Modulo 6: Introduzione al Testing

Lezione 6.1 – Il ruolo del testing

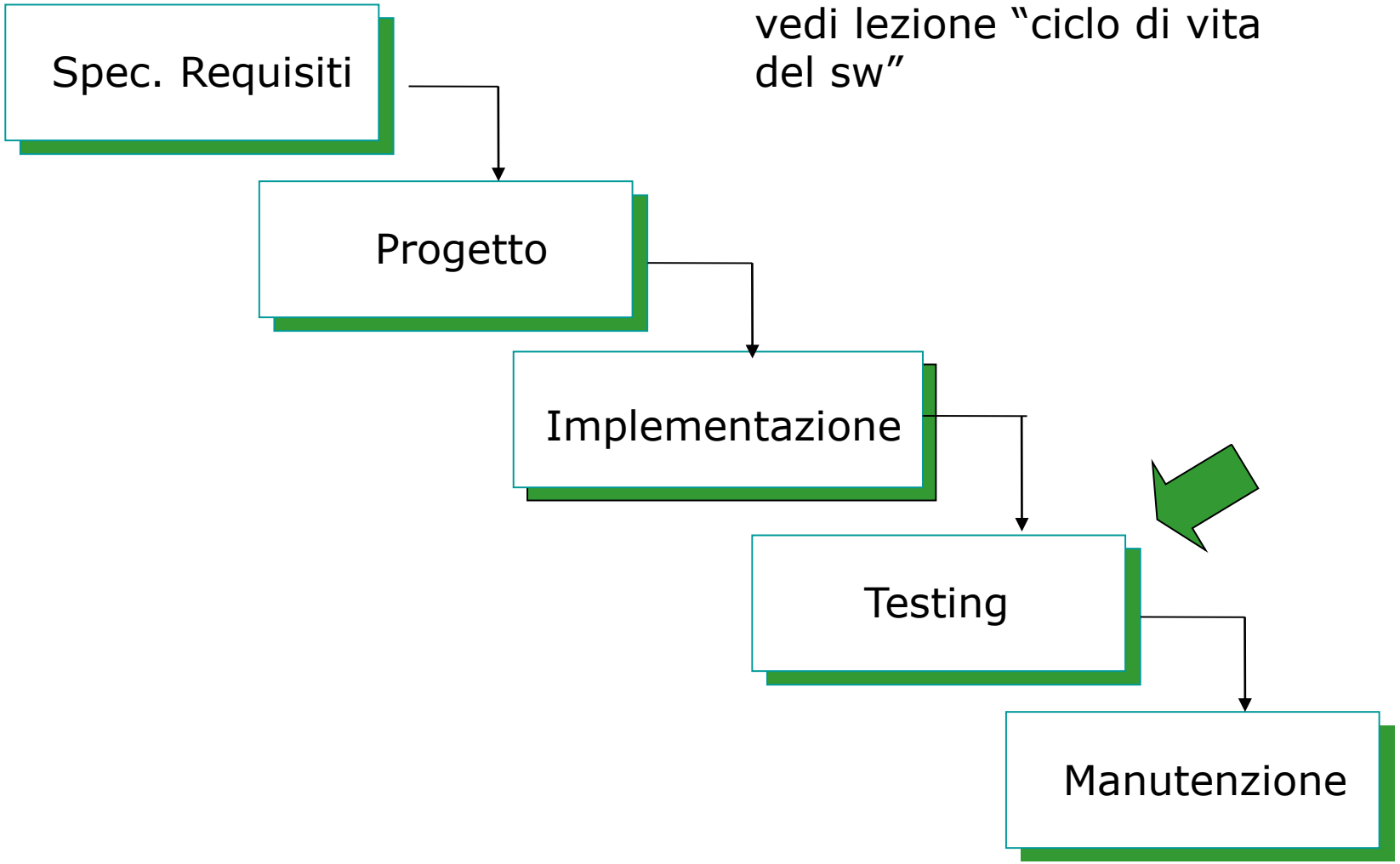
Testing in breve

- **Il test di un programma o di un sistema consiste (in breve) nell'eseguirlo con alcuni casi di test e controllare che il comportamento sia corretto**

- **In italiano si dice anche collaudo del software**

Ciclo di vita del Software

Ciclo di vita a cascata – vedi lezione "ciclo di vita del sw"



Alcune domande di base

E’ possibile avere software senza difetti?

Fino a che punto possiamo fidarci del testing o di altre tecniche di verifica?

- Ogni parte andrebbe verificata (anche la verifica)

Tutti i sw devono essere corretti al 100%?

- sistemi critici
- sistemi per la produttività individuale

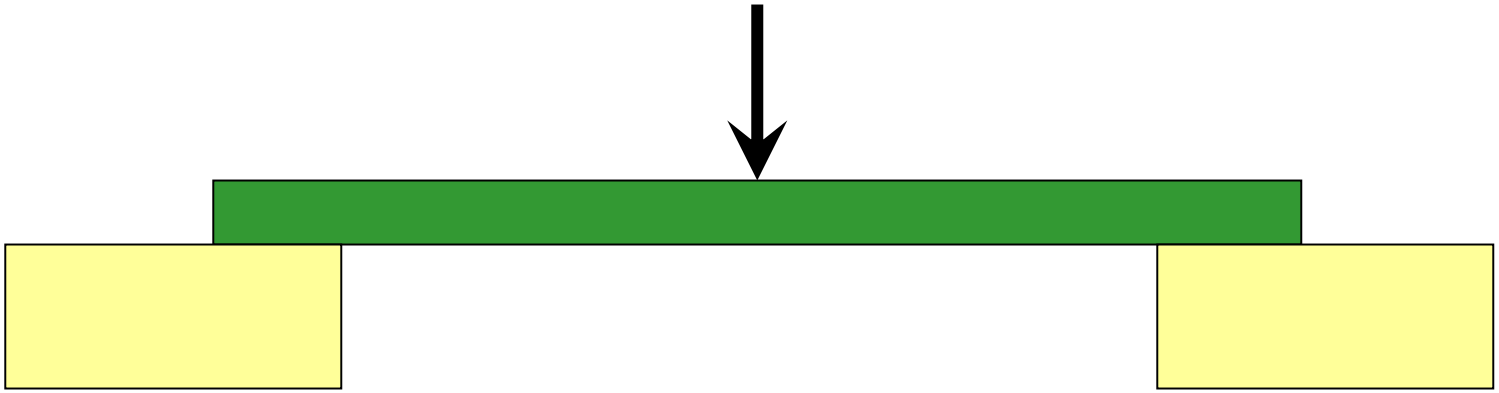
"software industry, the: unique industry where selling substandard goods is legal and you can charge extra for fixing the problems."

