Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Prof. Dr. J. Boedecker, Prof. Dr. W. Burgard, Prof. Dr. F. Hutter, Prof. Dr. B. Nebel,
Dr. rer. nat. M. Tangermann
M. Krawez, T. Schulte
Sommersemester 2019

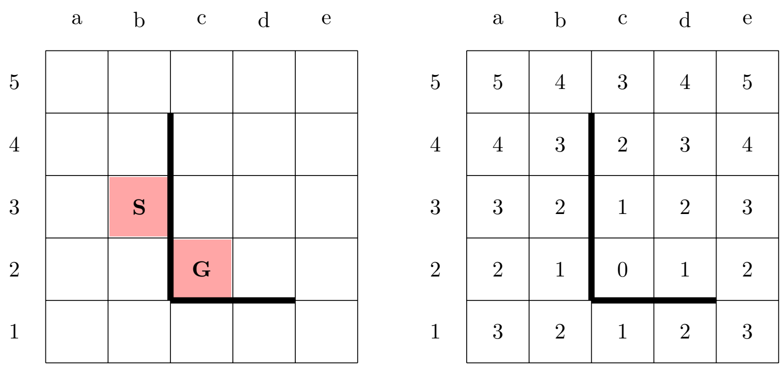
Universität Freiburg
Institut für Informatik

Übungsblatt 2

Abgabe: Mittwoch, 15. Mai 2019

Aufgabe 2.1 (Informierte Suche)

Ein Haushalts-Roboter will den kÃ¼rzesten Pfad von S (Start) nach G (Ziel) bestimmen. Der Roboter kann sich in jedem Schritt um eine horizontal oder vertikal verbundenen Zelle fortbewegen, sofern diese nicht durch eine Wand (dicke schwarze Linie) von der aktuellen Zelle getrennt ist. Jede Bewegung hat uniforme Kosten von 1. Abbildung (a) zeigt den Initialzustand, Abbildung (b) die Heuristikwerte.



(a) Initialzustand (b) Heuristikwerte

(a) FÃ¼hren Sie eine A*-Suche durch, um den kÃ¼rzesten Pfad von S nach G zu bestimmen. Tragen Sie von allen generierten Knoten die f-Werte in die entsprechenden Zellen in Abbildung (a) ein. Alle anderen Zellen sollen frei bleiben.

(b) Geben Sie die Definition einer *zulÃ¤ssigen Heuristik* an. Ist die Heuristik aus Abbildung (b) zulÃ¤ssig?

(c) Wieviele Knoten muss A* expandieren, wenn h^* als Heuristik verwendet wird, wobei $h^*(n)$ die tatsÃ¤chlichen Kosten eines optimalen Plans von n zum Ziel G angibt?

Aufgabe 2.2 (Lokale Suche)

Wir werden nun *Hill-Climbing* im selben Zusammenhang (Roboternavigation auf einem Grid mit WÃ¤nden als Hindernisse) untersuchen.

(a) Erklären Sie, wie *hill-climbing* als Methode zum Erreichen eines bestimmten Punktes in der Ebene durchgeführt werden würde.

(b) Erläutern Sie mit Hilfe eines Beispiels, warum nicht-konvexe Hindernisse (bestehend aus mehreren WÃ¤nden) zu einem lokalen Maximum für den Algorithmus führen kÃ¶nnen.

(c) Ist es möglich, bei konvexen Hindernissen zu einer nicht-optimalen Lösung zu gelangen?

(d) Würde *simulated annealing* bei dieser Problemfamilie immer aus lokalen Maxima herausfinden? Begründen Sie Ihre Antwort.

