AA 2016-2017

PROGRAMMAZIONE 2

4.Un modello operazionale per Java

Abstract Stack Machine

- Abstract Stack Machine: modello computazionale per Java che permette di descrivere la nozione di stato modificabile
- Modello astratto: nella seconda parte del corso esamineremo nel dettaglio gli aspetti relativi alla realizzazione dei linguaggi di programmazione

Struttura

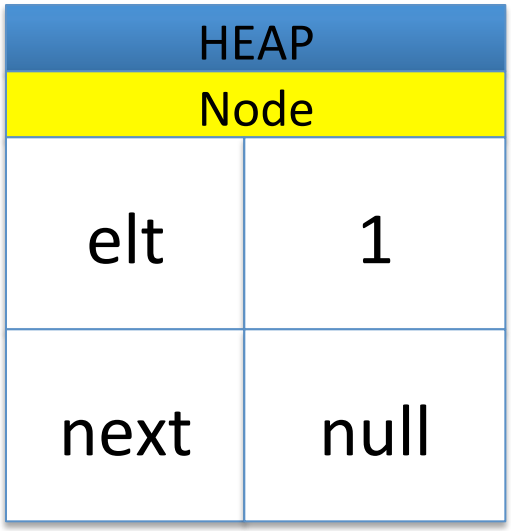
- Java ASM: tre componenti fondamentali
  - **Workspace** per la memorizzazione dei programmi in esecuzione
  - **Stack** per la gestione dei binding
  - **Heap** per la gestione della memoria dinamica
- Oltre a questi componenti la ASM è caratterizzata da uno spazio di memoria dinamica che serve per memorizzare le tabelle dei metodi degli oggetti
  - per semplicità ora non considereremo questa parte

ASM

- Buon modello per comprendere come funzionano i programmi Java
- Definisce in modo chiaro come sono gestite le strutture dati
- Permette di trattare in modo omogeneo la gestione degli oggetti
- Visione **semplificata** della macchina astratta per la realizzazione del linguaggio

Allocazione di oggetti sullo heap


```
class Node {
    private int elt;
    private Node next;
}
:
Node n = new Node(1, null);
```

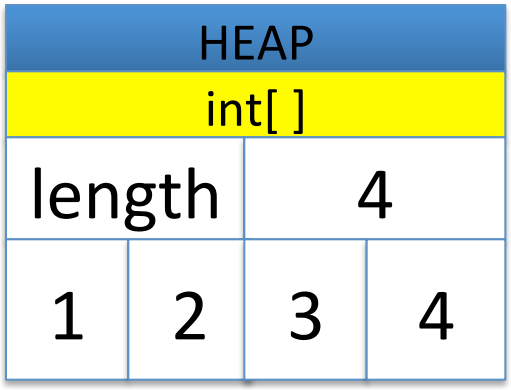


Le variabili di istanza possono essere mutabili o meno

Nota importante: a runtime sono presenti informazioni di tipo esemplificate dalla “annotazione di tipo” **Node** memorizzate nello heap. Il perché si capirà in seguito!!!

Allocazione di array sullo heap


```
int[] anArray;
anArray = new int[4];
anArray[0] = 1;
:
anArray[3] = 4;
```



Il valore di length è fissato
Gli elementi dell'array sono mutabili

Nota importante: a runtime sono presenti informazioni di tipo esemplificate dal "tipo" array di interi e la dimensione (length) memorizzate nello heap