Test in Ingegneria

Il testing è una pratica diffusa in tutti i campi dell'ingegneria

Però in ingegneria classica gli oggetti hanno un comportamento "continuo":

- un ponte si testa in un punto particolare e se funziona lì funziona tutt'attorno (o addirittura tutto)



Test nell'ingegneria del software

1. Il software ha un comportamento molto discontinuo quindi la selezione dei "punti" in cui effettuare il test e' molto critica

Esempio

```
a := x / ( x+20)
```

Quale valore prendo di x per vedere se funziona?

Problema dei requisiti:

2. un ponte basta che resista, un software basta che non smetta di funzionare o richiedo qualcosa di più?

Limiti del testing

Il testing è efficace a trovare bug

ma è inadeguato a provare l'assenza di bug

- Posso eseguire il programma 1000 volte ed essere (s)fortunato e non scoprire mai un certo bug

Non può sostituire una buona pratica di progettazione e implementazione

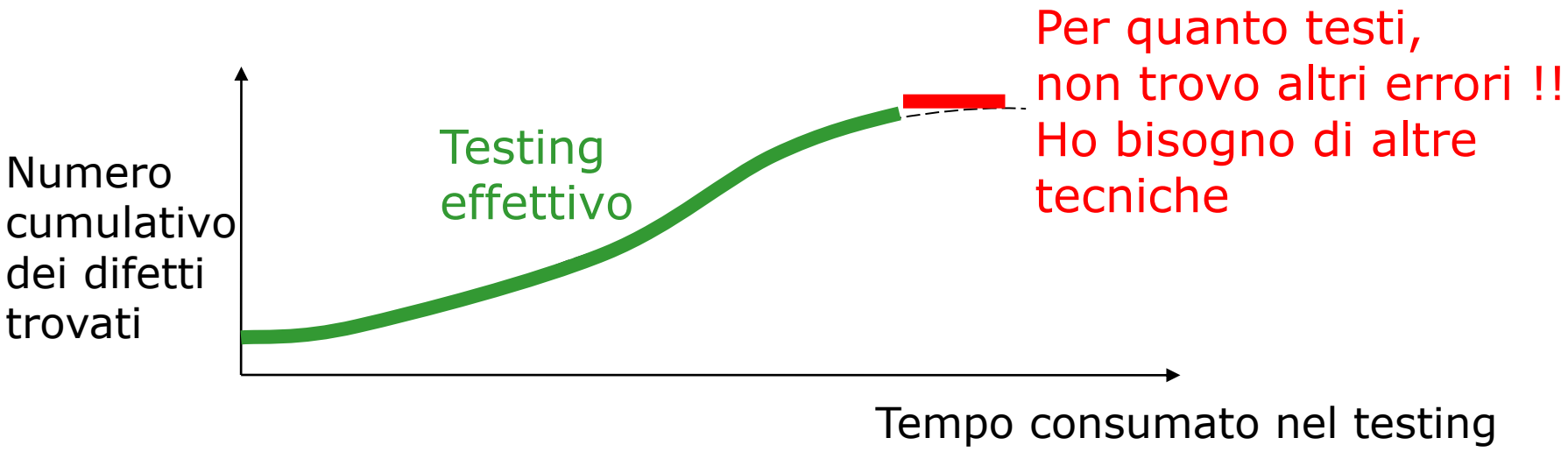
Alcune linee guida generali

Il testing dovrebbe:

- essere automatizzato
  - Uso di strumenti automatici che assistano i programmatori nella scrittura di test, nell'esecuzione, nella raccolta dei dati di output e nell'analisi della loro correttezza
- riguardare ogni fase di sviluppo
  - Non solo sul codice finale, ma anche sui requisiti, sui prototipi, … → prossima lezione
- essere esteso a tutti i componenti di un sistema
- essere pianificato (**test plan**)
- seguire standard e metodologie dove possibile

