Methode, griech. der Weg zu etwas, planmäßiges Verfahren
- Brockhaus

Parameterübergabemechanismen für den Methodenaufruf

Martin Wirsing

in Zusammenarbeit mit
Michael Barth, Fabian Birzele und Gefei Zhang

http://www.pst.informatik.uni-muenchen.de/lehre/WS0506/infoeinf/

Ziele

- Wiederholung der wichtigsten Begriffe bei Klassen
- Verstehen des Parameterübergabebegriffs von Java
- Verstehen der Unterschiede zwischen

  Call-by-Value und Call-by-Reference

Klasse Point

```
public class Point
        {
                private int x,y;

                public Point(int x0, int y0)
                {       this.x = x0;
                        this.y = y0;
                }

                public void move(int dx, int dy)
                {       this.x = this.x + dx;
                        this.y = this.y + dy;
                }
                public int getX()
                {       return this.x;
                }

                public int getY()
                {       return this.y;
                }
        }
```

Attribute (engl. field)

Konstruktor (dient zur Erzeugung von Objekten der Klasse `Point`)

Methode

Klasse Point

```
public class Point
        {
                private int x,y;

                public Point(int x0, int y0)
                {       this.x = x0;
                        this.y = y0;
                }

                public void move(int dx, int dy)
                {       this.x = this.x + dx;
                        this.y = this.y + dy;
                }
                public int getX()
                {       return this.x;
                }

                public int getY()
                {       return this.y;
                }
        }
```

vordefinierte lokale Variable `this` bezeichnet das gerade betrachtete Objekt

Instanz-variable

Modellierung in UML

- UML ist eine graphische Darstellung zur Modellierung objekt-orientierter Systeme.

  Für Klassen werden angegeben

  der Klassenname, die Attribute und Methoden.

  Da Konstruktoren Standardnamen besitzen, werden sie meist NICHT explizit angegeben.
- Beispiel: **`Point`**

„-“ für private

„+“ für public

Point
`-int x` `-int y`

`+void move (int dx, int dy)`
`+int getX ()`
`+int getY ()`

Verwendung von Konstruktoren

- Ein neues Objekt der Klasse `Point` mit den Anfangswerten `a, b` wird erzeugt durch den Ausdruck

  ```
  new Point(a, b);
  ```
- **Beispiel:**

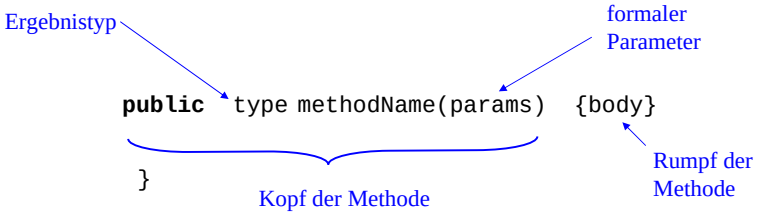
  ```
  Point p = new Point(5, 7);
  ```

  legt im Keller die lokale Variable p an und

  erzeugt auf der Halde ein neues `Point`-Objekt mit den Koordinaten `5, 7` .

Methodendeklaration

Eine Methodendeklaration hat die Form:



Beispiel:

```
public void move(int dx, int dy)
{       this.x = this.x + dx;
        this.y = this.y + dy;
}
```


Methodenaufruf: Verwendung von Methoden

- Ein Methodenaufruf hat die Form

  $o.m(a_1, a_2);$

  aktuelle Parameter
- **Beispiel:**

  ```
  p.move(10, 10);
  ```
- Es gibt verschiedene Techniken zur Ausführung des Methodenaufruf:
  - Wertübergabe (Call by Value)
  - Adressübergabe (Call by Reference)
- Java verwendet Call by Value.

Call-by-Value-Parameterübergabe

Call-by-Value Sei gegeben

formale Parameter

Methodendeklaration: `void m (D x1, int x2) {Rumpf}`

Aufruf: `o.m(a1, a2);`

aktuelle Parameter

1. **Schritt**: Berechne die Werte o_1, v_1, v_2 der aktuellen Parameter o, a_1, a_2 und weise diese Werte dem **impliziten** Parameter `this` und den **formalen** Parametern x_1, x_2 zu, die als lokale Variablen des Rumpfs verwendet werden.
2. **Schritt**: Werte den Rumpf von `m` aus.
3. **Schritt**: Bei Beendigung der Auswertung des Rumpfs werden die lokalen Variablen **`this`**, x_1, x_2 gelöscht (durch Zurücksetzung des „Top-Zeigers“ des Laufzeitkellerspeichers).