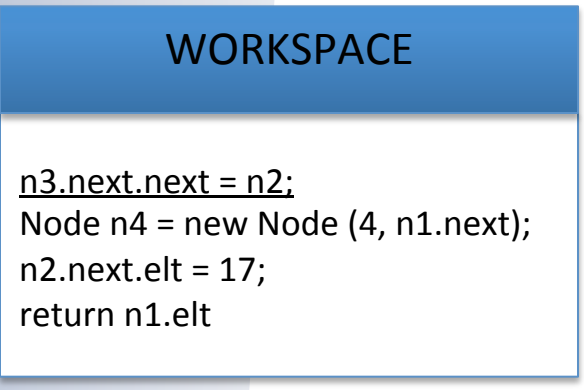
Esempio

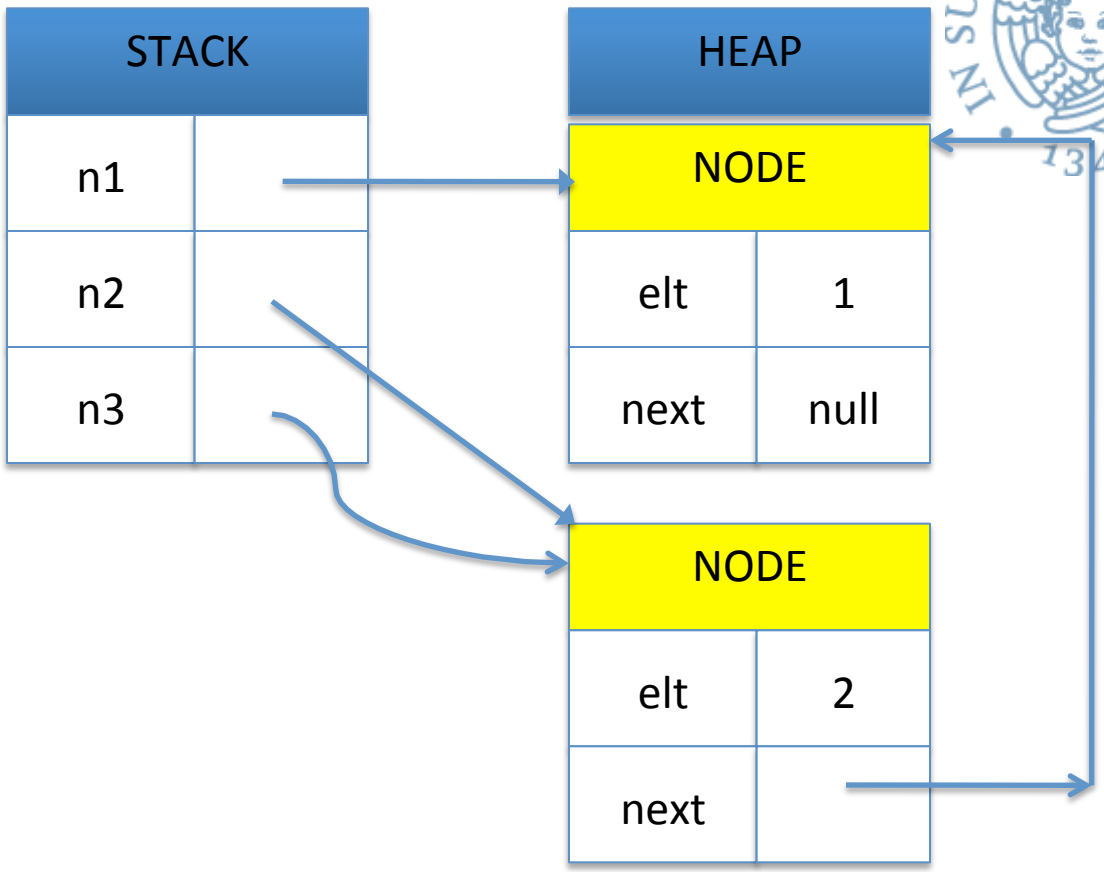

```
class Node {
        private int elt;
        private Node next;

        public Node (int e0, Node n0) {
                elt = e0;
                next = n0;
        }
  :
}
```

```
public static int m( ) {
        Node n1 = new Node(1,null);
        Node n2 = new Node(2, n1);
        Node n3 = n2;
        n3.next.next = n2;
        Node n4 = new Node(4, n1.next);
        n2.next.elt = 17;
        return n1.elt;
}
```

