



Poker

artificial intelligent

Pflichtenheft

Raffael Joggi
joggr1@bfh.ch

7. März 2009
Version 1.3

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Management Summary | 3 |
| 2 | Einführung | 4 |
| 2.1 | Abstraktion | 4 |
| 2.2 | Computer Poker Research Group | 4 |
| 3 | Ausgangslage | 5 |
| 3.1 | Situationsanalyse | 5 |
| 3.2 | Problemstellung | 5 |
| 3.3 | Motivation | 5 |
| 3.4 | Vorausgegangene Arbeiten | 6 |
| 4 | Realisation | 7 |
| 4.1 | Ziele | 7 |
| 4.2 | Marktanalyse | 7 |
| 4.3 | Lösungsansatz | 8 |
| 4.3.1 | Spielbaum | 8 |
| 4.4 | Abgrenzung | 8 |
| 4.5 | Würdigung und Konsequenzen | 9 |
| 5 | Planung und Organisation | 10 |
| 5.1 | Aufteilung | 10 |
| 5.2 | Personen | 10 |
| 5.3 | Vereinbarungen | 10 |
| 5.4 | Prioritäten | 11 |

1 Management Summary

Poker ist ein Kartenspiel mit einem hohen Anteil unvollständiger Information. Gewinnträchtiges Pokerspiel zu automatisieren, verlangt neuere Konzepte der künstlichen Intelligenz als die, welche bisher Spiele wie Schach, Backgammon oder Scrabble meistern konnten. Für die Entwicklung von Poker-Intelligenzen gibt es diverse erfolgsversprechende Ansätze. In dieser Arbeit widmen wir uns der Entwicklung von Poker-Intelligenzen für das Spiel Texas Hold'em no-limit. Diese Art des Pokerspiels wurde akademisch noch nicht auf dem gleich hohen Niveau untersucht, wie die Pokervariante Texas Hold'em limit.

Mit dieser Arbeit versuchen wir die erfolgsversprechenden Konzepte des angesprochenen limit Hold'em auf unsere Pokervariante zu übertragen und anzuwenden. Des weiteren möchten wir in dieser Arbeit das Potential verschiedener Lösungsansätze für Poker mit mehr als zwei Spielern analysieren.

2 Einführung

Das Pokerspiel und insbesondere die Version Texas Hold'em¹ weist einen hohen Grad an unvollständiger Information auf. Der Umgang mit unvollständiger Information ist für die künstliche Intelligenz schwer zu handhabend. Algorithmen für Spiele mit vollständiger Information wie Schach haben sehr gute Leistungen erbracht. Diese lassen sich jedoch nicht auf Spiele wie Poker anwenden, da sich Game States² nicht ohne Weiteres in Teilprobleme aufbrechen lassen. Die Zahl möglicher Game States ist bei Poker im Vergleich mit Schach oder Go nicht besonders gross, doch müssen für eine präzise Situationsbestimmung, sämtliche möglichen Spielsituation berücksichtigt werden.

2.1 Abstraktion

Texas Hold'em limit Poker³ mit zwei Spielern ermöglicht bereits 10^{14} Game States. Ein qualitativ guter Poker Bot muss demnach zuvor alle Game States mit Hilfe eines Spielbaums simulieren, um den optimalen Spielzug gemäss einer gewählten Strategie ermitteln zu können. Diese Simulation ist sehr rechen- und speicherintensiv. Das Pokerspiel vollständig zu lösen ist mit den heutigen Rechnern unmöglich. Die grosse Anzahl zu verarbeitender Game States zwingt uns, das Pokerspiel zu abstrahieren.

Abstraktion bedeutet in diesem Zusammenhang, die Reduktion von Game States. Reduktion kann bei Texas Hold'em beispielsweise erreicht werden, indem man der "Farbe" der Karten, keine Bedeutung für die zu wählende Strategie beimisst. So würde das Blatt Ac Kc für die Simulation gleich behandelt, wie das Blatt Ad Kd. Alleine durch diese Abstraktion kann der State Space bis um den Faktor $4! (= 24)$ reduziert werden [1].