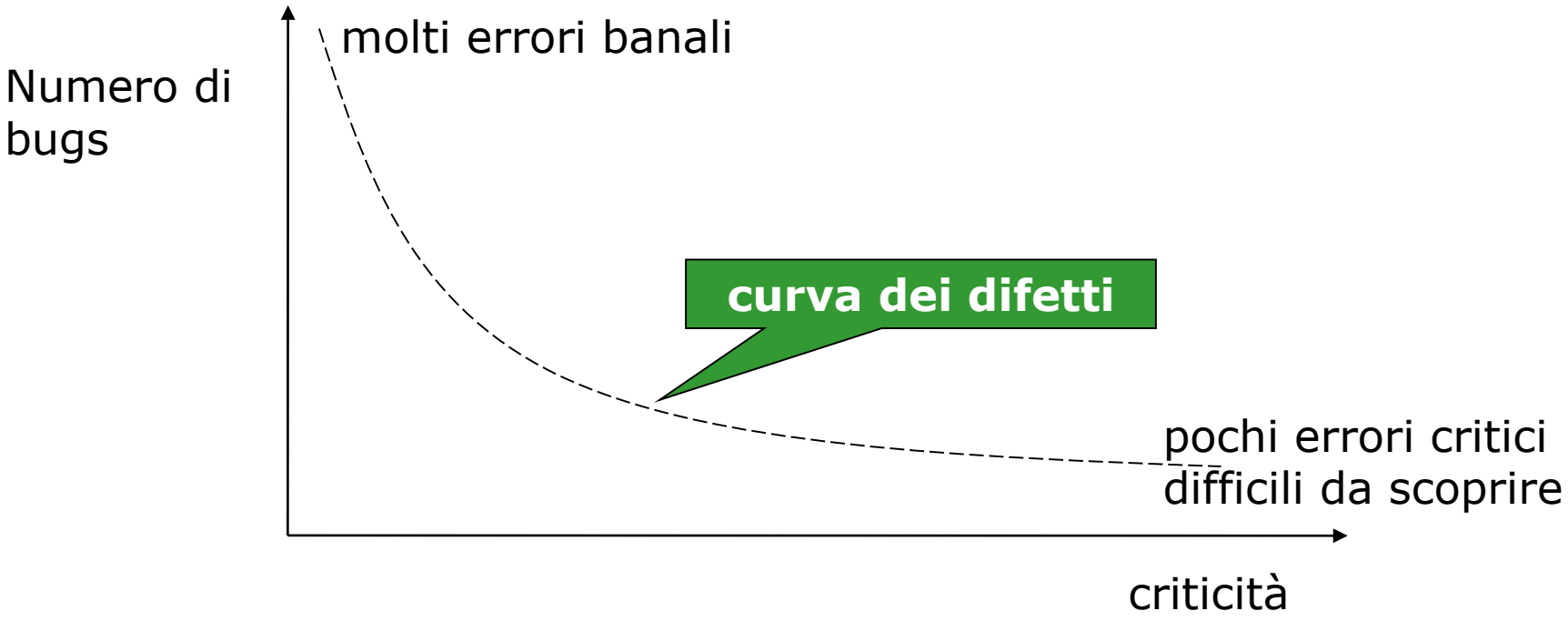
Economia del Testing (1)

