Il debugging di astrazioni

Astrazioni sui dati: specifica

- Ingredienti tipici di una astrazione sui dati
- Un insieme di *astrazioni* che definiscono tutti i modi per utilizzare un insieme di *valori*
  - Creare
  - Manipolare
  - Osservare
- Creatori e produttori: meccanismi primitivi atti alla programmazione della definizione di nuovi valori
- Mutator: modificano il valore
- Osservatori: strumento linguistico per selezionare valori

ADT: riassunto

- Specifica ADT: guida all'implementazione
- Ovviamente ADT devono poi essere implementati
- Si deve garantire che la realizzazione soddisfa la specifica
- Due strumenti essenziali
  - Invariante di rappresentazione
  - Funzione di astrazione

Implementazione vs. Specifica

Representation Invariant: Object → boolean

- Stabilisce se una istanza è *ben formata*
- Stabilisce l'insieme concreto dei valori dell'astrazione (ovvero quelli che sono una implementazione dei valori astratti)
- **Guida per chi implementa/modifica/verifica l'implementazione delle astrazioni: nessun oggetto deve violare rep invariant**

Abstraction Function: Object → abstract value

- Stabilisce come interpretare la struttura dati concreta della implementazione
- È definita solamente sui valori che rispettano l'invariante di rappresentazione
- **Guida per chi implementa/modifica l'astrazione:** ogni operazione deve fare "la cosa giusta" con la rappresentazione concreta

Esempio: CharSet

```
class CharSet{
// Overview: CharSet insieme finito modificabile di
// Characters

// @effects: crea un CharSet nuovo e vuoto
public CharSet( ) {...}

// @modifies: this
// @effects: this_post = this_pre ∪ {c}
public void insert(Character c) {...}

// @modifies: this
// @effects: this_post = this_pre \ {c}
public void delete(Character c) {...}

// @effects: return (c ∈ this)
public boolean member(Character c) {...}

// @effects: return cardinalita' di this
public int size( ) {...}
```

CharSet: implementazione?

```
class CharSet{
  private List<Character> elts =
        new ArrayList<Character>( );
  public void insert(Character c) {
     if (elts.add(c)){return;}
  }
  public void delete(Character c) {
     int i = elts.indexOf(c);
      if (i > -1) elst.remove(i);
  }
  public boolean member(Character c) {
     return elts.contains(c);
  }
  public int size( ) {
     return elts.size( );
  }
}
```

CharSet: implementazione?

```
class CharSet {
  private List<Character> elts =
       new ArrayList<Character>( );
  public void insert(Character c) {
     if (elts.add(c)){return;}
  }
  public void delete(Character c) {
     int i = elts.indexOf(c);
      if (i > -1) elst.remove(i);
  }
  public boolean member(Character c) {
     return elts.contains(c);
  }
  public int size( ) {
     return elts.size( );
  }
}
```

Dove è nascosto l'errore?

CharSet: implementazione?

```
class CharSet {
  private List<Character> elts =
      new ArrayList<Character>( );
  public void insert(Character c) {
     if (elts.add(c)
  }
  public void delete
     int i = elts.in
      if (i > -1) els
  }
  public boolean mem
     return elts.con
  }
  public int size( )
     return elts.siz
  }
}
```

```
CharSet s = new CharSet( );
Character a = new Character('a');
s.insert(a);
s.insert(a);
s.delete(a);
if (s.member(a))
     System.out.print("wrong");
else
     System.out.print("right");
```

CharSet: implementazione?

```
class CharSet {
  private List<Character> elts =
       new ArrayList<Character>( );
  public void insert(Character c) {
     if (elts.add(c)
  }
  public void delete
     int i = elts.in
      if (i > -1) els
  }
  public boolean mem
     return elts.con
  }
  public int size( )
     return elts.siz
  }
}
```

```
CharSet s = new CharSet( );
Character a = new Character('a');
s.insert(a);
s.insert(a);
s.delete(a);
if (s.member(a))
     System.out.print("wrong");
else
     System.out.print("right");
```

Dove è nascosto l’errore?

Cerchiamo l’errore

- *Primo tentativo:* `delete` è sbagliata
  - controlla l’appartenenza ma rimuove tutte le occorrenze?

