

Knowledge Engineering und Lernen in Spielen

# Einführung in Human Learning

Vortrag von  
Stefan Steger

# Übersicht

- Einleitung
- Perception and Memory
- Problemsolving
- Empirical Studies of Learning
- Human learning  $\Leftrightarrow$  Machine Learning
- Conclusion
- Reference list

# Einleitung

Künstliche Intelligenz + Psychologie der Wahrnehmung =  
Erkenntnisforschung (Cognitive Science)

Neues interdisziplinäres Forschungsfeld (in den 50ern  
gegründet)

Wieso Spiele?

- Wohldefiniert
- Komplex
- Spielstärke ist messbar (ELO in Schach)
- Einige Spiele sind gut erforscht (Schach, Gomoku, ...)

# Memory – Basic skill effects

## Experiment: Recall-Task

- Eine Spielposition wird 5 sec lang einer Testperson gezeigt
- Danach soll sie die Stellung reproduzieren

## Ergebnis:

- Schachmeister haben 100% Übereinstimmung
- Schlechtere Spieler kaum mehr als 50%
- Anfänger circa 3 Figuren

## Interpretation:

- Experten rufen Wissen schneller ab als Anfänger
- Auch bei anderen Spielen (Go, Othello, Skat...)

Bei zufälligen Spielstellungen sind Experten nicht viel besser als Anfänger!

# Memory - Chunks

- Chunks: Wahrnehmungsmuster im Langzeitgedächtnis
- Annahme von Chase & Simon: Schachmeister sind besser aufgrund einer großen Anzahl von Chunks
- Hinweise für die Annahme:
  - Trotz gleicher Gedächtniskapazität sind Schachmeister besser
  - Erfahrene Spieler merken sich größere Muster
  - Erfahrene Spieler kopieren größere Muster (copy-task)

# Memory - High-level knowledge

- Schachspieler nutzen neben Chunks auch Expertenwissen
- Auch bei Go wird Expertenwissen angewandt um eine Stellung einschätzen zu können
- Die Indizierung der Chunks scheint wichtig zu sein

# Perception – Eye Movement

- Einige Wahrnehmungsmechanismen von Experten wurden entschlüsselt
- Es wird angenommen, dass sich bei Experten mit zunehmenden Fähigkeiten auch die Wahrnehmung steigert

## Eye-movements

- Experten sehen anders:
  - fixieren schneller (250ms gegenüber 300ms)
  - weniger Abweichung
  - überblicken mehr Felder
  - fokussieren die wichtigen Felder
  - fixieren eher Ränder von Feldern (deutet auf Chunks hin)

# Perception – low-level features

- Meister sind schneller im
  - erkennen von Schach
  - zählen der Läufer und Pferde
- Chunking könnte dies Verhalten begünstigen, man braucht aber noch andere Theorien
  - Discrimination nets (z.B. in EPAM)
  - Gestalt principles (Nachbarschaft, Gleichheit, gute Weiterführung)



# Perception – high-level features

- Schachmeister können sich eine Schachposition nach 2s gut merken
- Sie erkennen Schlüsselpositionen in 1s
- Deutet darauf hin, dass der Erkennungsprozess automatisch abläuft
- Wird durch die Chunking-Theorie gestützt

# Chunking theory

- Die Chunking Theorie basiert auf EPAM
- Expertise ist möglich durch Erlernen (und das Abrufen) von großen Chunk-Datenbanken
- Chunks sind Knoten in einem discrimination net und dienen als Index
- Man braucht
  - 10.000 – 100.000 Chunks, um Fachwissen zu erwerben
  - Bis zu 300.000 Chunks, um Großmeister zu sein

# Template theory

- Die Chunking Theorie hat 2 Nachteile
  - Überbewertet Zeit um Chunks zu lernen
  - Betrachtet kleine Chunks, vernachlässigt Expertenwissen
- Deshalb Template Theorie (erweitert Chunk Theorie)
  - Chunks entfalten sich zu komplexeren und größeren Mustern
  - die Slots für Informationen haben
  - diese Informationen können schnell abgelegt werden (250ms)

# Problem Solving

- Spieler sollen laut mitdenken, wird protokolliert

## Ergebniss:

- Spielbaum höchstens 100 Knoten stark
- Spielbäume von Schachmeistern nicht größer
- Aber expandieren wichtigere Zweige
- GM ~ 5,3; Fortgeschrittene ~4,8; Anfänger ~2,3 Züge tief
- Spieler neigen dazu, Äste wiederholt zu besuchen (progressive deepening)

# Problem solving – Theory

- Prinzipien :
  - Analyse von Basiszügen ist unabhängig von anderen Basiszügen
  - Erst Standardzüge, danach ungewöhnliche Züge
  - Wenn Zugabfolge viel versprechende Ergebnisse liefert, wird weitergesucht, ansonsten wird ein anderer Basiszug gewählt
  - Bevor gezogen wird, werden Alternativzüge getestet
  - Basiszüge werden aufgegeben, wenn andere Züge entdeckt werden, die besser für Testperson oder Gegner sind
- Wieso progressive deepening?
  - Es werden neue Aspekte gefunden
  - Der Zug hält nicht das, was er verspricht
  - Analyse des Basiszuges ergibt andere Resultate als erwartet