Curva di rimozione degli errori



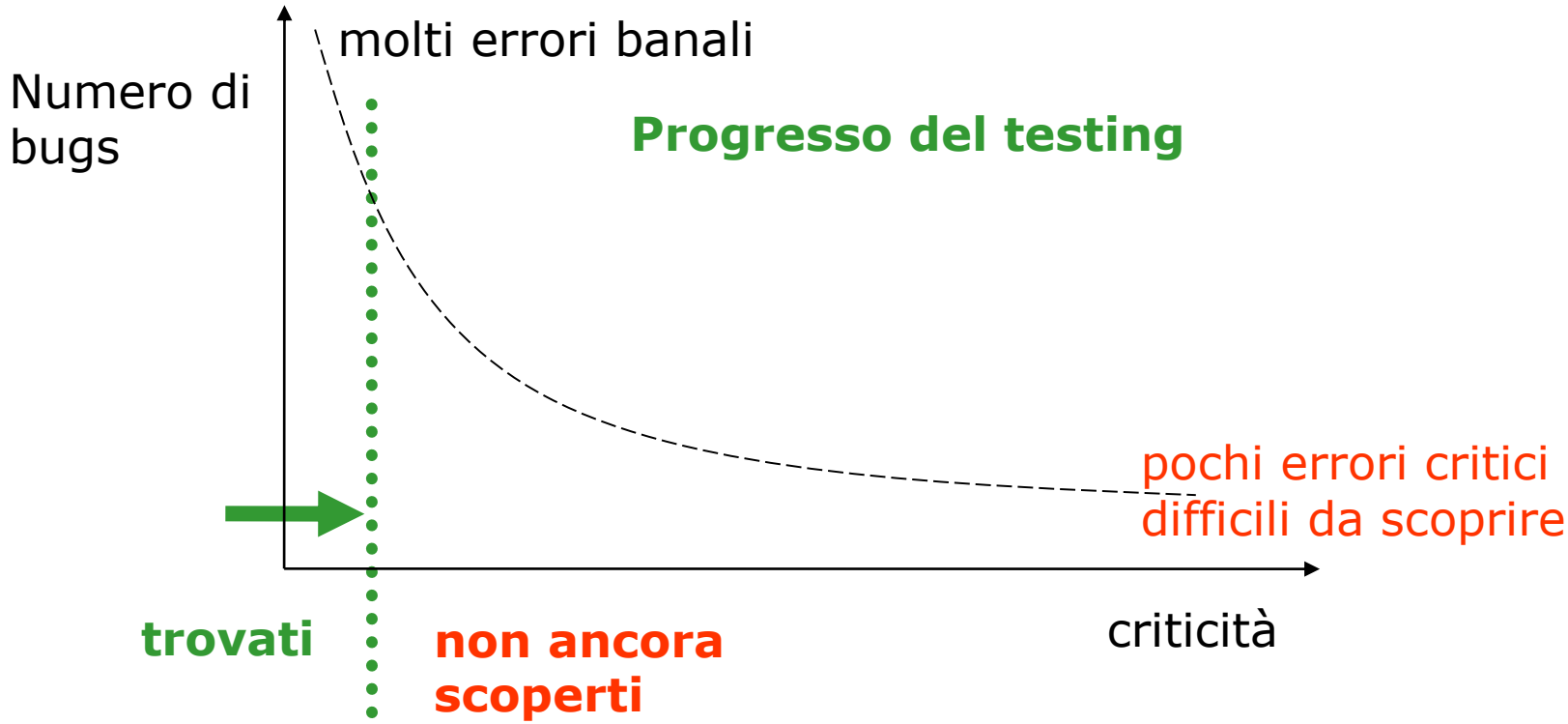
Curva dei difetti

ipotesi: i difetti più critici sono di meno e più difficili da scoprire



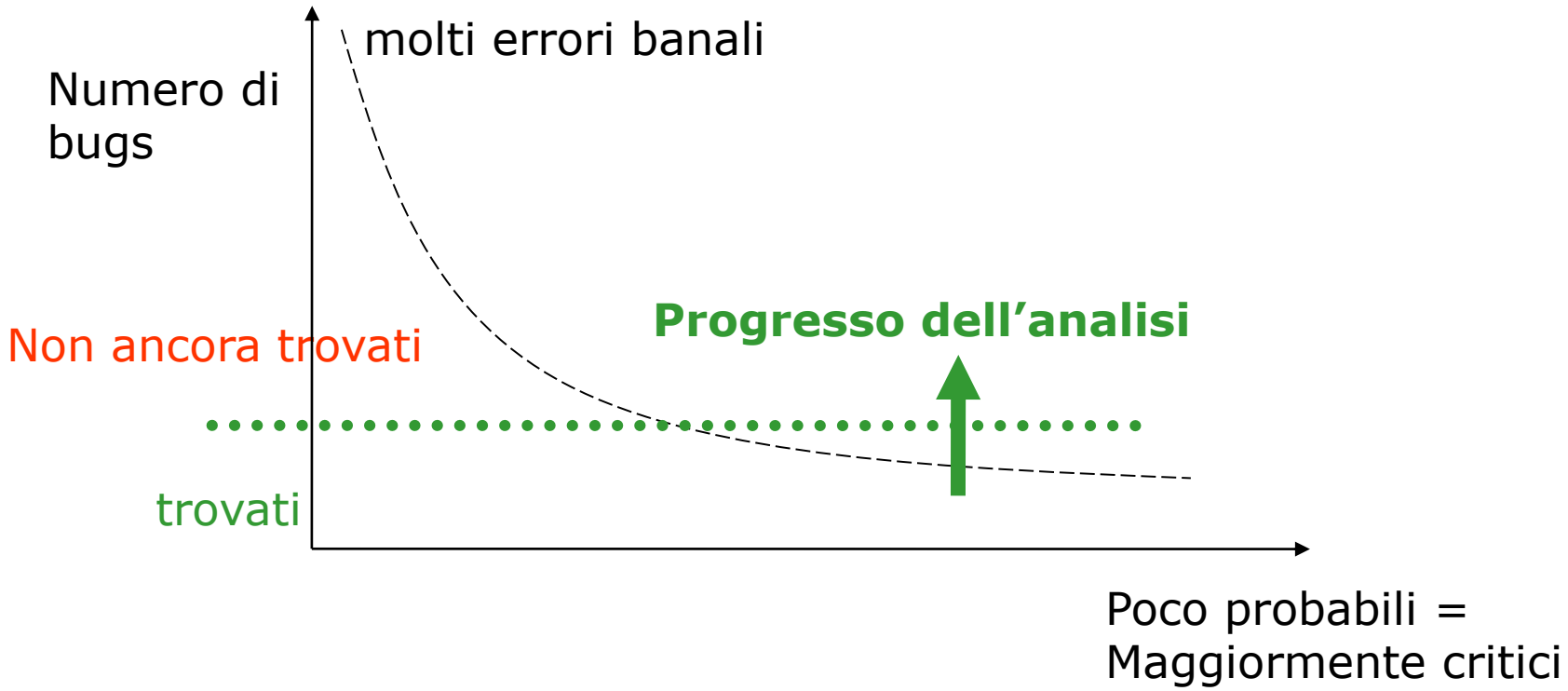
Economia del testing (2)

Il testing tende a scoprire i difetti con probabilità proporzionale alla loro densità:



Economia del testing (3)

Tecniche (più costose) di analisi statica invece cercano di scoprire difetti con probabilità proporzionale alla loro criticità



Economia del testing (4)

Attenti però:

non sempre si ha questa distribuzione

- Potrei avere difetti difficili da scoprire ma non critici

Fattori da considerare:

1. **quanto costa il testing?**
2. **quanto costa avere un sw con un difetto?**
   - costo del danno che provoca x

     probabilità che accada
   - quindi è "inutile" spendere troppo tempo a cercare difetti che non provocano danno
     - Per questo motivo tecniche più sicure non vengono impiegate e il sw non critico viene rilasciato con ancora molti difetti

In sintesi

- Abbiamo visto che il testing:
  - consiste nel collaudare il sw mediante prova
  - si applica normalmente alla fine del ciclo di vita del sw
  - ha costi considerevoli
- Ricordate che il testing del sw:
  - è molto sensibile ai punti di testing
    - il successo di una prova non è molto significativo
  - è utile per trovare errori ma difficilmente garantisce l'assenza
    - alcuni errori più critici potrebbero essere molto difficili da trovare mediante testing
  - dovrebbe essere applicato durante tutto il ciclo di vita

T6.2 – Definizioni Base

Angelo Gargantini

Terminologia base del testing

Dobbiamo concordare alcune parole che useremo da qui in avanti:

- alcuni termini hanno un significato chiaro:
  - testing, debugging, …
- altri sono definiti in modo non ambiguo da standard
  - Ad esempio dalla IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology
    - difetto, bug, …
- altri sono usati in modo ambiguo
  - Proponiamo un uso e cerchiamo di essere consistenti
    - errore, …

Malfunzionamento

Un **failure** o **guasto** o **malfunzionamento** è il funzionamento non corretto del programma

- legato quindi al comportamento che si osserva durante l'esecuzione

Esempio:

```
// programma che dovrebbe restituire il doppio
   // del valore passato come parametro
int raddoppia(int x) {
        return x*x ;
}
```

se chiamo raddoppia(3) noto un malfunzionamento
se chiamo raddoppia(2) non vi e' malfunzionamento

Difetto

Un **difetto** o **anomalia** o **fault** o **bug** è un elemento del programma sorgente non corrispondente alle aspettative

- riguarda quindi la parte statica.
- **uno o più difetti possono causare malfunzionamenti**
- Nell'esempio:

```
int raddoppia(int x) {
        return x*x ;
}
```

