Funktionale und objektorientierte Programmierkonzepte Übungsblatt 01



Prof. Karsten Weihe

Wintersemester 22/23v1.1Themen:Programmieren in Java mit Hilfe von FopBotRelevante Foliensätze:01a und 01bAbgabe der Hausübung:04.11.2022 bis 23:50 Uhr

Hausübung 01 Gesamt: 24 Punkte
Little Checkers

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/h01 und ggf. src/test/java/h01.

Sofern Sie das entsprechende Vorwissen haben, dürfen Sie Arrays verwenden und weitere Methoden erstellen, um Ihren Code besser zu strukturieren, indem Sie Ihre Methoden aus diesen Bereichen heraus aufrufen.

Auf diesem und weiteren Übungsblättern finden Sie häufig Formulierungen, dass Entitäten wie robot dieses oder jenes *tun*. Solche vermenschlichenden Formulierungen sind natürlich nicht wirklich korrekt, dafür aber einfacher und intuitiver und daher allgemein sehr beliebt.

Einleitung

Mit diesem Übungsblatt implementieren Sie ein kleines Spiel, dessen Idee auf dem Brettspiel *Dame* (engl. *Checkers*) basiert. Die tatsächliche Umsetzung unterscheidet sich jedoch stark.

Auf dem *Spielbrett* befinden sich fünf schwarze Roboter des Teams *Schwarz* und ein weißer Roboter des Teams *Weiß*. Das Spielbrett wird mittels der Ihnen bereits bekannten Welt der Roboter dargestellt.

Kern Ihrer Lösung ist die Implementation einzelner Bestandteile einer while-Schleife, welche im Folgenden auch *Hauptschleife* genannt wird.

In jedem Durchlauf der Hauptschleife macht einer der nicht geschlagenen schwarzen Steine einen Zug. Nach jedem Zug eines nicht geschlagenen schwarzen Steine wird überprüft, ob der weiße Stein einen der schwarzen Steine schlagen kann. Die Hauptschleife und damit das ganze Spiel ist zu Ende, sobald der weiße Stein alle schwarzen Steine geschlagen hat oder alle schwarzen Steine ihre Münze abgelegt haben.

1

Darstellung von Steinen

Die Steine werden mittels der Ihnen bereits bekannten Roboter dargestellt.

Damit die Roboter beider Teams unterschieden werden können, sollen die Roboter unterschiedlichen Roboter-Familien angehören. Roboter verschiedener Roboter-Familien unterscheiden sich in ihrem Aussehen: Die Roboter von Team Schwarz gehören zur Familie der *Black Square Robots*, der Roboter von Team Weiß gehört zur Familie der *White Square Robots*. Wir bezeichnen die Roboter beider Familien im Folgenden auch als *schwarze Steine* bzw. *weiße Steine*.

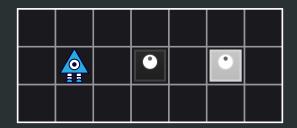


Abbildung 1: Auswahl von Roboter-Familien

Um einen Roboter einer anderen Familie als der Ihnen bereits bekannten Familie TRIANGLE_BLUE zu konstruieren, nutzen Sie einen beliebigen Konstruktor von Robot mit Parameter vom Typ RobotFamily. Bei RobotFamily handelt es sich wie bei Direction um eine *Enumeration* – mit dem Unterschied, dass RobotFamily statt der Blickrichtungen die Roboter-Familien aufzählt, darunter (Abbildung 1, von links nach rechts) TRIANGLE_BLUE, SQUARE_BLACK (Black Square Robots) und SQUARE_WHITE (White Square Robots).

Ein Stein wird genau dann als geschlagen bezeichnet, wenn dieser ausgeschaltet ist. Square Robots haben die Eigenschaft, dass sie im ausgeschalteten Zustand ihre Augen verschlossen halten.

Beispiel:

Einen Roboter der Familie RobotFamily.SQUARE_WHITE können Sie beispielsweise wie folgt konstruieren:

1

Robot robot = new Robot(3, 1, Direction.UP, 8, RobotFamily.SQUARE_WHITE);

Einstellungen

In Verzeichnis src/main/resources finden Sie die Datei checkers.properties: In dieser können Sie von uns festgelegten Schlüsseln Werte zuweisen, welche in der Vorlage zum Start Ihres Programmes eingelesen und in den gleichnamigen Klassenkonstanten gespeichert werden. Wenn auf diesem Übungsblatt die Rede davon ist, dass ein Wert eingelesen wird, ist gemeint, dass ein Wert aus der Datei checkers.properties eingelesen wird.

Testen Sie Ihr Programm systematisch durch, indem Sie die gegebenen Werte abändern.

Verbindliche Anforderung:

Ihr Programm muss neben den vordefinierten auch mit allen anderen sinnvollen Werten funktionieren!

