Programmazione Orientata agli Oggetti

Oggetti e Riferimenti

Sommario

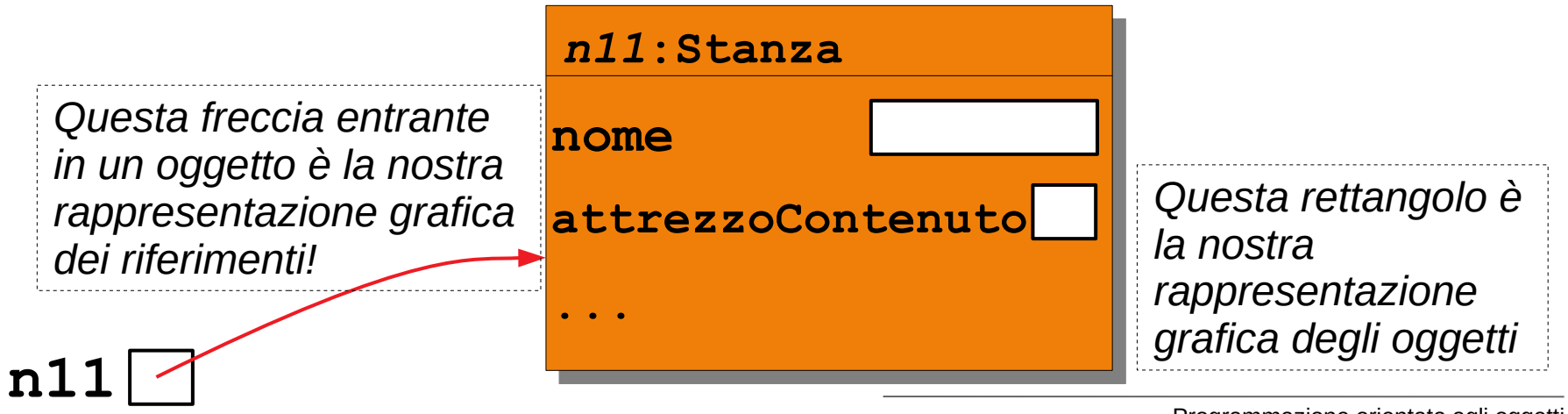
- Riferimenti ad Oggetti
  - Molteplici riferimenti verso lo stesso oggetto
  - Riferimenti ed *Effetti Collaterali*
- Riferimenti e passaggio dei parametri per valore
- Metodi che restituiscono riferimenti
- Riferimento *nullo* e **`NullPointerException`**
- Campo d'Azione delle variabili e *Shadowing*
- La parola chiave **`this`**
- Convenzioni di Stile

Riferimenti ad Oggetti (1)

- La creazione di un nuovo oggetto in memoria avviene tramite l'operatore **`new`**
- L'operatore **`new`** restituisce un

  riferimento ad un oggetto

  appena creato
- Ad esempio: **`Stanza n11 = new Stanza();`**
- La variabile locale **`n11`** **NON** contiene l'oggetto creato, ma bensì un *riferimento* ad esso (>>)



Riferimenti ad Oggetti (2)

- Proviamo a stampare il valore di variabili che contengono riferimenti

```
public class MainRiferimenti {
    public static void main(String[] args) {
        Stanza n11 = new Stanza();
        System.out.println(n11);
    }
}
```

- Stampa: **`Stanza@15db9742`**
  - Ma ovviamente dipende dalla particolare esecuzione
  - Possiamo per il momento semplificare il significato di questa stampa: è [*un numero che dipende dal*]*l'indirizzo in memoria* dell'oggetto referenziato
  - In realtà non è esattamente così, ma per i nostri presenti scopi questa semplificazione fa molto comodo (>>)

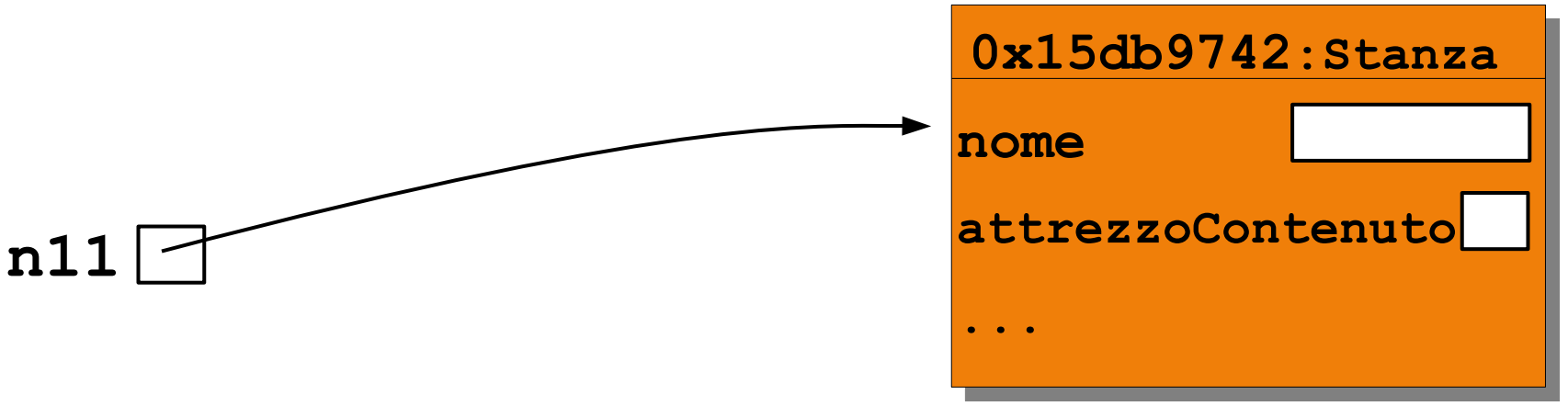
Riferimenti ad Oggetti (3)

- Una *stessa* variabile può contenere, in momenti diversi, riferimenti ad oggetti distinti dello stesso tipo. Ad esempio:

```
public class MainRiferimenti {
    public static void main(String[] args) {
        Stanza n11 = new Stanza();
        System.out.println(n11);  // Stampa Stanza@15db9742

        n11 = new Stanza();
        System.out.println(n11); // Stampa Stanza@6d06d69c
    }
}
```