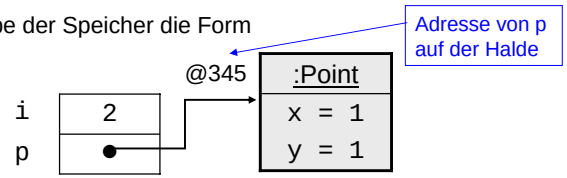
Call-by-Value-Parameterübergabe

Beispiel:

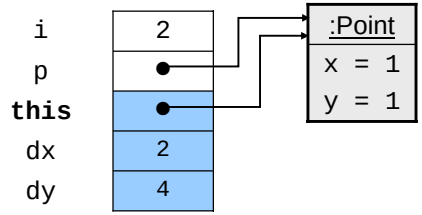
```
int i = 2;
Point p = new Point(1,1);      // (1)
p.move(i, 2+2);                // (2)
```


Call-by-Value-Parameterübergabe: Beispiel

Zum Zeitpunkt (1) habe der Speicher die Form

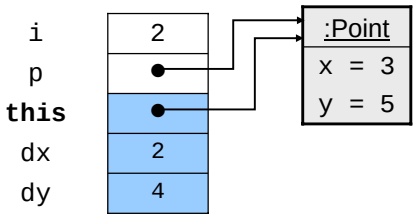


Beim Aufruf werden 3 lokale Variablen angelegt, die Werte von p (im Bsp. @345), dx (im Bsp. 2) und dy (im Bsp. 4) berechnet und die Initialisierungen **`this`** `= @345; dx = 2; dy = 4;` ausgeführt:

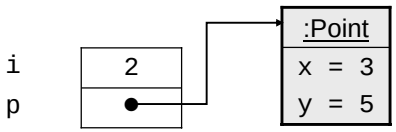


Call-by-Value-Parameterübergabe: Beispiel

Dann wird der Rumpf **`this`**`.x = `**`this`**`.x + dx;` **`this`**`.y = `**`this`**`.y + dy;` ausgeführt:



Zum Zeitpunkt (2) sind die lokalen Variablen **`this`**, `dx` und `dy` des Blocks wieder gelöscht:



Call-by-Value mit Objektparameter

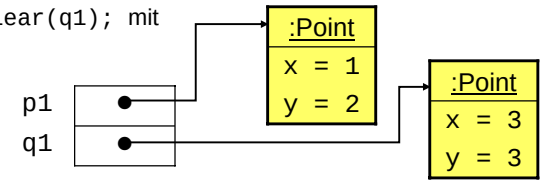
Beispiel:

Erweitere die Klasse Point (zu einer Klasse `PointClr` mit Test `PointClrMain`) um die Methode `moveNClear`, die das aktuelle Objekt um die Koordinaten von q verschiebt und dann q auf den Ursprung setzt.

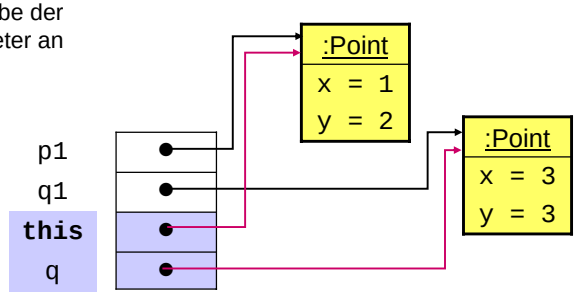
```
public void moveNClear (Point q)
{     int dx = q.getX();
      int dy = q.getY();
      this.move(dx, dy);
      q.move(-dx, -dy);
}
```