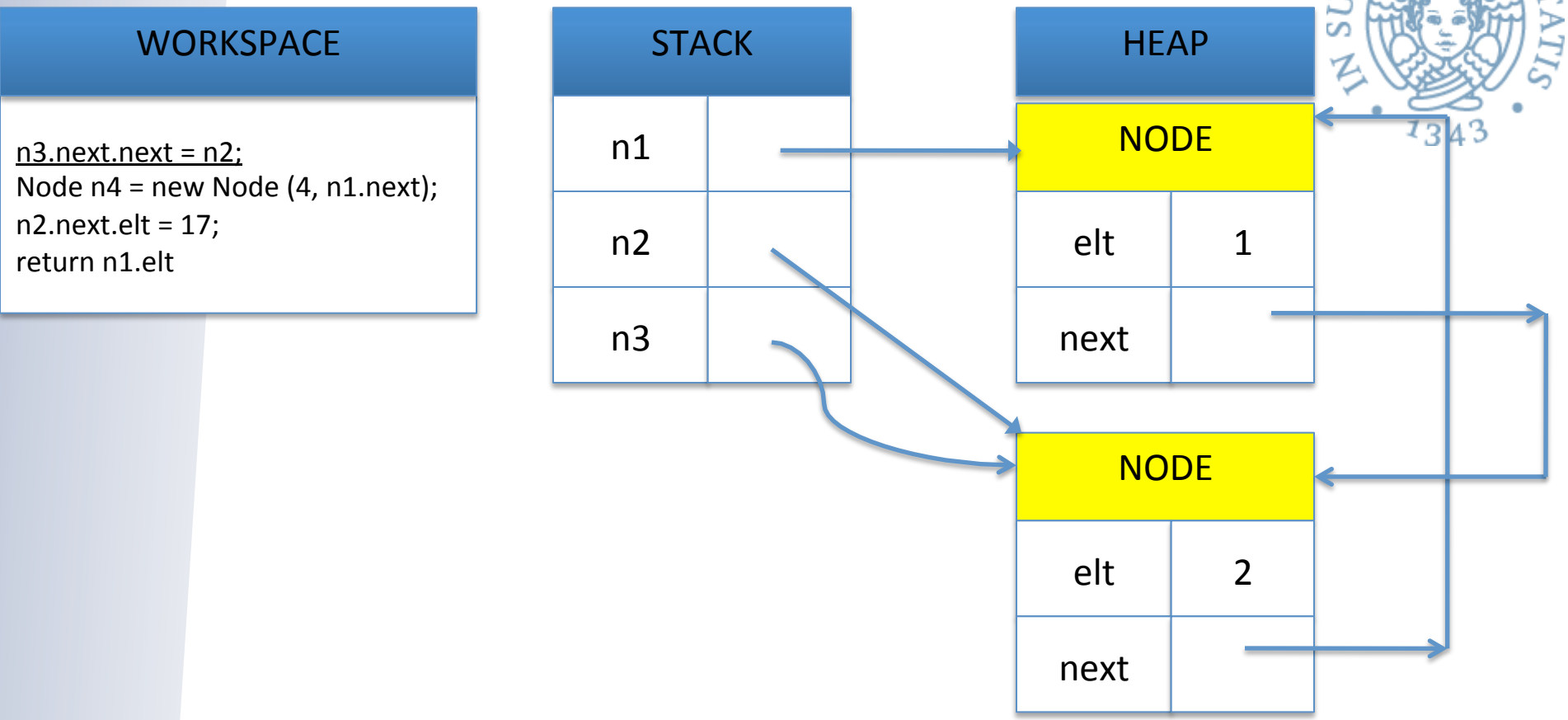
Esempio di ASM

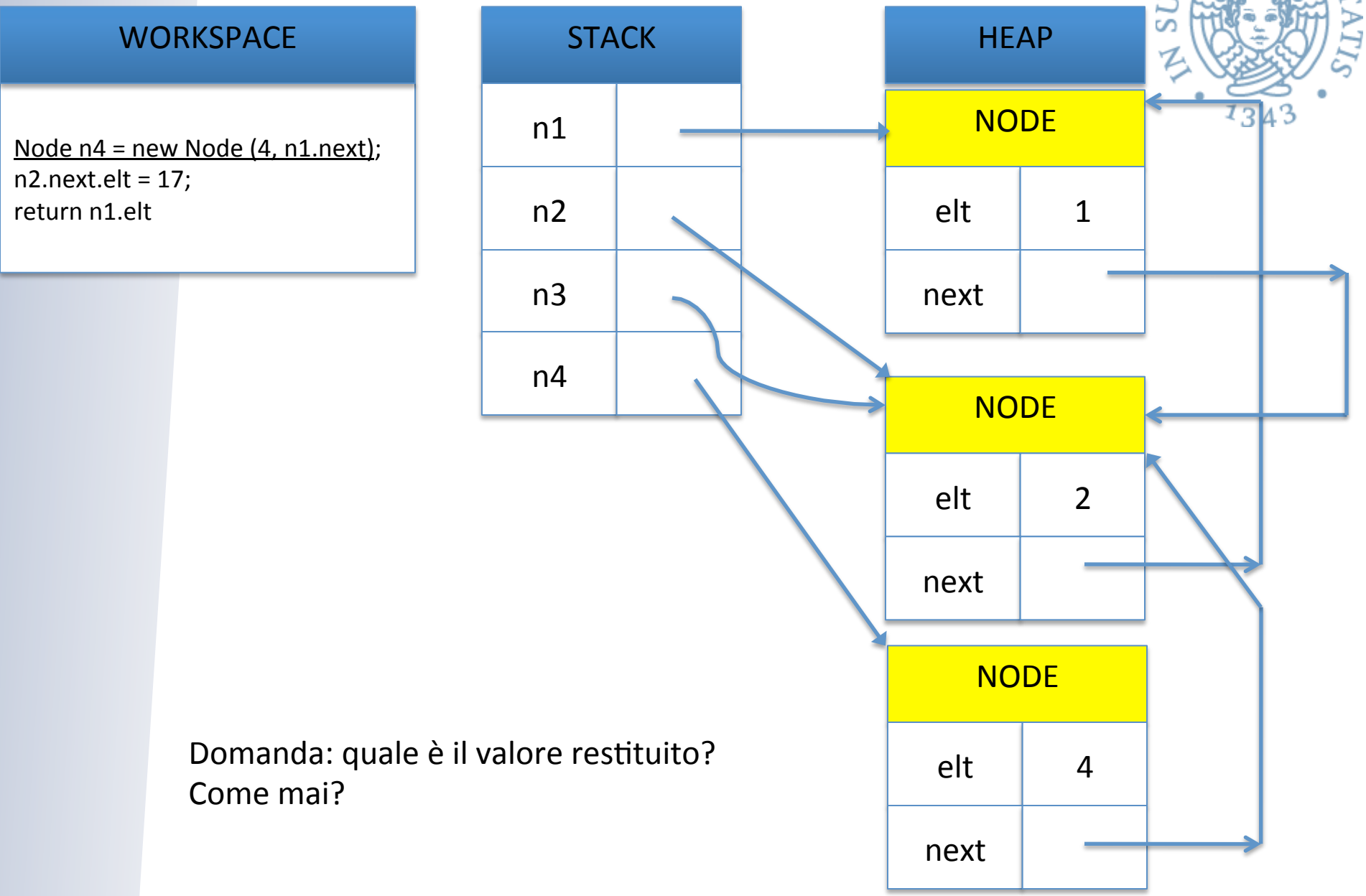
- Supponiamo di valore valutare l'invocazione
  - Node.m( );
- La prima cosa che si deve osservare è che l'invocazione del metodo restituisce un valore intero (che non è un oggetto)
- Lo stack deve contenere lo spazio per poter memorizzare il valore restituito dall'invocazione del metodo
  - intuitivamente una variable di tipo int
  - per semplicità lo omettiamo