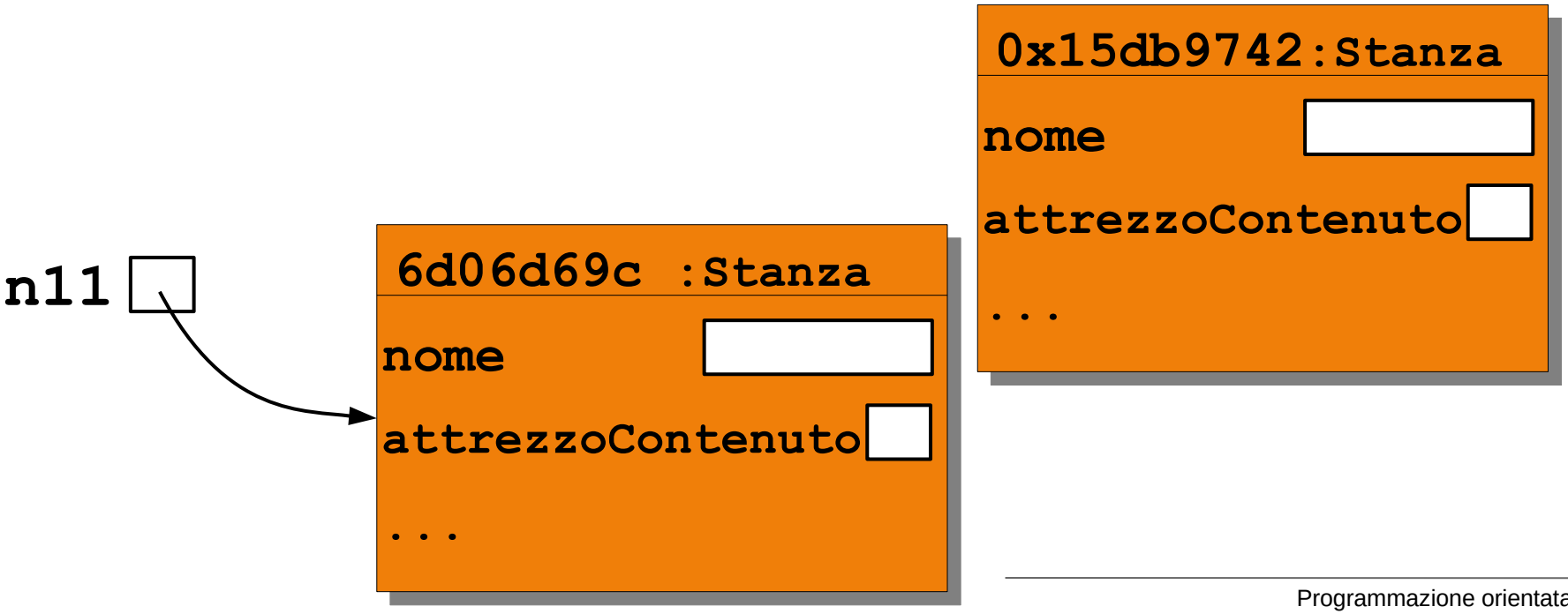
Riferimenti ad Oggetti (4)

```
public class MainRiferimenti {
  public static void main(String[] args) {
    Stanza n11 = new Stanza();
    System.out.println(n11); // stampa Stanza@15db9742

    n11 = new Stanza();
    System.out.println(n11); // stampa Stanza@6d06d69c
  }
}
```



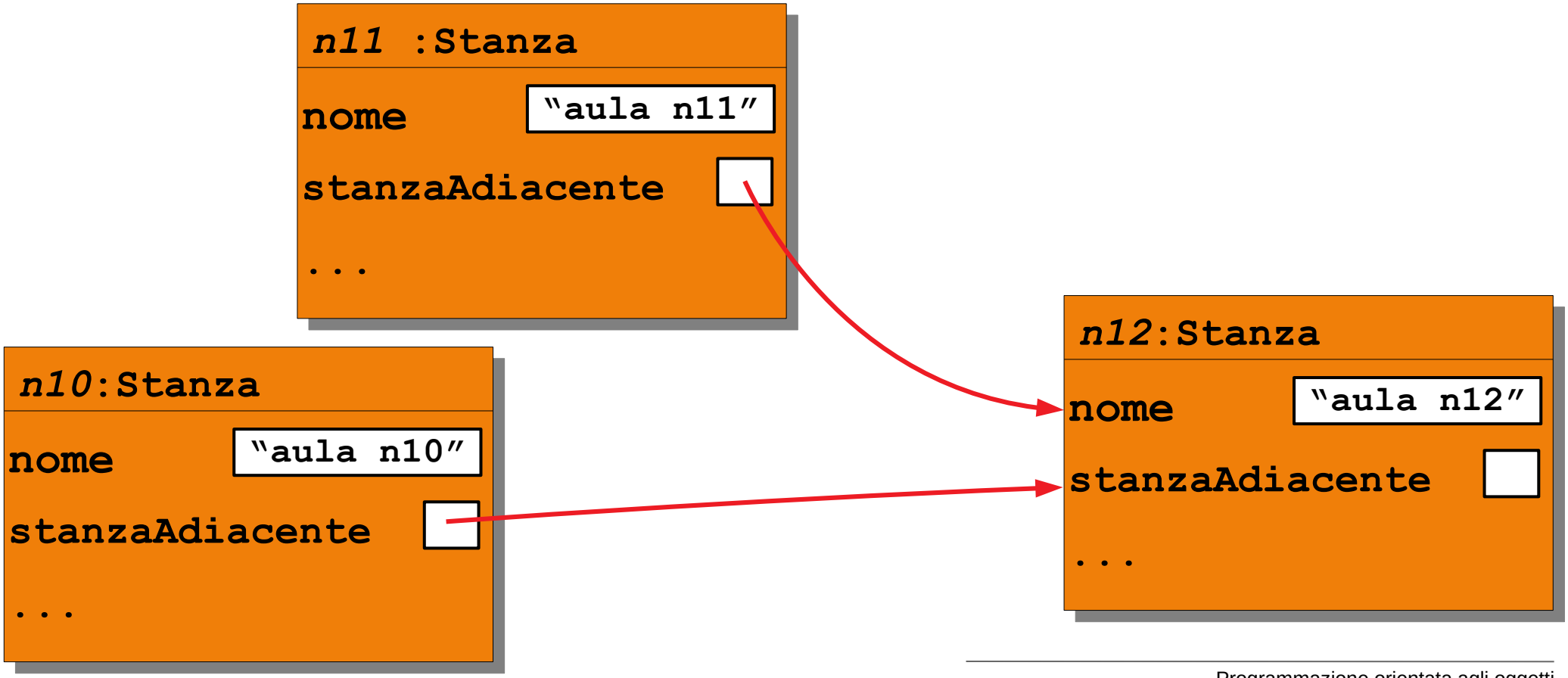
Riferimenti ad Oggetti (5)

```
public class MainRiferimenti {
  public static void main(String[] args) {
    Stanza n11 = new Stanza();
    System.out.println(n11); // stampa Stanza@15db9742

    n11 = new Stanza();
    System.out.println(n11); // stampa Stanza@6d06d69c
  }
}
```