Dieser Grad an Flexibilität wird für uns bei allen möglichen Eingabedaten, die prinzipiell von Programmlauf zu Programmlauf variieren könnten, aber in jedem einzelnen Programmlauf konstant sind, selbstverständlich sein: nicht den Quelltext ändern, nur die Eingabedaten. Diese Eingabedaten können dann wie hier aus einer Datei kommen oder am Computer abgefragt werden, aus einer Datenverbindung oder woher auch immer kommen.

H1: Initialisierung 9 Punkte

Erinnerung:

Beachten Sie bei *jedem* Übungsblatt, dass nach Bearbeitung einer Aufgabe die jeweiligen mit // TODO markierten Aufrufe von crash entfernt werden müssen. Andernfalls funktioniert Ihre Implementation nicht korrekt und die jeweiligen Teile Ihres Quelltextes werden *nicht* bewertet!

Im Gegensatz zum tatsächlichen Damespiel kann unser Spielbrett jede beliebige Größe größer oder gleich 3×3 annehmen. Die Breite und Höhe des Spielbretts wird in die Konstanten NUMBER_OF_ROWS und NUMBER_OF_COLUMNS eingelesen und in der Vorlage der Welt bereits zugewiesen.

In Klasse Checkers sind für die fünf schwarzen Steine die Attribute blackStone0, ..., blackStone4 und für den weißen Stein das Attribut whiteStone vom Typ Robot deklariert.

In den folgenden beiden Teilaufgaben implementieren Sie die Initialisierung dieser Steine.

H1.1: Initialisierung des weißen Steins

4 Punkte

Zunächst implementieren Sie die Platzierung des weißen Steins in der Methode initWhiteStone.

Das Attribut whiteStone soll bei Aufruf von initWhiteStone mit einem Roboter der Familie SQUARE_WHITE initialisiert werden, welcher keine Münzen besitzt. Die Position und die Richtung des weißen Steins whiteStone soll dabei pseudozufällig¹ so gewählt werden, dass die beiden folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- 1. Der Position liegt innerhalb der Welt.
- 2. Die Summe aus Spaltenindex und Zeilenindex ist eine ungerade Zahl.

Anmerkung:

Die Erzeugung einer beliebig langen Folge pseudozufälliger Zahlen vom Typ int ist mit Werkzeugen der Java-Standardbibliothek möglich. Zum Beispiel liefert ThreadLocalRandom.current().nextInt(1, 7) eine pseudozufällig gewählte Zahl aus $\{1, \ldots, 6\}$, simuliert also einen normalen Würfel mit sechs Seiten.

Hinweis:

Zur pseudozufälligen Festlegung der initialen Richtung erzeugen Sie eine Zufallszahl 0...3. Diese speichern Sie zweckmäßigerweise in einer int-Variablen randomDirectionValue. Dann richten Sie noch eine Variable randomDirection vom Typ Direction ein und setzen ihren Wert abhängig vom Wert von randomDirectionValue, nämlich auf UP im Fall 0, RIGHT im Fall 1, DOWN im Fall 2 und LEFT im Fall 3. Bei der Einrichtung des zu initialisierenden Roboter-Objektes mit new setzen Sie dann die Variable randomDirection anstelle einer festen Richtung ein.

¹Siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Pseudozufall

H1.2: Initialisierung der schwarzen Steine

5 Punkte

Nun implementieren Sie die Platzierung der schwarzen Steine in Methode initBlackStones. Gehen Sie davon aus, dass beim Aufruf von initBlackStones das Attribut whiteStone bereits initialisiert ist.

In Methode initBlackStones soll jedes der Attribute blackStone0, ..., blackStone4 mit einem Roboter der Familie SQUARE_BLACK initialisiert werden. Die Position und die Richtung jedes schwarzen Steins soll wie die des weißen Steins whiteStone in H1.1 gewählt werden. Jedoch darf ein schwarzer Stein nicht auf dem Feld platziert werden, auf dem sich der bereits initialisierte weiße Stein befindet. Ein schwarzer Stein darf hingegen auch dann auf einem Feld platziert werden, wenn sich dort ein anderer schwarzer Stein befindet.

In Klasse Checkers finden Sie die eingelesenen Konstanten MIN_NUMBER_OF_COINS und MAX_NUMBER_OF_COINS, wobei Sie davon ausgehen können, dass $1 \le MIN_NUMBER_OF_COINS \le MAX_NUMBER_OF_COINS$. Jeder der schwarzen Steine soll eine pseudozufällige Anzahl an Münzen besitzen, welche zwischen MIN_NUMBER_OF_COINS und MAX_NUMBER_OF_COINS (jeweils einschließlich) liegt.