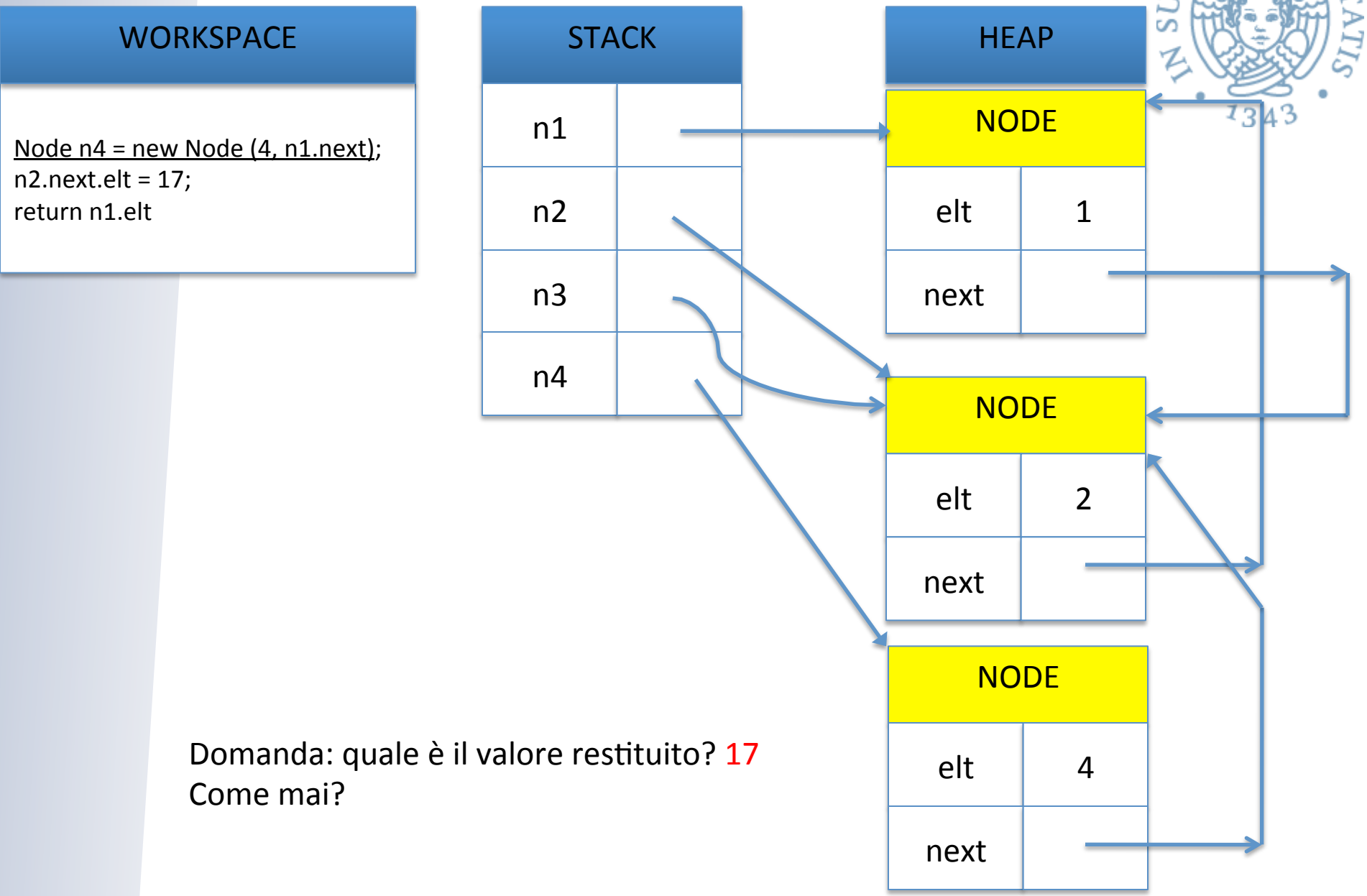


Node n1 = new Node (1, null);
Node n2 = new Node (2, n1);
Node n3 = n2;


WORKSPACE
n3.next.next = n2;
Node n4 = new Node (4, n1.next);
n2.next.elt = 17;
return n1.elt
STACK
n1
n2
n3
HEAP
NODE
elt
1
next
NODE
elt
2
next



Domanda: quale è il valore restituito?
Come mai?



