Perfect Games

Johannes Clos
jonite@gmx.net
“Knowledge Engineering und Lernen in Spielen”
SS04, Prof. Fürnkranz

Überblick

- Definition Perfektes Spiel
- Komplexitätsklassen
- Beispiele (Mancala)
  - Bao
- Lösungsansätze
- Retrograde-analysis
  - Endgame-DB (Dame)
- Resumee

Perfektes Spiel

Perfektes Spiel eines Spielers setzt die Existenz einer Strategie voraus, die ein bestmögliches Ergebnis garantiert.

Voraussetzung: perfekte Information, kein Zufall.

Zu große Zustandsräume/ Spielbäume schränken die vollständige Analyse eines Spiels ein.

Doppelte Zweiteilung des Spielraums

- Zustandsraum (Figuren, Regeln, Felder...)
- Spielbaum (Spiellänge, Verzweigungsgrad)

^ log log Zustandsraum Komplexität

Kategorie 3 Go-Moku, Renju Gelöst durch wissensbasierte Methode.	**Kategorie 4** Go, Schach, Hex, Bao Ungelöst.
Kategorie 1 Vier-gewinnt, Qubic Durch jedwede Methode zu lösen.	**Kategorie 2** Mühle, Dame, Awari Gelöst durch brute-force.

log log Spielbaum Komplexität >

Lösungskategorien

spiel-theor. Wert: Ergebnis des optimalen Spiels

- ultra-schwach gelöst:
  Spiel-theor. Wert d. Startposition wurde bestimmt.
- schwach gelöst:
  Für Startposition existiert ein Algorithmus, der gewährleistet, daß der bestimmte spiel-theor. Wert gegen unterschiedliche Gegner erreicht wird.
- stark gelöst:
  Perfektes Spiel ist für alle legalen Stellungen des Spiels garantiert.

Lösungsmethoden

Brute-Force:

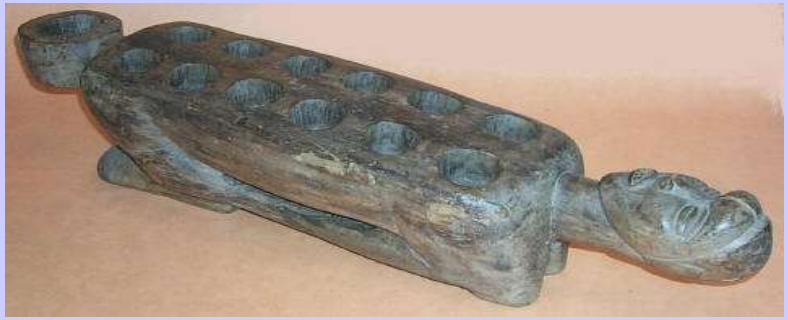
- Wird in vielen Lösungsprogrammen verwendet ,z.B $\alpha-\beta$, Minmax, Negamax, die den Spielbaum von oben nach unten durchsuchen.
- DB-Konstruktion durch Retrograde-Analyse (aufbauende Suche)

Wissensbasiert:

- Heuristik: Funktion h(n) berechnet Kosten des günstigsten Weges von einem Baum- zum Zielknoten (Greedy best-first search, A*).
- Ermittelt wird bestimmte Auswahl des Suchbaums

Mancala Spiele

Spielmuster:
(1) aufnehmen
(2) aussähen



Kalah.6-4(m-n)
weak: 1st player win
Dakon.n
weak: one-player
Awari.6-4 (oware/wari)
solved: draw

Ursprung: Afrika, Asien
Alter: 1000-3000 Jahre

Zanzibar-Bao

Noch ungelöst:
Größter Zustandsraum
Komplexester Regelsatz

Zwei Phasen:

- Pro Zug einen Stein ins Spiel bringen
- Typisches Spielmuster (count & capture)

geschlagene Steine werden gesäht & bleiben im Spiel
→ keine Endspielkonvergenz

Spielende: Keine weitere Zugmöglichkeit

Endspiele

Konvergente Spiele vereinfachen sich während des laufenden Spiel.

Im fortschreitenden Spiel nimmt die Komplexität mit weniger Spielsteinen bzw. weniger legalen Zug-möglichkeiten meist konstant ab.