Molteplici Riferimenti verso lo Stesso Oggetto (1)

- In alcuni casi più variabili contengono un riferimento allo stesso oggetto
- Ad esempio due stanze adiacenti la medesima:



Molteplici Riferimenti verso lo Stesso Oggetto (2)

- La configurazione appena vista si può ottenere con il seguente codice

```
public class MainStanzeRiferimenti {
    public static void main(String[] args) {
        Stanza n12 = new Stanza();
        n12.setNome("aula n12");

        Stanza n11 = new Stanza();
        n11.setNome("aula n11");
        n11.setStanzaAdiacente(n12);

        Stanza n10 = new Stanza();
        n10.setNome("aula n10");
        n10.setStanzaAdiacente(n12);
    }
}
```

Molteplici Riferimenti verso lo Stesso Oggetto (3)

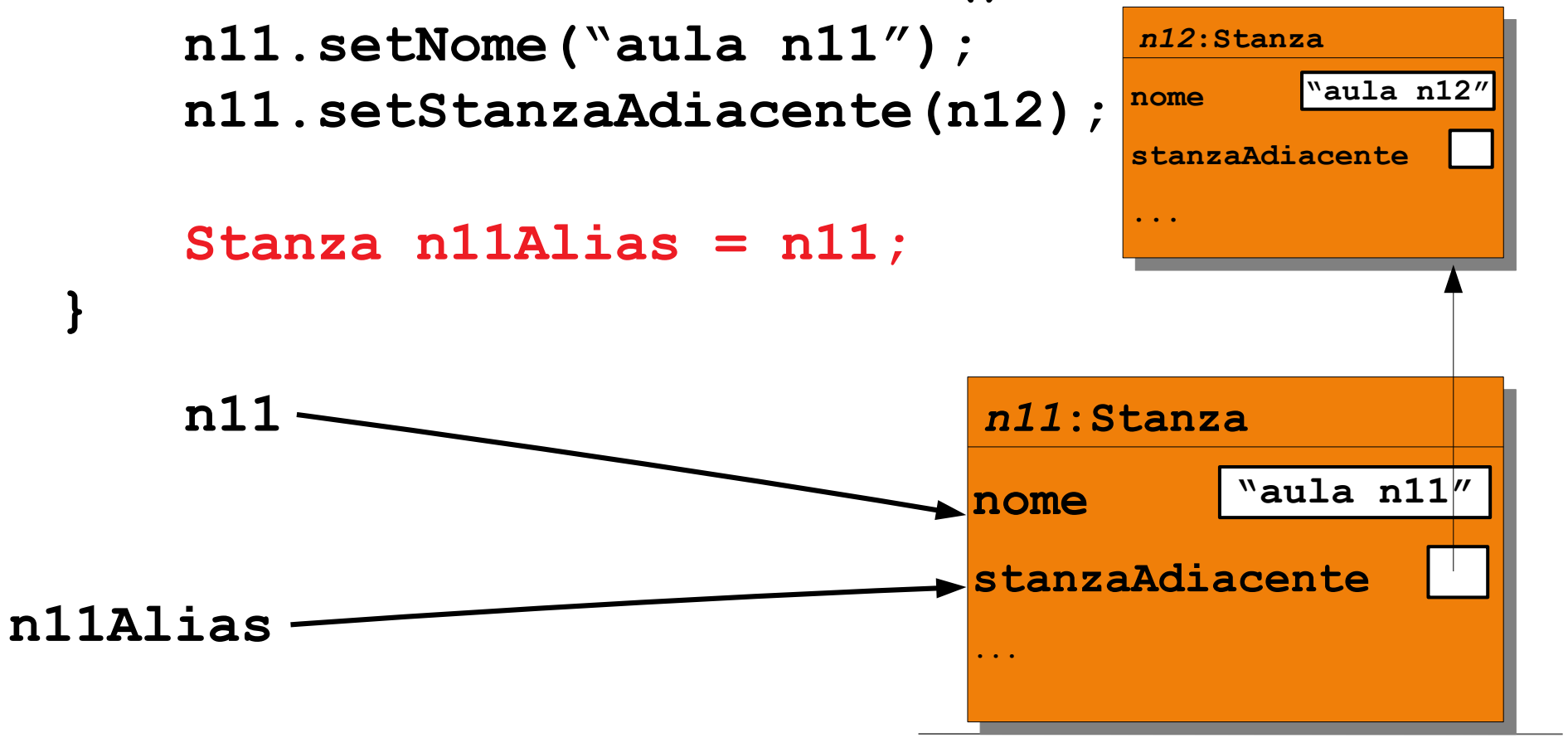
- Un altro esempio:

```
public class MainStanzeRiferimenti {
    public static void main(String[] args) {
        Stanza n12 = new Stanza();
        n12.setNome("aula n12");
        Stanza n11 = new Stanza();
        n11.setNome("aula n11");
        n11.setStanzaAdiacente(n12);

        Stanza n11Alias = n11;
    }
}
```