Domanda: quale è il valore restituito? 17
Come mai?

Ereditarietà

Ereditarietà tra classi

- Esamineremo solo la nozione di ereditarietà tra classi
- La nozione di ereditarietà vale anche per le interfacce: dettagli nelle note didattiche
- Strumento tipico dell'OOP per riusare il codice e creare una gerarchia di astrazioni
- Generalizzazione: una superclasse generalizza una sottoclasse fornendo un comportamento condiviso dalle sottoclassi
- Specializzazione: una sottoclasse specializza (concretizza) il comportamento di una super-classe

Perché è importante

- Permette di specializzare il comportamento di una classe, prevedendo nuove funzionalità, ma al tempo stesso mantendendo le vecchie e quindi senza influenzare codice cliente già scritto
- Riuso del codice!!
- Subtype polymorphism: *tramite l'ereditarietà un variabile può assumere tipi (di classi) differenti*
- Una funzione con parametro formale di tipo T può operare con un parametro attuale di tipo S a patto che S sia un sottotipo di T

Subtyping

- B è un sottotipo di A: “every object that satisfies interface B also satisfies interface A”
- Obiettivo metodologico: il codice scritto guardando la specifica di A opera correttamente anche se viene usata la specifica di B

Sottotipi e principio di sostituzione

- B è sottotipo di A: B può essere sostituito per A
  - una istanza del sottotipo soddisfa le proprietà del supertipo
  - una istanza del sottotipo può avere maggiori vincoli di quella del supertipo
- Questo non è sempre vero in Java

- Sottotipo è una nozione semantica
  - B è un sottotipo di A <-> un oggetto di B si può mascherare come uno di A in tutti i possibili contesti
- Ereditarietà è una nozione di implementazione
  - creare una nuova classe evidenziando solo le differenze (il codice nuovo)
- Ora esamineremo gli aspetti concreti di ereditarietà in Java: in seguito vedremo la parte semantica

Ereditarietà in Java

- Una sottoclasse si definisce usando la parola chiave extends
  - **class B extends A { … }**
- Osservazione: l'ereditarietà in Java è semplice!
  - una classe può implementare più interfacce, ma estendere solo una superclasse
  - questo non vale in altri linguaggi a oggetti: l'esempio classico è C++

Esempio


```
class D {
      private int x, y;
      public int addBoth( ) { return x + y; }
}

class C extends D { // C è un sottotipo di D
      private int z;
      public int addThree( ) { return addBoth( ) + z; }
}
```

La classe C eredita implicitamente i campi definiti dalla classe D

Nella classe D non sono visibili le variabili e i metodi dichiarati **private**. Quindi fanno parte dello stato degli oggetti istanziati e non sono riferibili (direttamente) dal nuovo metodo

Esempio


```
class D {
      protected int x, y;
      public int addBoth( ) { return x + y; }
}

class C extends D { // C è un sottotipo di D
      private int z;
      public int addThree( ) { return x + y + z; }
}
```

La classe C eredita implicitamente i campi definiti dalla classe D

Nella classe D sono visibili le variabili e i metodi dichiarati **protected**. Quindi sono riferibili direttamente

