

Aufgabenblatt 6

Kompetenzstufe 1 & Kompetenzstufe 2

Allgemeine Informationen zum Aufgabenblatt:

- Die Abgabe erfolgt in TUWEL. Bitte laden Sie Ihr IntelliJ-Projekt bis spätestens **Freitag, 15.01.2021 15:00 Uhr** in TUWEL hoch.
- Zusätzlich müssen Sie in TUWEL ankreuzen, ob Sie die Aufgabe gelöst haben.
- Ihr Programm muss kompilierbar und ausführbar sein.
- Ändern Sie bitte **nicht** die **Dateinamen** und die **vorhandene Ordnerstruktur**.
- Bitte beachten Sie die Vorbedingungen! Sie dürfen sich darauf verlassen, dass alle Aufrufe die genannten Vorbedingungen erfüllen. Sie müssen diese nicht in den Methoden überprüfen.
- Bitte geben Sie nur eine vollständige Lösung ab, die ein Durchspielen aller Level erlaubt.
- In diesem Aufgabenblatt werden wir besonders genau auf offensichtlich vorhandene Plagiate überprüfen und bei Verdacht keine Punkte vergeben.

In diesem Aufgabenblatt werden folgende Themen behandelt:

- Ein- und zweidimensionale Arrays
- Methoden
- Grafische Darstellung
- Spiellogik

Aufgabe 1

Implementieren Sie folgende Aufgabenstellung:

- Bei dieser Aufgabe soll das Spiel *Sokoban*¹ implementiert werden. Einige Programmteile und Methoden sind bereits vorgegeben, andere Programmteile müssen Sie fertigstellen damit Sie am Ende ein funktionierendes Spiel erhalten. Bei diesem Spiel muss in einem Labyrinth versucht werden, mit einer Spielfigur herumliegende Kisten an ihren finalen Bestimmungsort zu verschieben. Die Figur kann dabei aber nur immer eine Kiste gleichzeitig verschieben und kann Kisten, die sich in einer Ecke befinden, nicht mehr bewegen. In Abbildung 1 sehen Sie ein komplettes Sokoban-Level mit allen Spielelementen.

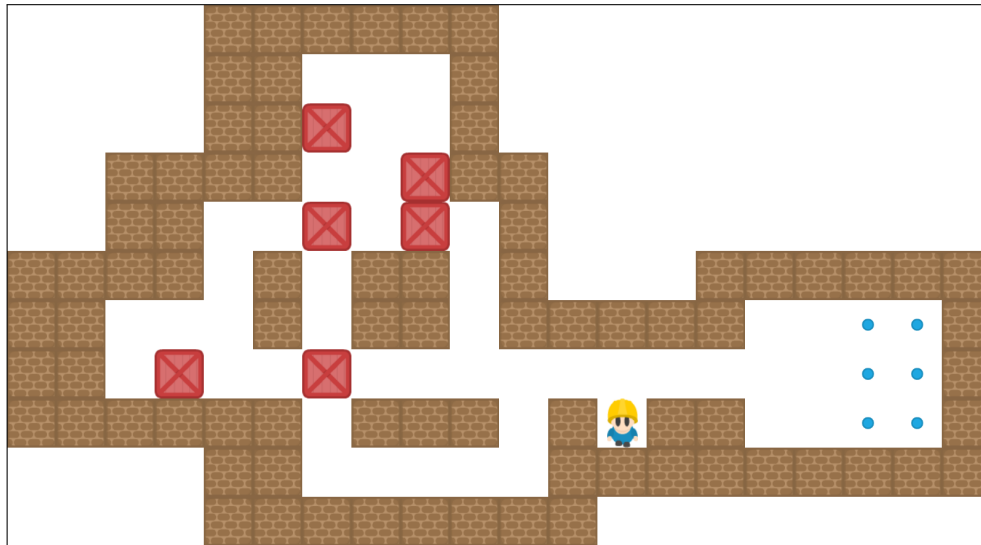


Abbildung 1: Ein *Sokoban*-Level mit allen Spielelementen.

- Sie haben die Methode `main` bereits vorgegeben. In der Methode `main` sind bereits Datenstrukturen vorhanden, die für das Spiel verwendet werden.

Beschreibung der Datenstrukturen in `main`:

- `allLevels`: Dieses Array beinhaltet alle Levels, nachdem diese von der Datei `sokoban_levels.csv` eingelesen wurden. Jedes Level wird hier als String abgelegt. Das heißt, dass das zweidimensionale Level hier als lange Stringzeichenkette abgelegt ist und ein Arrayeintrag einem ganzen Level entspricht.
- `level`: Dieses zweidimensionale `char`-Array beinhaltet das aktuelle Level. Jedes Level ist immer von Wänden (ohne Löcher und ohne Ausgänge) umgeben. Die unterschiedlichen Zeichen eines Levels sind:
 - * ' ' ... repräsentiert ein leeres Feld.
 - * '#' ... repräsentiert eine Wand.
 - * '.' ... repräsentiert einen Zielpunkt.
 - * '\$' ... repräsentiert eine Kiste.
 - * '@' ... repräsentiert die Spielfigur.