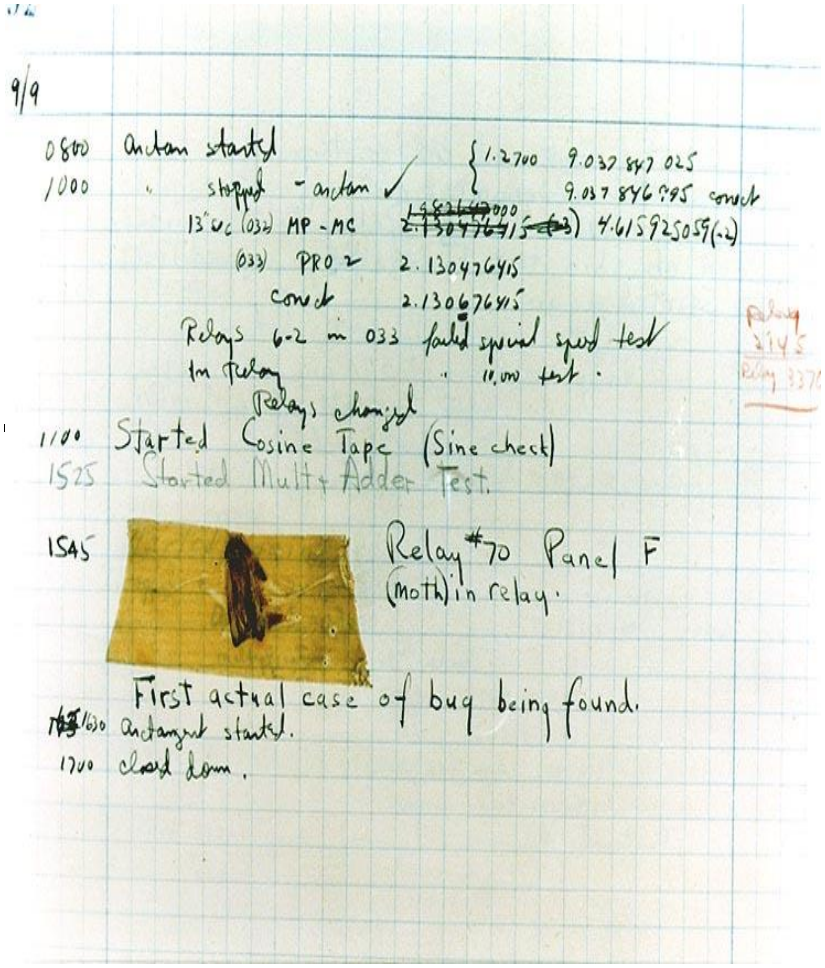
il difetto e' *x invece che *2.

Nota

- un programma può avere molti difetti e non presentare alcun malfunzionamento.
- scopo del testing e' quello di evidenziare difetti mediante malfunzionamenti.

Bug

Poerchè si usa bug?il 9 settembre 1947 il tenente Hopper ed il suo gruppo stavano cercando la causa del malfunzionamento di un computer Mark II quando, con stupore, si accorsero che una falena si era incastrata tra i circuiti. Dopo aver rimosso l'insetto (alle ore 15.45), il tenente incollò la falena rimossa sul registro del computer e annotò: «1545. Relay #70 Panel F (moth) in relay. First actual case of bug being found».



Errore

Errore: fattore (umano) che causa una deviazione tra il software prodotto e il programma ideale (uno o più errori possono produrre uno o più difetti nel codice)

- **Esempio**: errore di analisi dei requisiti, progetto, battitura,...
- Quando il programmatore commette un errore, il programma ha un difetto che può generare un malfunzionamento

Definizioni da IEEE, **error**

1) The difference between a computed, observed, or measured value or condition and the true, specified, or theoretically correct value or condition. For example, a difference of 30 meters between a computed result and the correct result.
2) An incorrect step, process, or data definition. For example, an incorrect instruction in a computer program.
3) An incorrect result. For example, a computed result of 12 when the correct result is 10.
4) A human action that produces an incorrect result. For example, an incorrect action on the part of a programmer or operator.

Note: While all four definitions are commonly used, one distinction assigns definition 1 to the word “error,” definition 2 to the word “fault,” definition 3 to the word “failure,” and definition 4 to the word “mistake.”

Fault – failure IEEE

fault. (1) A defect in a hardware device or component; for example, a short circuit or broken wire.
(2) An incorrect step, process, or data definition in a computer program. *Note:* This definition is used primarily by the fault tolerance discipline. In common usage, the terms "error" and "bug" are used to express this meaning. *See also:* **data-sensitive fault; program sensitive fault; equivalent faults; fault masking; intermittent fault.**

failure. The inability of a system or component to perform its required functions within specified performance requirements. Note: The fault tolerance discipline distinguishes between a human action (a mistake), its manifestation (a hardware or software fault), the result of the fault (a failure), and the amount by which the result is incorrect (the error). See also: crash; dependent failure; exception; failure mode; failure rate; hard failure; incipient failure; independent failure; random failure; soft failure; stuck failure.

Testing e debugging

Testing di programmi:

- eseguire il programma con dei casi di test e analizzare i risultati per trovare i difetti (bug)

Debugging:

- correggere i difetti ed eventualmente scoprire gli errori

Scopi del testing

Testing di programmi ha due scopi principali

- mettere in evidenza i difetti (bug) mediante i malfunzionamenti, per scoprire eventuali errori:
  - cercare quei comportamenti che mettono in evidenza difetti
- poter valutare l'affidabilità di un sw (reliability) e fornire confidenza (test di accettazione)
  - dell'affidabilità del prodotto e della (probabile) correttezza
  - del aver rilevato l'assenza di particolari tipi di malfunzionamenti
  - cercare quei comportamenti più critici o più frequenti per controllare che causino o meno malfunzionamenti

Livelli di granularità

Test di

accettazione: il comportamento del software è confrontato con i requisiti dell'utente finale

conformità: il comportamento del software (tutto) è confrontato con le specifiche dei requisiti

sistema: controlla il comportamento dell'intero sistema (hw + sw) come monolitico.

integrazione: controllo sul modo di cooperazione delle unità (come previsto dal progetto)

unità: test del comportamento delle singole unità

regressione: test del comportamento di release successive

Unit Testing

Testa il codice a livello di singola unità

In OO (come JAVA)