Metodo costruttore e Super

- Un aspetto critico della nozione di ereditarietà è che il metodo costruttore non viene ereditato
- Tipicamente il metodo costruttore della sottoclasse deve accedere anche alle variabili di istanza della superclasse
- Java fornisce un meccanismo specifico per affrontare questo aspetto


```
class D {
        private int x;
        private int y;
        public D (int initX, int initY) {
                x = initX; y = initY;
        }
        public int addBoth( ) { return x + y; }
}

class C extends D { //  C è un sottotipo di D
        private int z;
        public C (int initX, int initY, int initZ) {
                super(initX, initY); // invocazione del costruttore di D
                z = initZ;
        }
        public int addThree( ) { return addBoth( ) + z; }
}
```

this

- All’interno di un metodo o di un costruttore, la parola chiave **this** permette di riferire l’oggetto corrente
- **this** è un riferimento all’oggetto corrente: l’oggetto il cui metodo o costruttore viene chiamato

this (esempio)


```
public class Point {
        public int x = 0;
        public int y = 0;

        // constructor
        public Point(int a, int b) {
                x = a;
                y = b;
        }
}
```

```
public class Point {
        public int x = 0;
        public int y = 0;

        // constructor
        public Point(int x, int y) {
                this.x = x;
                this.y = y;
        }
}
```

this (costruttore implicito)


```
public class Rectangle {
        private int x, y;
        private int width, height;

        public Rectangle( ) {
                this(0, 0, 0, 0);
        }
        public Rectangle(int width, int height) {
                this(0, 0, width, height);
        }
        public Rectangle(int x, int y, int width, int height) {
                this.x = x;
                this.y = y;
                this.width = width;
                this.height = height;
        }
        ...
}
```

Chiamata al costruttore con quattro parametri

Esempio


```
public class Point {
    protected final int x, y;
    private final String name;

    public Point(int x, int y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
        name = makeName( );
    }

    protected String makeName( ) {
        return "["+x+", "+y+"]";
    }

    public final String toString( ) {
        return name;
    }
}
```

```
public class ColorPoint extends Point {
    private final String color;

    public ColorPoint(int x, int y, String color) {
        super(x,y);
        this.color = color;
    }

    protected String makeName( ) {
        return super.makeName( ) + ":" + color;
    }

    public static void main(String[ ] args) {
        System.out.println(
            new ColorPoint(4, 2, "viola"));
    }
}
```

Cosa succede?

Esempio


```
public class Point {
    protected final int x, y;
    private final String name;

    public Point(int x, int y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
        name = makeName( );
    }

    protected String makeName( ) {
        return "["+x+", "+y+"]";
    }

    public final String toString( ) {
        return name;
    }
}
```

```
public class ColorPoint extends Point {
    private final String color;

    public ColorPoint(int x, int y, String color) {
        super(x,y);
        this.color = color;
    }

    protected String makeName( ) {
        return super.makeName( ) + ":" + color;
    }

    public static void main(String[ ] args) {
        System.out.println(
            new ColorPoint(4, 2, "viola"));
    }
}
```

Cosa succede? [4,2]:null

Upcasting&downcasting

- Supponiamo che T sia una sottoclasse di S (in una gerarchia)
- **Upcasting**: un oggetto di tipo T può essere legato a una variabile di tipo S
- **Downcasting**: un oggetto di tipo S può essere legato a una variabile di tipo T

```
class Vehicle { … };
class Car extends Vehicle; // Car sottotipo di Vehicle

Vehicle v = (Vehicle) new Car( ); // upcasting
Car c = (Car) new Vehicle( ); // downcasting
```

Upcasting&downcasting

- Upcasting è implicito
- Downcasting deve essere esplicito
  - non sono possibili operazioni di cast al di fuori della struttura descritta dalla gerarchia!!