- *Secondo tentativo:* `insert` è sbagliata
  - non dovrebbe inserire un carattere quando è già presente

- Come operiamo?
  - utilizziamo **representation invariant** per muoverci e eliminare l’errore
  - il codice ben documentato e gli strumenti di specifica formale ci aiutano nell’operazione di individuazione e rimozione dell’errore

Invariante di rappresentazione

```
 class CharSet {
// Rep invariant:
// elts non contiene elementi null e non
// contiene duplicati
   private List<Character> elts = ...
   ...
```

Possiamo scriverlo anche formalmente (con gli strumenti di LPP):

$\forall$ indice i di elts . elts.elementAt(i) $\neq$ null

$\forall$ indice i, j di elts .

$i \neq j \Rightarrow \neg$ elts.elementAt(i).equals(elts.elementAt(j))

Ora localizziamo l’errore

```
// Rep invariant:
//   elts: no null e no duplicati

public void insert(Character c) {
  if (elts.add(c)){return;}
}

public void delete(Character c) {
  int i = elts.indexOf(c);
   if (i > -1) elst.remove(c);
}
```

Come si fa il debugging

L'idea che intendiamo perseguire è la seguente:

Progettate del codice in modo tale che tutte le operazioni di "bug-checking" siano implementate utilizzando come guida l'invariante di rappresentazione

Verifica del rep invariant

Idea derivata dalle tecniche di prova: controllare ingresso e uscita dai metodi

```
public void delete(Character c) {
                   checkRep( );
                   int i = elts.indexOf(c);
                   if (i > -1) elst.remove(c);
                   checkRep( );
}
...
/** elts no duplicati. */
private void checkRep( ){
   ...
}
```

defensive programming

- Assunzione: programmare è un processo di tipo “trial and error”
- Progettare del codice in modo tale che
  - alla chiamata dei metodi
    - ✓ verifica rep invariant
    - ✓ verifica pre-condizioni
  - all’uscita del metodo
    - ✓ verifica rep invariant
    - ✓ verifica post-condizioni
- Verificare rep invariant = verificare la presenza di errori
- Ragionare sul rep invariant = evitare di fare errori

Sempre **CharSet**

Aggiungiamo un metodo a `CharSet`

```
// restituisce una lista degli elementi che
// appartengono a this.
public List<Character> getElts( );
```

Implementazione

```
// Rep invariant: elts no null e no dupl.

public List<Character> getElts( ) { return elts; }
```

L'implementazione di `getElts` preserva rep invariant?

Mah?!….

Esporre la rappresentazione

Consideriamo un cliente (sempre di **CharSet**)

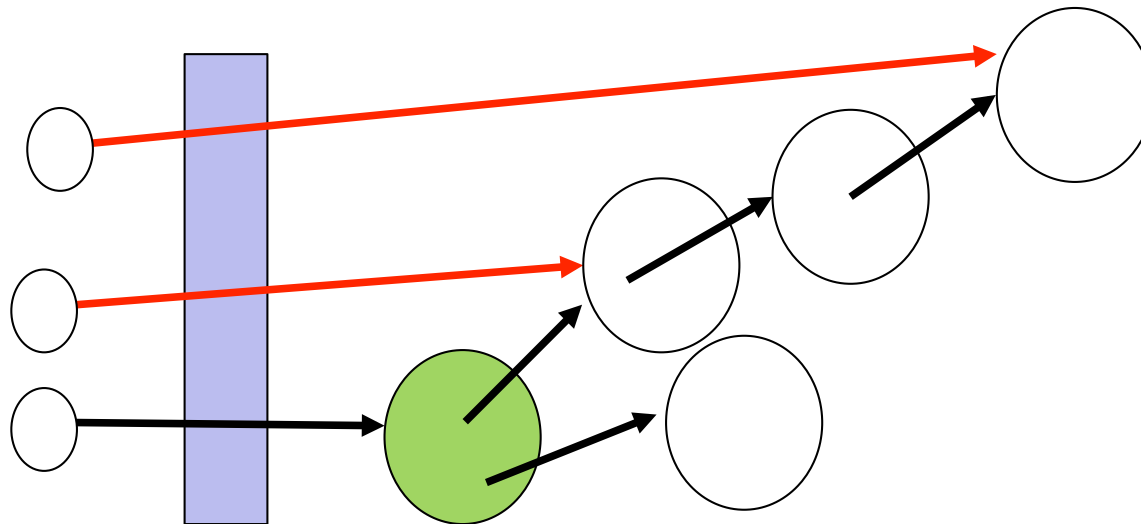
```
CharSet s = new CharSet( );
Character a = new Character('a');
s.insert(a);
s.getElts( ).add(a); // usiamo add in modo liberale
s.delete(a);
if (s.member(a)) ...
```

