

Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Dr. J. Boedecker, Prof. Dr. W. Burgard, Prof. Dr. B. Nebel
 J. Aldinger, M. Krawez
 Sommersemester 2017

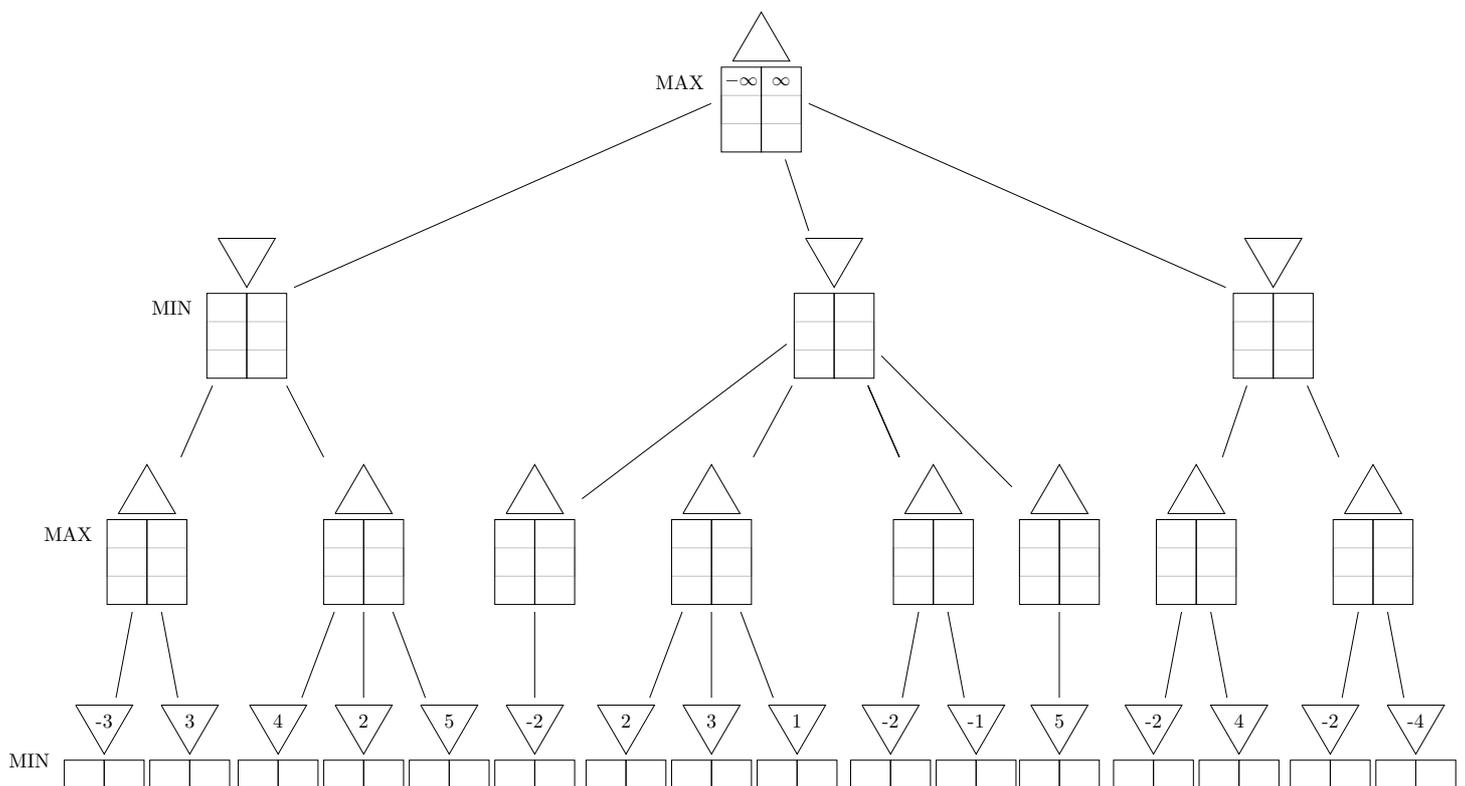
Universität Freiburg
 Institut für Informatik