¹<https://en.wikipedia.org/wiki/Sokoban>

Das Array `level` ist so zu verwenden, sodass die erste Dimension der y-Koordinate und die zweite Dimension der x-Koordinate entspricht. Zum Beispiel wird der Punkt $P(x, y)$ (z.B. $P(2,5)$) im Array in der Form `A[y][x]` (z.B. `A[5][2]`) angesprochen.

- **goals:** Dieses Array dient zur Speicherung aller Zielpunkte, wo die Kisten hingeschoben werden müssen. In der Methode `newLevel(...)` wird dieses Array mit den Zielpositionen `'.'` befüllt. Jede Zielposition wird mit ihrer x- und y-Koordinate abgespeichert. Das heißt, dass jede Zeile im Array `goals` die Länge zwei hat. In der ersten Spalte sind die x-Werte und in der zweiten Spalte sind die y-Werte abgelegt. Diese separate Speicherung ist nötig, da während des Spielverlaufes Kisten die Zielposition überdecken können und somit diese Information verloren gehen würde.

Spielablauf: In der Methode `main` wird in einer Schleife solange das Spiel gespielt, bis das Spiel gewonnen (alle Levels gelöst) wurde. Das Spiel beginnt mit einem Level in der Ausgangsposition (siehe Abbildung 2a). Danach wartet das Programm in der Schleife, bis eine Taste gedrückt wird. Dafür wird die Methode `isKeyPressed(...)` aufgerufen und auf diverse Tastenkonstanten abgefragt, die in der Klasse `KeyEvent` hinterlegt sind. Ist die jeweilige Taste gedrückt worden, dann wird `true` zurückgegeben. Das Spiel wird über die Pfeiltasten Oben, Unten, Links und Rechts gesteuert. Erfolgt ein Tastendruck auf eine der Pfeiltasten, dann wird überprüft, ob es möglich ist die Spielfigur in diese Richtung zu bewegen. Ist dies möglich, bewegt sich die Spielfigur auf das entsprechende Feld und das aktualisierte Spielfeld wird gezeichnet (siehe Abbildung 2b). Ist dies nicht möglich, bleibt das Spielfeld unverändert. Danach wird überprüft, ob sich alle Kisten auf den Zielpositionen befinden. Sollte dieser Zustand eintreffen (siehe Abbildung 2e), dann ist das aktuelle Level gelöst und es wird noch die Anzahl der benötigten Schritte angezeigt (Anzeige bereits implementiert), die zum Lösen dieses Levels verwendet wurden (siehe Abbildung 2f). Danach wird das nächste Level geladen bzw. das Spiel beendet, falls es das letzte Level gewesen ist. War es das letzte Level, dann werden alle benötigten Schritte des gesamten Spiels angezeigt (Anzeige bereits implementiert).

Während des Spiels können Spielzustände eintreten, die es unmöglich machen, das Level fortzusetzen und einen Neustart erfordern. Dies passiert, wenn eine Kiste in eine Ecke geschoben wird (siehe Abbildung 2c), oder zwei Kisten hintereinander an einer Wand liegen (siehe Abbildung 2d) und somit nicht weiter geschoben werden können.

Im Spiel wurden zwei zusätzliche Tasten eingebaut, um hier bei der Steuerung zu helfen. Mit der Taste `r` kann ein Level zurückgesetzt und nochmals gestartet werden. Mit der Taste `t` haben Sie die Möglichkeit, Levels zu überspringen. Diese Taste dient zu Testzwecken, um Levels schneller probieren zu können.

Die folgenden fünf Methoden sind bereits vorgegeben und werden hier nochmals kurz beschrieben:

- **readLevels:** Diese Methode liest alle Levels von der Datei `sokoban_levels.csv` ein. Der erste Wert in der Datei beschreibt, wie viele Levels in der Datei zu finden sind. Danach wird jedes Level als einzelner String in ein Array abgelegt. Da die Levels aus mehreren Zeilen bestehen, wird der Umbruch einer Zeile mit `'\n'` innerhalb des Strings codiert.
- **newLevel:** Diese Hilfsmethode erzeugt aus einem Level, das in einem String codiert ist, ein zweidimensionales `char`-Array.

