

Funktionale und objektorientierte Programmierkonzepte

Übungsblatt 09



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Prof. Karsten Weihe

Wintersemester 23/24
Themen:
Relevante Foliensätze:
Abgabe der Hausübung:

v1.0
Generics
05+06
12.01.2023 bis 23:50 Uhr

Hausübung 09 *Generics*

Gesamt: 32 Punkte

Beachten Sie die Seite *Verbindliche Anforderungen für alle Abgaben im Moodle-Kurs*.

Verstöße gegen verbindliche Anforderungen führen zu Punktabzügen und können die korrekte Bewertung Ihrer Abgabe beeinflussen. Sofern vorhanden, müssen die in der Vorlage mit TODO markierten crash-Aufrufe entfernt werden. Andernfalls wird die jeweilige Aufgabe nicht bewertet.

Die für diese Hausübung relevanten Verzeichnisse sind `src/main/java/h09` und ggf. `src/test/java/h09`.

Verbindliche Anforderung:

- Die Typen X und Y dienen als Platzhalter für *beliebige* Typen und existiert in der Vorlage nicht. Sofern nicht anders angegeben, *muss* Ihre Umsetzung für jeden *beliebigen* Typen funktionieren.
- Bei der Instanziierung eines Typparameters *muss* der Typ möglichst genau angegeben werden.

Einleitung

Mit diesem Übungsblatt befassen Sie sich mit der Datenstruktur *Stack* und dazugehörigen Funktionen, welche von Ihnen in generische Varianten zu überführen sind: Ein *Stack* (deutsch: „Stapel“) ist eine dynamische¹ Datenstruktur, welche mit einem Stapel vergleichbar ist.

¹In diesem Kontext bedeutet *dynamisch*, dass neue Objekte hinzugefügt und bestehende Objekte entfernt werden können.

H1: Stacks of Objects

Im Package `h09.stack` finden Sie die Klasse `StackOfObjects`, wobei ein Objekt der Klasse `StackOfObjects` einen Stack darstellt. Das Modifizieren eines Stack ist auf das *Ablegen* eines Objekts auf den Stapel und das *Entfernen* des obersten Objekts von dem Stapel beschränkt. Die Klasse `StackOfObjects` implementiert beide Operationen mittels folgender Objektmethoden: Die rückgabefreie Objektmethode `push` legt das mittels dem aktuellen Parameter gegebene Objekt auf dem Stapel ab, die parameterlose Objektmethode `pop` entfernt das oberste Objekt von dem Stapel und liefert dieses Objekt. Die Klasse `StackOfObjects` implementiert weiter folgende Objektmethoden: Die parameterlose Methode `numberOfObjects` liefert die Anzahl n an Objekten auf dem Stack. Die Methode `get` hat einen formalen Parameter vom Typ `int` und liefert für den aktuellen Parameter – den *Index* – das am gegebenen Index enthaltene Objekt. Das *unterste* Objekt befindet sich an Index 0, das *oberste* Objekt befindet sich an Index $n - 1$.

H1.1: Klasse `StackOfObjects`

7 Punkte

Überführen Sie die Klasse `StackOfObjects` in eine generische Klasse. Die Klasse `StackOfObjects` erhält zuerst einen unbeschränkten Typparameter `T`. Der formale Parameter der Methode `push` wird so ausgetauscht, dass als aktueller Parameter Objekte vom Typ `T` und Subtypen verwendet werden können. Der Rückgabetyt der Methode `get` wird so ausgetauscht, dass die Methode ein Objekt vom Typ `T` (inklusive Subtypen) liefern kann. Innerhalb der Methode `get` wird zuletzt für das gelieferte Objekt ein geeigneter Cast durchgeführt. Der Rückgabetyt der Methode `pop` wird so ausgetauscht, dass die Methode Objekte vom Typ `T` (inklusive Subtypen) liefern kann.

Überführen Sie die Klassenmethode `of` der Klasse `StackOfObjects` in eine generische Methode. Die Methode `of` soll für einen aktuellen Parameter vom Typ „Array von X“ ein Objekt der Klasse `StackOfObjects` vom Typ `X` liefern. Passen Sie die innerhalb der Methode verwendeten Typen entsprechend an.

Unbewertete Verständnisfrage:

Analysieren Sie die Funktionsweise der Klasse `StackOfObjects`. Die Klasse `StackOfObjects` hat ein Objektattribut `objects` vom statischen Typ „Array von Object“, welches die Objekte des Stack enthält. Warum kann der statische Typ dieses Attributs nicht durch „Array von T“ ausgetauscht werden?

H2: Stack Operations

H2.1: Methode `filter`

5 Punkte

In der Klasse `StacksOfObjectOperations` finden Sie die nicht-generische Klassenmethode `filter`.

