Ludwig-Maximilians-Universität München WS 2016/17
Institut für Informatik Übungsblatt 6
Prof. Dr. R. Hennicker, A. Klarl

Übungen zu Einführung in die Informatik: Programmierung und Software-Entwicklung: Lösungsvorschlag

Aufgabe 6-1 Überprüfen und Auswerten von Ausdrücken Präsenz

In dieser Aufgabe sollen Sie Ausdrücke auf Korrektheit untersuchen und gegebenenfalls auswerten. Als Grundlage für Ausdrücke im Kontext von Klassendeklarationen verwenden wir folgende EBNF-Grammatik mit der entsprechenden Erweiterung von `Value` um das Terminalsymbol `"null"`:

```
Expression = Variable |
             Value |
             Expression BinOp Expression |
             UnOp Expression |
             "(" Expression ")" |
             MethodInvocation |
             InstanceCreation

Variable = NamedVariable | FieldAccess
NamedVariable = Identifier
FieldAccess = Expression "." Identifier

MethodInvocation = Expression "." Identifier "(" [ActualParameters] ")"
ActualParameters = Expression {"," Expression}

InstanceCreation = ClassInstanceCreation
ClassInstanceCreation = "new" ClassType "(" [ActualParameters] ")"
```

Wir verwenden die Klassendeklarationen von `Point` und `Line` aus der Vorlesung. Seien `Point p;`, `Line l;` und `int i;` lokale Variablendeklarationen. Gegeben seien folgende Ausdrücke:

1. `l.x`
2. `p.move(1,2)`
3. `l.length()`
4. `p == null`
5. `i == null`
6. `new point(3,4)`
7. `(new Point(1,1)).x`

a) Geben Sie an, welche dieser Ausdrücke syntaktisch nicht korrekt und welche Ausdrücke syntaktisch korrekt, aber nicht typkorrekt sind (jeweils mit Begründung). Für typkorrekte Ausdrücke ist deren Typ anzugeben.

Lösung:
Überprüfen von Ausdrücken auf Korrektheit:

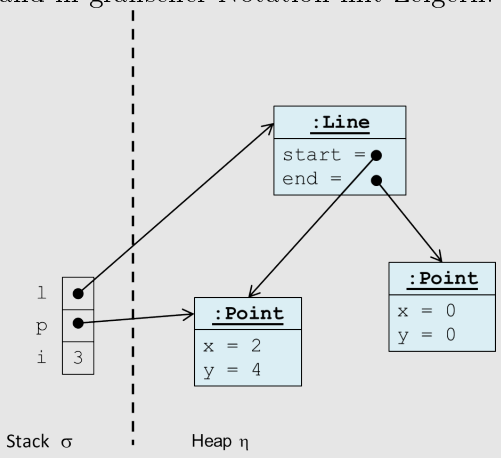
1. `l.x` ist nicht typkorrekt, da zwar `l` den Klassentyp `Line` hat, `x` jedoch kein Attribut der Klasse `Line` ist.
2. `p.move(1,2)` ist nicht typkorrekt, da die Methode `move` eine Methode ohne Ergebnis (zu erkennen am Rückgabetyp `void`) ist.
3. `l.length()` ist syntaktisch korrekt und typkorrekt und hat den Typ `double`.
4. `p == null` ist syntaktisch korrekt und typkorrekt und hat den Typ `boolean`.
5. `i == null` ist nicht typkorrekt, da `==` eine zweistellige Operation ist, die in beiden Argumenten den gleichen Typ erwartet, `i` aber vom Typ `int` ist und `null` einen namenlosen Typen passend zu jedem Klassentypen, aber nicht zu Grunddatentypen hat.
6. `new point(3,4)` ist nicht typkorrekt, da `point` kein Klassentyp ist (Achtung bei Groß- und Kleinschreibung!).
7. `(new Point(1,1)).x` ist syntaktisch korrekt und typkorrekt und hat den Typ `int`.