2.2 Computer Poker Research Group

Die Computer Poker Research Group setzt sich aus einer Gruppe von Wissenschaftler zusammen, welche an der University of Alberta an den Möglichkeiten von Computer gestützten Pokerintelligenzen forschen. Die wesentlichsten Vorarbeiten dieser Thesis, gründen auf den Recherchen der öffentlich verfügbaren Dokumenten dieser Forschungsgruppe. Ihr Schwerpunkt liegt jedoch bei Poker Bots, die nur mit einem Gegenspieler und mit fixen Einsätzen arbeiten.

¹Beliebte Pokervariante, bei der jedem Spieler zwei Karten erhält und offen auf den Tisch fünf Weitere verteilt werden.

²Zustände die ein Spiel während seiner Durchführung einnehmen kann.

³Texas Hold'em bei dem die Höhe der Einsätze fest vorgegeben ist.

3 Ausgangslage

3.1 Situationsanalyse

Die Entwicklung von Poker Bots ist noch lange nicht abgeschlossen. Jährlich beweisen sich die besten Pokerprogramme verschiedenster Einzelpersonen und Universitäten in einem Wettbewerb. Dabei werden der Öffentlichkeit immer neue Konzepte und Änderungen präsentiert, die die Leistung der Bots noch steigern können. Hierbei zeichnet sich ab, dass vor allem für Poker Varianten mit kleinerem State Space äusserst erfolgreiche Pokerprogramme entstehen. Ist es möglich diese erfolgreichen Methoden auch für Spiele mit grösserer Teilnehmerzahl und anderer Setz-Struktur (Texas Hold'em no-limit) anzuwenden? Dabei spielt das Zusammenfassen von Game States (Abstraktion) eine wesentliche Rolle. Das ist die Frage, welche wir in dieser Arbeit primär behandeln wollen.

3.2 Problemstellung

Die Computer Poker Research Group¹ hat es mit seinen Texas Hold'em limit Bots sehr weit gebracht. Die besten ihrer Pokerprogramme spielen auf Weltklasse Niveau! Leider gilt dies bisher nur für das oben erwähnte Texas Hold'em limit und auch nur in Zwei-Spieler-Situationen². Will man die Teilnehmerzahl erhöhen oder die feste Setz-Struktur³ verlassen, muss ein erheblich grösserer Game Tree⁴ erstellt werden. Dadurch werden für die Berechnung der Strategie des Poker Bots grössere Mengen an Rechenzeit und Speicher in Anspruch genommen, was letztendes auch die Qualität der Entscheidungen des Bots mindert.

3.3 Motivation

Das Pokerspiel erfreut sich seit einigen Jahren grosser Beliebtheit. Der Autor spielt selbst in seiner Freizeit gerne Poker. Die Faszination dem auf den ersten Blick verschwommenen, verzerrten, Pokerspiel, das vermeintlich sogar für ein Glücksspiel gehalten wird, allgemeine Gesetzmässigkeiten zuzugestehen, lässt die Gültigkeit der Spieltheorie besonders eindrücklich darstellen. Nicht von ungefähr haben die grossen Namen der Spieltheorie, John von Neumann und John Nash, ihre Erkenntnisse unter Anderem mit Hilfe des Pokerspiels erläutert.

¹<http://poker.cs.ualberta.ca>

²Hier auch "Heads-up" genannt.

³Konzept um den Einsatz zu erhöhen um den gespielt wird.

⁴Darstellung aller Spielzustände (Game States), die ein Spiel einnehmen kann. Dazu wird ein gerichteter Graph mit einem einzigen Wurzelknoten (Root-Node) verwendet.

Damit in Poker Gesetzmässigkeiten erfahrbar gemacht werden können, müssen Tausende Spiele gespielt werden. Erst dann kann ein statistisch relevantes Resultat ausgelesen werden. Poker Bots haben als Computerprogramme die Ausdauer und nötige Geschwindigkeit sehr viele solche Spiele in kurzer Zeit zu spielen. So können auch kleinste Verbesserungen in der gewählten Strategie der jeweiligen Bots spürbar gemacht werden. Das lässt die Konzepte der künstlichen Intelligenz ausreizen und miteinander vergleichen.

