

Knowledge Engineering und Lernen in Spielen

Anomalies of game tree search

Tobias Ludwig

Übersicht

- Motivation
- Übersicht bisheriger Studien
- Berechnungsmodell
 - KRK Endspiel
 - Evaluationsfunktion
 - MiniMax Algorithmus
- Versuche
- Fazit
- Quellen

Motivation

- Wie kann es sein, dass bei weitere Erhöhung der Suchtiefe mit MiniMax plötzlich schlechtere Werte erzielt werden?

Definition „pathology“

- Schlechtere Ergebnisse bei weiterer Erhöhung der Suchtiefe
 - Suchbaumsymptomatik
 - MiniMax Paradigma

Übersicht bisheriger Studien

- MiniMax Paradigma - Beal (1980)
- Abhängigkeit von Nachbarknoten (1982)
- Schwache Abhängigkeiten in Spielen (1984)
- Spielbaum durchsetzt mit frühen Endpositionen
- Evaluationsfunktion darf nicht unterschätzen

Gemeinsamkeiten aller Studien

- Akzeptanz des empirischen Erfolgs von MiniMax in Spielen
- Vereinfachungen, Annahmen

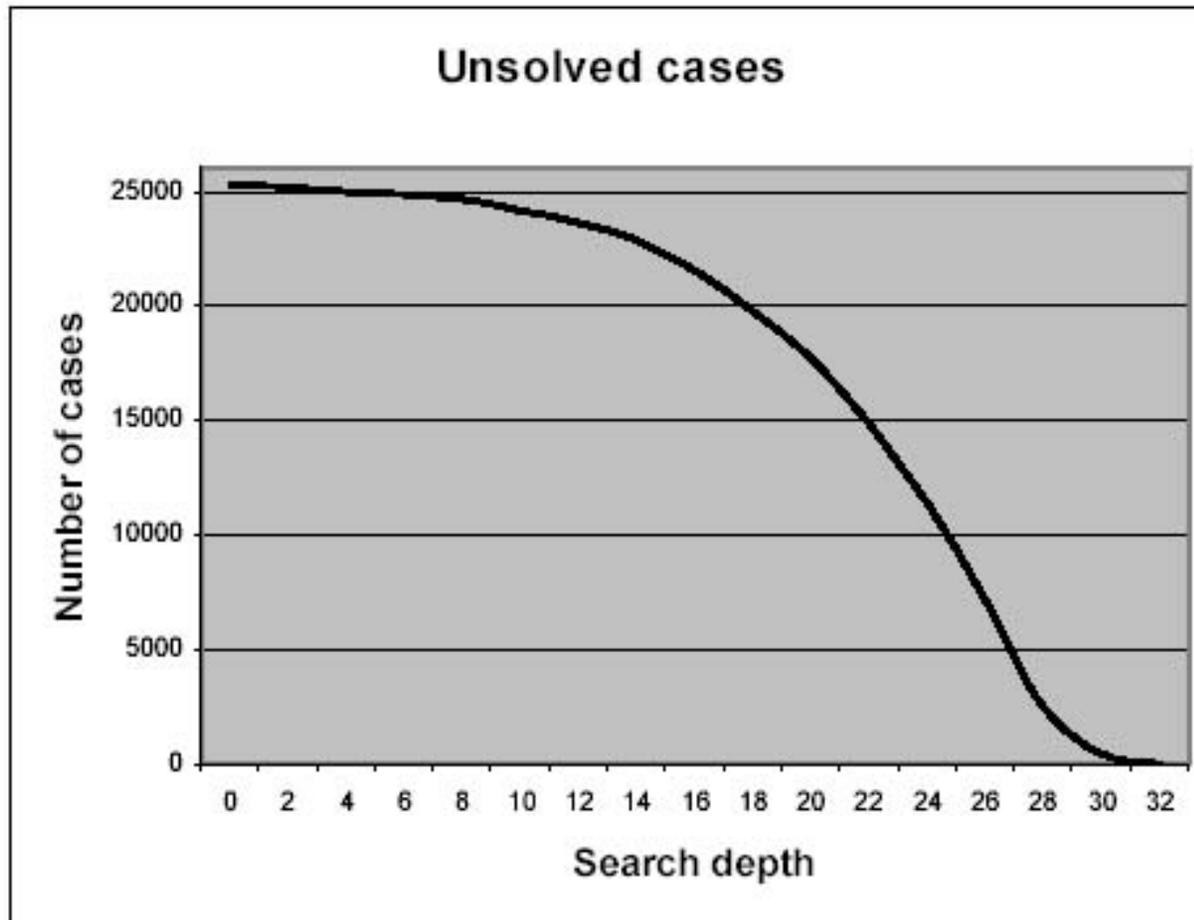
Berechnungsmodell

