

# Sicurezza e Affidabilità

Fabio Ferrario

@fefabo

2023/2024

# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Test Funzionale</b>	<b>5</b>
2.1	Test Obligations . . . . .	5
2.1.1	Obbligazioni funzionali . . . . .	5
2.1.2	Obbligazioni Strutturali . . . . .	5
2.2	Boundary Testing . . . . .	6
2.3	Category Partition . . . . .	6
2.3.1	La partizione . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Test Strutturale</b>	<b>8</b>
3.1	Adeguatezza dei test . . . . .	8
3.1.1	Criteri di Adeguatezza . . . . .	9
3.2	Test Basato sugli Statement . . . . .	10
3.2.1	Statement Coverage . . . . .	10
3.2.2	Basic Block Coverage . . . . .	11
3.2.3	BB/Stmt Adeuqacy Rationale . . . . .	12
3.2.4	Test suit Size VS Coverage . . . . .	12
3.3	Test basato sui Branch . . . . .	12
3.4	Test basato sulle Condizioni . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Crittografia</b>	<b>14</b>
4.1	introduzione . . . . .	14
4.1.1	Sistemi Simmetrici . . . . .	14

# 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 Funzionale

Il test funzionale è un tipo di testing che prende i casi di test dalla specifica funzionale del programma. Viene anche chiamato Specification-Based Testing, ovvero dalle specifiche, e Black-Box Testing perchè non si ha visione del codice.

Una **Specifica Funzionale** è una descrizione di un comportamento atteso del programma.

### 2.1 Test Obligations

Una **Test Obligation**, detta anche test objective, è una specifica parziale del caso di test che richiede alcune proprietà ritenute importanti per un test approfondito

#### 2.1.1 Obbligazioni funzionali

le obbligazioni di tipo funzionale sono obbligazioni che testano il funzionamento del programma secondo la sua specifica, ad esempio:

- Testa almeno una volta con un array già ordinato
- Testa almeno una volta l'autenticazione con un utente errato

Le obbligazioni Funzionali vengono dalle **specifiche del software**.

#### 2.1.2 Obbligazioni Strutturali

Le obbligazioni strutturali invece vanno a testare una parte specifica del codice del programma:

- Testa almeno una volta il ramo else di uno specifico if-statement
- Testa almeno una volta un loop su più di una iterazione

Le obbligazioni strutturali derivano direttamente dal codice, senza tenere conto della specifica.

## 2.2 Boundary Testing

Nel test funzionale vengono testati ogni categoria di input e i **boundary** tra di esse.

**Osservazione:** Non c'è garanzia che testare i boundaries trovi più errori, ma per esperienza si trova che spesso gli errori si trovano lì.

Il Boundary Testing è un tipo di test che seleziona obiettivi per tenere conto di comportamenti rilevanti nel software, distinguendo tra comportamenti Normali, Eccezionali/Erranei, e Casi di Boundary.

Il test perimetrale suggerisce che gli obiettivi del test devono tenere conto dei comportamenti distinguibili del software e dei confini tra di essi

### Cataloghi di Testing

I cataloghi di test sono delle guide per identificare obbligazioni per una classe di elementi ben caratterizzati.

Il Boundary Testing può essere assistita e resa più sistematica con cataloghi di test che indichino scelte standard (di casi normali, eccezionali e limite) per tipi tipici di voci di specifica.

Ad esempio, un catalogo per testare un Range  $L...U$  può essere

$L-1, L, \text{Valore tra } L \text{ e } U, U, U+1$

## 2.3 Category Partition

Il metodo di Partizione delle categorie è un approccio sistematico al testing funzionale in cui si identificano le caratteristiche e i valori da cui poi possiamo generare le combinazioni, possibilmente con l'approccio pairwise

### 2.3.1 La partizione

L'approccio manuale si compone di questi passi:

1. Scomponi la specifica in features testabili indipendentemente.  
Per ogni feature vanno identificati:
  - Parametri
  - Elementi d'ambiente
2. Identifica valori rilevanti
  - Concentrati separatamente su ogni valore di input/parametro/risultato
  - Per ognuno di essi, identifica le caratteristiche elementari, ovvero le categorie di valori che ti permettono di discriminare i vari comportamenti descritti nella specifica.
  - Per ogni caratteristica (categoria) applica il boundary testing per identificare obiettivi di test rappresentativi (valori normali, erronei o di boundary).
  - Introduci dei vincoli alle possibili combinazioni, in modo da limitare gli obiettivi (combinazioni) irraggiungibili nella fase successiva.