3.4 Vorausgegangene Arbeiten

Im Rahmen des Semesterprojekts haben wir uns bereits mit dem Thema Poker Bots auseinandergesetzt. Daraus ist eine Pokersoftware entstanden, an der menschliche Spieler und Pokerprogramme gleichermassen teilnehmen können. Eigens für dieses Framework steht ein von uns geschriebener Bot zur Verfügung. Dieser Bot fällt seine Entscheidungen aufgrund diverser Formeln zur Berechnung der eigenen Situation (Handstärke, Hand-Potential). Die umfangreichen Recherchen haben uns vertiefte Kenntnisse und mögliche Lösungsansätze gewinnen lassen. Diese sollen nun auch praktisch eingesetzt werden.

4 Realisation

Ziel dieser Arbeit ist es, neuste Erkenntnisse der Berechnung von Pokerstrategien mit Hilfe eines Spielbaum praktisch zu Realisieren. Dabei sollen in erster Linie Gebiete der Spieltheorie, Anwendungen der künstlichen Intelligenz, Komplexität von Algorithmen und Stochastik studiert, implementiert und somit auch vertieft werden. Weiter setzt sich der Autor zum Ziel, mit der zu erstellenden fachlichen Dokumentation auch eine inhaltliche Grundlage dieser Thematik zu schaffen und öffentlich zugänglich zu machen. Denn der grösste Teil der bisher erhältlichen Dokumente liegt nur in englischer Sprache vor.

Je nach Qualität der erstellten Poker Bots könnte auch eine Teilnahme an der alljährlichen Poker Bot Meisterschaft der IJCAI¹ ins Auge gefasst werden. An diesem Wettbewerb treffen die besten bekannten Poker Bots der Welt aufeinander. Organisiert und durchgeführt wird der Anlass von der CPRG² der UofA³ und findet zwischen dem 11. und 17. Juli 2009 in Kalifornien statt.

4.1 Ziele

- Abstraktion des vom Bot gespielten Poker auf eine lösbare Anzahl Spielzustände
- Konstruktion und Berechnung des Spielbaumes für eine ϵ -Equilibriumstrategie in der gewählten Abstraktion
- Anbinden des Poker Bots an eine Simulations-/ Testumgebung
- Berechnete Strategien lassen sich vom Poker Bot anwenden
- Adaptive Strategien um die Schwächen gegnerischer Strategien auszunutzen (optional)

4.2 Marktanalyse

Zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit werden mit Computer Poker monatlich Millionen von Dollar umgesetzt. Es gibt eine Unmenge an sogenannter "Online Casinos" in deren virtuellen Pokerräumen Tausende von Menschen gegeneinander Poker – überwiegend Texas Hold'em no-limit – spielen. Poker Bots haben es bei dieser rasanten Entwicklung folglich von der Forschung auch an diese Poker-Tische des Internets geschafft. Ein erfolgreicher zeitgenössischer Bot sollte also fähig sein, gegen einen Grossteil der Amateur-Pokerspieler dieser Online Casinos eine positive Bilanz zu erzielen. Da verwundert es nicht, dass sich eine gewisse "Underground"

¹International Joint Conference on Artificial Intelligence (<http://www.ijcai.org>)

²Computer Poker Research Group (<http://poker.cs.ualberta.ca>)

³The University of Alberta (<http://www.cs.ualberta.ca>)

Poker Bot Entwicklung etabliert hat. Diese Art der Bot-Programmierung ist aber häufig von geringem wissenschaftlichen Wert und meist auch äusserst schwer zugänglich. Denn die Anwendung von künstlichen Pokerintelligenzen ist bei den allermeisten Online Poker Anbietern verboten.