- Ora sia **n11** sia **n11Alias** fanno riferimento allo stesso oggetto

Molteplici Riferimenti verso lo Stesso Oggetto (4)

```
public class MainStanzeRiferimenti {
    public static void main(String[] args) {
        Stanza n12 = new Stanza();
        n12.setNome("aula n12");
        Stanza n11 = new Stanza();
        n11.setNome("aula n11");
        n11.setStanzaAdiacente(n12);

        Stanza n11Alias = n11;
    }
}
```



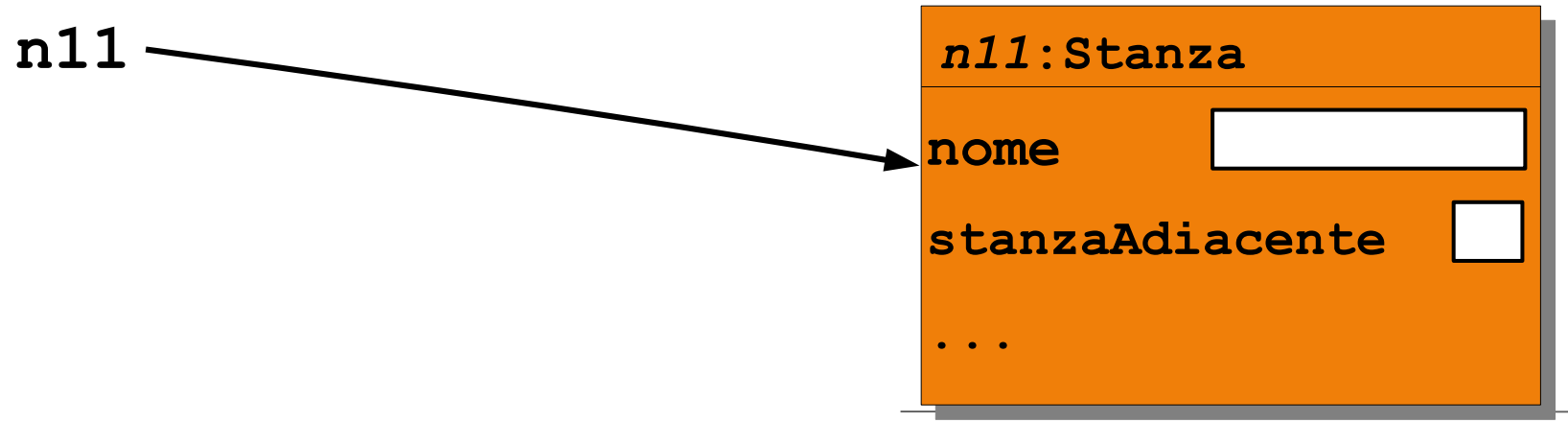
Più Riferimenti & Side-Effect (1)

- Qual è l'output del seguente programma?

```
public static MainRiferimentiSideEffect {
    public static void main(String[] args) {
        Stanza n11 = new Stanza();

        Stanza n11Alias = n11;

        n11.setNome("N11");
        n11Alias.setNome("aula N11");

        System.out.println(n11.getNome());
    }
}
```

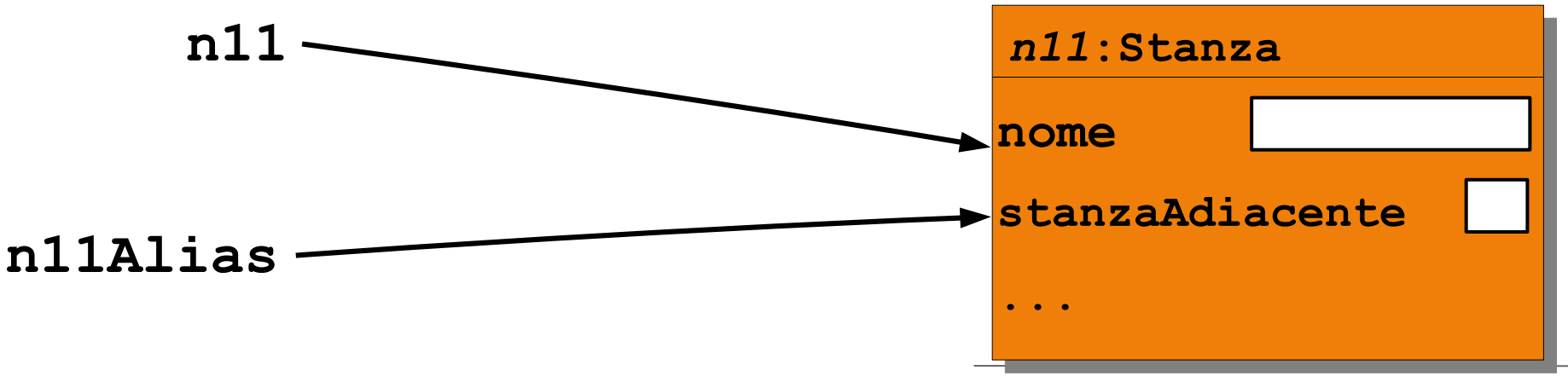
Più Riferimenti & Side-Effect (2)

```
public static MainRiferimentiSideEffect {
    public static void main(String[] args) {
        Stanza n11 = new Stanza();

        Stanza n11Alias = n11;

        n11.setNome("N11");
        n11Alias.setNome("aula N11");

        System.out.println(n11.getNome());
    }
}
```