b) Gegegeben sei der Zustand (σ, η) mit

$$\begin{aligned}\sigma &= [(\texttt{i}, 3), (\texttt{p}, @123), (\texttt{l}, @789)] \\ \eta &= \{< (@123, \texttt{Point}), [(\texttt{x}, 2), (\texttt{y}, 4)] >, < (@456, \texttt{Point}), [(\texttt{x}, 0), (\texttt{y}, 0)] >, \\ &\quad < (@789, \texttt{Line}), [(\texttt{start}, @123), (\texttt{end}, @456)] >\}\end{aligned}$$

i) Geben Sie die grafische Repräsentation dieses Zustands mit Zeigern an.

Lösung:
Zustand in grafischer Notation mit Zeigern:



ii) Werten Sie alle syntaktisch korrekten und typkorrekten Ausdrücke bezüglich dieses Zustands aus.

Lösung:
Auswerten der korrekten Ausdrücke:

`l.length()`
$=_{(\sigma,\eta)}$ `@789.length()`
$=_{(\sigma,\eta)} \sqrt{2*2+4*4}$
$=_{(\sigma,\eta)} \sqrt{20}$
$=_{(\sigma,\eta)} 4.47$

`p == null`
$=_{(\sigma,\eta)}$ `@123 == null`
$=_{(\sigma,\eta)}$ `false`

`(new Point(1,1)).x`
$=_{(\sigma,\eta)}$ `@000.x` mit Zustandsänderung zu (σ, η')
$=_{(\sigma,\eta')}$ `1`
mit $\eta' = \eta \cup \{< (@000, \texttt{Point}), [(\texttt{x}, 1), (\texttt{y}, 1)] >\}$

Aufgabe 6-2 **Überprüfen und Auswerten von Ausdrücken** Hausaufgabe

In dieser Aufgabe sollen Sie Ausdrücke auf Korrektheit untersuchen und gegebenenfalls auswerten. Als Grundlage für Ausdrücke im Kontext von Klassendeklarationen verwenden wir die EBNF-Grammatik aus Aufgabe 6-1.

Wir verwenden die Klassendeklarationen von `Point` und `Line` aus der Vorlesung. Seien `Point p;`, `Line l;` und `int i;` lokale Variablendeklarationen. Gegeben seien folgende Ausdrücke:

1. `i.y`
2. `p.i`
3. `l.start.y`
4. `p.GetX()`
5. `l.move(p)`
6. `i == p`
7. `new Line(3,4)`
8. `Point(3,4)`
9. `(new Line(new Point(i,i), p)).end.getY()`

a) Geben Sie an, welche dieser Ausdrücke syntaktisch nicht korrekt und welche Ausdrücke syntaktisch korrekt, aber nicht typkorrekt sind (jeweils mit Begründung). Für typkorrekte Ausdrücke ist deren Typ anzugeben.

Lösung:
Überprüfen der Ausdrücke:

1. `i.y` ist nicht typkorrekt, da `i` keinen Klassentyp hat.

2. `p.i` ist nicht typkorrekt, da zwar `p` den Klassentyp `Point` hat, `i` jedoch kein Attribut der Klasse `Point` ist.
3. `l.start.y` ergibt nach vollständiger Klammerung `(l.start).y`. Dieser Ausdruck ist syntaktisch korrekt und typkorrekt und hat den Typ `int`.
4. `p.GetX()` ist nicht typkorrekt, da keine Methode `GetX` in der Klasse `Point` deklariert ist (Achtung bei Groß- und Kleinschreibung!).
5. `l.move(p)` ist nicht typkorrekt, da die Anzahl der aktuellen Parameter nicht mit der Anzahl der formalen Parameter in der Deklaration der Methode `move` übereinstimmt.
6. `i == p` ist nicht typkorrekt, da `==` eine zweistellige Operation ist, die in beiden Argumenten den gleichen Typ erwartet, `i` aber vom Typ `int` und `p` vom Typ `Point` ist.
7. `new Line(3,4)` ist nicht typkorrekt, da zwar die Anzahl der aktuellen Parameter mit der Anzahl der formalen Parameter in der Konstruktordeklaration übereinstimmt, aber `3` und `4` den Typ `int` haben, der Konstruktor Paramter vom Typ `Point` erwartet.
8. `Point(3,4)` ist syntaktisch nicht korrekt, da zur Objekterzeugung ein `new` vorangestellt werden muss.
9. `(new Line(new Point(i,i), p)).end.getY()` ergibt nach vollständiger Klammerung `((new Line(new Point(i,i), p)).end).getY()` ist syntaktisch korrekt und typkorrekt und hat den Typ `int`.

