Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Prof. Dr. M. Bennewitz, Prof. Dr. W. Burgard, Dr. M. Ragni
N. Abdo, Dr. J. Boedecker, M. Göbelbecker, J. Hess
Universität Freiburg
Institut für Informatik
Sommersemester 2013

Übungsblatt 3

Abgabe: Mittwoch, 29. Mai 2013

Aufgabe 3.1 (Pfadplanung)

Betrachten Sie das Problem, den kürzesten Pfad zwischen zwei Punkten in einer Ebene zu finden, die konvexe Polygone als Hindernisse hat (siehe Abb. 1). Dies ist eine Idealisierung des Pfadplanungsproblems, das ein Roboter lösen muss, um in einer beengten Umgebung navigieren zu können.

(a) Angenommen, der Zustandsraum besteht aus allen Positionen (x, y) in der Ebene. Wieviele Zustaende gibt es? Wieviele mögliche Pfade zum Ziel gibt es?

(b) Erklären Sie kurz, warum der kürzeste Pfad von einer Polygonecke zu einer beliebigen anderen in der Umgebung aus (a) Liniensegmenten besteht, die (b) Ecken der Polygone verbinden. Definieren Sie nun einen geeigneten Zustandsraum. Wie groß ist dieser Zustandsraum?

(c) Wie könnte man eine Nachfolger-Funktion des Suchproblems aus (b) implementieren, welche eine Ecke als Input bekommt und eine Menge von Ecken zurückliefert, die durch ein Liniensegment erreicht werden können? Geben Sie eine kurze Erklärung zu den benötigten Schritten in Text oder Pseudocode an.

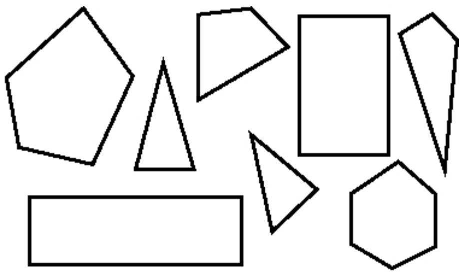


Abbildung 1: Roboternavigation unter Polygonen

Aufgabe 3.2 (CSP-Formalisierung)

Formalisieren Sie die Constraints für das Kreuzworträtsel in Abbildung 2. Die Variablen seien als Kombination von Position und Richtung (h: horizontal; v: vertikal) gegeben: $V = \{1h, 1v, 3v, 14h \dots\}$.

Die Wertebereiche seien die Menge aller möglichen Füllwörter $dom(v) = \{$EIER, HOLZ, IE, IM, IT, NZ, ON, RAM, RE, ROLLE, ROT, ZAR, ZUHOERER$\}$ für alle Variablen $v \in V$. Geben Sie die unären[1] und binären Constraints an.
Hinweis: Ein binärer Constraint $C_{uv} \subseteq dom(u) \times dom(v)$ ist definiert als binäre Relation die jedem Variablenpaar $u, v \in V$ die Menge der zugehörigen, erlaubten Belegungen zuordnet.

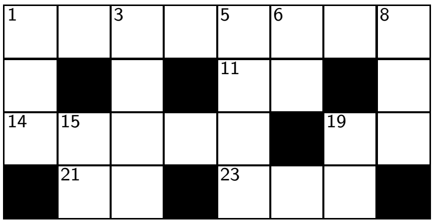
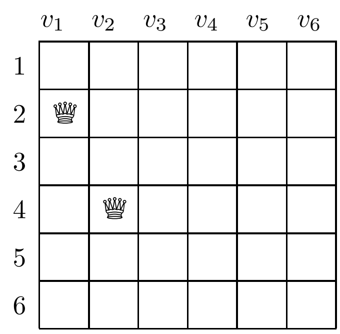


Abbildung 2: Kreuzworträtsel

Aufgabe 3.3 (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 $dom(v_i) = 1, \dots, 6$ für alle Variablen $v_i \in V$. Betrachten Sie nun den Zustand $\alpha = \{v_1 \mapsto 2, v_2 \mapsto 4\}$.



(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.

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

---

[1] Unäre Constraints beschränken die erlaubten Werte einer Variablen und könnten alternativ durch eine kleinere Domäne formalisiert werden.

Aufgabe 3.4 (Minimax-Algorithmus)

(a) Betrachten Sie den unten (Abb. 3) abgebildeten Spielbaum. Dieser soll von links nach rechts traversiert werden. Führen Sie den Minimax-Algorithmus unter Benutzung von $\alpha\beta$-Pruning auf diesem Baum durch. Annotieren Sie die Knoten mit ihren α- und β-Werten.

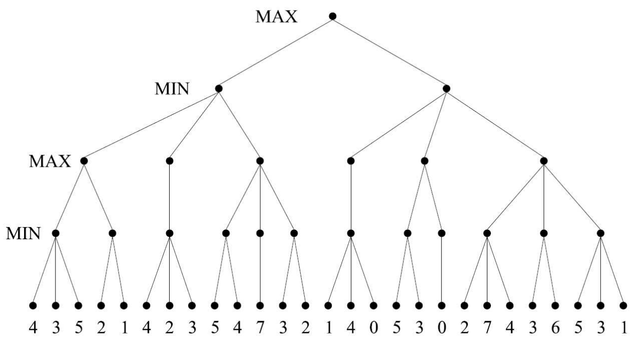
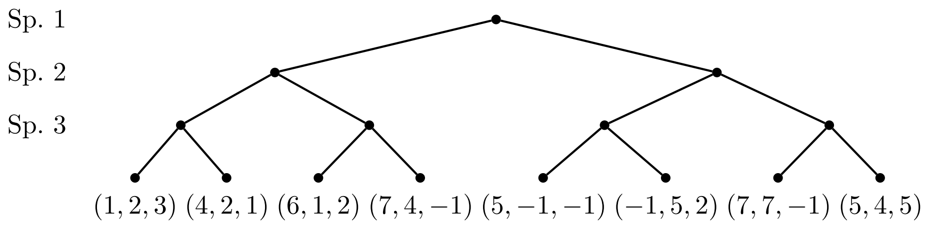


Abbildung 3: Minimax-Baum

(b) Können die Knoten derart geordnet werden, dass $\alpha\beta$-Pruning eine größere Anzahl von Ästen abschneidet? Wenn ja, geben Sie eine solche Ordnung an. Wenn nein, begründen Sie Ihre Antwort.

(c) 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.



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