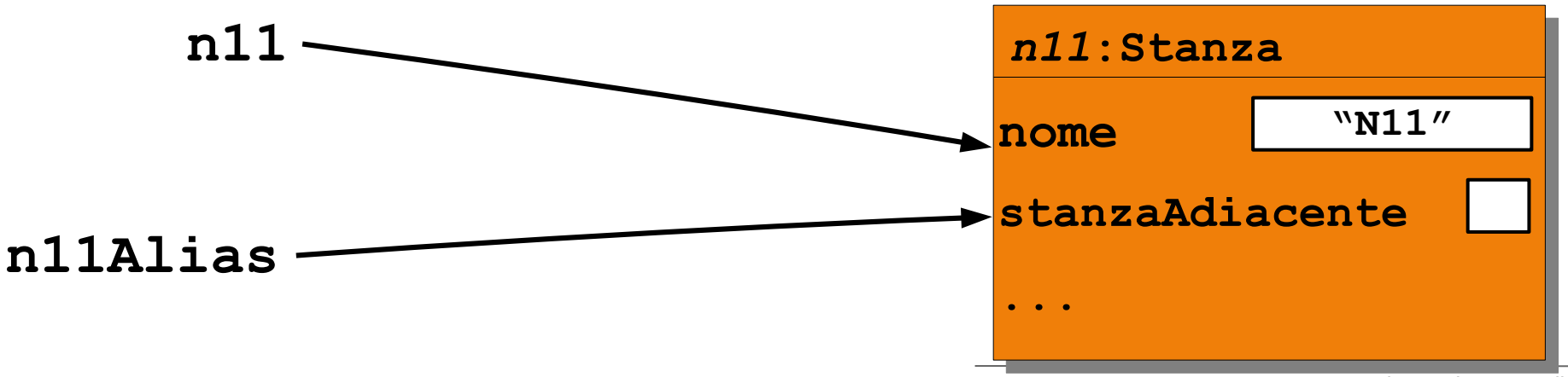
Più Riferimenti & Side-Effect (3)

```
public static MainRiferimentiSideEffect {
    public static void main(String[] args) {
        Stanza n11 = new Stanza();

        Stanza n11Alias = n11;

        n11.setNome("N11");
        n11Alias.setNome("aula N11");

        System.out.println(n11.getNome());
    }
}
```



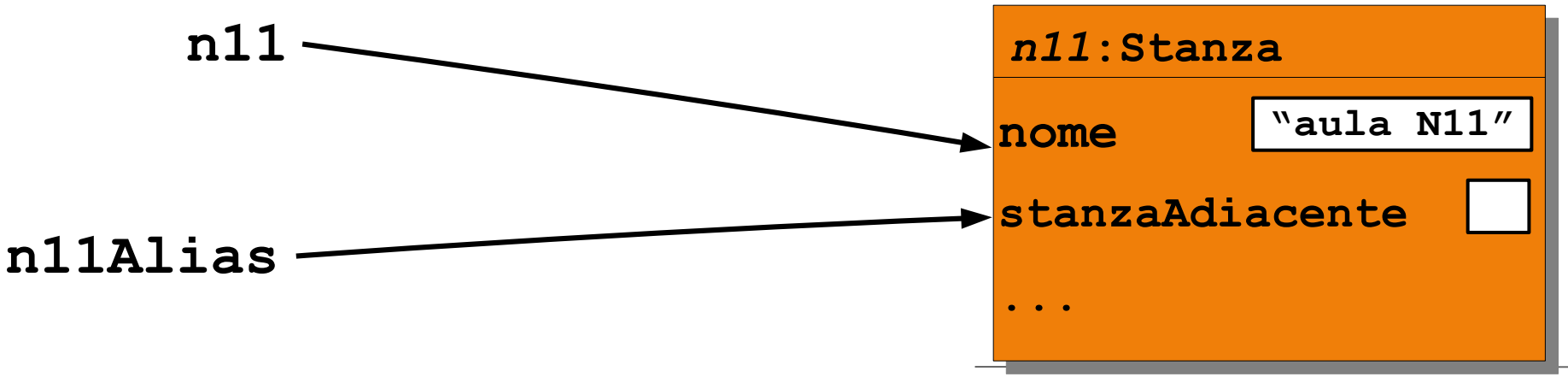
Più Riferimenti & Side-Effect (4)

```
public static MainRiferimentiSideEffect {
    public static void main(String[] args) {
        Stanza n11 = new Stanza();

        Stanza n11Alias = n11;

        n11.setNome("N11");
        n11Alias.setNome("aula N11");

        System.out.println(n11.getNome());
    }
}
```



Più Riferimenti & Side-Effect (5)

```
public static MainRiferimentiSideEffect {
    public static void main(String[] args) {
        Stanza n11 = new Stanza();

        Stanza n11Alias = n11;

        n11.setNome("N11");
        n11Alias.setNome("aula N11");

        System.out.println(n11.getNome());
    }
}
```



Più Riferimenti & Side-Effect (6)

- L'output è “**`aula N11`**”
- Sorprendente per chi aveva creato l’oggetto e lo aveva chiamato semplicemente “**`n11`**”?
- Questo tipo di comportamenti spesso vengono indicati con il nome di

  Effetti Collaterali (*Side-Effect*)
  - un’azione genera effetti visibili ben al di fuori dell’ambito in cui è avvenuta
- Sia la variabile **`n11`** che **`n11Alias`** fanno riferimento allo stesso oggetto
  - una modifica effettuata a tale oggetto tramite uno dei due riferimenti e visibile *anche* usando l’altro

Riferimenti per Valore (1)

- Quando una variabile contenente un riferimento è passata come argomento ad un metodo
  - il passaggio è per valore
  - viene copiato *il riferimento* contenuto nell'argomento
  - l'oggetto a cui fa riferimento *NON* viene copiato
- Tramite due copie distinte ma identiche dello stesso riferimento si finisce per accedere (e modificare) lo stesso oggetto
- Il cambio di stato operato ad un oggetto all'interno del *metodo invocato* è visibile (come effetto collaterale) anche al livello *metodo invocante* che effettuato la chiamata passando per valore un riferimento all'oggetto
  - Passando per valore riferimenti si possono quindi ottenere effetti simili a quelli che in altri linguaggi si ottengono mediante il cosidetto *passaggio dei parametri per variabile*

Riferimenti per Valore (2)

```
typedef struct {
    int base; …
} Rettangolo;
```

```
void setBase(struct Rettangolo *this, int b) {
  this->base = b;
}
```

```
Rettangolo *r = malloc(sizeof(Rettangolo));
setBase(r, 15);
```