# Models without learning

## Programme mit wenig Human Behavior

- NSS
  - Basiert auf Zielen wie Materialbalance und Zentrumskontrolle
  - 2 Zuggeneratoren, für Basiszüge und für auftretende Züge
  - Schlechte Performance, aber nur 100 Knoten
- MATER
  - Sucht Züge, bei denen der Gegner kaum Zugmöglichkeiten hat
  - Stark in Mattsituationen, ansonsten sehr schwach

## Programme mit viel Human Behavior

- Pitrat's Program
  - Untersucht Stellung und schmiedet Pläne
  - 4 Ziele (Figurengewinn, Doppelattacke, Schach, Bauernentwicklung)
  - Wenn Plan zu keinem Ergebnis führt, wird Suche gestartet
  - Für Mattsuche gut, ansonsten schwach
- PARADISE
  - 200 Produktionsregeln, um Pläne zu schmieden
  - Findet taktische Kombinationen im Mittelspiel
  - Ist dort so gut wie ein Schachexperte

# Models with learning

- CHUMP

- Basiert auf CHREST und Chunking Theorie
- Erkennt Muster
- Hat Konflikt Management
- Es gibt keine Suchstrategie

- SEARCH

- Berechnet Variablen (Tiefe der Züge, Züge pro Minute)
- In Abhängigkeit von der Anzahl der Chunks
- Suche wird durch Templates vereinfacht
  - Es werden schneller Informationen zum Langzeitgedächtnis hinzugefügt
  - Suche findet auch im Template-space statt
- SEARCH ist kein Schachprogramm, sondern ein Abstraktes Model

# Empirical Studies – Short-range learning

- Recall-task von 1s bis 60s durchgeführt, um Chunking and Templates Theorie zu bestätigen
- Ergebnis:
  - logistische Wachstumsfunktion, die sowohl beim menschlichen, als auch beim simulierten Model gut passt
  - Stärkere Spieler nehmen mehr Informationen auf
  - Auch bei längeren Präsentationszeiten ziehen sie einen höheren Lerngewinn



# Empirical Studies – Medium-range learning

- Anfänger wurden 50h lang trainiert
- Ergebnis:
  - Ähnlich gut wie Schachmeister im Erkennen von Chunks
  - Scannt aber Ecken, gibt Chunks eigene Namen (Eselsbrücke)
  - Vernachlässigt Figuren in der Mitte
  - Andere Chunks als Erfahrene Spieler

# Empirical Studies – Long-range learning

- Testperson wurde nach 9 Jahren noch mal getestet (1600ELO – 2400ELO)
- Ergebnis
  - Recall-task perfekt gelöst
  - Weniger und größere Chunks
  - Zeit zwischen Chunks war kürzer
    - Deutet auf hierarchische Struktur von Chunks hin
  - Problem solving:
    - Schneller, selektiver, kleinerer Suchbaum, aber gleiche Tiefe
- Bestätigt Chunking & Template theory
  - Steigerung der Fähigkeit beruht auf
    - Unterschiede im chunking
    - Nicht so sehr auf Verbesserung der Suche

# Human learning » Machine learning

- Beeinflussung des Maschine learning durch Human learning:
  - Selective search
  - Progressive deepening
  - Chunking & Template Theorie
- In verschiedenen Programmen implementiert
  - MATER
  - CHREST
  - CHUMP

# Machine learning » Human learning

- Programme brauchen enorme Vorwärtssuchen, um auf ähnliche Selektion wie Menschen zu kommen
- Machine learning auf großen Datenbanken ergab eine Serie von Regelmäßigkeiten in Mittel- und Endspielen
- Dies erweitert das Verständnis für das Spiel
- Und erklärt, wieso Menschen einige Prinzipien gelernt haben, und andere nicht
- Man kann spezielle Hypothesen ableiten
  - Lernen Menschen genauso wie Maschinen?
  - Machen sie die gleichen Fehler?

# Conclusion

- Aus Sicht des Machine learning sind Spiele nicht an sich interessant, sondern das Verstehen der Prinzipien des Lernens
- Psychologen hingegen interessieren sich vor allem für die Mechanismen der Wahrnehmung
- In den letzten Jahren wurde viel in dieser Richtung geforscht
- Der nächste große Schritt ist das Verbinden all dieser Theorien zu einer allgemeinen Theorie über das menschliche Spielen

# Reference list

- Gobet, F. & Simon, H. A. *Human learning in game playing*
- Chase, W. G. & Simon, H. A. *The mind's eye in chess*

# Ende

- Danke für die Aufmerksamkeit
- Noch Fragen?