b) Gegegeben sei der Zustand (σ, η) mit

$$\begin{aligned}\sigma &= [(\texttt{i}, 3), (\texttt{p}, @123), (\texttt{l}, @789)] \\ \eta &= \{< (@123, \texttt{Point}), [(\texttt{x}, 2), (\texttt{y}, 4)] >, < (@456, \texttt{Point}), [(\texttt{x}, 0), (\texttt{y}, 0)] >, \\ &\quad < (@789, \texttt{Line}), [(\texttt{start}, @123), (\texttt{end}, @456)] >\}\end{aligned}$$

Werten Sie alle syntaktisch korrekten und typkorrekten Ausdrücke bezüglich dieses Zustands aus.

Lösung: Auswerten der korrekten Ausdrücke:

`(l.start).y`
$=_{(\sigma,\eta)}$ `(@789.start).y`
$=_{(\sigma,\eta)}$ `@123.y`
$=_{(\sigma,\eta)}$ `4`

`((new Line(new Point(i,i), p)).end).getY()`
$=_{(\sigma,\eta)}$ `((new Line(new Point(3,3), p)).end).getY()`
$=_{(\sigma,\eta)}$ `((new Line(@111, p)).end).getY()` mit Zustandsänderung zu (σ, η')
$=_{(\sigma,\eta')}$ `((new Line(@111, @123)).end).getY()`
$=_{(\sigma,\eta')}$ `(@222.end).getY()` mit Zustandsänderung zu (σ, η'')
$=_{(\sigma,\eta'')}$ `@123.getY()`
$=_{(\sigma,\eta'')}$ 4
mit $\eta' = \eta \cup \{< (@111, \mathit{Point}), [(x, 3), (y, 3)] >\}$
und $\eta'' = \eta' \cup \{< (@222, \mathit{Line}), [(\mathit{start}, @111), (\mathit{end}, @123)] >\}$

Aufgabe 6-3 **Deklaration von Klassen und Methoden** Präsenz

In dieser Aufgabe soll eine Klasse `Figur` deklariert werden, die einfache geometrische Figuren repräsentiert. Beispielsweise können ein Rechteck oder ein Kreis eine geometrische Figur sein. Jede geometrische Figur hat einen Mittelpunkt vom Typ `Point` und eine Farbe vom Typ `String`. Außerdem kann man angeben, ob die Figur mit dieser Farbe ausgefüllt ist.

a) Deklarieren Sie eine Klasse `Figur`, die oben genannte Eigenschaften realisiert. Die Klasse soll die folgenden Konstruktoren und zwei Methoden anbieten:

- einen Konstruktor mit formalen Parametern zur Initialisierung der Attribute,
- einen weiteren Konstruktor mit formalen Parametern zur Initialisierung der Attribute, so dass für den Mittelpunkt als Parameter dessen x- und y-Koordinaten übergeben werden,
- eine Methode `bewegen` ohne Rückgabetyp, die den Mittelpunkt einer Figur soweit verschiebt, wie es zwei formale Parameter `dx` und `dy` vom Typ `int` fordern,
- eine Methode `getMittelpunkt()` mit dem Rückgabetyp `Point`, die den Mittelpunkt einer Figur zurückgibt.