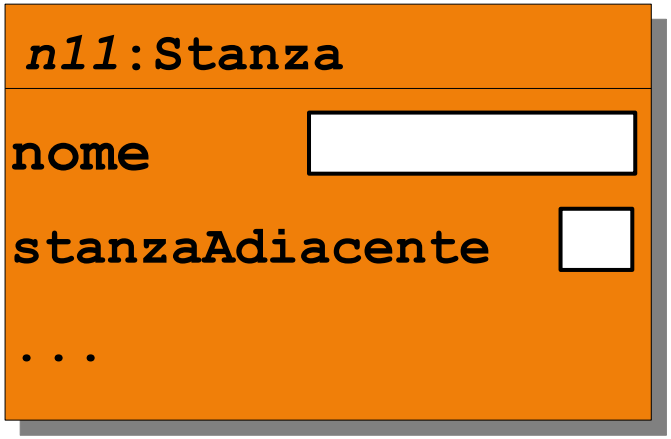
- Similarmente a quanto avviene in C, passando (per valore) il puntatore ad un'area di memoria allocata con **`malloc`**
  - è possibile cambiare il contenuto della memoria il cui indirizzo è fornito come argomento
  - non è possibile cambiare il contenuto della variabile che ospita tale indirizzo al momento dell'invocazione

anche in Java, passando un riferimento ad un oggetto

- è possibile cambiare lo stato dell'oggetto il cui riferimento è fornito come argomento
- non è possibile cambiare il contenuto della variabile che ospita tale riferimento al momento dell'invocazione

Passaggio di Riferimenti (1)

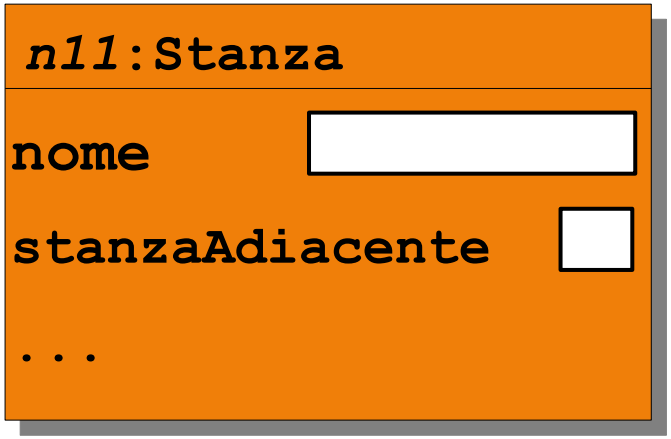
```
public class MainPassRef {
  public static void main(String[] args) {
    Stanza n11 = new Stanza();
    Stanza n12 = new Stanza();
    n11.setStanzaAdiacente(n12);
  }
}
```

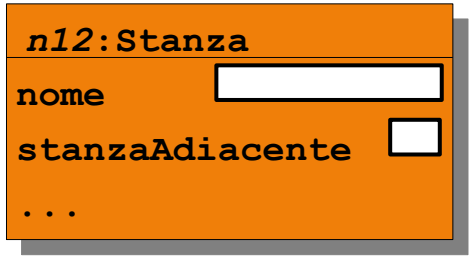


```
public class Stanza {
  // ...
  public void setStanzaAdiacente(Stanza stanza) {
    this.stanzaAdiacente = stanza;
  }
}
```

Passaggio di Riferimenti (2)

```
public class MainPassRef {
  public static void main(String[] args) {
    Stanza n11 = new Stanza();

    Stanza n12 = new Stanza();
    n11.setStanzaAdiacente(n12);
  }
}
```

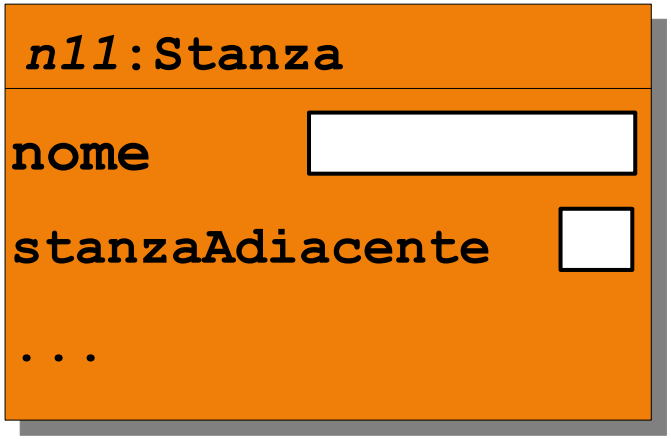


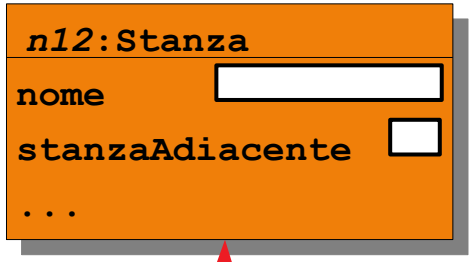



```
public class Stanza {
  // ...
  public void setStanzaAdiacente(Stanza stanza) {
    this.stanzaAdiacente = stanza;
  }
}
```

Passaggio di Riferimenti (3)

```
public class MainPassRef {
  public static void main(String[] args) {
    Stanza n11 = new Stanza();

    Stanza n12 = new Stanza();
    n11.setStanzaAdiacente(n12);
  }
}
```

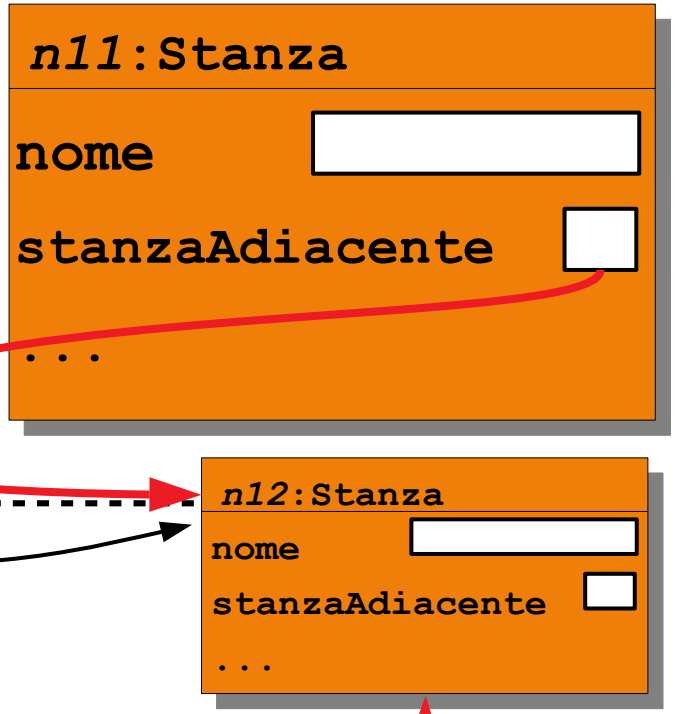





```
public class Stanza {
  // ...
  public void setStanzaAdiacente(Stanza stanza) {
    this.stanzaAdiacente = stanza;
  }
}
```