Ausblick:

Ärgern Sie sich vielleicht, dass Sie blackStone0, ..., blackStone4 jeweils einzeln auf genau dieselbe Art behandeln müssen und den Code zur Behandlung eines Steins nicht einfach nur einmal, nämlich in einer Schleife $0, \ldots, 4$ hinschreiben können? Ab dem nächsten Übungsblatt lernen Sie, wie Sie dies mit *Arrays* tun können.

H1.3: Testen Ihrer Implementation

Fügen Sie wie in Übungsblatt 0 mit System.out.println temporär, nur zum Zwecke der Codeentwicklung, ein paar Konsolenausgaben ein, mit denen Sie die die Zeilen- und Spaltenzahl der World, alle Zufallswerte unmittelbar nach ihrer Generierung sowie nach Einrichtung der Roboter die Koordinaten der Roboter, ihre Richtungen und ihre Anzahl Münzen ausgeben.

Hinweis:

Die Koordinaten, die Richtung und die Anzahl Münzen eines Roboters robby können Sie sehr einfach ausgeben, indem Sie robby.getX() (analog robby.getY(), getDirection().name() und getNumberOfCoins) als Parameter in die runden Klammern nach System.out.print(ln) schreiben. Kompilieren Sie das Programm so schon einmal und lassen Sie es mehrfach laufen. Prüfen Sie, ob die Konsolenausgaben Ihrer Erwartung entsprechen, und falls nicht, nutzen Sie die Konsolenausgaben zur Fehlersuche. Sobald Sie bei mehreren Programmläufen hintereinander gesehen haben, dass alles stimmt, nehmen Sie die Konsolenausgaben wieder heraus und machen mit dem Folgenden weiter. Es bietet sich an, die Konsolenausgaben nicht sofort ganz zu entfernen, sondern erst einmal mit // so auszukommentieren, dass Sie sie bei Bedarf jederzeit einfach wieder einkommentieren können, statt sie noch einmal schreiben zu müssen.

H2: Die Hauptschleife

15 Punkte

In Klasse Checkers, genauer in Methode runGame finden Sie die bereits in der Einleitung erwähnte Hauptschleife.

Die Hauptschleife nutzt als Fortsetzungsbedingung den Rückgabewert der Methode isRunning, welcher genau dann true ist, wenn keiner der beiden Teams gewonnen hat.

Im Rumpf der Hauptschleife sehen Sie bereits die Aufrufe dreier Methoden: Wie die Namen der Methoden schon andeuten, führt Methode doBlackTeamActions die Aktionen der schwarzen Steinen und Methode doWhiteTeamActions die Aktionen der weißen Steine aus. Methode updateGameState überprüft, ob eines der beiden Teams gewonnen hat und ändert gegebenenfalls den Status des Spiels so ab, dass Methode isRunning im darauffolgenden Durchlauf false liefert und das Spiel terminiert.

In den folgenden drei Teilaufgaben füllen Sie die Rümpfe dieser drei Methoden mit Anweisungen – und damit ist die Hauptschleife dann vollständig.

Hinweis:

Sofern Sie die dritte Methode noch nicht umgesetzt haben, kann Ihr Spiel *zum Ende* mit einer Fehlermeldung abbrechen. Wieso ist das der Fall? Auf diese Frage sollten Sie noch einmal zurückkommen, wenn Ihre Implementation von H2.3 fertig ist.

H2.1: Aktionen der schwarzen Steine

6 Punkte

Implementieren Sie in Methode doBlackTeamActions das Verhalten der schwarzen Steine.

In jedem Durchlauf der Hauptschleife soll ein schwarzer Stein ausgewählt werden, der mindestens eine Münze besitzt und nicht geschlagen wurde. Dieser Stein legt zunächst eine Münze auf das Feld ab, auf dem er gerade steht.

Anmerkung:

Sie dürfen für Ihre Lösung in Methode doBlackTeamAction davon ausgehen, dass mindestens ein schwarzer Stein existiert, der nicht geschlagen wurde und Münzen besitzt. Tatsächlich wird dies jedoch erst mit Umsetzung von H2.3 garantiert. Ihr Spiel terminiert bis dahin voraussichtlich nicht korrekt.

Danach bewegt sich dieser Stein auf das erste der vier folgenden möglichen Felder, das innerhalb der Welt liegt und nicht vom weißen Stein besetzt ist:

- Zielfeld 1: oben rechts in Blickrichtung des Roboters
- Zielfeld 2: oben links in Blickrichtung des Roboters
- Zielfeld 3: unten links in Blickrichtung des Roboters
- Zielfeld 4: unten rechts in Blickrichtung des Roboters

Sollte kein Zielfeld existieren, das innerhalb der Welt liegt und nicht vom weißen Stein besetzt ist, wird der Stein ausgeschaltet und gilt damit als geschlagen.

