IFM 5.6 Künstliche Intelligenz, 2017/18

Blatt 4: Spiele: Minimax, Pruning (14 Punkte)

Carsten Gips, FH Bielefeld

Praktikum: 21.11.2017
ILIAS: 21.11.2017

1 Handsimulation: Minimax und alpha-beta-Pruning (4 Punkte)

a) Geben Sie für den folgenden Spielbaum die Minimax-Bewertungen an.

b) Markieren Sie die Kanten, die bei alpha-beta-Pruning nicht mehr untersucht werden würden, d.h. wo Pruning stattfinden würde. Geben Sie für jeden Knoten die (sich ändernden) α- und β-Werte an.

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

Hinweis: Reihenfolge der Abarbeitung der Kindknoten: Wie in der VL von links nach rechts.

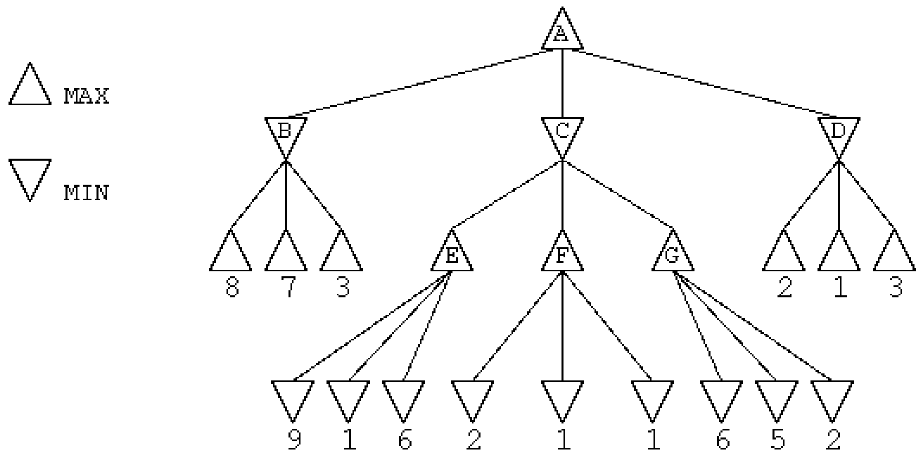

Abbildung 1: Beispiel für alpha-beta-Pruning

Thema: Minimax und alpha-beta-Pruning

2 Optimale Spiele: Minimax und alpha-beta-Pruning (4 Punkte)

a) Implementieren Sie den Minimax-Algorithmus (wie in der VL besprochen) am Beispiel *Tic Tac Toe* in einer Sprache Ihrer Wahl.

b) Ergänzen Sie Ihre Implementierung um alpha-beta-Pruning.

c) Vergleichen Sie die Anzahl der jeweils berechneten Knoten. Überlegen Sie sich dazu ein **sinnvolles** Szenario.

Thema: Anwendung Minimax und alpha-beta-Pruning

3 Minimax vereinfachen (2 Punkte)

Vereinfachen Sie den Minimax-Algorithmus aus der Vorlesung, indem Sie die Eigenschaft *Nullsummenspiel* berücksichtigen und die Funktionen `Min-Value` und `Max-Value` in eine einzige Funktion ohne explizite Unterscheidung der Spieler zusammenfassen.

Überlegen Sie sich einen Beispielbaum und zeigen Sie anhand dessen die Bewertung durch den Minimax-Algorithmus und durch Ihren vereinfachten Algorithmus.

Thema: Nullsummenspiel, Minimax

4 Suchtiefe begrenzen (2 Punkte)

Die Verwendung der Suchtiefenbeschränkung erfordert den Einsatz einer Evaluierungsfunktion. Betrachten Sie die folgende Definition einer Evaluierungsfunktion für *Tic-Tac-Toe*:[1]

> Sei X_n die Anzahl der Zeilen, Spalten und Diagonalen mit genau n X-Symbolen. Analog sei O_n die Anzahl der Zeilen, Spalten und Diagonalen mit genau n O-Symbolen. Die Evaluierungsfunktion $\text{Eval}(s)$ für einen Spielzustand s ist dann wie folgt definiert:
>
> $$\text{Eval}(s) = \begin{cases} +1 & \text{falls } X_3(s) = 1 \\ -1 & \text{falls } O_3(s) = 1 \\ 3X_2(s) + X_1(s) - (3O_2(s) + O_1(s)) & \text{sonst} \end{cases}$$

Geben Sie die Werte der Evaluierungsfunktion für sechs verschiedene Spielzustände an (3 Endzustände, 3 Zwischenzustände). Begründen Sie, warum diese Evaluierungsfunktion im Zusammenhang mit *Tic-Tac-Toe* sinnvoll sein kann.

Thema: Suchtiefenbegrenzung und Evaluierungsfunktion

5 Minimax generalisiert (2 Punkte)

Betrachten Sie nun das Problem, den Spielbaum eines Drei-Personen-Spiels zu evaluieren, das nicht notwendigerweise die Nullsummenbedingung erfüllt.

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. Allianzen zwischen Spielern sind nicht erlaubt.

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

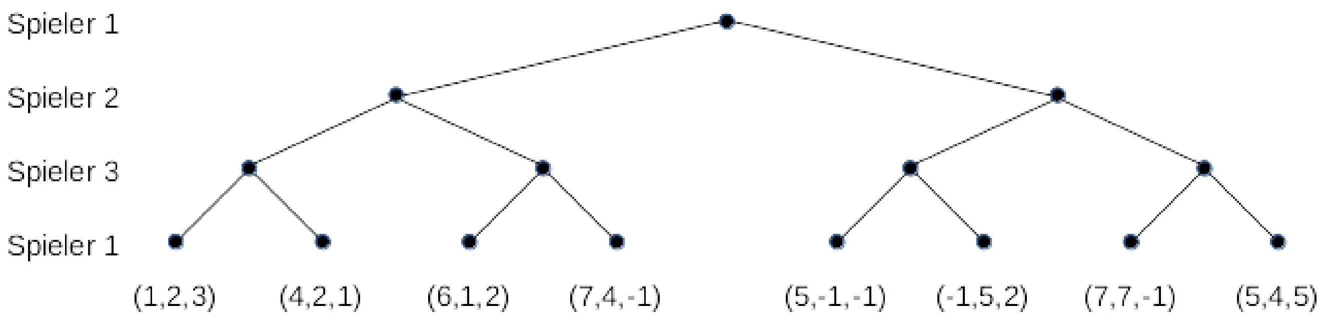

Abbildung 2: Minimax für drei Spieler

Thema: Minimax generalisiert für mehrere Spieler

[1] Quelle: Russell/Norvig „AIMA“ 3rd ed.