## Capitolo 3

# Test Strutturale

il test strutturale, è un tipo di test che si basa su alcuni criteri che hanno lo scopo di trovare dati di test che consentano di **percorrere tutto il programma**.

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

### 3.1 Adeguatezza dei test

Quando generiamo una suite di test, come possiamo garantirne la **scrupolosità**? Per farlo dobbiamo rispondere alle domande: *Quali* e *Quanti* test dobbiamo generare, e *quando dobbiamo fermarci*.

In linea di principio, l'obiettivo dovrebbe essere quello di generare una suite **adeguata**, 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 una sorta di "assicurazione" sull'abilità della suite di test nel trovare difetti.



**Osservazione:** 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*?  
Generare Test randomicamente finché non finiamo tempo o budget non ci soddisfa euristicamente, utilizziamo quindi delle strategie basate sui **criteri di adeguatezza**.

### 3.1.1 Criteri di Adeguatezza

L'adeguatezza non ci da una garanzia sul potere di rilveamento dei difetti, ma é utile definire dei criteri euristici di adeguatezza simili a delle 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 perchè ci piace o non piace una suite di test, ma soddisgarli (o no) non implica niente sull'effettiva abilità della suite nel trovare difetti!

#### 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 }

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.

## 3.2 Test Basato sugli Statement

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

### 3.2.1 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.

### 3.2.2 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 CFG<sup>1</sup> 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.

### 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

---

<sup>1</sup>Control Flow Graph

**3.2.3 BB/Stmt Adeuqacy Rationale****3.2.4 Test suit Size VS Coverage****3.3 Test basato sui Branch****3.4 Test basato sulle Condizioni**

# Automazione del Testing

L'automazione del Testing non é presente nei parziali.

# Capitolo 4

## Crittografia

### 4.1 introduzione

La crittografia è la disciplina che studia le tecniche per codificare/decodificare messaggi in modo da garantire la privacy della comunicazione fra due soggetti.

Un messaggio in chiaro passa attraverso un algoritmo crittografico che insieme a una chiave lo trasforma in un messaggio cifrato, e solo chi conosce la chiave può risalire al testo originale dal messaggio cifrato.

**Attacchi "forza bruta"** Gli attacchi di forza bruta provano tutte le istanze di un insieme finito di schemi crittografici che potrebbero corrispondere a un messaggio.

**Classi di algoritmi crittografici** Ci sono 3 principali classi di algoritmi crittografici:

- Algoritmi Simmetrici (chiave segreta)
- Algoritmi Asimmetrici (chiave pubblica)
- Algoritmi di Hashing (message digest)

#### 4.1.1 Sistemi Simmetrici

I sistemi simmetrici, detti anche a chiave segreta, utilizzano la stessa chiave sia per codifica che per decodifica. Per instaurare una comunicazione confidenziale, due soggetti devono conoscere una chiave che non è nota a nessun altro.

**requisiti** I sistemi simmetrici supportano i tre requisiti:

- **Confidenzialità:** solo chi conosce la chiave segreta può decodificare il messaggio.
- **Integrità:** una volta che il messaggio è stato crittato, non è possibile manometterlo prima della ricezione.
- **Autenticazione e non ripudio:** solo chi conosce la chiave segreta può essere mittente del messaggio.

**Quante chiavi segrete?**  $N$  individui per comunicare in maniera sicura a coppie hanno bisogno di  $\frac{n-1}{2}$  chiavi, una per coppia.

### **DES: Data Encryption Standard**

Il DES è basato sulla confusione e diffusione dell'informazione. Codifica i messaggi in blocchi da 64 bit, applicando 16 volte una funzione combinatoria  $f$  ad ogni blocco usando la chiave come uno dei parametri.

In questo modo assicura che i bit di output non abbiano relazioni ovvie con quelli di input, diffondendo l'effetto delle modifiche dell'input su più bit dell'output.

Le stesse operazioni sono usate per codificare e decodificare i dati.

**Sicurezza di DES** Non esiste la prova matematica della sicurezza di DES, ed è violabile con forza bruta. Nell'ipotesi iniziale (1977) ci sarebbero voluti mediamente 700 anni per rompere una codifica DES, ma nel giro di 20 anni questa media si è abbassata a 4 giorni, rendendolo poco sicuro.

Un'alternativa al DES è il Triple DES, che cifra 3 volte con 3 chiavi diverse.

### **AES: Advanced Encryption Standard**

Un altro standard è l'AES, basato su trasformazioni (sostituzione, scorrimento, mescolamento dei bit) applicabili efficientemente a blocchi di 128 bit. Utilizza chiavi a partire da 128 bit ed estensibili, con un numero di cicli fissato fra 10 e 14 ma anch'essi estensibili.