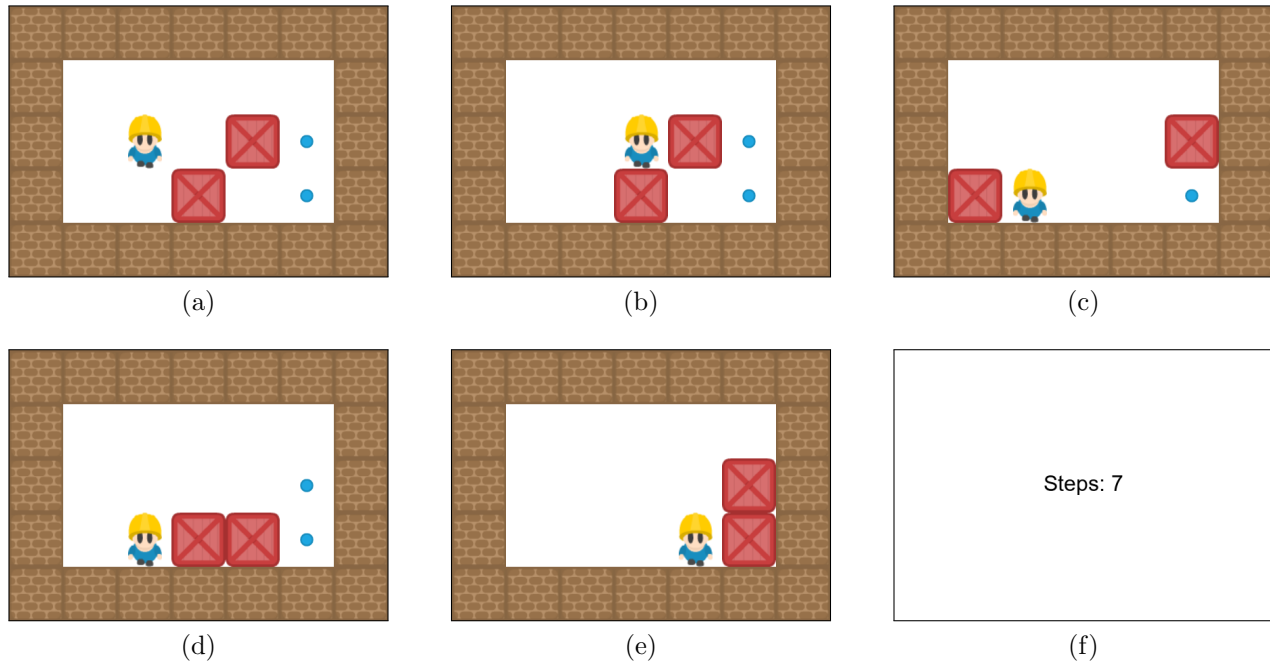


Abbildung 2: Verschiedene Spielzustände des Spiels Sokoban.

- **adjacentPosition**: Diese Hilfsmethode gibt aufgrund der aktuellen Position und der Richtung die so neu entstandene Position in Form von Koordinaten (x,y) zurück. Wenn z.B. die aktuelle Position (4,3) ist und die Richtung 2 (rechts), dann ist die neue Position (5,3).
- **setWindowSize**: Diese Hilfsmethode dient dazu, die benötigte Fenstergröße zu setzen, da diese bei jedem Level unterschiedlich ist und somit mehrmals verändert werden muss. Zusätzlich wird hier auch die Skalierung für die x- und y-Achse angepasst.
- **showText**: Diese Hilfsmethode dient dazu, einen Text im StdDraw-Fenster auszugeben.

Zusätzlich werden noch sechs weitere Methoden benötigt, die Sie für die Komplettierung des Spiels implementieren müssen.

- Implementieren Sie eine Methode **numberOfGoals**:

```
int numberOfGoals(String levelString)
```

Diese Methode zählt die Anzahl der Zielpositionen innerhalb eines Levels **levelString**. Das ganze Level steht hier in einem String und es werden alle Vorkommen von '.' gezählt und zurückgegeben.

Vorbedingungen: **levelString** != null und **levelString.length** > 0.

- Implementieren Sie eine Methode `figurePosition`:

```
int[] figurePosition(char[][] level)
```

Diese Methode sucht innerhalb des zweidimensionalen Arrays `level` die aktuelle Position der Spielfigur. Die Koordinaten, bei der die Spielfigur '@' gefunden wurde, werden in der Form von `new int[]{x,y}` (x (Spalte) und y (Zeile) stehen für die Koordinaten im Array `level`) zurückgegeben.

Vorbedingung: `level != null` und `level[i] != null` für alle gültigen Indizes `i`.