Call-by-Value mit Objektparameter

Aufruf `p1.moveNClear(q1);` mit

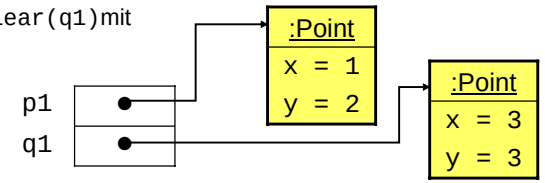


Schritt 1: Übergabe der aktuellen Parameter an **this**, q

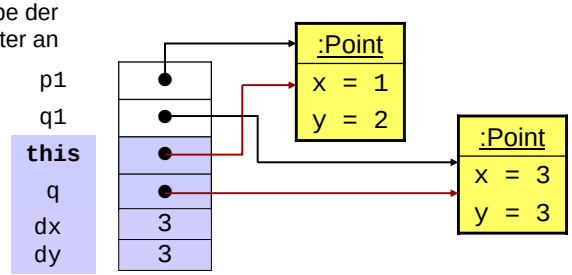


Call-by-Value mit Objektparameter

Aufruf `p1.moveNClear(q1)`mit

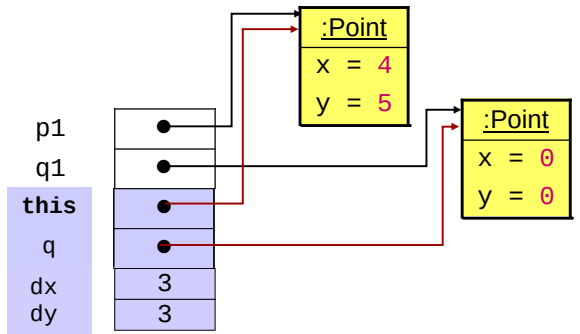


Schritt 1: Übergabe der aktuellen Parameter an **this**, q



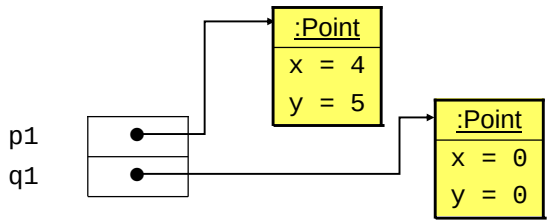
Call-by-Value mit Objektparameter

Schritt 2: Ausführung des Rumpfs ergibt



Call-by-Value mit Objektparameter

Schritt 3: Löschen der lokalen Variablen **`this`**, `q`



Call-by-Value-Parameterübergabe

Folgerung

- Da bei Call-by-Value die Werte der aktuellen Parameter an lokale Variablen (des Rumpfs) übergeben werden, die aktuellen Parameter aber selbst unangetastet bleiben,
  ändern sich die Werte der aktuellen Parameter **nicht**.
- Es können aber die Werte der Instanzvariablen eines aktuellen Parameters (vom Objekttyp) verändert werden.

Call-by-Value und Call-by-Reference

In anderen Programmiersprachen (wie C++, Ada, C,...) gibt es neben Call-by-Value auch den Parameterübergabemechanismus Call-by-Reference (Adressübergabe).

Gegeben sei eine Methodendeklaration

```
type m(T &x) {body} // nicht in Java!
```

und ein Aufruf

```
o.m(p);
```

Referenz auf einen Wert von T

nicht in Java

Call-by-Reference

Schritt 1: Übergabe des Werts von **`o`** an **`this`** und der Adresse **von `p` an `x`**

Schritt 2: Ausführung von `body`. Änderungen von `x` werden unter der Adresse von `p` gespeichert, d.h. direkt am aktuellen Parameter ausgeführt.

Schritt 3: Am Ende werden **`this` und `x` gelöscht.**

⇒ Änderung des Werts von `p` möglich

nicht in Java

Call-by-Reference

Beispiel: choose

„Wähle Punkt mit der größeren y-Koordinate“

Call-by-Value für this und q.

```
public void choose(Point q, Point &higherPoint)
{       if (this.getY() >= q.getY())
                higherPoint = this;
        else
                higherPoint = q; //(2)
}

public static void main(String[] args)
{       Point p1 = new Point(1,1);
        Point q1 = new Point(2,2);
        Point r;                        // (1)
        p1.choose(q1, r);               // (3)
        ...
}
```

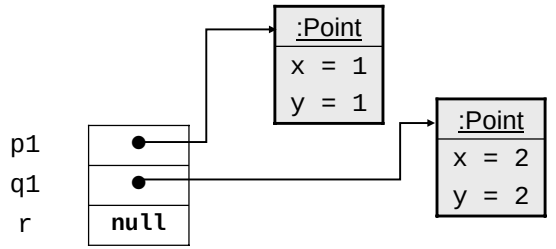
Bei der Ausführung werden Änderungen von higherPoint unter der Adresse des aktuellen Parameters gespeichert.