- KRK Endspiel
- Absolut richtige Evaluationsfunktion
- Veränderbare Qualität der Funktion
- Effizienter MiniMax Algorithmus bis Suchtiefe 32 (Halbzüge)

KRK Endspiel

- Weiß besitzt König und Turm
- Schwarz besitzt König
- Ziel: Weiß soll Schwarz mit möglichst wenigen Zügen matt setzen
- Bezugsspieler: Weiß (Min-Spieler)
- Unter Berücksichtigung der Symmetrie: 28.056 versch. Positionen

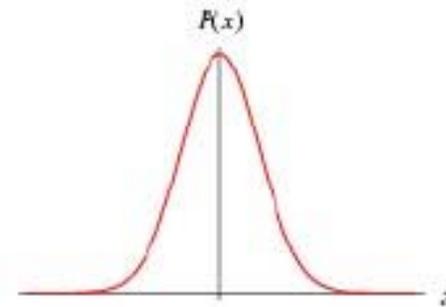
Absolut richtige Evaluationsfunktion



Veränderbare Qualität der Funktion

- Hinzufügen von Rauschen (Gauß)
- μ : richtige Evaluation
- σ : Standardabweichung
- Fehler = $\mu - x$

$$P(x) = e^{-(x-\mu)^2 / (2 \cdot \sigma^2)}$$



MiniMax Algorithmus

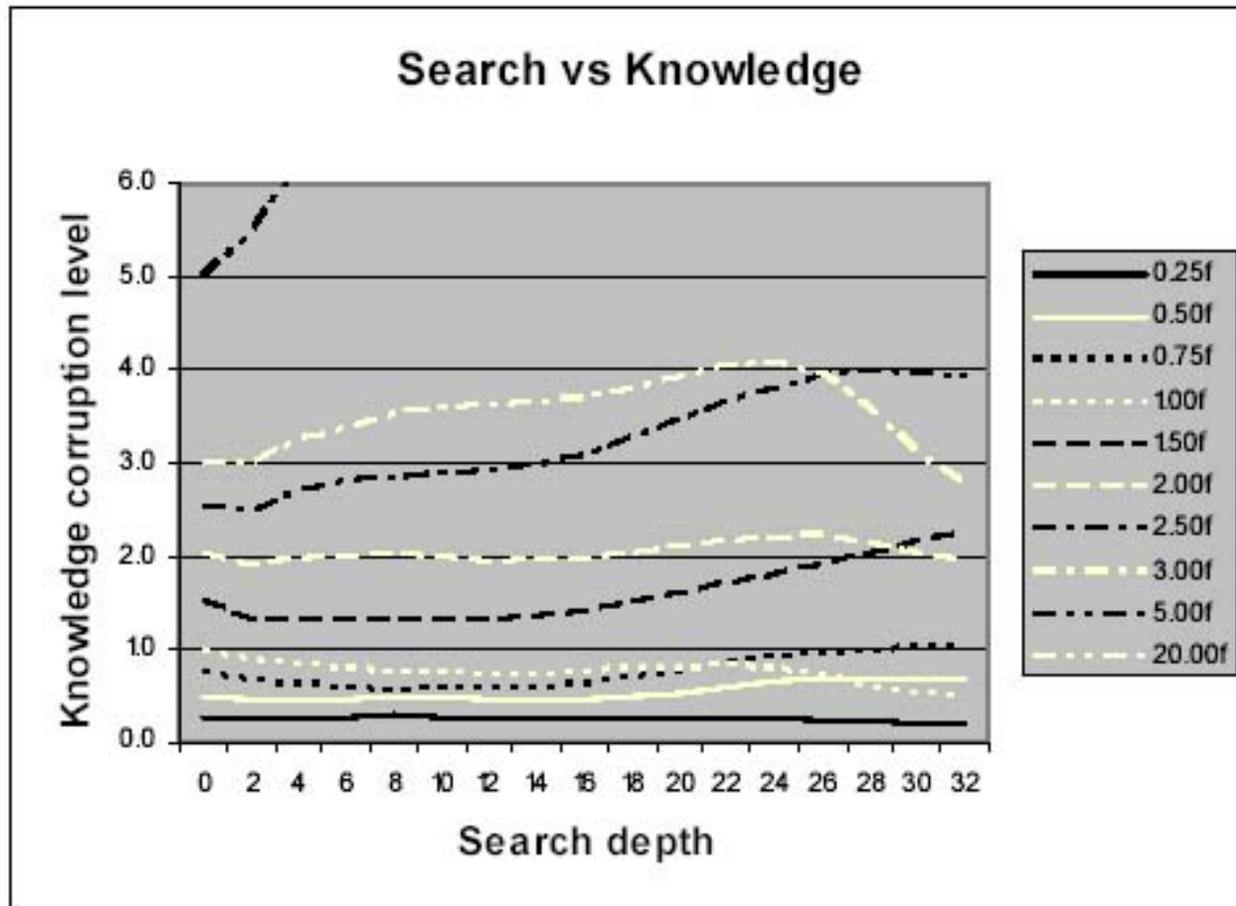
- Für jede Tiefe ein Array
- Für jede Tiefe wird ein 2-Halbzüge MiniMax berechnet
- Als Heuristik der Blätter werden die Werte der vorherigen Stufe verwendet
- Stufe 2 verwendet die korruptierten Daten der Datenbank für Stufe 0