Übungsblatt 3

Abgabe: Mittwoch, 31. Mai 2017, vor der Vorlesung

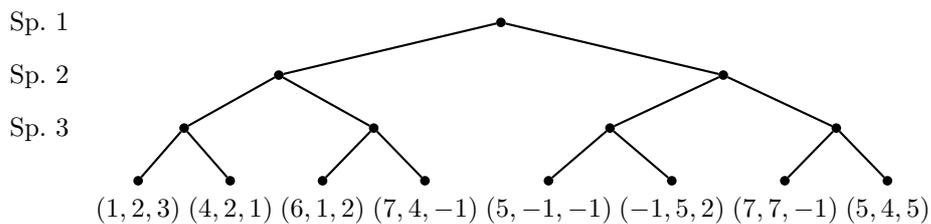
Aufgabe 3.1 (Brettspiele)

- (a) Betrachten Sie folgenden Spielbaum für 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 zugehörigen Tabellen ein.



- (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 3.2 (Erfüllbarkeit, Modelle)

- (a) Entscheiden Sie für jede der folgenden Aussagen, ob sie gültig, unerfüllbar oder keines von beidem ist.
- (1) $Rauch \Rightarrow Rauch$
 - (2) $Rauch \Rightarrow Feuer$
 - (3) $(Rauch \Rightarrow Feuer) \Rightarrow (\neg Feuer \Rightarrow \neg Rauch)$
 - (4) $(Rauch \Rightarrow Feuer) \Rightarrow ((Rauch \wedge Hitze) \Rightarrow Feuer)$
 - (5) $Frühling \Leftrightarrow Schönes Wetter$
- (b) Gehen Sie von einem Vokabular mit nur vier atomaren Aussagen A , B , C und D aus. Wie viele Modelle gibt es für die folgenden Formeln? Begründen Sie.
- (1) $(A \wedge B) \vee (B \wedge C)$
 - (2) $A \vee B$
 - (3) $(A \leftrightarrow B) \wedge (B \leftrightarrow C)$

Aufgabe 3.3 (KNF-Transformation, Resolutionsmethode)

Es gelten die folgenden Umformungsregeln, nach denen man aussagenlogische Formeln in äquivalente Formeln überführen kann. Dabei sind φ , ψ und χ beliebige aussagenlogische Formeln:

$$\neg\neg\varphi \equiv \varphi \quad (1)$$

$$\neg(\varphi \vee \psi) \equiv \neg\varphi \wedge \neg\psi \quad (2)$$

$$\varphi \vee (\psi \wedge \chi) \equiv (\varphi \vee \psi) \wedge (\varphi \vee \chi) \quad (3)$$

$$\neg(\varphi \wedge \psi) \equiv \neg\varphi \vee \neg\psi \quad (4)$$

$$\varphi \wedge (\psi \vee \chi) \equiv (\varphi \wedge \psi) \vee (\varphi \wedge \chi) \quad (5)$$

Außerdem sind die \vee - und \wedge -Operationen assoziativ und kommutativ.

Betrachten Sie die Formel $((C \wedge \neg B) \leftrightarrow A) \wedge (\neg C \rightarrow A)$.

- Wandeln Sie die Formel mithilfe der KNF-Transformationsregeln in eine Klauselmengemenge K um. Schreiben Sie die einzelnen Schritte auf.
- Zeigen Sie anschließend mittels der Resolutionsmethode, ob $K \models (\neg B \rightarrow (A \wedge C))$ gilt.

Aufgabe 3.4 (DPLL)

Verwenden Sie die Davis-Putnam-Logemann-Loveland(DPLL)-Prozedur, um eine erfüllende Belegung der Formel ϕ zu finden. Schreiben Sie alle Schritte, die der Algorithmus währenddessen ausführt, auf. Wenn Sie eine Verzweigungsregel anwenden müssen, wählen Sie die Verzweigungs-Variablen in alphabetischer Reihenfolge aus, und wählen Sie zuerst *wahr*, dann *falsch*. Geben Sie die erfüllende Belegung an.

$$\phi = (\neg A \vee C \vee \neg D) \wedge (A \vee B \vee C \vee \neg D) \wedge (\neg A \vee \neg E) \wedge \neg C \wedge (A \vee D) \wedge (A \vee C \vee E) \wedge (D \vee E)$$

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.