Hinweis: Um die Klasse `Point` verwenden zu können, speichern Sie die Datei `Point.java` von der Vorlesungswebseite in den gleichen Ordner wie Ihre Klasse `Figur`. Diese Datei enthält die Klassendeklaration der Klasse `Point`, wie sie in der Vorlesung gezeigt wurde.

Lösung:

```
1  public class Figur {
2    private Point mittelpunkt;
3    private String farbe;
4    private boolean ausgefuellt;
5
6    public Figur(Point p, String farbe, boolean ausgefuellt) {
7      this.mittelpunkt = p;
8      this.farbe = farbe;
9      this.ausgefuellt = ausgefuellt;
10   }
11
12   public Figur(int x, int y, String farbe, boolean ausgefuellt) {
13     this.mittelpunkt = new Point(x, y);
14     this.farbe = farbe;
15     this.ausgefuellt = ausgefuellt;
16   }
17
18   public void bewegen(int dx, int dy) {
19     this.mittelpunkt.move(dx, dy);
20   }
21
22   public Point getMittelpunkt() {
23     return this.mittelpunkt;
24   }
25 }
```

b) Mit folgendem Programmcode können Sie Ihre Klasse `Figur` testen (dieser Code muss in einer Datei `FigurTest.java` im gleichen Ordner wie Ihre Klasse `Figur` gespeichert werden):

```
1  public class FigurTest {
2    public static void main(String[] args) {
3      Point p = new Point(2, 1);
4      Figur figur1 = new Figur(p, "rot", true);
5      Figur figur2 = new Figur(p, "schwarz", false);
6
7      System.out.println("figur1: Mittelpunkt=("
8        + figur1.getMittelpunkt().getX() + ","
9        + figur1.getMittelpunkt().getY() + ")");
10     System.out.println("figur2: Mittelpunkt=("
11       + figur2.getMittelpunkt().getX() + ","
12       + figur2.getMittelpunkt().getY() + ")");
13
14     figur1.bewegen(2, 2);
```

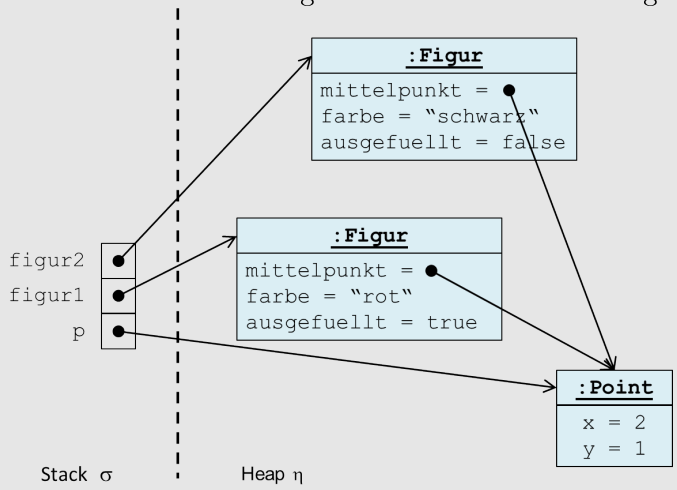
```
15
16      System.out.println("figur1: Mittelpunkt=("
17        + figur1.getMittelpunkt().getX() + ","
18        + figur1.getMittelpunkt().getY() + ")");
19      System.out.println("figur2: Mittelpunkt=("
20        + figur2.getMittelpunkt().getX() + ","
21        + figur2.getMittelpunkt().getY() + ")");
22    }
23  }
```

Geben Sie für dieses Programm jeweils den Zustand des Speichers (Stack und Heap) nach Zeile 5 und nach Zeile 14 an. Sie können die Zustände entweder in der abstrakten Syntax mit Objektreferenzen Ihrer Wahl angeben (siehe Aufgabe 6-1 und 6-2) oder die grafische Repräsentation mit Zeigern verwenden.