- Implementieren Sie eine Methode `move`:

```
boolean move(char[][] level, int direction)
```

Diese Methode bewegt die Spielfigur '@' innerhalb des Spielfeldes `level` in die angegebene Richtung `direction` ($3 \hat{=}$ oben, $4 \hat{=}$ unten, $1 \hat{=}$ links, $2 \hat{=}$ rechts). Dazu muss überprüft werden, ob die Figur bei ihrer Bewegung auf ein Hindernis stößt. Wenn das Feld leer ist (' '), dann wird die Figur auf die neue Position gesetzt. Befindet sich auf der neuen Position eine Wand ('#'), dann wird die Spielfigur auf der aktuellen Position belassen. Sollte sich auf der neuen Position eine Kiste ('\$') befinden, dann muss überprüft werden, ob die Kiste verschoben werden kann. Dazu wird überprüft, ob sich hinter der Kiste eine weitere Kiste bzw. eine Wand befindet. Nur wenn hinter der Kiste ein leeres Feld ist, dann werden die Kiste und die Spielfigur verschoben. Ist die Spielfigur verschoben worden, dann wird `true` zurückgegeben, ansonsten `false`.

Vorbedingungen: `level != null`, `level[i] != null` für alle gültigen Indizes `i`, `direction > 0` und `direction < 5`.

- Implementieren Sie eine Methode `boxPositions`:

```
int[][] boxPositions(char[][] level, int numberOfBoxes)
```

Diese Methode sucht die aktuellen Positionen aller Kisten '\$' innerhalb des Spielfeldes `level` und gibt deren Koordinaten in einem zweidimensionalen Array zurück. Das Ergebnisarray hat `numberOfBoxes` Zeilen und in jeder Zeile stehen die Koordinaten einer Kiste in der Form `new int[]{x,y}` (x (Spalte) und y (Zeile) stehen für die Koordinaten im Array `level`). Das heißt, dass jede Zeile im Ergebnisarray die Länge zwei hat. In der ersten Spalte sind die x-Werte und in der zweiten Spalte sind die y-Werte abgelegt.

Vorbedingungen: `level != null`, `level[i] != null` für alle gültigen Indizes `i` und `numberOfBoxes > 0`.

- Implementieren Sie eine Methode `won`:

```
boolean won(char[] [] level, int[] [] goals)
```

Diese Methode überprüft, ob das aktuelle Level bereits gelöst wurde. Dazu werden alle Kistenpositionen mit den verfügbaren Zielpositionen verglichen. Wenn sich alle Kisten auf einer Zielposition befinden, dann wurde das Level gelöst und es wird `true` zurückgegeben, ansonsten wird `false` retourniert. Es kann angenommen werden, dass es immer eine gleiche Anzahl von Kisten und Zielpositionen gibt.

Vorbedingungen: `level != null`, `level[i] != null` für alle gültigen Indizes `i`, `goals != null` und `goals[i] != null` für alle gültigen Indizes `i`.

- Implementieren Sie eine Methode `drawGame`:

```
void drawGame(char[] [] level, int[] [] goals)
```

Die Methode zeichnet den aktuellen Zustand eines Levels in ein StdDraw-Ausgabefenster. Das Fenster ist bereits vordefiniert und hat die Größe für das aktuelle Level, sodass jeder Eintrag des Arrays `level` eine Größe von `SQUARE_SIZE`×`SQUARE_SIZE` Pixel hat. Die erste Zeile des Arrays `level` entspricht der obersten Zeile des StdDraw-Fenster. Achten Sie auf den Koordinatenursprung, der sich beim StdDraw-Ausgabefenster links unten befindet, jedoch bei unserem Array `level` links oben. Im Array `level` finden Sie leere Felder, Wände, Kisten oder die Spielfigur. Im Array `goals` sind die Zielpunkte der Kisten gespeichert und werden ebenfalls zum Zeichnen des Levels verwendet. Die so 5 vorhandenen Elemente in einem Sokoban-Level werden wie folgt dargestellt:

1. In `goals[] []` sind die Zielpunkte der Kisten gespeichert und werden mit dem Icon in Abbildung 3b gezeichnet.
2. In `level[] []` werden leere Felder durch ein ' ' dargestellt und als weißes Quadrat gezeichnet.
3. In `level[] []` werden Wände durch ein '#' dargestellt und mit dem Icon in Abbildung 3a gezeichnet.
4. In `level[] []` werden Kisten durch ein '\$' dargestellt und mit dem Icon in Abbildung 3c gezeichnet.
5. In `level[] []` wird die Spielfigur durch ein '@' dargestellt und mit dem Icon in Abbildung 3d gezeichnet.

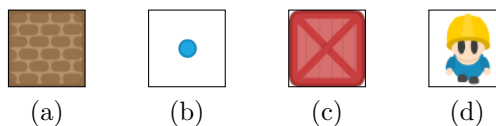


Abbildung 3: Verschiedene Icons für die grafische Aufbereitung.

Vorbedingungen: `level != null`, `level[i] != null` für alle gültigen Indizes `i`, `goals != null` und `goals[i] != null` für alle gültigen Indizes `i`.