Call-by-Reference: higherPoint wird als Referenz (auf einen Zeiger auf Point) übergeben.

nicht in Java

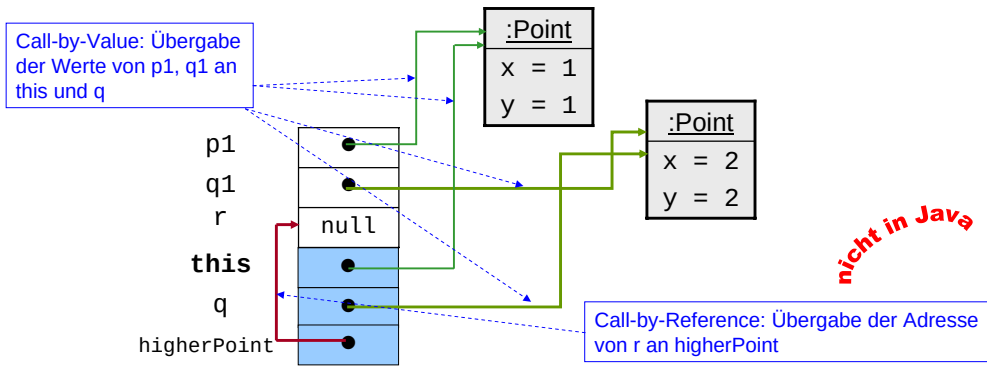
Call-by-Reference

Im Zeitpunkt (1) gilt folgender Speicherzustand:



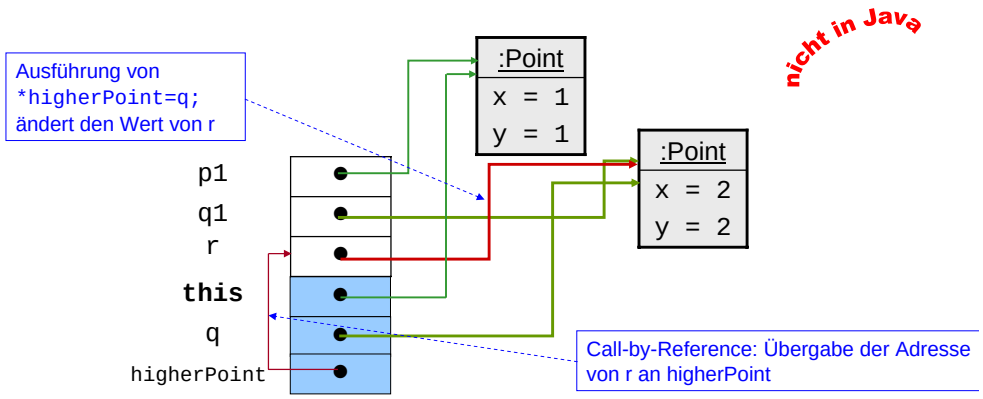
Call-by-Reference

Bei der Parameterübergabe wird für den Call-by-Reference-Parameter higherPoint die Adresse des aktuellen Parameters r übergeben:



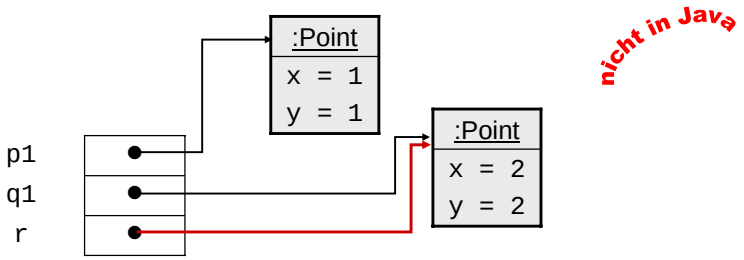
Call-by-Reference

Während der Ausführung des Rumpfs (Zeitpunkt 2) wird bei der Zuweisung an higherPoint die Änderung an der Adresse des aktuellen Parameters r durchgeführt:
:



Call-by-Reference

Im Zeitpunkt (3) werden die lokalen Variablen gelöscht und man erhält man wegen Call-by-Reference eine Änderung des aktuellen Parameters: r ist nicht mehr `null`, sondern zeigt auf ein anderes Objekt.



- `r` zeigt auf den Punkt mit der größeren y-Koordinate!

