatezza per i test Molti criteri di (in)adeguatezza per il testing derivano da osservazioni di buon senso su ciò che ci aspetteremmo come minimo da una suite di test.

Ricorda che questi criteri ci aiutano a capire perché ci piace o non piace una suite di test, ma soddisfarli (o no) non implica niente sull'effettiva abilità della suite nel trovare difetti!

Definizione di Criteri di Adeguatezza Diamo una definizione formale di criteri di adeguatezza:

DEFINIZIONE

Un criterio di adeguatezza è un predicato che assume valore vero o falso per una coppia $\langle P, T \rangle$, dove P è un programma e T è una suite di test. Se il criterio è *True*, diciamo che la suite è adeguata per il programma.

Un criterio di adeguatezza generalmente è fatto da sottopredicati chiamati **test obligations**.

Una suite T soddisfa i criteri di adeguatezza per un dato programma P *se e solo se*:

- Tutte le esecuzioni dei casi di test in T su P passano.
- Tutte le test obligations sono soddisfatte da almeno un test case nella suite.

Example

```

double mean(Integer arr[]) {
T3 T2 T1 double result = 0;
T3 T2 T1 int i = 0;

T3 T2 T1 if ( arr == null ){
T2     return 0;
T3 T1 } else {
T3 T1 while( i < arr.length ){
T3 T1     Integer v = arr[i];

T3 T1     if ( v == null ){
T3         throw new IllegalArgumentException();
T1     }
T1     i++;
T1     result += v;
    }

T1 result = result / arr.length;
T1 return result;
    }
}

```

T1: arr = {1,2,3}
T2: arr = null
T3: arr = {null,6}

T1 alone does not satisfy statement adequacy

T1+T2 do not satisfy statement adequacy

T1+T2+T3 satisfy statement adequacy

In questo esempio abbiamo che i singoli test non riescono a soddisfare singolarmente i criteri di adeguatezza perchè non riescono a coprire l'intero codice.

2.2 Structural Testing

A differenza del testing funzionale, in cui la completezza del test è giudicata sui requisiti senza tener conto del programma sotto esame, nel testing strutturale viene giudicata la completezza del test in base alla struttura del programma.

Il test strutturale è anche chiamato "white/glass box testing", mentre quello funzionale è chiamato "black box testing".

Si noti che il testing strutturale consiste ancora nel testare il prodotto (codice) rispetto alle specifiche: cambia solo la misura della completezza!

Osservazione: I test confrontano **sempre** un programma con una specifica

2.3 Statement/Basic Block Adequacy

Definiamo il primo criterio di adeguatezza che guardiamo: La copertura dei Basic Block e/o degli Statement.

2.3.1 Statement Coverage

DEFINIZIONE

Per una suite di test T possiamo definire la **coverage** degli statement come la frazione di enunciati di P eseguiti da almeno un caso di test in T :

$$C_{stmt} = \frac{\# \text{ executed stmts}}{\# \text{ stmts}}$$

Il test T **soddisfa il criterio di adeguatezza** di statement coverage se e solo se $C_{stmt} = 1$.

In sostanza, il criterio di adeguatezza di statement coverage controlla quante 'righe' del codice vengono eseguite dalla suite di test, e il criterio é soddisfatto solo se tutte le righe di codice sono eseguite.

Obbligazioni insoddisfacibili In alcuni programmi potrebbero esistere degli statement irraggiungibili dai test, che renderebbero fisicamente insoddisfacibile il criterio di statement adequacy. Quindi ci troveremmo delle suite che risultano inadeguate, ma soltanto perché non é fisicamente possibile renderle adeguate.

Bisogna quindi tenere conto di questo problema, con due approcci possibili:

- Rimuovere dai criteri di adeguatezza tutte le obbligazioni di test insoddisfacibili.
- Usare la coverage come una misura di quanto ci siamo avvicinati all'adeguatezza.

2.3.2 Basic Block Coverage

Si può notare che se due statements sono in sequenza, eseguirne uno automaticamente implica eseguire anche l'altro. Quindi possiamo considerare i **basic blocks**, dove le obbligazioni sono i blocchi del CFG¹ del programma.

DEFINIZIONE

Un Basic Block è una sequenza massima di istruzioni di programma contigue con un punto di ingresso e un punto di uscita.

¹Control Flow Graph

Control Flow Graph

Come si costruisce un CFG? Un Control Flow Graph per un programma P é un grafo con:

- **Nodi** che rappresentano i Basic Blocks di P
- **Edges** che connettono i BB in una relazione sequenziale, possono essere etichettati con T o F se il BB finisce con un controllo condizionale

2.4 Branch Adequacy