- Abbiamo una esposizione della rappresentazione con un accesso indiretto (tramite il metodo getElts)

- Problema: bug da evitare
  - progettare l'astrazione in modo da evitare questo problema
  - progettare dei test con clienti "malevoli": usare valori mutabili per capire cosa avviene nel dettaglio

`private` … non basta

- L'uso di **`private`** potrebbe non bastare
  - Aspetto chiave: ***aliasing di struttura mutubili all'interno e all'esterno della astrazione***



Come si evita?

- Per evitare l'esposizione della rappresentazione una prima tecnica è quella di fare copie dei dati che oltepassono la barriera dell'astrazione
  - copia in [parametri che diventano valori della rappresentazione]
  - copia out [risultati che sono parte dell'implementazione]
- Esempio: `Point` ADT modificabile

```
class Line {
        private Point s, e;

        public Line(Point s, Point e) {
           this.s = new Point(s.x,s.y);
           this.e = new Point(e.x,e.y);
        }
        public Point getStart( ) {
           return new Point (this.s.x,this.s.y);
        }
        ...
}
```

deep copying

- Una copia (operazioni sui puntatori) non è sufficiente a causa dell’aliasing !!!

- Analizzare questo codice

```
class PointSet {
  private List<Point> points = ...
  public List<Point> getElts( ) {
        return new ArrayList<Point>(points);
  }
}
```

Una seconda soluzione

- Usare strutture dati non modificabili
- Esempio: `Point`

```
class Line {
    private Point s, e;
    public Line (Point s, Point e) {
            this.s = s;
            this.e = e;
    }
    public Point getStart( ) {
            return this.s;
    }
...
```

Strutture non modificabili

- Vantaggi
  - l'aliasing non è un problema
  - non è necessario fare copie
  - rep invariant non può essere "rotto"
- Richiede tuttavia scelte di programmazione differenti

```
void raiseLine(double deltaY) {
    this.s = new Point(s.x, s.y+deltaY);
    this.e = new Point(e.x, e.y+deltaY);
}
```

- Classi immutabili nella libreria: `String`, `Character`, `Integer`, ...

Ancora il caso **getElts**

```
class CharSet {
   // rep invariant: elts: no null e no dupl.
   private List<Character> elts = ...

   // returns: elts nell'insieme corrente
   public List<Character> getElts( ) {
      return new ArrayList<Character>(elts); //copy out
   }
   ...
}
```

Alternative

```
// returns: ...
public List<Character> getElts( ) { // versione 1
  return new ArrayList<Character>(elts); //copy out!
}

public List<Character> getElts( ) { // versione 2
  return Collections.unmodifiableList<Character>(elts);
}
```

JavaDoc: **`Collections.unmodifiableList`**:

Returns an unmodifiable view of the specified list. This method allows modules to provide users with "read-only" access to internal lists. Query operations on the returned list "read through" to the specified list, and attempts to modify the returned list… result in an **`UnsupportedOperationException`**.

Rep inv. vincola la struttura

Implementazione di `insert` che preserva rep invariant

```
public void insert(Character c) {
  Character cc = new Character(encrypt(c));
  if (!elts.contains(cc))
   elts.addElement(cc);
}
public boolean member(Character c) {
  return elts.contains(c);
}
```

Il programma presenta dei comportamenti non adeguati

Rep inv. vincola la struttura

Implementazione di **insert** che preserva rep invariant

```
public void insert(Character c) {
  Character cc = new Character(encrypt(c));
  if (!elts.contains(cc))
   elts.addElement(cc);
}
public boolean member(Character c) {
  return elts.contains(c);
}
```

Il programma presenta dei comportamenti non adeguati

```
CharSet s = new CharSet( );
s.insert('a');
if (s.member('a')) ...
```

La funzione di astrazione (AF)

La abstraction function associa la rappresentazione concreta ai valori astratti

AF: Object → abstract value

AF(CharSet this) = { c | c appartiene a this.elts }

“insieme dei caratteri in this.elts”

Il caso `insert`

La specifica di `insert`

```
// modifies: this
// effects: this_post = this_pre U {c}
public void insert (Character c) {…}
```

