

Projektgruppenantrag

Lehrstuhl für Algorithm Engineering (LS XI)
Fachbereich Informatik • Universität Dortmund

20. November 2007

- 1. PG-Thema:** Modellierung menschenähnlicher Gegenspieler in Strategiespielen mit Techniken der Computational Intelligence
- 2. PG-Zeitraum:** SoSe 08 und WiSe 08/09
- 3. PG-Umfang:** Jeweils 8 SWS im ersten und zweiten Semester

4. PG-Veranstalter:

Nicola Beume,
Ls XI, OH 14, Raum 233,
Tel.: 755-7704
nicola.beume@udo.edu

Boris Naujoks,
Ls XI, OH 14, Raum 234,
Tel.: 755-7705
boris.naujoks@udo.edu

Mike Preuß,
Ls XI, OH 14, Raum 234,
Tel.: 755-7705
mike.preuss@uni-dortmund.de

5. PG-Aufgabe:

Einleitung und Motivation

Produktion und Verkauf von Computerspielen stellen heute einen bedeutenden wirtschaftlichen Faktor dar. Je nach Quelle und Kennzahlen, hat die Computerspiele-Industrie die Film-Industrie mittlerweile überholt oder wird dies in naher Zukunft tun. Aktuell werden bereits zu Blockbuster-Kinofilmen gleichzeitig Computerspiele produziert, um so Synergieeffekte im Marketing zu nutzen. Im Gegensatz zu den großen Branchen der Unterhaltungsindustrie (Musik, Film, Fernsehen) weist die Computerspiel-Industrie in den letzten Jahren steigende Umsatzzahlen auf (vgl. www.game-bundesverband.de).

Der Entwicklung von Spiele-Logiken und der Intelligenz von Nicht-Spieler-Charakteren (NSC) wird allerdings noch immer wenig Bedeutung zugemessen. So sind heutige Computergegner von erfahrenen Spielern recht leicht zu erkennen und ihre Strategien leicht zu durchschauen. Dies ist um so verwunderlicher, da geeignete NSC für den Unterhaltungswert eines Spieles eine wichtige Rolle spielen. NSC, die „intelligente“ Züge durchführen, sodass eine Unterscheidung zwischen menschlichem Spieler und NSC nicht mehr leicht getroffen werden kann, werden vermutlich in Zukunft immer wichtiger werden. Bei sich grafisch weiter annähernden Produkten stellen sie schon jetzt ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal und Qualitätskriterium dar. Dieses lässt sich insbesondere durch die Modellierung menschenähnlicher Gegenspieler verbessern.

Computational Intelligence

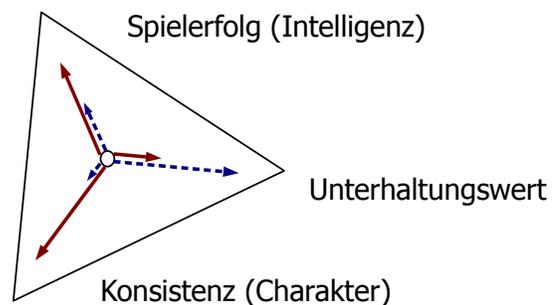
Mit *Computational Intelligence (CI)* bezeichnet man Methoden der Informatik, die von einem biologischen Vorbild inspiriert wurden. Dazu zählen Evolutionäre Algorithmen, Fuzzy Systeme, Neuronale Netze sowie Schwarmintelligenz und Künstliche Immunnetzwerke. Diese Verfahren werden zur Optimierung, zum Lernen, zur Modellierung und zur Steuerung komplexer Systeme eingesetzt. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie mit ungenauen, unvollständigen oder fehlerbehafteten Informationen umgehen können.