Lösung:
Zustand nach Zeile 5 in abstrakter Syntax:

$$
\begin{aligned}
\sigma &= [(\texttt{p}, @111), (\texttt{figur1}, @222), (\texttt{figur2}, @333)] \\
\eta &= \{< (@111, \texttt{Point}), [(\texttt{x}, 2), (\texttt{y}, 1)] >, \\
&\quad < (@222, \texttt{Figur}), [(\texttt{mittelpunkt}, @111), (\texttt{farbe}, \text{“}rot\text{”}), (\texttt{ausgefuellt}, true)] >, \\
&\quad < (@333, \texttt{Figur}), [(\texttt{mittelpunkt}, @111), (\texttt{farbe}, \text{“}schwarz\text{”}), (\texttt{ausgefuellt}, false)] >\}
\end{aligned}
$$

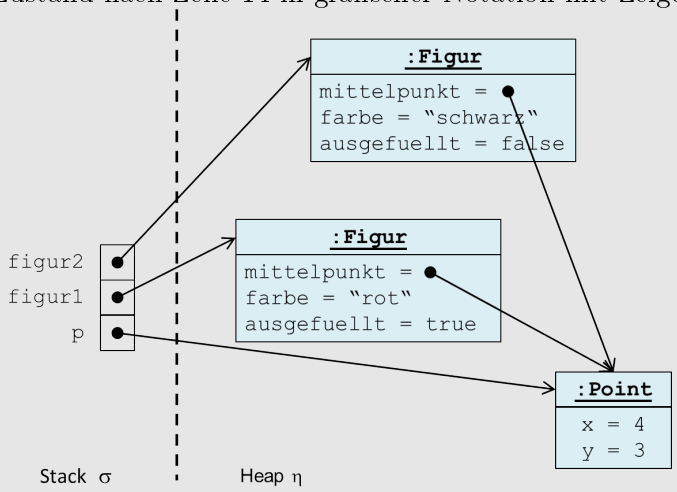
Zustand nach Zeile 5 in grafischer Notation mit Zeigern:



Zustand nach Zeile 14 in abstrakter Syntax:

$$
\begin{aligned}
\sigma &= [(\texttt{p}, @111), (\texttt{figur1}, @222), (\texttt{figur2}, @333)] \\
\eta &= \{< (@111, \texttt{Point}), [(\texttt{x}, 4), (\texttt{y}, 3)] >, \\
&\quad < (@222, \texttt{Figur}), [(\texttt{mittelpunkt}, @111), (\texttt{farbe}, \text{“}rot\text{”}), (\texttt{ausgefuellt}, true)] >, \\
&\quad < (@333, \texttt{Figur}), [(\texttt{mittelpunkt}, @111), (\texttt{farbe}, \text{“}schwarz\text{”}), (\texttt{ausgefuellt}, false)] >\}
\end{aligned}
$$

Zustand nach Zeile 14 in grafischer Notation mit Zeigern:



c) Welches Problem fällt Ihnen bei der Analyse der Zustandsänderung auf und wie können Sie es beheben?

Lösung:
Bei der Analyse der Zustandänderung fällt auf, dass nicht nur der Mittelpunkt von `figur1` bewegt wurde, sondern auch der Mittelpunkt von `figur2`. Dies liegt daran, dass beide Figuren im Attribut `mittelpunkt` auf den gleichen Punkt referenzieren. Wird dieser Punkt verändert, verändert er sich automatisch für beide Figuren.

Verbesserte Klasse `FigurTest`:

```
1 public class FigurTest {
2   public static void main(String[] args) {
3     Figur figur1 = new Figur(2, 1, "rot", true);
4     Figur figur2 = new Figur(2, 1, "schwarz", false);
5     figur1.bewegen(2, 2);
6   }
7 }
```

Aufgabe 6-4 **Deklaration von Klassen und Methoden** Hausaufgabe

In dieser Aufgabe soll eine Klasse `Fahrzeug` deklariert werden, die beliebige Fortbewegungsmittel repräsentiert. Beispielsweise können ein Fahrrad, ein Auto oder eine Eisenbahn ein Fahrzeug sein. Jedes Fahrzeug hat eine aktuelle Position vom Typ `Point`, eine bestimmte Anzahl an Rädern, ein Leergewicht und eine aktuelle Geschwindigkeit.