Instanzieren Sie die Typparameter der formalen Parameter so, dass der erste aktuelle Parameter ein *beliebiger* Stack sein kann, aus welchem Objekte des Typs `X` gelesen werden können, der zweite aktuelle Parameter ein *beliebiger* Filter sein kann, welcher auf Objekte des Typs `X` angewendet werden kann und die Rückgabe einem *beliebigen* Stack zugewiesen werden kann, welcher Objekte des Typs `Y` enthalten kann. Passen Sie die innerhalb der Methode verwendeten Typen entsprechend an.

H2.2: Methode `map`

6 Punkte

In der Klasse `StacksOfObjectOperations` finden Sie die nicht-generische Klassenmethode `map`.

Instanzieren Sie die Typparameter der formalen Parameter so, dass der erste aktuelle Parameter ein *beliebiger* Stack sein kann, aus welchem Objekte des Typs X gelesen werden können und der zweite aktuelle Parameter eine *beliebige* Funktion sein kann, welche ein Objekt des Typs X auf ein Objekt des Typs Y abbilden kann. Die Rückgabe soll einem *beliebigen* Stack zugewiesen werden können, welcher Objekte des Typs Y enthalten kann. Passen Sie die innerhalb der Methode verwendeten Typen entsprechend an.

H2.3: Interface StackPredicate**2 Punkte**

Im Package `h09.function` finden Sie ein Interface `StackPredicate`, welches das Interface `Predicate` erweitert.

Überführen Sie das Interface `StackPredicate` in ein generisches Interface und instanziiieren Sie den Typen `Predicate`, welchen das Interface `StackPredicate` erweitert.

Eine Predicate, welches mittels eines Objekts der Klasse `StackPredicate` dargestellt wird, erhält als Eingabe ein Objekt der Klasse `StackOfObjects`. Ein solcher Stack of Objects enthält nur Objekte von dem Typ, mit dem der Typparameter des Interface `StackPredicate` instanziiert wurde.

H3: Room Functions

Im Package `h03` finden Sie das Interface `WithSeats` und im Package `h03.room` das Interface `Room`.

Ein Objekt einer Klasse, welche das Interface `WithSeats` implementiert, stellt ein Subjekt dar, welches mit Plätzen ausgestattet ist. Das Interface `WithSeats` deklariert die parameterlose Objektmethode `numberOfSeats`, welche die Anzahl der Plätze des jeweiligen Subjekts liefert. Ein Objekt einer Klasse, welche das Interface `Room` implementiert, stellt einen Raum dar. Das Interface `Room` deklariert die parameterlose Objektmethode `name`, welche den Namen des jeweiligen Raums liefert.

Die record-Klassen `LectureHall` und `SeminarRoom` implementieren jeweils beide Interfaces. Ein Objekt der Klasse `LectureHall` stellt einen Hörsaal dar, ein Objekt der Klasse `SeminarRoom` stellt einen Seminarraum dar. Beide Klassen haben jeweils einen Konstruktor mit jeweils einem ersten formalen Parameter vom Typ `String` und jeweils einem zweiten formalen Parameter vom Typ `int`. Der erste aktuelle Parameter des jeweiligen Konstruktors ist der Name, der zweite aktuelle Parameter des jeweiligen Konstruktors ist die Anzahl der Plätze des jeweiligen Hörsaals bzw. Seminarraums,

H3.1: Predicate IS_NULL_PREDICATE**1 Punkt**

In der Klasse `RoomFunctions` finden Sie eine Klassenkonstante `IS_NULL_PREDICATE` vom statischen Typ `Predicate`. Das von `IS_NULL_PREDICATE` dargestellte Predicate liefert für ein Objekt einer beliebigen Klasse genau dann `true`, wenn der aktuelle Parameter dieses Predicate `null` ist.

Überführen Sie die den statischen, nicht-instanzierten Typ der Klassenkonstante `IS_NULL_PREDICATE` in einen instanziierten Typ.

H3.2: Methode isInArea**2 Punkte**

In der Klasse `RoomFunctions` finden Sie die nicht-generische Klassenmethode `isInArea`.

Die Methode `isInArea` hat einen formalen Parameter vom Typ `char` und den nicht-instanzierten Rückgabetypp `Predicate`. Diese liefert für den aktuellen Parameter – im Folgenden auch *Standort-Präfix* genannt – ein `Predicate`, welches genau dann `true` liefert, wenn das erste Symbol des Namens des gegebenen Raumes gleich dem Standort-Präfix ist.

Überführen Sie die Methode in eine generische Methode mit instanziiertem Rückgabetypp. Passen Sie die innerhalb der Methode verwendeten Typen entsprechend an.

H3.3: Funktion `isInAreaAndHasMinimumNumberOfSeats`**3 Punkte**

In der Klasse `RoomFunctions` finden Sie die nicht-generische Klassenmethode `isInAreaAndHasMinimumNumberOfSeats`. Diese Methode hat zwei formale Parameter: Der erste entspricht dem formalen Parameter der Methode `isInArea`, der ist vom Typ `int`. Die Methode `isInAreaAndHasMinimumNumberOfSeats` ruft mit dem ersten aktuellen Parameter von der Methode `isInArea` ein `Predicate` ab und initialisiert mit dem zweiten aktuellen Parameter – im Folgen auch *Mindestanzahl an Plätzen* genannt – ein `Predicate`, welches genau dann `true` liefert, wenn die Anzahl der Plätze des gegebenen Raumes größer oder gleich der Mindestanzahl an Plätzen ist. Die Methode `isInAreaAndHasMinimumNumberOfSeats` verknüpft beide `Predicates` logisch zu einem `Predicate` (mittels `AND`) und liefert dieses `Predicate`.