- la singola unità è una class
- UT testa quindi i singoli metodi delle classi

Per ogni metodo testato - detto test unit - si introducono

- test driver: metodo che chiama il test unit con opportuni parametri
- test stub: (opzionale) metodo che sostituisce eventuali metodi usati dal test unit per testare in modo isolato e controllato
  - La scrittura di stub può essere onerosa e viene spesso evitata

Unit Testing - Esempio

Esempio

```
foo(int x2, int y2) {
   ……
   gig(x2+2);
   ……
   }
testFoo() {
   ……
   foo(x1+1, y1-1);
   // controllo
}
gig(int x3) {
……
}
```

→ **`foo`: test unit**

Metodo da testare

→ **`testFoo`: test driver**

Metodo che testa foo

Simula una unità chiamante

→ **`gig`: test stub** (opzionale)

Simula un metodo chiamato da foo in modo di isolare il caso di test dal resto del sistema

Test d'integrazione (1)

Testa l'integrazione tra le diverse unità

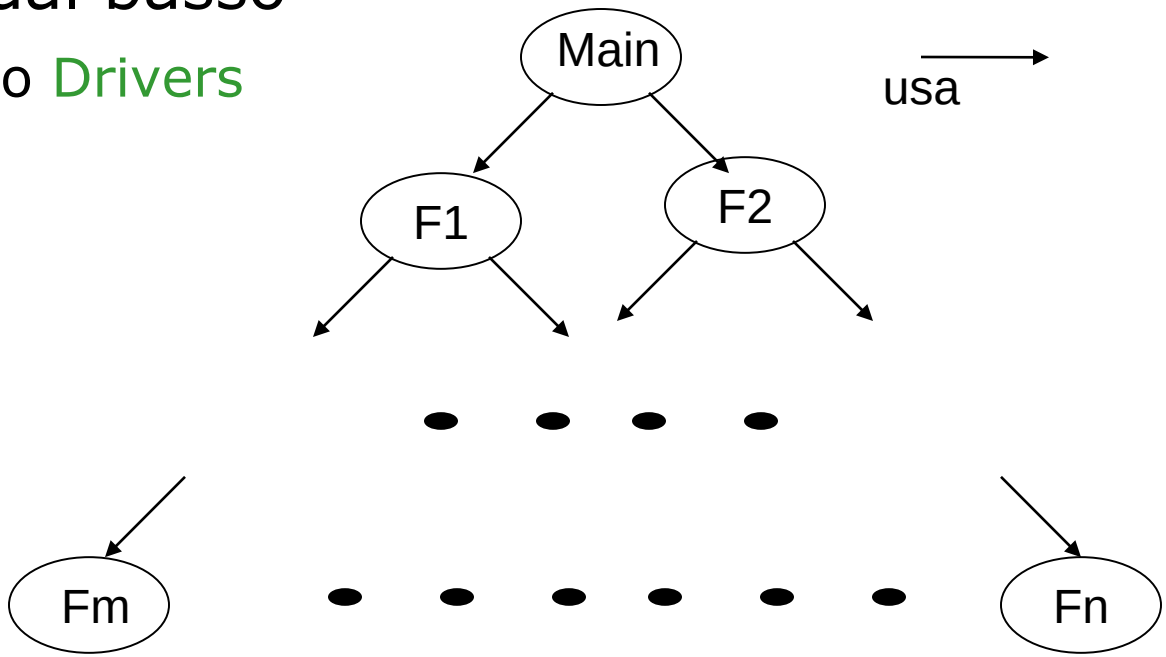
Esempio:

- compatibilità dei tipi importati/esportati
  - spesso eseguita dal linker o dal compilatore
- difetti nei domini di import/export
  - Esempio:
    - F1 chiama F2 con un parametro intero
    - F2 assume che il parametro sia >0, mentre F1 chiama con parametro = 0
- rappresentazione di dati importati/esportati
  - Esempio: F1 chiama F2 e con un parametro Elapsed_time
  - F1 pensa siano secondi, F2 invece millisecondi
    - Successo veramente su sonda Pioneer????!!!

Test d'integrazione (2)

Alcune strategia per il test di integrazione

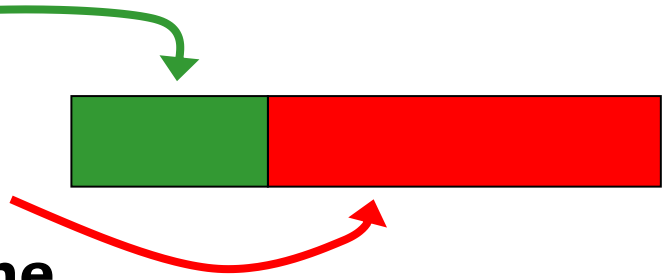
- top-down: inizia dall'alto
  - Si devono sviluppare Stubs
- bottom-up: dal basso
  - Si sviluppano Drivers
- big-bang



Regression Testing

Sviluppo vs Manutenzione

- costi di sviluppo: 1/3
- costi di manutenzione: 2/3



Testing durante la manutenzione

- obiettivi nel testare programmi modificati:
  - accertarsi di aver eliminato i difetti segnalati
  - essere sicuri di non introdurre nuovi difetti
  - evitare di dover buttar via i vecchi casi di test e riscriverne nuovi da capo
  - riusare i vecchi casi di test e confrontare che il comportamento non sia cambiato (eccetto malfunzionamenti)
  - evitare di dover ritestare tutti i programmi anche quelli non modificati