Die folgende Arbeit möchte sich nicht in diesen Zusammenhang bringen lassen und beruft sich auf den folgenden, wesentlich konstruktiveren Markt:

Die künstliche Intelligenz hat in den letzten Jahrzehnten erstaunliche Fortschritte gemacht. Nicht selten sind aus Konzepten der Spielsimulation wegweisende Prinzipien für Forschung, Wirtschaft und Industrie entstanden. Dem Gebiet der Unvollständigen Informationen, wurde dabei lange wenig Beachtung geschenkt. Dies hat sich in den letzten Jahren geändert. Man geht davon aus, dass man mit spielerischen Anwendungen der künstlichen Intelligenz, im Bereich Unvollständige Information in Zukunft neue Bereiche des Alltags für die Computertechnik erschliessen kann. So könnten IT-Lösungen geschaffen werden, die durch – aus heutiger Sicht – nicht ausreichende Menge an Informationen, als zu “komplexen” Problemstellungen abgetan werden.

4.3 Lösungsansatz

Mit Hilfe von neuen Konzepten zur Abstraktion von Spielzuständen soll ein Kompromiss erzielt werden zwischen maximaler Berücksichtigung aller Feinheiten des Spiels und der Möglichkeit, erweiterte “Setz”-Strukturen zu verarbeiten. Damit eine Erweiterung des Pokerspiels überhaupt von Pokerbot berücksichtigt werden kann, muss mit den zusätzlichen Game States ein Spielbaum aufgebaut und komplett berechnet werden. Dies ist entweder mit höherer Rechenleistung oder durch weitere Abstraktion des Pokerspiels möglich. Wir werden uns hier vorallem auf die bereits angesprochenen Abstraktionen konzentrieren.

4.3.1 Spielbaum

Lassen sich Spiele in einer Baumstruktur darstellen, spricht man in der Spieltheorie allgemein von der Darstellung in Extensivform. Dabei wird zwischen Spielen mit vollständiger- und unvollständiger Information unterschieden. Pokerspieler sehen während des Spiels nur eine sehr begrenzte Menge an Informationen (Karten). Wir werden uns also mit Spielbäumen für unvollständige Information auseinandersetzen müssen.

Bei Spielen dieser Art ist es für die Teilnehmer nicht immer möglich eindeutig festzustellen, in welchem Spielzustand sie sich gerade befinden. Spielzustände die vom Spieler nicht unterschieden werden können, werden zu einem sogenannten Informationsraum zusammengefasst (abb. 4.1). Die Knoten im Graph der Abbildung, die aus der Sicht der jeweiligen Spielern nicht unterschieden werden können, sind mit einer Linie verbundenen:

4.4 Abgrenzung

Die Möglichkeiten innerhalb der Bachelor Thesis, sich in die umfangreiche Materie einzuarbeiten und dazu ein Weltklasse Poker Bot zu entwickeln, muss als unrealistisch eingestuft werden. Es geht also nicht darum den besten Poker Bot der Welt zu schreiben. Dazu fehlt neben der Zeit