Überführen Sie die Methode `isInAreaAndHasMinimumNumberOfSeats` in eine generische Methode mit einem instanziierten Rückgabetypp.

H3.4: `toRoomTypeOrNull`**4 Punkte**

In der Klasse `RoomFunctions` finden Sie die nicht-generische Klassenmethode `toRoomTypeOrNull`. Diese hat einen formalen Parameter vom Typ `Class` und den Rückgabetypp `Function`. Die Methode `toRoomTypeOrNull` liefert für aktuellen Parameter – ein Objekt der Klasse `Class`, welches den *Zieltyp* dargestellt – eine Funktion, welche als Eingabe ein Objekt vom Typ `Room` erhält. Wenn der Typ des eingegebenen Objekts vom Zieltyp ist, castet die Funktion das eingegebene Objekt zu einem Objekt des Zieltyps und liefert dieses Objekt. Andernfalls liefert die Funktion `null`.

Überführen Sie die Methode `toRoomTypeOrNull` in eine generische Methode mit einem instanziierten Typ des formalen Parameters und Rückgabetypp.

Anmerkung:

Ein Objekt der generischen Klasse `Class` stellt einen *beliebigen* Typen dar. Bei diesem Typen muss es sich *nicht* um eine Klasse handeln, auch wenn der Name „`Class`“ dies vermuten lässt. Der Typparameter der Klasse `Class` wird mit dem dargestellten Typen instanziiert. Für einen gegebenen Typ `Type` kann das dazugehörige Objekt der Klasse `Class` mittels `Type.class` abgerufen werden.

H4: Testen mittels JUnit

Zuletzt testen Sie – erstmals mittels JUnit – die Funktionalität der in der Klasse `StacksOfObjectOperations` gegebenen Klassenmethoden `filter` und `map`.

In der Klasse `TUDa` finden Sie zwei Klassenmethoden: Die Methode `stackOfLectureHalls` liefert einen Stack von Hörsälen an der TU Darmstadt, die Methode `stackOfSeminarRooms` liefert einen Stack von Seminarräumen an der TU Darmstadt.

Implementieren Sie Ihre Tests im Modul `test`.

H4.1: Die großen 5, definiert von Stadtmitte und Lichtwiese.**1 Punkt**

Prüfen Sie, ob die Filter-Funktion aus der Aufgabe H2.1 zum Filtern der größten fünf Hörsäle an der TU Darmstadt funktioniert, indem Sie die Methode `filter` mit dem von der Klassenmethode `TUDa.stackOfLectureHalls()` gelieferten Stack und einem geeigneten Predicate aufrufen. Prüfen Sie zuerst mittels der Methode `assertEquals`, ob der von der Methode `filter` gelieferte Stack 5 Elemente enthält. Prüfen Sie dann mittels der Klassenmethode `assertEquals` für *jeden* der fünf größten Hörsäle, ob sich der Hörsaal an der erwarteten Position im Stack befindet, indem Sie den Hörsaal an der erwarteten Position abrufen und den Namen dieses Hörsals mit dem erwarteten Namen vergleichen.

Implementieren Sie diesen Test in der Klasse `Tests` im Package `h03.function` in der Objektmethode `testFilter`.

Die fünf größten Hörsäle an der TU Darmstadt sind – *aufsteigend* sortiert nach Namen – L402/1, S101/A1, S105/122, S206/030 und S311/08, wobei der kleinste dieser fünf Hörsäle S105/122 mit 372 Plätzen ist.

H4.2: Test von map**1 Punkt**

Prüfen Sie, ob die Map-Funktion aus der Aufgabe H2.2 zum Abbilden der Seminarräume auf die Anzahlen der Plätze funktioniert. Rufen Sie die Funktion `map` mit dem von der Klassenmethode `TUDa.stackOfSeminarRooms()` gelieferten Stack und einer geeigneten Funktion auf. Prüfen Sie zuerst mittels der Methode `assertEquals`, ob die Anzahl an Zahlen im Stack gleich der erwarteten Anzahl ist. Prüfen Sie dann mittels der Methode `assertEquals` für *jeden* Seminarraum, ob sich die Anzahl der Plätze des Seminarraums an der erwarteten Position im Stack befindet.

Implementieren Sie diesen Test in der Klasse `Tests` im Package `h03.function` in der Objektmethode `testMap`.

Hinweis:

Verwenden Sie einen *zweiten* von der Klassenmethode `TUDa.stackOfSeminarRooms()` gelieferten Stack, um den Vergleich durchzuführen.