Messen der Qualität

- Vergleich der Qualität der Evaluationsfunktion und der Qualität der durch MiniMax bestimmten Werte

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu_i)^2}$$

Einfluss der Suchtiefe



Ergebnis bisheriger Tests

- Suchbaum Symptomatik vorhanden trotz
 - Abhängigkeiten von Nachbarknoten
 - Präsenz früher Endsituationen

- Wie kann das sein?

Betrachtung der Heuristik

- Systematischer Fehler

- Negativ: pessimistisch

- Positiv: optimistisch

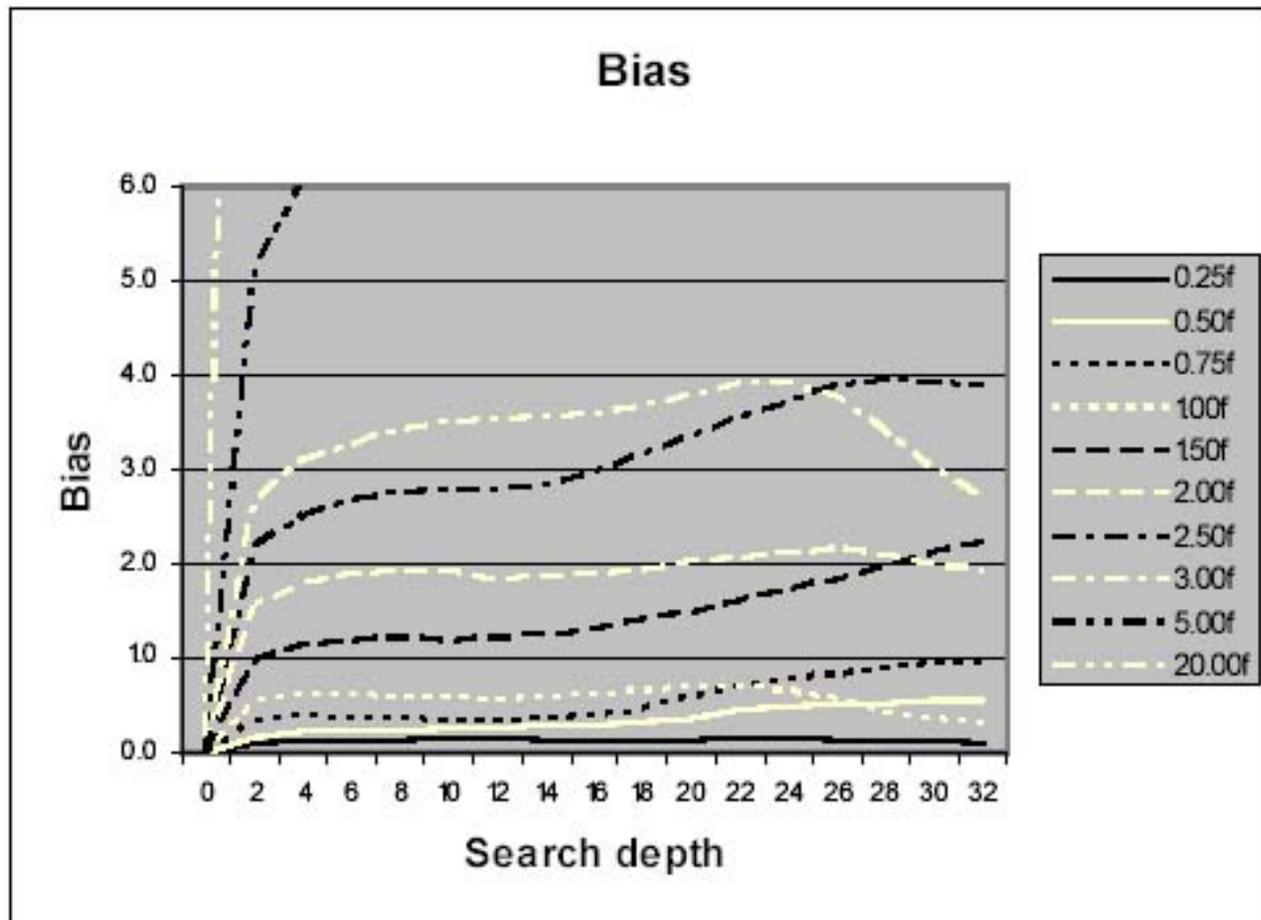
$$bias = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\mu_i - x_i)$$