In sintesi

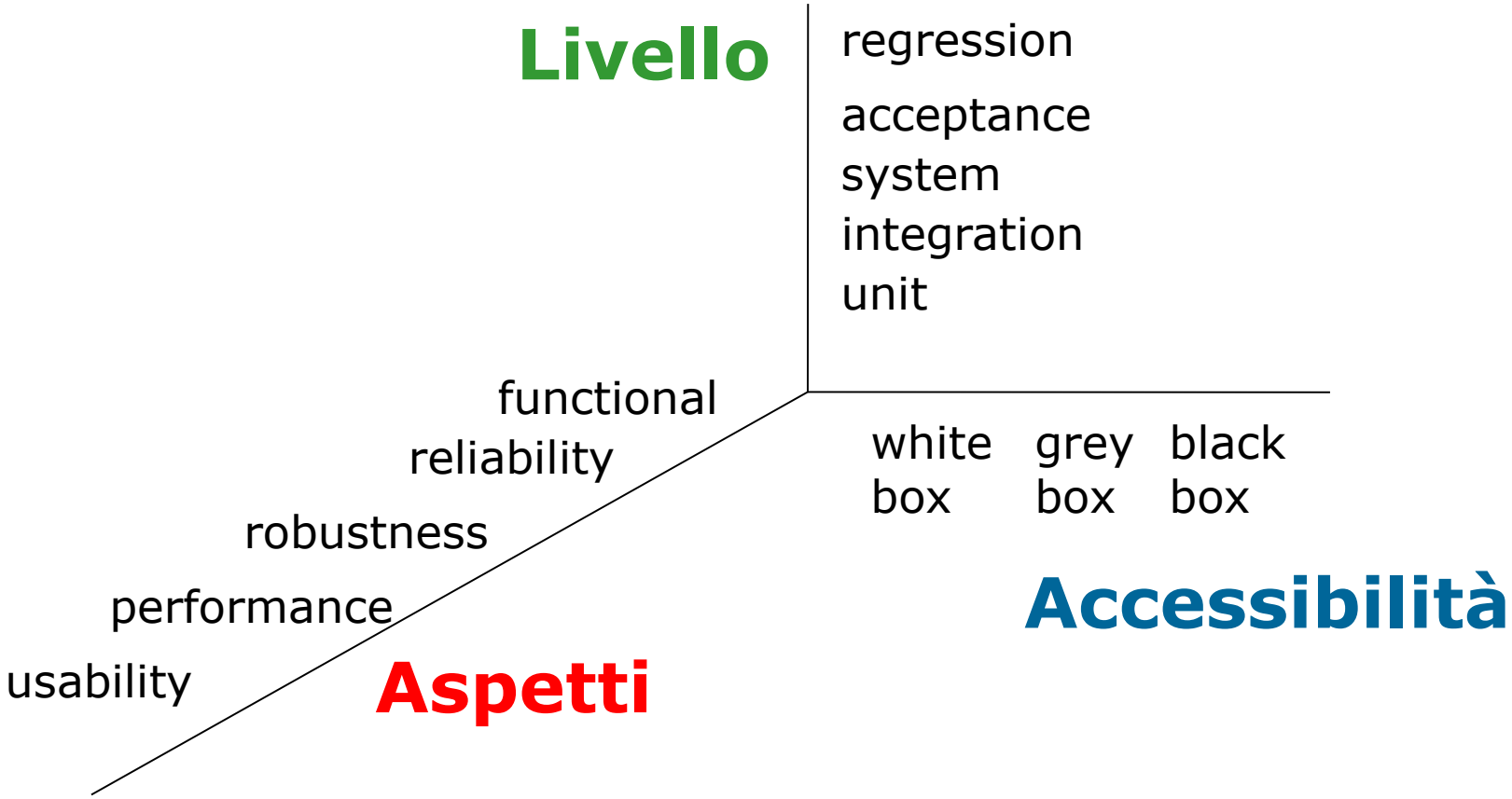
- Abbiamo visto le definizioni di:
  - difetto o bug: elemento sintattico nel sorgente sbagliato;
  - malfunzionamento: comportamento sbagliato
  - errore e debugging
- Visto diversi tipi di testing a seconda del livello:
  - di accettazione, di conformità, di sistema
  - di integrazione
  - di unità
  - di regressione

TIPI DI TESTING

Angelo Gargantini

Tipi di testing

Esistono tanti tipi di testing a seconda del livello a cui si effettuano, del tipo di accesso al sistema da testare e degli aspetti che si vogliono testare



Accessibilità del Testing

A seconda del tipo di "accesso" all'unità testata si ha:

white box testing, o structural testing, o program-based testing

- si assume che il programma sorgente sia disponibile

black box testing, o functional testing, o model-based testing, o specification-based testing

- si assume che non si guardi il programma sorgente ma solo quello che dovrebbe fare

grey box testing

- un mix tra i due

White box testing

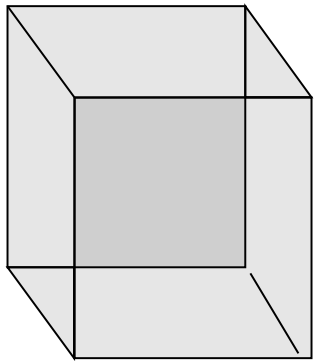
E’ basato sulla struttura interna del programma

- deriva i casi di test dal programma
- controlla e osserva i programmi durante l’esecuzione

In genere analizza “quanto programma è stato eseguito” o coperto

- non garantisce che il programma faccia quello effettivamente richiesto
- ci sono diverse alternative che vedremo

White Box



Black-Box testing

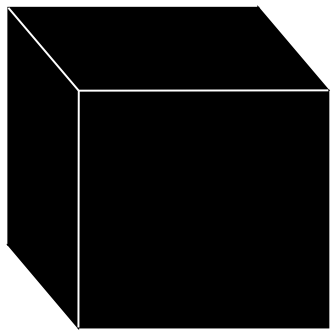
Ignora la struttura del programma e considera solamente i suoi requisiti

- deriva i casi di test dai requisiti
- controlla e osserva il programma solo attraverso la sua interfaccia esterna (input/output)

In genere misura quanti input/output sono stati utilizzati

- non tutti gli input vengono utilizzati
- cerca di scoprire il maggior numero di difetti e di escludere quelli più critici