Aufgabe 2.3 (Suchalgorithmen)

Beweisen Sie die folgenden Aussagen:

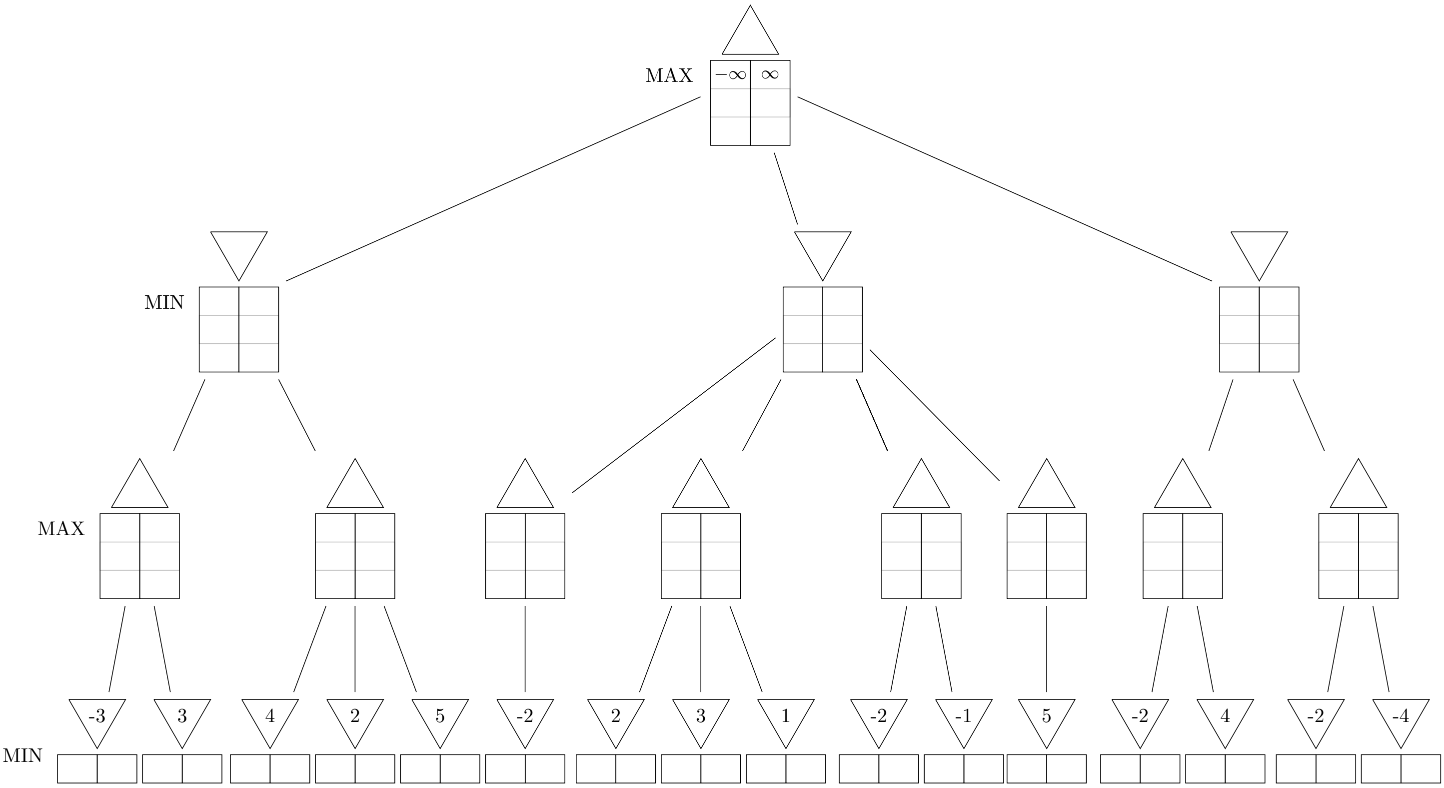
(a) Breitensuche ist ein Spezialfall der uniformen Kostensuche.

(b) Breitensuche, Tiefensuche und uniforme Kostensuche sind Spezialfälle der gierigen Bestensuche (greedy best-first search).

(c) Uniforme Kostensuche ist ein Spezialfall der A*-Suche.