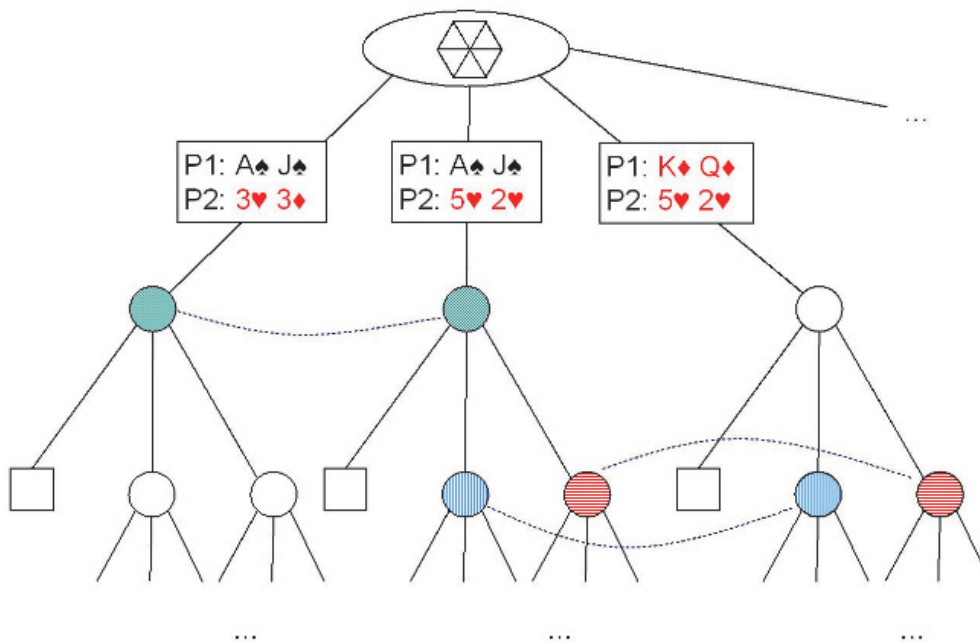


Abbildung 4.1: Ausschnitt eines Spielbaums für unvollständige Information, in einer Anfangssituation bei Texas Hold'em Poker. [1]

das Know-How, die Infrastruktur⁴ und letzten Endes die Erfahrung. Verbesserungen in der Bot Programmierung werden durch zeitintensive Iterationen der Berechnung und des Testings Schritt für Schritt erarbeitet. Dies kann innerhalb von 17 Wochen nur in bedingtem Masse geschehen.

4.5 Würdigung und Konsequenzen

Mit dieser Arbeit soll eine Pokerintelligenz entstehen, in der vielversprechende Konzepte in einer einfachen Implementation vorhanden sind. Mit diversen Testergebnissen kann auf erfolgreiche und weniger erfolgreiche Tendenzen geschlossen werden. Zudem steht ein solides Framework für die Entwicklung weiterer Poker Bot Generationen zur Verfügung, welches mit den meist verbreitetsten Testservern⁵ kompatibel ist.

⁴Für die Berechnung der realistischen Abstraktionen von Texas Hold'em wurden bereits 2007, 16.5GB Memory auf über 8 Rechner verteilt benötigt. [2]

⁵Namentlich wären das zum Zeitpunkt des Verfassens Poker Academy (<http://www.poker-academy.com/>) und Poker Server (<http://www.cs.ualberta.ca/pokert/2009/code.php>)

5 Planung und Organisation

5.1 Aufteilung

- Projektmanagement
- Beschaffung und Installation der Simulations-/ Testumgebungen
- Konzepte zur Abstraktion des Pokerspiels
- Realisation und Berechnung des Spielbaumes
- Implementation der Poker Bots
- Auswertung der Strategien durch die Testumgebungen
- Dokumentation

5.2 Personen

| Funktion | Name | Kontakt |
|-----------------|--|---|
| Kunde | Berner Fachhochschule | http://www.ti.bfh.ch |
| Projektbetreuer | Dr. Bernhard Anrig Dr. Jürgen Eckerle | bernhard.anrig@bfh.ch juergen.eckerle@bfh.ch |
| Experte | Dr. Federico Flueckiger | |
| Projekt | Raffael Joggi | joggr1@bfh.ch |

5.3 Vereinbarungen

| | |
|---------------------------|------------------|
| Kick-off Meeting | 20. Februar 2009 |
| Pflichtenheft | 2. März 2009 |
| Projektplan | 2. März 2009 |
| Endbericht | 12. Juni 2009 |
| Benutzerhandbuch | 12. Juni 2009 |
| Code | 12. Juni 2009 |
| Abschluss Bachelor Thesis | 12. Juni 2009 |

5.4 Prioritäten

1. Simulations-/ Testumgebung
2. Abstraktionen
3. Berechnungen für ϵ -Equilibriumstrategie
4. Implementation Equilibrium-Agent (EQ-Bot)
5. Berechnungen für Exploitstrategien
6. Implementation Exploit-Agent (EX-Bot)

Literaturverzeichnis

- [1] Darse Billings. *Algorithms and Assessment in Computer Poker*. PhD thesis, Department of Computing Science, University of Alberta, 2006.
- [2] Michael Johanson. Robust strategies and counter-strategies: Building a champion level computer poker player. Master's thesis, Department of Computing Science, University of Alberta, 2007.