La AF ci dice effettivamente cosa significa il rep invariant

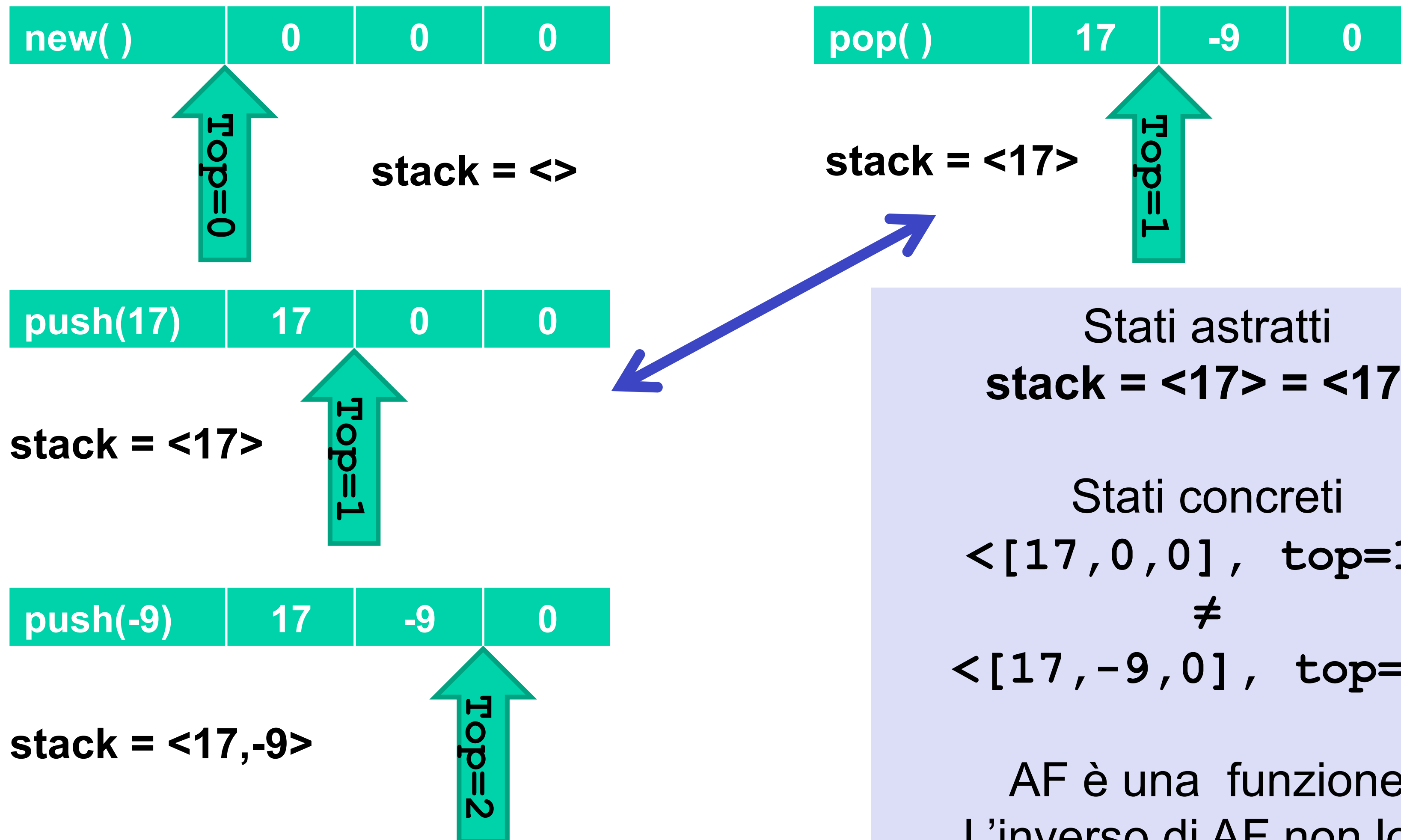
AF(CharSet this) = { c | c appartenenti a this.elts }

