

---

**2. Übung zu Grundlagen der Künstlichen Intelligenz**

Wintersemester 2024/25

gestellt am 24. Oktober 2024

---

**Aufgabe 2.1:**

Lineares Solitaire (Steckhalma-Variante) wird (von einer Person) wie folgt gespielt:

**Spielbeginn:**  $n$  Spielsteine, je einer auf  $n$  benachbarten Spielfeldern in einer Reihe.

**Spielzug:** Springe mit einem Stein über *einen* benachbarten Stein auf das dahinterliegende *freie* Feld und entferne den übersprungenen Stein.

**Spielende:** Das Spiel endet, wenn kein Spielzug möglich ist.

- a. Modellieren Sie das lineare Solitaire-Spiel.  
Geben Sie dazu *formale* Beschreibungen an für
  - (a) Zustände des Spieles (Daten)
  - (b) Regeln für erlaubte Übergänge zwischen den Spielzuständen.
- b. Geben Sie in dieser Beschreibung alle aus der Ausgangsposition mit 4 Steinen durch einen oder mehrer Spielzüge erreichbaren Spielzustände an.
- c. Beschreiben Sie für eine Ausgangsposition mit 4 Steinen zwei verschiedene Spielabläufe (bis Spielende).
- d. Finden Sie alle von der Ausgangsposition mit 5 Steinen erreichbaren Spielzustände, auf welche keine Regel anwendbar ist.
- e. Beschreiben Sie alle Zustände formal, in denen kein Spielzug möglich ist.

**Aufgabe 2.2:**

Geben Sie für die Spiele

- a. Türme von Hanoi (mit  $n$  Scheiben auf  $m$  Stapeln)
- b. Steckhalma (original, 2-dimensional)
- c. Sudoku
- d. Sokoban (<https://sokoban.info>)

jeweils formal an:

- Modellierung der Konfigurationen und Übergänge (Kontext)
- Startkonfiguration
- Eigenschaften der Lösungskonfigurationen

und überlegen Sie Lösungsverfahren.

**Aufgabe 2.3:**

Zeigen Sie:

- a. Jede nicht-überschätzende Heuristik ist sicher und zielerkennend.
- b. Jede Heuristik, die zielerkennend und konsistent ist, ist auch nicht-überschätzend.

### Aufgabe 2.4:

- a. Finden Sie für das Schiebefax-Spiel eine Stellung, aus welcher der Zielzustand 

1	2	3
8	0	4
7	6	5

 in genau 7 Zügen erreicht werden kann und kein kürzerer Weg zu einer Lösung existiert.
- b. Bestimmen Sie für jeden Zustand auf Ihrem Weg zur Lösung die Werte der folgenden heuristischen Funktionen (leichte Modifikation der drei in der Vorlesung besprochenen, hier auch unter Betrachtung der 0):
- $h'_1$ : Anzahl der Zahlen auf einer falschen Position,
  - $h'_2$ : Maximum der Manhattan-Abstände aller Zahlen von ihrer Zielposition,
  - $h'_3$ : Summe der Manhattan-Abstände aller Zahlen von ihrer Zielposition.
- c. Finden Sie einen Zustand, von dem aus der Zielzustand nicht erreichbar ist. Begründen Sie Ihre Lösung.
- d. Ist die Anzahl der Folgezustände (direkte Zugmöglichkeiten) in jedem Zustand eine gute heuristische Funktion? Begründen Sie Ihre Antwort.