Passaggio di Riferimenti (4)

```
public class MainPassRef {
  public static void main(String[] args) {
    Stanza n11 = new Stanza();

    Stanza n12 = new Stanza();
    n11.setStanzaAdiacente(n12);
  }
}
```




```
public class Stanza {
  // ...
  public void setStanzaAdiacente(Stanza stanza) {
    this.stanzaAdiacente = stanza;
  }
}
```

Riferimenti & Valore Restituito

- Quando un riferimento viene *restituito* da un metodo
  - Viene restituita una *copia del riferimento*
  - L'oggetto a cui si riferisce *NON* viene copiato

```
public class Stanza {
  // ...
  public Stanza getStanzaAdiacente() {
     return stanzaAdiacente;
  }
}
```

Esercizio (*con Eclipse*)

- Assumiamo che:
  - la classe **`Rettangolo`** *non* disponga del metodo **`sposta()`**
  - la classe **`Punto`** invece disponga del metodo **`trasla()`**

- Trovare un modo alternativo per spostare gli oggetti **`Rettangolo`**

- Vediamo due soluzioni:

  N.B. nessuna delle due è raccomandabile (>>)

Esercizio (2)

- Prima soluzione

```
public static void main(String[] args) {
    Punto origine = new Punto();
    origine.setX(0);
    origine.setY(0);
    Rettangolo rect = new Rettangolo();
    rect.setVertice(origine);

    origine.trasla(1, 1);
}
```

- Se spostiamo l'oggetto istanza della classe **`Punto`** che utilizziamo come vertice dell'oggetto istanza della classe **`Rettangolo`**, spostiamo, *come effetto collaterale*, il rettangolo stesso

Esercizio (3)

- Seconda soluzione

```
public static void main(String[] args) {
    Punto origine = new Punto();
    origine.setX(0);
    origine.setY(0);
    Rettangolo rect = new Rettangolo();
    rect.setVertice(origine);

    Punto verticeRect = rect.getVertice();
    verticeRect.trasla(1, 1);
}
```

- Si ottiene *una copia del riferimento* all'oggetto istanza della classe **`Punto`** che figura come vertice dell'oggetto istanza della classe **`Rettangolo`** che spostato produce, *ancora come effetto collaterale*, lo spostamento del rettangolo stesso

Esercizio (4)

- Entrambe le soluzioni sono poco raccomandabili, perché non rendono affatto evidente la reale intenzione di spostare il rettangolo
- Nessuna *invocazione diretta* di un metodo della classe **`Rettangolo`** induce a pensare che lo si sta spostando
- Il rettangolo viene spostato solamente come risultato dell'effetto collaterale dello spostamento di un punto (il vertice) di cui conservava un riferimento

- E' preferibile dotare la classe **`Rettangolo`** di un apposito metodo **`trasla()`** la sua implementazione può fare affidamento ad un metodo (anche con lo stesso nome) di **`Punto`**
- Gli effetti collaterali risultano difficili da tracciare

Riferimento *Nullo*

- In Java esiste un solo letterale di tipo riferimento ad oggetto: **`null`**
- Un valore speciale e distinto da tutti gli altri valori, il riferimento *nullo*
- Indica l'assenza di un reale riferimento ad un oggetto esistente
  - N.B. In Java non esiste alcuna relazione particolare tra il valore **`null`** e `0` (letterale di tipo **`int`**)
  - In C, la macro **`NULL`** è invece un *alias* per il valore 0
- Un po' come già accadeva per i booleani, la tipizzazione Java è più *stringente*

Utilizzo del Riferimento Nullo

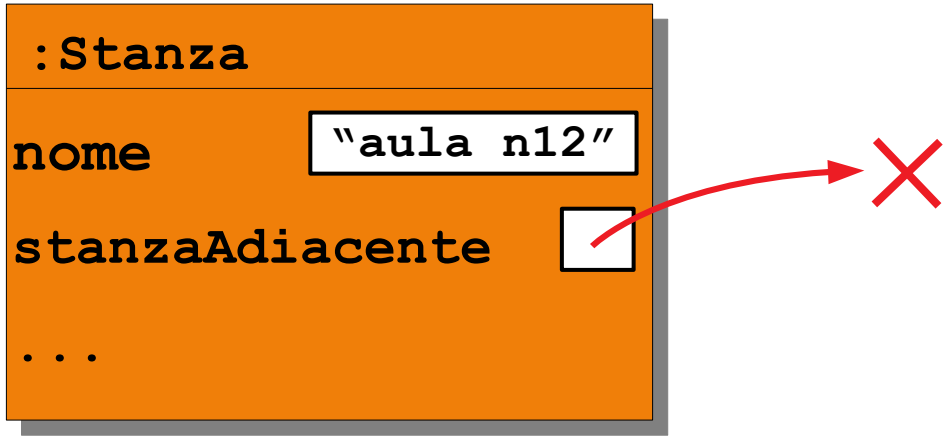
- Il riferimento nullo è utile
  - come valore speciale restituito da un metodo per segnalare un caso speciale. Ad es.:

    ```
    Persona cercata = rubrica.trova("Alice");
    ```

    restituisce **`null`** se non esiste alcuna persona di nome "**`Alice`**" nella rubrica
  - per fornire un valore di default a variabili che contengono riferimenti ad oggetti

Uso di null: Esempio

```
public class MainNull {
   public static void main(String[] args) {
      Stanza n12 = new Stanza();
      n12.setNome("aula n12");

      n12.setStanzaAdiacente( null );
   }
}
```



Si intende rappresentare che la stanza **n12** *NON* possiede stanze adiacenti

NullPointerException (1)

- Cosa succede se si invoca un metodo su un riferimento nullo?

```
public class MainNullPointerException {
   public static void main(String[] args) {
      Stanza n12 = new Stanza();
      n12.setNome("aula n12");

      n12.setStanzaAdiacente( null );

      Stanza adiacenteN12 = n12.getStanzaAdiacente();

      System.out.println(adiacenteN12.getNome());
   }
}
```

NullPointerException (2)

- **`null`** rappresenta l'assenza di un riferimento ad un oggetto
  - Si genera un errore a tempo di esecuzione, un'eccezione (*runtime-exception* >>)

    `NullPointerException`

```
$ java MainNullPointerException
Exception in thread "main"
   java.lang.NullPointerException
at MainNullPointerException.main(MainNullPointerException.java:10)
```

Tipologia eccezione

Numero di linea del codice in cui si è verificata

NullPointerException: Diagnostica

- Java, ancora una volta, fornisce una diagnostica efficace
- Cosa accadrebbe utilizzando il linguaggio di programmazione C?

```
struct Punto {
    int x;
    int y;
};
int main() {
    struct Punto *origine = NULL;
    origine->x = 0;
}
```

Segmentation fault!