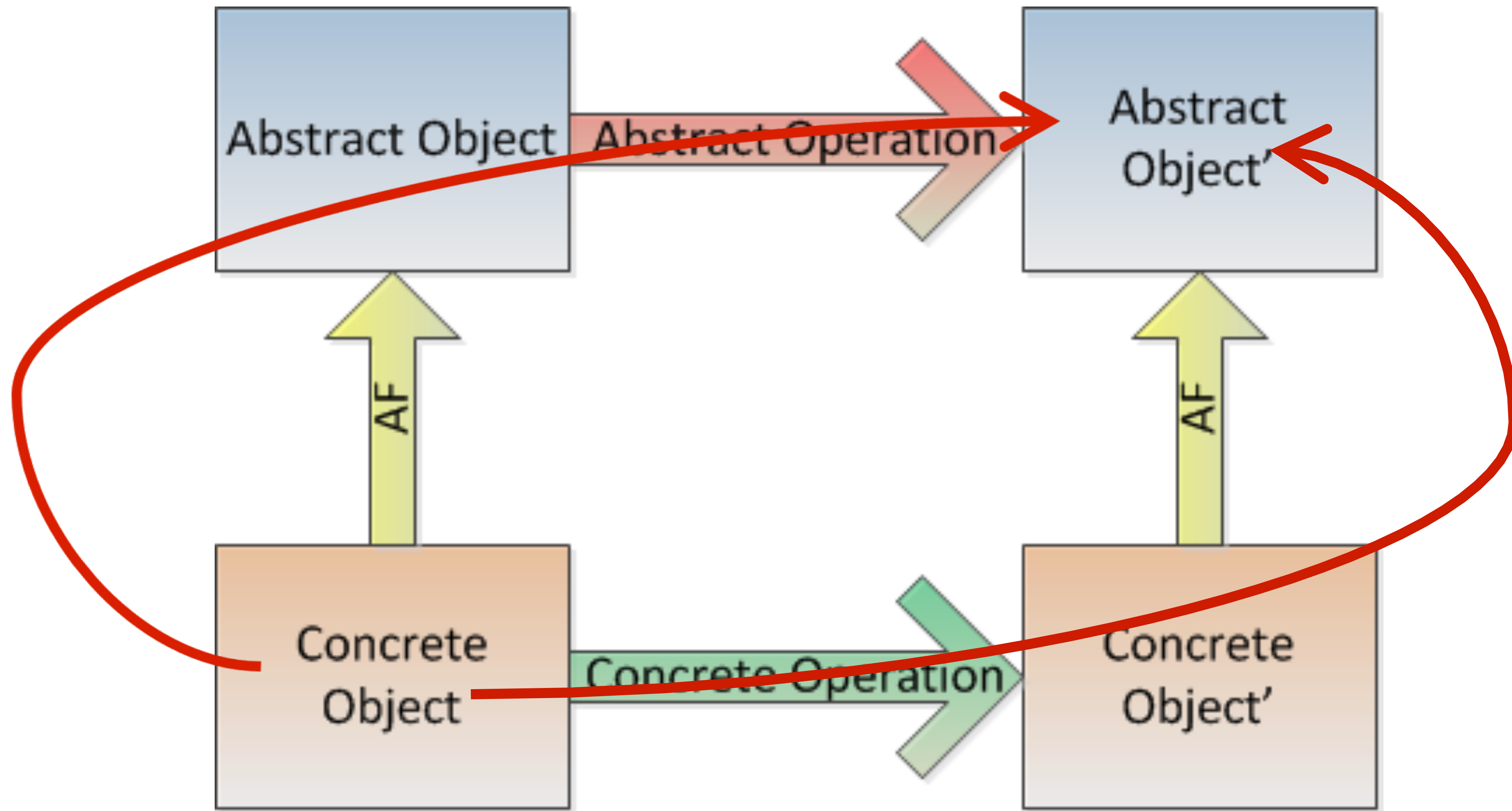
Invocchiamo `insert`

All’ingresso del metodo vale AF($this_{pre}$) ≈ $elts_{pre}$

All’uscita AF($this_{post}$) = AF($this_{pre}$) U {encrypt('a')}

Esempio: AF per Stack




Abstract Object
Abstract Operation
Abstract Object'
AF
AF
Concrete Object
Concrete Operation
Concrete Object'

Riassunto finale

Rep invariant

- Quali sono i valori concreti che rappresentano valori astratti

Abstraction function

- Per ogni valore concreto restituisce il corrispondente valore astratto

Obiettivo comune: sono entrambe indispensabili per controllare la correttezza dell’astrazione

Di solito, la documentazione fa vedere solamente il rep invariant