BlackBox

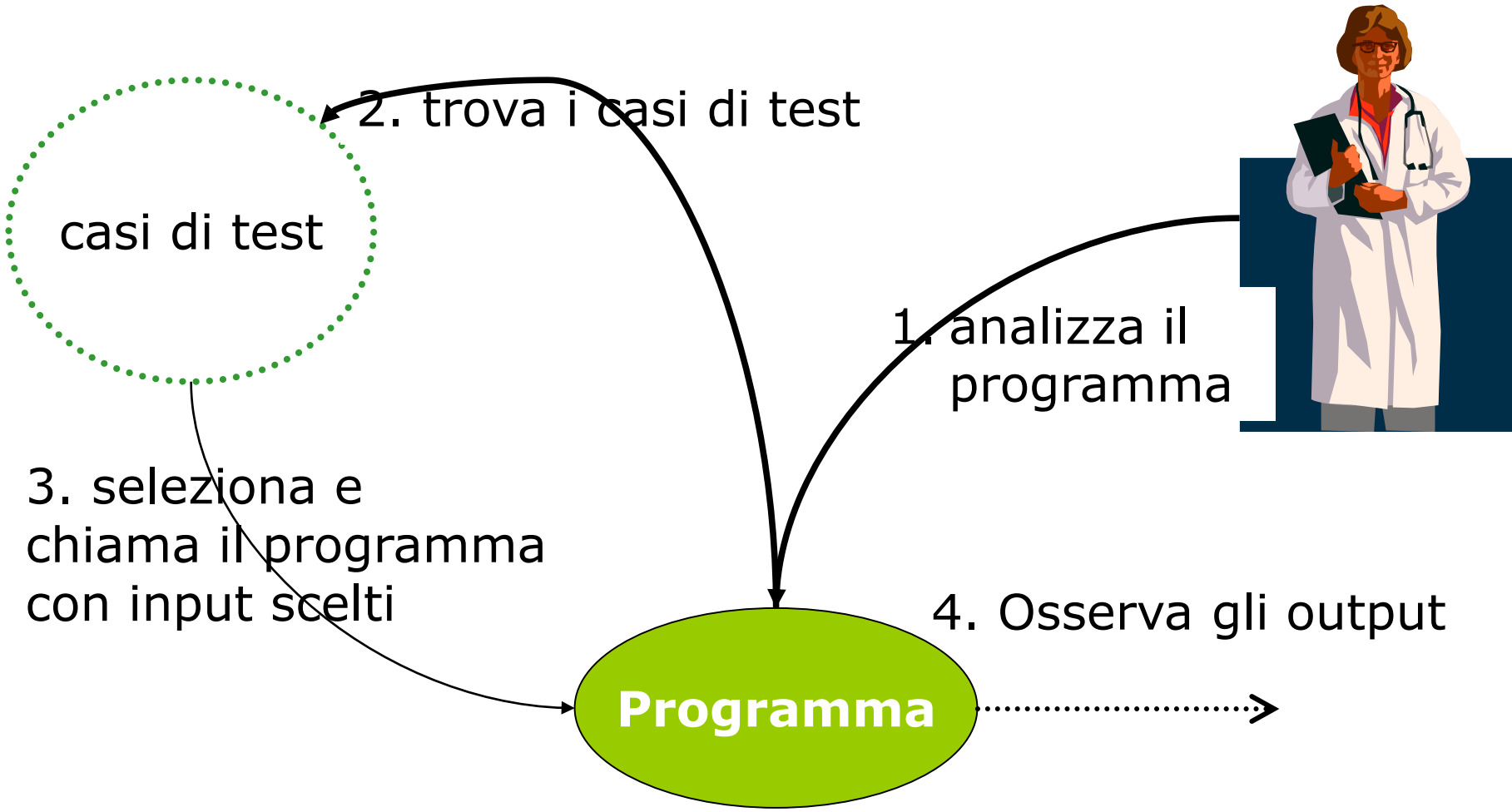


Program-Based Testing (1)

Passi principali

1. esamina la struttura del programma
   - quali i punti critici, le decisioni importanti,...
2. trova i casi di test (cioè input) che soddisfano un certo criterio di copertura
3. applica gli input (uno alla volta) e osserva il programma (output)
4. controlla che non si verifichino errori e che gli output siano quelli attesi

Program-Based Testing (2)



Valutazione del program-based testing

Vantaggi:

- il codice è una importante fonte di informazione disponibile e usabile

Limitazioni:

- non riesce a trovare errori di omissione
  - cosa succede se un programma dimentica di gestire un caso particolare? Guardando solo la struttura tale caso non verrà mai selezionato come caso di test
- non fornisce "test oracles"
  - come faccio sapere se l'output ottenuto è quello atteso?

Test oracle: modo per stabilire se il test ha evidenziato un malfunzionamento oppure no

Specification-Based Testing (1)

Passi principali:

1. esamina la specifica dei requisiti del programma
2. seleziona un insieme di casi di test che soddisfano qualche criterio
3. applica questi input alla specifica e colleziona gli output **A** (attesi)
4. applica gli stessi input al programma e colleziona gli output **B** (osservati)
5. confronta gli output **A** con gli output **B** e controlla che siano uguali

Specification-Based Testing (2)

2. trova i casi di test

casi di test

1. analizza la specifica

3. seleziona e applica gli input scelti alla specifica

Specifica

A

5. confronta gli output **A** e **B**

4. applica gli stessi input al programma

Programma

B

Valutazione del spec.-based testing

Principali vantaggi:

- la specifica funziona da **oracolo**

Principali limiti:

- le specifiche potrebbero non essere disponibili
  - potrebbe esserci solo il codice
- le specifiche devono essere "formali"
  - per generare i casi di test
  - per eseguire i casi di test selezionati per ottenere gli output
- maggiore sforzo rispetto al program-based test

In sintesi

- Abbiamo visto:
  - i diversi aspetti da testare nel sw
  - i diversi tipi di test a seconda dell'accessibilità
- Ricordate che:
  - nel white box o program based testing
    - viene analizzato solo il programma
    - si selezionano alcuni input e
    - si osserva il comportamento del programma
  - nel black box testing o specification-based
    - si tiene in considerazione la specifica di un programma
    - per generare i casi di test
    - per calcolare gli output attesi
    - da confrontare con quelli ottenuti applicando gli stessi input al programma