Call-by-Value (Java)

Beispiel: Das (fast) gleiche Programm in Java mit Call-by-Value für `higherPoint`

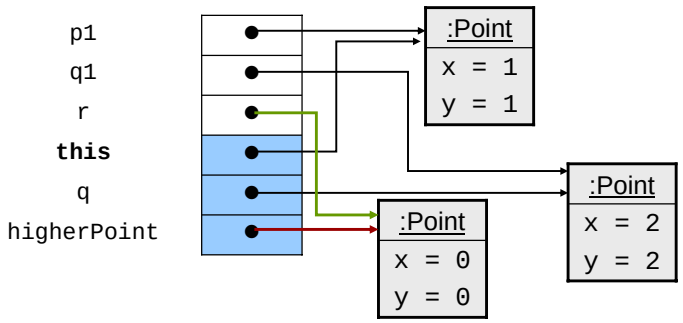
```
public void choose(Point q, Point higherPoint)
{       if (this.getY() >= q.getY())
                higherPoint = this;
        else
                higherPoint = q;        //(2)
}

public static void main(String[] args) //siehe PointChoose0Main
{       Point p1 = new Point(1,1);
        Point q1 = new Point(2,2);
        Point r = new Point();          // (1)
        p1.choose(q1, r);               // (3)
        ...
}
```

Call-by-Value

Initialisierung von r mit Standardkonstruktor

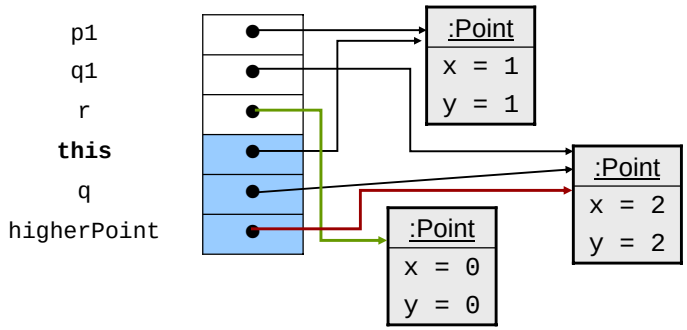
Call-by-Value (Java)

Zu Beginn der Ausführung des Rumpfs von `p1.choose(q1, r)`:



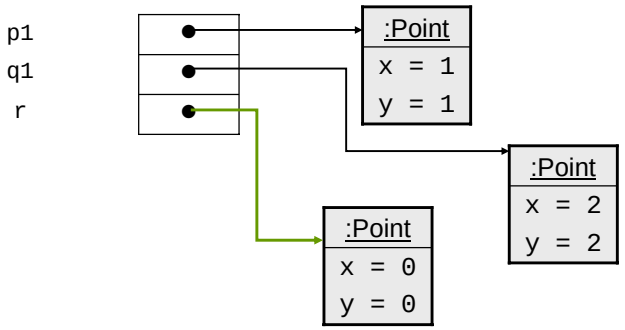
Call-by-Value (Java)

Zeitpunkt (2): Fallunterscheidung bewirkt eine Änderung der lokalen Variablen `higherPoint`.



Call-by-Value (Java)

Zum Zeitpunkt (3) haben sich also bei Call-by-Value die aktuellen Parameter **nicht** geändert:



Call-by-Value (Java)

Um den gleichen Effekt wie bei Call-by-Reference zu erzielen, führt man in Java ein Ergebnis ein (siehe `PointChoose1` und `PointChoose1Main`):

```
public Point chooseJava(Point q)
      {
            if (this.getY() >= q.getY())
                  return this;
            else
                  return q;                  //(2)
      }

      public static void main(String[] args)
      {
            Point p1 = new Point(1,1);
            Point q1 = new Point(2,2);        // (1)
            Point r = p1.chooseJava(q1);            // (3)
      }
```

Zum Zeitpunkt (3) ergibt sich jetzt der gewünschte Speicherzustand, bei dem `r` auf das gleiche Objekt zeigt, wie `q1`.

Zusammenfassung

- Eine Methode berechnet ihr Resultat abhängig vom Zustand des aktuellen Objekts und der aktuellen expliziten Parameter.
- Der Parameterübergabemechanismus von Java ist Call-by-Value. Dabei werden die Werte der aktuellen Parameter an die formalen Parameter übergeben. Die Werte der aktuellen Parameter werden durch Call-by-Value nicht verändert; es können aber die Attributwerte der aktuellen Parameter verändert werden.
- Bei Call-by-Reference (wie in C, C++, Modula möglich) können die Werte der aktuellen Parameter verändert werden, da ihre Adressen (die L-Werte) übergeben werden. Java hat kein Call-by-Reference; es lassen sich aber durch Call-by-Value bei Objekten ähnliche Effekte und Speicherplatzersparnis erzielen.