a) Deklarieren Sie eine Klasse `Fahrzeug`, die oben genannte Eigenschaften definiert. Die Klasse soll den folgenden Konstruktor und drei Methoden anbieten:

- einen Konstruktor mit formalen Parametern zur Initialisierung der Attribute, so dass für den Mittelpunkt als Parameter dessen x- und y-Koordinaten übergeben werden,
- eine Methode `beschleunigen` ohne Rückgabetyp, die die aktuelle Geschwindigkeit um einen bestimmten Wert erhöht bzw. erniedrigt (bei negativer Beschleunigung). Der Wert soll als Parameter übergeben werden können,
- eine Methode `fahren` ohne Rückgabetyp, die das Fahrzeug auf eine neue Position verschiebt, wie es zwei formale Parameter `dx` und `dy` vom Typ `int` fordern,
- eine Methode `getAktuelleGeschwindigkeit` mit dem Rückgabetyp `double`, die die aktuelle Geschwindigkeit des Fahrzeugs zurückgibt.

Hinweis: Um die Klasse `Point` verwenden zu können, speichern Sie die Datei `Point.java` von der Vorlesungswebseite in den gleichen Ordner wie Ihre Klasse `Fahrzeug`. Diese Datei enthält die Klassendeklaration der Klasse `Point`, wie sie in der Vorlesung gezeigt wurde.

Lösung:

```
1  public class Fahrzeug {
2    private Point position;
3    private int anzahlRaeder;
4    private double leergewicht;
5    private double aktuelleGeschwindigkeit;
6
7    public Fahrzeug(int x, int y, int anzahlRaeder, double leergewicht,
8        double aktuelleGeschwindigkeit) {
9      this.position = new Point(x, y);
10     this.anzahlRaeder = anzahlRaeder;
11     this.leergewicht = leergewicht;
12     this.aktuelleGeschwindigkeit = aktuelleGeschwindigkeit;
13   }
14
15   public void beschleunigen(double beschleunigung) {
16     this.aktuelleGeschwindigkeit = this.aktuelleGeschwindigkeit
17                                    + beschleunigung;
18   }
19
20   public void fahren(int dx, int dy) {
21     this.position.move(dx, dy);
22   }
23
24   public double getAktuelleGeschwindigkeit() {
25     return this.aktuelleGeschwindigkeit;
26   }
27 }
```

b) Mit folgendem Programmcode können Sie Ihre Klasse `Fahrzeug` testen (dieser Code muss in einer Datei `FahrzeugTest.java` im gleichen Ordner wie Ihre Klasse `Fahrzeug` gespeichert werden):

```
1  public class FahrzeugTest {
2    public static void main(String[] args) {
3      Fahrzeug auto = new Fahrzeug(1, 2, 4, 1234.5, 100.0);
4      Fahrzeug fahrrad = new Fahrzeug(3, 4, 2, 33.3, 18.3);
5
6      System.out.println("Auto: aktuelle Geschwindigkeit="
7        + auto.getAktuelleGeschwindigkeit());
8      System.out.println("Fahrrad: aktuelle Geschwindigkeit="
9        + fahrrad.getAktuelleGeschwindigkeit());
10
11     auto.beschleunigen(11.1);
12
13     System.out.println("Auto: aktuelle Geschwindigkeit="
14       + auto.getAktuelleGeschwindigkeit());
15     System.out.println("Fahrrad: aktuelle Geschwindigkeit="
16       + fahrrad.getAktuelleGeschwindigkeit());
17
18     fahrrad.fahren(5, 3);
19   }
20 }
```