In welche Richtung ein schwarzer Stein nach seinem Zug blickt ist Ihnen überlassen.

Verbindliche Anforderung:

Um den schwarzen Stein zu bewegen, dürfen *nur* die Methoden move und turnLeft ausgeführt werden.

Beispiele:

Wenn sich der ausgewählte Roboter an Position (4,2), Blickrichtung UP hat und Zielfeld 3 ausgewählt wird, befindet sich der Roboter nach seinem Zug an Position (3,1). Mit Blickrichtung RIGHT würde sich der Roboter nach seinem Zug stattdessen an Position (3,3) befinden.

Hinweis:

Vermeiden Sie es, die gleichen Aktionen mehrfach – also für jeden schwarzen Stein einzeln – zu implementieren. Beispielweise können Sie eine Variable chosenStone vom Typ Robot deklarieren. Für diese richten Sie aber nicht wie üblich ein neues Robot-Objekt ein, sondern lassen Sie mit dem Zuweisungsoperator = chosenBlackStone auf den gewählten Roboter blackStone0, ..., blackStone4 verweisen. Nutzen Sie in Ihrer Implementation dann chosenStone anstatt der jeweiligen anderen Referenz.

H2.2: Aktionen des weißen Steins

6 Punkte

Implementieren Sie in Methode doWhiteTeamActions die Aktion des weißen Steins,

Einen Zug, in welchem der weiße Stein einen schwarzen Stein schlägt, bezeichnen wir als Schlagzug. Ein Schlagzug des weißen Steins wird in Methode doWhiteTeamActions genau dann ausgeführt, wenn die Möglichkeit hierzu besteht. Andernfalls tut der weiße Stein nichts. Damit der weiße Stein einen schwarzen Stein schlagen kann, muss mindestens ein Schlagweg existieren.

Ein Schlagweg ist eine *Diagonale*, die mit dem Feld des weißen Steins beginnt und beliebig viele weitere Felder der Welt enthält, wobei sich je zwei aufeinanderfolgende Felder an einem gemeinsamen Eckpunkt berühren und alle gemeinsamen Eckpunkte auf einer Linie liegen müssen. Das Feld, auf welchem sich der weiße Stein befindet, wird als *nulltes Feld* der Diagonalen bezeichnet – das darauffolgende als *erstes Feld* und so weiter. Damit eine solche Diagonale als Schlagweg zählt, dürfen sich *nur* auf dem vorletzten Feld der Diagonalen ein oder mehrere nicht-geschlagene schwarze Steine befinden. Auf den anderen Feldern der Diagonale dürfen sich auch geschlagene schwarze Steine befinden.

Demnach existieren vom Feld des weißen Steins aus gesehen bis zu vier Richtungen, in die Schlagzüge möglich sein können. Für jede dieser Richtungen kommen unterschiedlich lange Diagonalen für einen Schlagzug in Betracht, wovon jedoch maximal eine für einen Schlagzug genutzt werden kann. Sind in einer Runde mehrere Schlagzüge möglich, wird nur ein Schlagzug ausgeführt. Ihnen steht frei, welcher Schlagzug ausgeführt wird.

Mit einem Schlagzug des weißen Steins wird ein beliebiger sich auf dem Schlagweg befindlicher schwarzer Stein ausgeschaltet (Methode turnOff aus Klasse Robot), womit dieser schwarze Stein als geschlagen gilt. Nachdem ein Schlagzug ausgeführt wurde, befindet sich der weiße Stein auf dem letzten Feld des Schlagwegs.

Verbindliche Anforderung:

Die Bewegungen des weißen Steins dürfen nur mit den Methoden setX und setY ausgeführt werden.

H2.3: Beendigung der Hauptschleife

3 Punkte

In Klasse Checkers finden Sie ein Objektattribut gameState vom Typ GameState: GameState ist eine Enumeration von Zuständen des Spiels, gameState der aktuelle Zustand des Spiels. Die in H2 beschriebene Methode isRunning liefert genau dann true, wenn gameState gleich RUNNING ist. Weiter kann gameState die Konstante WHITE_WIN und BLACK_WIN annehmen, welche zugewiesen wird, wenn das weiße Team bzw. das schwarze Team gewonnen hat.

Implementieren Sie zum Schluss die Methode updateGameState, die den Wert des Attributs gameState aktualisiert, wenn einer der folgenden Fälle eingetreten ist.

- Fall 1: Alle schwarzen Steine sind ausgeschaltet und damit vom weißen Stein geschlagen worden. In diesem Fall hat die weiße Partei gewonnen.
- Fall 2: Es existiert mindestens ein ungeschlagener schwarzer Stein und alle ungeschlagenen schwarzen Steine haben all ihre Münzen abgelegt. In diesem Fall hat die schwarze Partei gewonnen.