Endspiel-analysen beginnen in einer bestimmten Stel-lung des fortgeschrittenen Spiels.

Endspiele

Dame-Endspiele

Probleme mit der DB-Erstellung ab 4 Steinen:
sehr große Zahl zu verarbeitender Positionen

Anzahl Steine	Anzahl Stellungen
1	120
2	~ 7.000
3	~ 261.000
4	~ 7.092.000
5	~ 148.688.000
6	~ 2.503.611.000
7	~ 34.779.531.000
8	~ 406.309.208.000

Flaschenhals durch

- Geringe Rechenleistung
- Hohen Speicherbedarf
- Starken Input-Output

Retrograde Analyse

Dient der Lösung eines großen kombinatorischen Such-raums.

Optimale Lösung finden: Von einer Endposition wird rückwärts nach dem spiel-theor. Wert weiterer Posi-tionen gesucht.

Alle Positionen, die durch legale Züge in eine Gewinn-position überführt werden können, bekommen eben-falls als spiel-theor. Wert Gewinn zugewiesen.

Retrograde Analyse

Endspiel-DB wird nach und nach durch transitive Berechnungen aufgebaut.

Gespeichert wird jeweils der spiel-theor. Wert einer Position bzw. die benötigte Anzahl an Zügen bis zum bestmöglichen Ergebnis (Schach).

Eine fertig berechnete DB garantiert perfektes Spiel: Die stärkere Seite wählt jeweils den Zug, der die kürzeste Entfernung von einem Gewinn hat.

Problemreduzierung

Lösen d. Speicher-problems erfolgt durch Unterteilung der DB:

- # schwarz vs. # weiß (6b2w)
- # steine und damen (4412)
- Große Knoten nach Rang vorderster Steine teilen.(4412.36)

Effizienzproblem durch Positions-Queue beseiti-gen:

- Bereits gelöste Stellun-gen in geordnetem Q.
- Nicht-schlagende Züge durchsuchen nur Q.
- 'Reverse moves' für jede Stellung im Q. Ausgew-ertet? > Stellung queued.

Reduzierung I/O

I/O Anfragen über Netzwerk sind sehr langsam und gefährden die Funktionsweise des Netzwerks.

I/O durch Zugriff auf berechnete DB (Konversion):

- Zug eines vordersten Steins
- Schlagen des Gegners

Kein I/O durch Zugriff auf aktuelle DB:

- Züge der Damen und der nicht vordersten Steine

Für alle nicht-schlagenden Züge legale Konversionszüge berechnen und der aktuellen DB zufügen.

Resumee

Verwendung von Retrograde Analysis hat großen Einfluß auf die Lösung von Spielen.
→ Perfektes Spiel der DB.

Perfektes Wissen aus gelösten Spielen kann in korrekte Strategie für Menschen übersetzt werden.
Es existieren jedoch keine generischen Methoden.
Stattdessen: “Ad-hoc”-Methodik
(End-)Spiele haben alle ihre eigenen Gesetze. Es existieren keine generischen Datamining-Methoden zur Lsg. einer Spielkategorie.

Ausblick

Vorhersage für die Computer Olympiade 2010:

Solved	Over Champion	World Champion	Grand Master	Amateur
Awari	Schach	Go(9x9)	Bridge	Go(19x19)
Othello	Dame(10x10)	Chinesisches Schach	Shogi	
Dame(8x8)	Scrabble	Hex		
	Backgammon	Amazons		

Links/ Literatur

- Games solved: now and in the future, 2001
  H.Jaap v.d.Herik, Jos Uiterwijk, Jack van Rijswijk
- Solving Large Retrograde Analysis Problems Using a Network of Workstations,
  Robert Lake, Jonathan Schaeffer, Paul Lu
- A guide to endgame databases:
  http://www.aarontay.per.sg/Winboard/egtb.html

- Programming Bao
  Jeroen Donkers, Jos Uiterwijk
- Solving Kalah
  Geoffrey Irving, Jeroen Donkers, Jos Uiterwijk
  http://www.cs.unimaas.nl/~donkers/games/omsearch
- MindZine-Mancala Games:
  http://www.msoworld.com/mindzine/news/classic/mancala.html
- Awari-Projekt (2002)
  John Romein, Henri Bal
  http://awari.cs.vu.nl/