- Korruptierte Heuristik

- Nicht symmetrisch wie addiertes Rauschen

- vorwiegend optimistisch

Systematischer Fehler



Änderung der Bewertungsfunktion

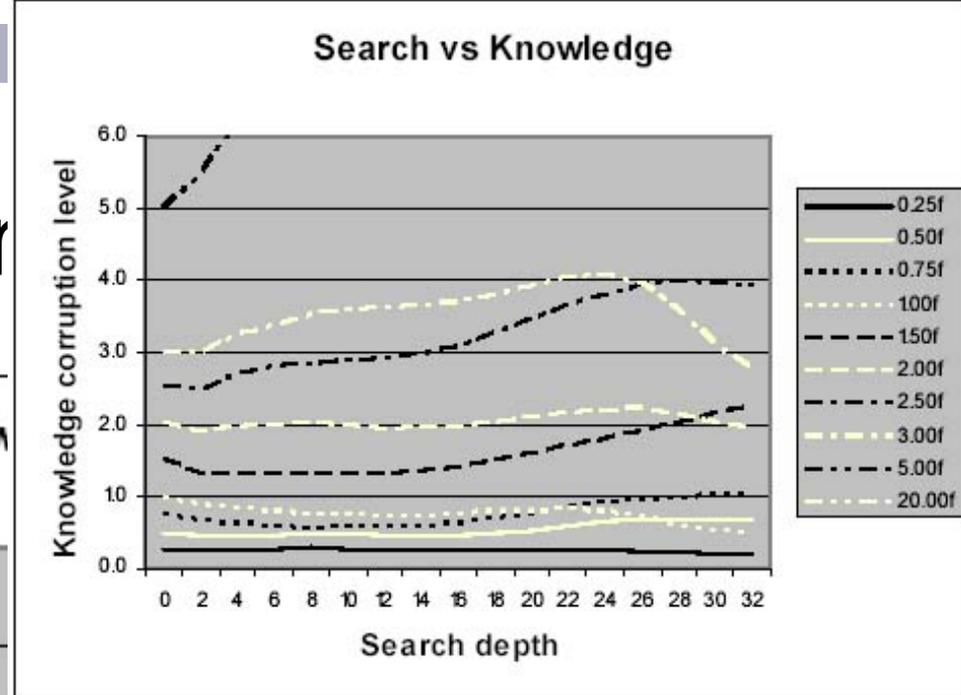
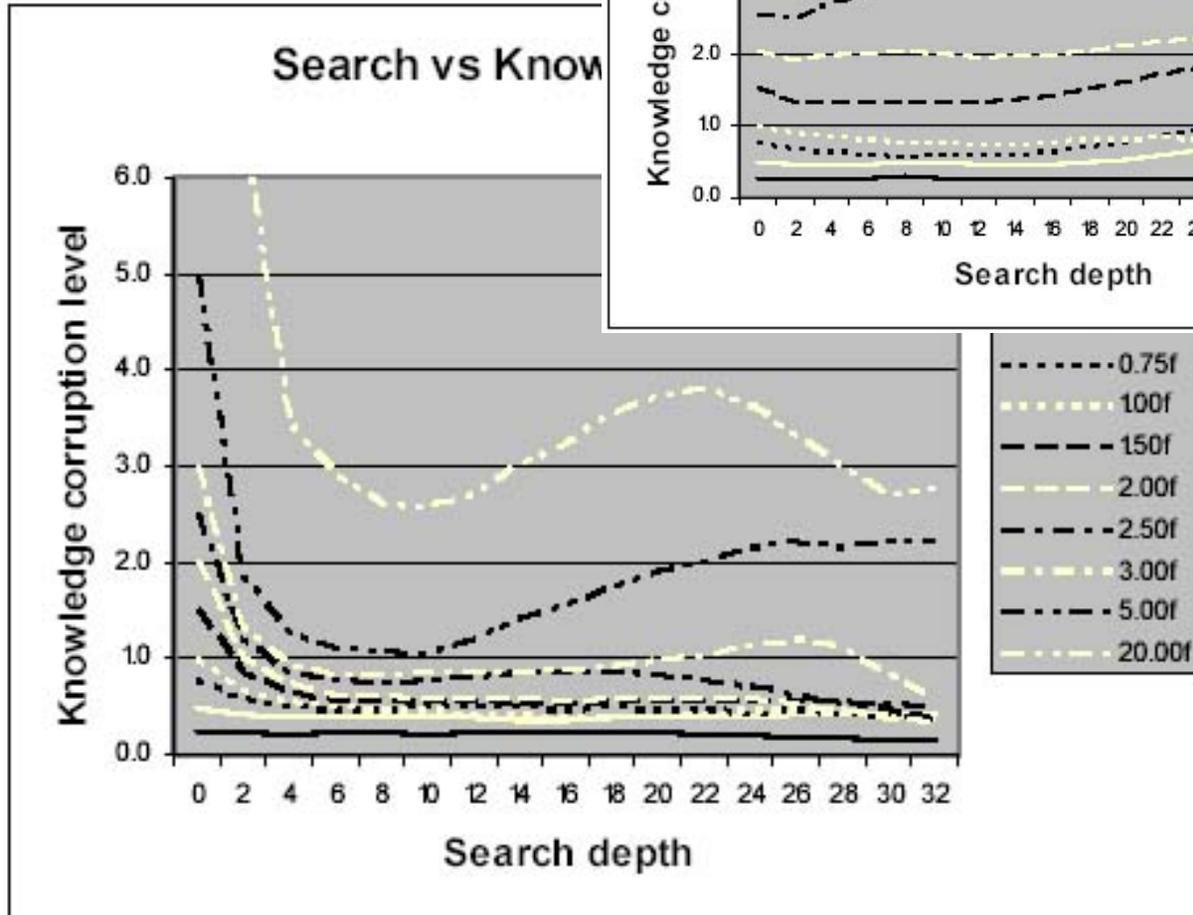
- Ohne Berücksichtigung des systematischen Fehlers