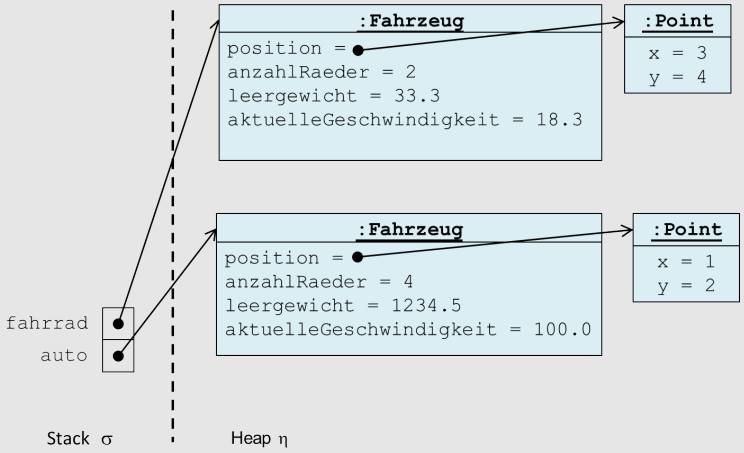
Geben Sie für dieses Programm jeweils den Zustand des Speichers (Stack und Heap) nach Zeile 4, nach Zeile 11 und nach Zeile 18 an. Sie können die Zustände entweder in der abstrakten Syntax angeben (siehe Aufgabe 6-1 und 6-2) oder die grafische Reräsentation mit

Zeigern von Hand malen und abfotografieren oder ein beliebiges Zeichenprogramm (z.B. PowerPoint) verwenden. Bitte geben Sie nur `.txt`-, `.jpg`- oder `.pdf`-Dateien ab!

Lösung:
Zustand nach Zeile 4 in abstrakter Syntax:

$$
\begin{aligned}
\sigma &= [(\texttt{auto}, @111), (\texttt{fahrrad}, @222)] \\
\eta &= \{< (@111, \texttt{Fahrzeug}), [(\texttt{position}, @333), (\texttt{anzahlRaeder}, 4), \\
&\quad (\texttt{leergewicht}, 1234.5), (\texttt{aktuelleGeschwindigkeit}, 100.0)] >, \\
&\quad < (@222, \texttt{Fahrzeug}), [(\texttt{position}, @444), (\texttt{anzahlRaeder}, 2), \\
&\quad (\texttt{leergewicht}, 33.3), (\texttt{aktuelleGeschwindigkeit}, 18.3)] >, \\
&\quad < (@333, \texttt{Point}), [(\texttt{x}, 1), (\texttt{y}, 2)] >, \\
&\quad < (@444, \texttt{Point}), [(\texttt{x}, 3), (\texttt{y}, 4)] >\}
\end{aligned}
$$

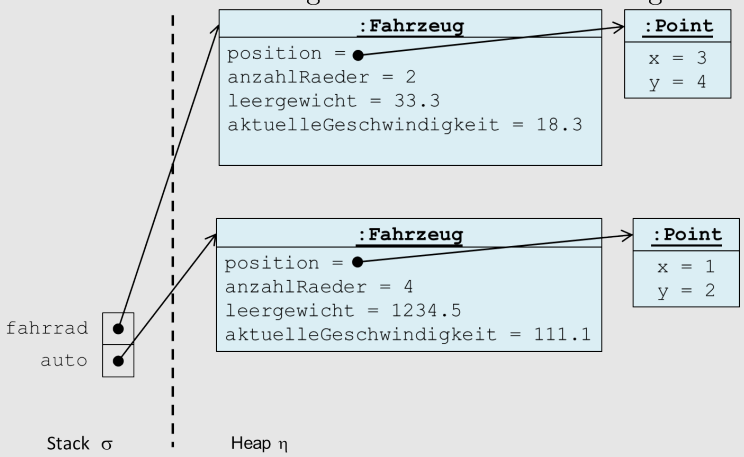
Zustand nach Zeile 4 in grafischer Notation mit Zeigern:



Zustand nach Zeile 11 in abstrakter Syntax:

$$
\begin{aligned}
\sigma &= [(\texttt{auto}, @111), (\texttt{fahrrad}, @222)] \\
\eta &= \{< (@111, \texttt{Fahrzeug}), [(\texttt{position}, @333), (\texttt{anzahlRaeder}, 4), \\
&\quad (\texttt{leergewicht}, 1234.5), (\texttt{aktuelleGeschwindigkeit}, 111.1)] >, \\
&\quad < (@222, \texttt{Fahrzeug}), [(\texttt{position}, @444), (\texttt{anzahlRaeder}, 2), \\
&\quad (\texttt{leergewicht}, 33.3), (\texttt{aktuelleGeschwindigkeit}, 18.3)] >, \\
&\quad < (@333, \texttt{Point}), [(\texttt{x}, 1), (\texttt{y}, 2)] >, \\
&\quad < (@444, \texttt{Point}), [(\texttt{x}, 3), (\texttt{y}, 4)] >\}
\end{aligned}
$$

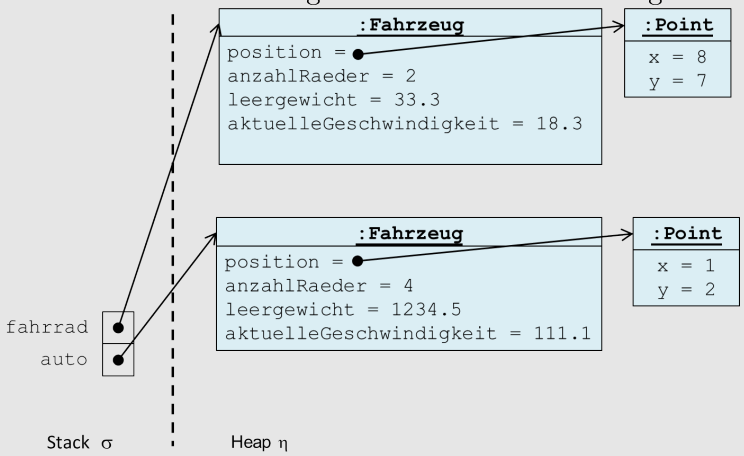
Zustand nach Zeile 11 in grafischer Notation mit Zeigern:



Zustand nach Zeile 18 in abstrakter Syntax:

$$
\begin{aligned}
\sigma &= [(\texttt{auto}, @111), (\texttt{fahrrad}, @222)] \\
\eta &= \{< (@111, \texttt{Fahrzeug}), [(\texttt{position}, @333), (\texttt{anzahlRaeder}, 4), \\
&\quad (\texttt{leergewicht}, 1234.5), (\texttt{aktuelleGeschwindigkeit}, 111.1)] >, \\
&\quad < (@222, \texttt{Fahrzeug}), [(\texttt{position}, @444), (\texttt{anzahlRaeder}, 2), \\
&\quad (\texttt{leergewicht}, 33.3), (\texttt{aktuelleGeschwindigkeit}, 18.3)] >, \\
&\quad < (@333, \texttt{Point}), [(\texttt{x}, 1), (\texttt{y}, 2)] >, \\
&\quad < (@444, \texttt{Point}), [(\texttt{x}, 8), (\texttt{y}, 7)] >\}
\end{aligned}
$$

Zustand nach Zeile 11 in grafischer Notation mit Zeigern:



Besprechung der Präsenzaufgaben in den Übungen ab 23.11.2016. Abgabe der Hausaufgaben bis Mittwoch, 07.12.2016, 14:00 Uhr über UniworX (siehe Folien der ersten Zentralübung).

- *Für Textaufgaben geben Sie bitte eine* `.txt`*-,* `.jpg`*- oder* `.pdf`*-Datei ab!*
- *Erstellen Sie zu jeder Aufgabe eine Klasse, die den Namen trägt, der in der Aufgabe gefordert ist. Geben Sie nur die entsprechenden* `.java`*-Dateien ab. Wir benötigen* ***nicht*** *Ihre* `.class`*-Dateien.*