

# Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Prof. Dr. W. Burgard, Prof. Dr. B. Nebel,  
Prof. Dr. M. Riedmiller  
J. Aldinger, J. Boedecker, P. Ruchti  
Sommersemester 2014

Universität Freiburg  
Institut für Informatik

## Übungsblatt 3

Abgabe: Freitag, 6. Juni 2014

### Aufgabe 3.1 (Sudoku)

- (a) Zeigen Sie, dass sich *Sudoku*-Puzzles als Graphfärbungsprobleme darstellen lassen, bei denen bestimmte Knoten anfänglich schon in bestimmten Farben eingefärbt sind. Geben Sie dazu ein Verfahren an, das ein gegebenes Sudoku in ein äquivalentes Graphfärbungsproblem transformiert (Angabe der Graphknoten und -kanten, Farben und anfänglichen Färbungen).

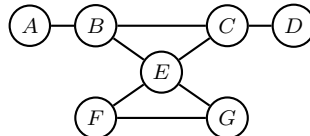
Zur Definition siehe <http://de.wikipedia.org/wiki/Sudoku>.

- (b) Beschreiben Sie, wie sich ein *Killer Sudoku* als Constraint-Satisfaction-Problem formalisieren lässt.

Die Definition kann sowohl auf <http://www.killersudokuonline.com> als auch auf dieser Seite <http://de.wikipedia.org/wiki/Killer-Sudoku> nachgeschlagen werden.

### Aufgabe 3.2 (Baumzerlegung)

Sie wollen den folgenden Graphen 3-färben (etwa mit den Farben  $r, g, b$ ).



Geben Sie eine minimale Baumzerlegung des Graphen und für jedes dabei identifizierte Teilproblem die Menge aller möglichen Lösungen an. Führen Sie die Lösungen der Teilprobleme wie in der Vorlesung beschrieben zu einer Lösung des Gesamtproblems zusammen. Geben Sie eine solche Lösung an.

**Aufgabe 3.3** (Forward Checking / Kantenkonsistenz)

Betrachten Sie das 6-Damen Problem, bei dem 6 Spielfiguren auf einem  $6 \times 6$  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  $\alpha = \{v_1 \mapsto 2, v_2 \mapsto 4\}$ .

	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$
1						
2	♔					
3						
4		♔				
5						
6						

- (a) Erzeugen Sie Kantenkonsistenz in  $\alpha$ . 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  $\alpha$  aus. Vergleichen Sie das Ergebnis mit (a).

**Aufgabe 3.4** (Minimax-Algorithmus)

- (a) Betrachten Sie den unten (Abb. 1) 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  $\alpha$ - und  $\beta$ -Werten.

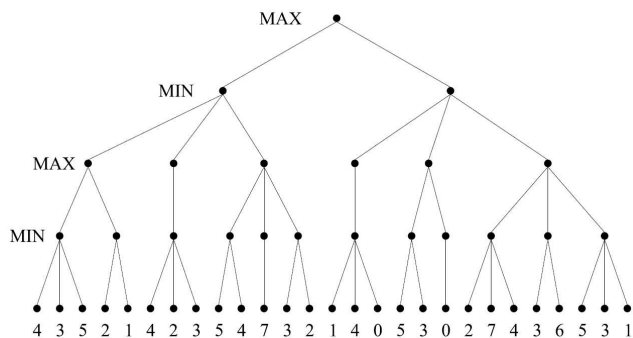
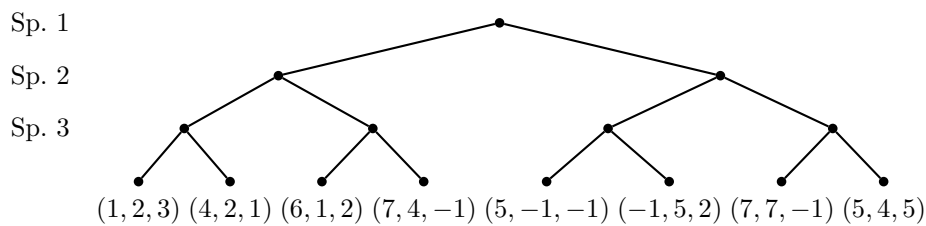


Abbildung 1: Minimax-Baum

- (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.