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu_i)^2}$$

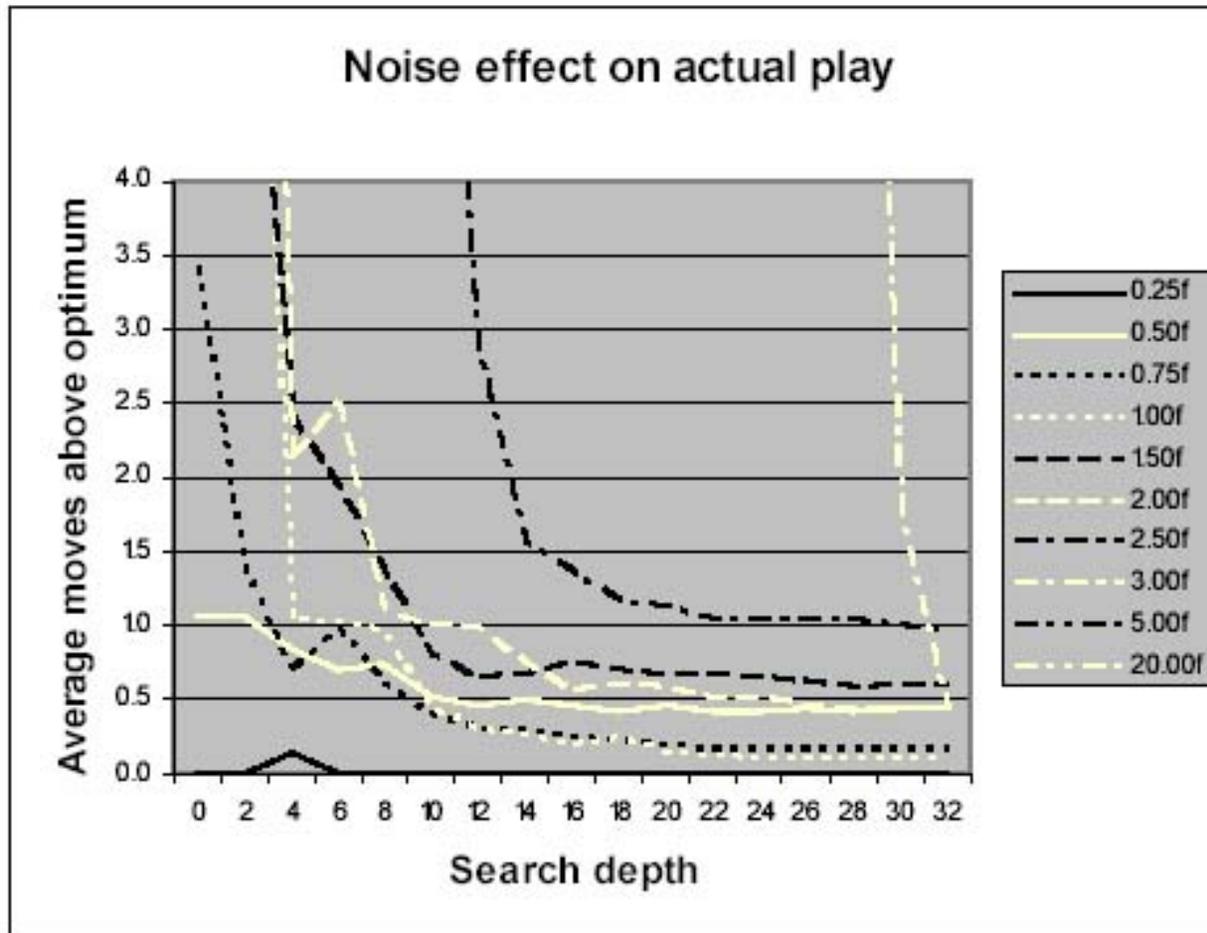
- Mit Berücksichtigung des systematischen Fehlers

$$\sigma' = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - (\mu_i + bias))^2}$$

Korrigierte Ergebnisse



Praktische Tests KRK



Fazit

- MiniMax exemplarisch beweisbar
- Es gibt Spiele (Klasse: *pearl's game*), die trotz Berücksichtigung des systematischen Fehlers eine Suchbaumsymptomatik aufweisen (Nau)

Pearl Game

- Schachbrettartiges Spielfeld
- Werte der Felder: zufällig 1 und 0
- 2 Spieler
 - Es wird abwechselnd gespielt
 - Spieler 1 teilt das Feld vertikal
 - Spieler 2 teilt das Feld horizontal
 - Jeweils eine Hälfte wird verworfen
- Der Wert des letzten Feldes entscheidet

Quellen

- Sadikov, A., Bratko, I., Kononenko, I. (2003) Search versus Knowledge: An Empirical Study of Minimax on KRK. In: H.J. van den Herik, H. Iida and E. Heinz (eds.) Advances in Computer Games: Many Games, Many Challenges, Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-7709-2, pp. 33-44
- Beal, D.F. and Smith, M.C. (1994). Random Evaluations in Chess. ICCA Journal, Vol. 17, No. 1, pp. 3
- Dana S. Nau: An Investigation of the Causes of Pathology in Games. Artificial Intelligence 19(3): 257-278 (1982)

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