Inizializzazione delle Variabili di Istanza e `null`

- Il compilatore forza l'inizializzazione di tutte le variabili di istanza
- Quelle dichiarate come contenenti un riferimento ad oggetto sono inizializzate a **`null`**

```
Rettangolo rect = new Rettangolo();
System.out.println(rect.getBase()); // 0
System.out.println(rect.getVertice()); // null
System.out.println(rect.getVertice().getX());
```

✔Il valore restituito da **`getVertice()`** è **`null`**, invocando un metodo sul suo risultato si genera una **`NullPointerException`**

Evitare `NullPointerException`

- Se è noto che una funzione può ritornare **`null`** come valore speciale è necessario predisporre un controllo sul valore restituito

  …

```
Persona cercata = rubrica.trova("Alice");
if (cercata!=null)
    System.out.println(cercata.getEta());
else
    System.out.println("non trovato");
```

- In C: **`if (cercata!=0)`**
  - In Java non compilerebbe

Campo d'Azione delle Variabili e dei Parametri

- Se il metodo **`setX()`** venisse così dichiarato?

```
public class Punto {
   private int x;
   private int y;
   public void setX(int x) {
      x = x;
   }
   …
}
```

```
Punto unoUno = new Punto();
unoUno.setX(1);
System.out.println(unoUno.getX()); // Stampa 0
```

Shadowing

- Si è verificato il cosiddetto *shadowing:*
  - Il parametro formale **`x`** ha lo stesso nome della variabile di istanza **`x`**
  - Il parametro formale ha però uno scope (>>) più ristretto e quindi ha precedenza
  - Nel contesto del corpo del metodo, l'identificatore **`'x'`** viene considerato un riferimento al parametro formale (e *non* alla var. di istanza)
    - Si dice anche che il parametro formale offusca ("*fa ombra*") la variabile di istanza
    - **`x = x;`** è un'espressione che assegna al parametro formale **`x`** il suo stesso valore (inutile!)
- ✔ Alcuni IDE moderni (come Eclipse) possono essere configurati per segnalare il problema

La Parola Chiave `this` (1)

- All'interno di ogni metodo è possibile ottenere un riferimento all'oggetto *corrente*
- La parola chiave **`this`**
  - Conserva un riferimento all'oggetto sul quale il metodo in corso di esecuzione è stato invocato
  - Tramite questo riferimento è quindi possibile:
    - modificare le variabili di istanza dell'oggetto
    - fare invocazioni di metodo nidificate sullo stesso oggetto
    - passare un riferimento all'oggetto corrente come argomento di altre invocazioni di metodo...

La Parola Chiave `this` (2)

- Si risolve anche il problema dello *shadowing*

```
…
public void setX(int x) {
     this.x = x;
}
…
```

Parametro

Variabile di istanza

```
Punto unoUno = new Punto();
unoUno.setX(1);
System.out.println(unoUno.getX());// Stampa 1
```

- All'interno del corpo del metodo **`setX()`**, **`this`** è un riferimento allo stesso oggetto a cui si riferisce anche **`unoUno`**

`this` in C?

- Talvolta può far comodo pensare a **`this`** come ad un parametro aggiuntivo passato automaticamente (ed implicitamente) ad ogni metodo
- Ad esempio il *metodo* **`setX()`** verrebbe tradotto in C con la seguente *funzione*

```
void setX(struct Punto *this, int x) {
    this -> x = x;          // Codice C
}
```

- Quindi l'invocazione di **`unoUno.setX(1);`** diverebbe:

```
struct Punto unoUno;    // Codice C
setX(&unoUno, 1);       // Codice C
```

Accedere le Variabili di Istanza con `this`

- **`this`** può essere usato per accedere alle variabili di istanza ma può anche essere omesso in assenza di ambiguità

```
…
   public int getX() {
      return this.x;
   }
…
```

- Equivale a

```
…
   public int getX() {
      return x;
   }
…
```

- Il compilatore risolve l'identificatore **`x`** come variabile di istanza dell'oggetto su cui il metodo è stato invocato
- In un certo senso, è come se aggiungesse **`this.`** automaticamente

`this`: Convenzione di Stile

- Adottiamo comunque la convenzione di usare *sempre e comunque* **`this`** per referenziare variabili di istanza
- Con le seguenti motivazioni:
  - si evita lo *shadowing*
  - si favorisce la leggibilità del codice
  - si favorisce l'apprendimento di questi concetti di base

Invocare Metodi Mediante `this` (1)

- La parola chiave **`this`** può essere usata per invocare metodi sullo stesso oggetto su cui il metodo corrente è stato invocato
  - Se **`this`** viene omesso il compilatore lo considera comunque presente

- Ad esempio è possibile scrivere il metodo **`setXY()`** usando gli altri due metodi della classe **`Punto`**: **`setX()`** e **`setY()`**

Invocare Metodi Mediante `this` (2)

```
public void setXY(int x, int y) {
   this.setX(x);
   this.setY(y);
}
```

- Anche per *alcune* invocazioni di metodi è consigliabile usare **`this`** per aumentare la leggibilità
- Ad esempio quando si vuole evidenziare l'utilizzo di altri metodi della stessa classe nella scrittura di un primo metodo (passo *top-down*)

Esercizio

Fare le verifiche disponibili sul sito del corso:

- **`Studente.java`**
- **`Tesi.java`**
- **`Sommatore.java`**