Aufgabe 2.4 (Brettspiele)

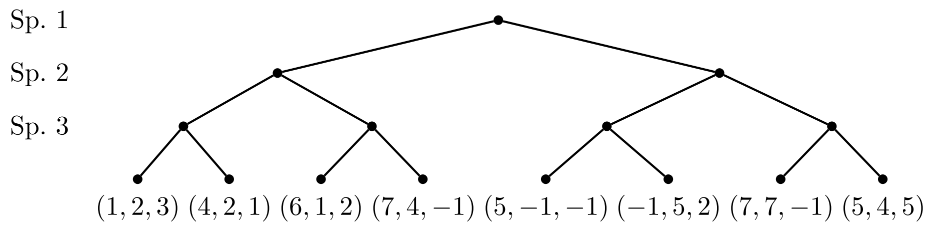
(a) Betrachten Sie folgenden Spielbaum fÃ¼r ein Zwei-Personen-Spiel. Simulieren Sie das Verhalten des Minimax Algorithmus mit α-β-Pruning (expandieren Sie Kindknoten dabei von links nach rechts). Tragen Sie die Werte der berechneten Knoten in die Dreiecke und die α-β-Zwischenwerte in die zugehÃ¶rigen Tabellen ein.



MAX
$-\infty$
∞
MIN
MAX
MIN
-3
3
4
2
5
-2
2
3
1
-2
-1
5
-2
4
-2
-4

(b) Betrachten Sie nun das Problem, den Spielbaum eines Drei-Personen-Spiels zu evaluieren, das nicht notwendigerweise die Nullsummenbedingung erfüllt. Sie dürfen annehmen, dass keine Allianzen zwischen Spielern erlaubt sind. Die Spieler heißen 1, 2 und 3. Im Gegensatz zu Zwei-Personen-Nullsummenspielen liefert die Bewertungsfunktion nun Tripel (x_1, x_2, x_3) zurück, wobei x_i der Wert für Spieler i ist.

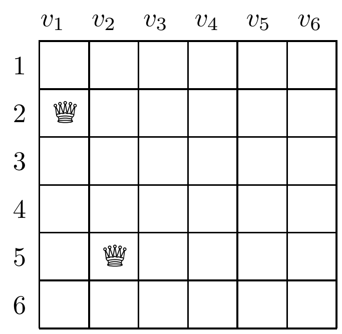
Vervollständigen Sie den Spielbaum, indem Sie alle inneren Knoten und den Wurzelknoten mit den entsprechenden Wert-Tripeln annotieren.



(c) Angenommen, das Wert-Tripel $(5, 4, 5)$ ganz rechts würde durch $(5, 4, -1)$ ersetzt. Welche Schwierigkeit tritt nun bei der Auswertung des Spielbaums auf? Schlagen Sie vor, wie die Auswertung eines Knotens gegeben die Auswertungen seiner Nachfolger modifiziert werden kann, damit man am Wurzelknoten ein „robustes“ Ergebnis erhält.

Aufgabe 2.5 (Forward Checking / Kantenkonsistenz)

Betrachten Sie das 6-Damen Problem, bei dem 6 Spielfiguren auf einem 6×6 Felder großen Brett so platziert werden sollen, dass sich keine zwei Damen auf der selben horizontalen, vertikalen oder diagonalen Line befinden. Der Wertebereich sei $dom(v_i) = 1, \ldots, 6$ für alle Variablen $v_i \in V$. Betrachten Sie nun den Zustand $\alpha = \{v_1 \mapsto 2, v_2 \mapsto 5\}$.



(a) Erzeugen Sie Kantenkonsistenz in α. Geben Sie hierzu insbesondere die Wertebereiche der Variablen vor und nach dem Erzeugen der Kantenkonsistenz an. Sie dürfen annehmen, dass der Wertebereich von Variablen mit bereits zugewiesenen Werten nur aus dem zugewiesenen Wert besteht, während unbelegte Variablen den vollen Wertebereich haben. WÃ¤hlen Sie immer diejenige Variable mit niedrigstem Index, fÃ¼r welche noch keine Kantenkonsistenz erzeugt wurde.

(b) Führen Sie Forward-Checking in α aus. Vergleichen Sie das Ergebnis mit (a).

Die Übungsblätter dürfen und sollten in Gruppen von drei (3) Studenten bearbeitet werden. Bitte schreiben Sie alle Ihre Namen auf Ihre Lösung.