Metodi addizionali

- Esistono vari metodi definiti nella classe Object che possono essere ereditati quando ha senso o ridefiniti da qualunque classe
- Alcuni esempi
  - equals
  - clone
  - toString

equals

- In Object il metodo equals verifica se due oggetti sono lo stesso oggetto (stesso riferimento)
  - non se i due oggetti hanno lo stesso stato
  - deve essere ridefinita per i tipi non modificabili
    - ✓in termini di uguaglianza fra gli stati
- In Object è presente un metodo hashCode che produce, dato un oggetto, un valore da usare come chiave in una tabella hash
  - stesso valore per oggetti equivalenti (secondo equals)
  - se un tipo non modificabile è usato come chiave, deve ridefinire anche hashCode

clone

- In Object genera una copia dell'oggetto
  - nuovo oggetto con lo stesso stato
- Questa implementazione non è sempre corretta
  - creando una situazione di condivisione (con trasmissione di modifiche) non desiderata
- Il metodo viene ereditato solo se l'header della classe contiene la clausola implements Cloneable
- Se non va bene quella di default si deve reimplementare

toString

- In Object genera una stringa contenente il tipo dell'oggetto e il suo hash code
- Normalmente si vorrebbe ottenere una stringa composta da
  - tipo
  - valori dello stato
- Se se ne ha bisogno, va sempre ridefinita

Tipo statici e dinamici

Tipi

- Il tipo **statico** di una variabile è il tipo della classe (o della interfaccia) che definisce quali oggetti possono essere legati a quella variabile
- Esempio
  - public class C { … }
  - C c = new C( );
  - C è il tipo statico della variabile c

Tipi statici e dinamici

- Il tipo **statico** di una espressione è il tipo che descrive il valore calcolato dall'espressione solamente in base alla struttura testuale della espressione (senza valutarla)
- Il tipo **dinamico** di un oggetto è il tipo della classe di cui l'oggetto è istanza

Statico vs. Dinamico

- Nel caso di OCaml la differenza tra tipi statici e tipi dinamici non aveva una utilità esplicita
- La presenza della nozione di ereditarietà fa emergere chiaramente questa nozione
- Il tipo dinamico di una variabile o di una espressione è sempre un sottotipo del tipo statico

Tipi e gerarchia


```
public class Shape { … }

public class point extends Shape { … }

public class Circle extends Shape { … }
```

```
Point p = new Point ( )
Circle c = new Circle ( );
Shape s1 = p; // Linea A
Shape s2 = c; // Linea B
s2 = p;  // Linea C
```

Esempio


```
public class Shape { … }

public class point extends Shape { … }

public class Circle extends Shape { … }
```

```
Point p = new Point ( )
Circle c = new Circle ( );
Shape s1 = p; // Linea A
Shape s2 = c; // Linea B
s2 = p;  // Linea C
```

Quale è il tipo statico di s1 alla linea A?

Quale è il tipo dinamico di s1 alla linea A dopo l'assegnamento?

Esempio


```
public class Shape { … }

public class point extends Shape { … }

public class Circle extends Shape { … }
```

```
Point p = new Point ( )
Circle c = new Circle ( );
Shape s1 = p; // Linea A
Shape s2 = c; // Linea B
s2 = p;  // Linea C
```

Quale è il tipo statico di s1 alla linea A?
Shape

Quale è il tipo dinamico di s1 alla linea A dopo l'assegnamento?
Point

Esempio


```
public class Shape { … }

public class Point extends Shape { … }

public class Circle extends Shape { … }
```

```
Point p = new Point ( )
Circle c = new Circle ( );
Shape s1 = p; // Linea A
Shape s2 = c; // Linea B
s2 = p;  // Linea C
```

Quali sono i tipi dinamici di s2?

Circle alla Linea B

Point alla Linea C

Esempio


```
public class Shape { … }

public class point extends Shape { … }

public class Circle extends Shape { … }

public Shape asShape (Shape s) { return s; }
```

```
Point p = new Point ( )
Circle c = new Circle ( );
Shape s1 = p; // Linea A
Shape s2 = c; // Linea B
s2 = p;  // Linea C
```

Quale è il tipo statico di asShape(p)?
Shape

Quale è il tipo dinamico di asShape(p)?
Point

Java Visualization

- http://www.pythontutor.com/java.html#mode=edit

- http://cscircles.cemc.uwaterloo.ca/java_visualize/