Im Kontext von Computerspielen ergänzen sich die verschiedenen Techniken gut, da sich z.B. Fuzzy Systeme gut für die Modellierung unscharfer bzw. unvollständiger Information eignen, während man mit Neuronalen Netzen ein Ein-/Ausgabeverhalten modellieren kann, das nur anhand von begrenzten Trainingsdaten spezifiziert ist. Dabei auftretende Optimierprobleme können ohne genaue Kenntnis der Problemstruktur mit Evolutionären Algorithmen gelöst werden. Ein besonderes Kennzeichen der CI Techniken ist, dass sie verhältnismäßig leicht an eine neue Herausforderung angepasst werden können, da sich gegenüber Modifikationen sehr robust verhalten.

Modellierung menschenähnlicher Gegenspieler in Strategiespielen

Vor allem in lange andauernden Spielen (etwa $> 1h$) ist neben der geforderten Intelligenz des NSC auch die Konsistenz seiner Aktionen von großer Bedeutung für dessen Akzeptanz beim menschlichen Spieler. Ein völlig unverständlich und offensichtlich planlos agierender NSC wird weder für intelligent gehalten (obgleich seine Strategie relativ gut sein kann), noch fördert er den Spielspaß, da der Spieler nicht weiß, wie er mit ihm interagieren soll. Aus dieser Darstellung wird bereits ersichtlich, dass die vom Menschen angelegte Bewertung der Intelligenz eines NSC nicht objektiv sein muss. Wie im Umgang von Menschen untereinander werden kleinere Mankos verziehen, wenn man im Gegenzug eine gewisse Verlässlichkeit erhält. Neben der geforderten Intelligenz des Gegenspielers ist aber auch die Andersartigkeit seines Handelns von Bedeutung, da der menschliche Spieler so mit Spielstrategien konfrontiert wird, die scheinbar funktionieren, ihn aber nicht einfach nur kopieren. Bei gleicher angenommener Intelligenz kann so der Unterhaltungswert eines NSC durch maßvolle Überraschungseffekte gesteigert werden.

Abbildung 1: Drei Hauptkriterien, nach denen Menschen simulierte Gegenspieler bewerten. Erscheint der Gegner intelligent? Macht es Spaß gegen ihn zu spielen? Insbesondere bei langen Spielen auch: Sind die Handlungen des Gegenspielers konsistent? Die Kriterien sind nicht unabhängig von einander, aber aufgrund der langen Spieldauer ist das Konsistenzkriterium bei Strategiespielen (Pfeile rot/durchgehend) besonders wichtig, im Gegensatz zu kürzeren Spielen (Pfeile blau/gestrichelt).



Bisher werden die gegnerischen Spieler oft durch ein einfaches Eigenschaftsmodell modelliert (wie z.B. bei der TotalWar-Reihe von Creative Assembly/SEGA oder verschiedenen Computer-Rollenspielen). Hier werden die gegnerischen Charaktere zwar sogar weiterentwickelt, Unterschiede zeigen sich aber nur selten in der strategischen Planung, sondern eher in den Erfolgswahrscheinlichkeiten tatsächlich durchgeführter Aktionen.

Kernaufgabe der Projektgruppe

In dieser Projektgruppe sollen menschenähnlich agierende Spielstrategien mit Hilfe von Methoden der Computational Intelligence entwickelt werden. Dazu muss zunächst herausgefunden werden, was menschliches Verhalten ausmacht und wie bestimmte Verhaltensweisen motiviert sind. Das erfordert insbesondere eine handhabbare Vorstellung von Emotionen. Ansätze zur Modellierung menschlichen Verhaltens durch Software sind z.B. aus Psychologie und Soziologie bekannt (?). Typi-

sche Verhaltensmotivationen und Verhaltensmuster sind mit Hilfe von CI-Methoden nachzubilden. Dabei ist im Rahmen der Projektgruppe eine pragmatische Definition menschlichen Verhaltens hinreichend. Es kommt darauf an, dass ein menschlicher Gegenspieler den Eindruck hat, sein Gegenüber würde wie ein Mensch agieren. Über diesen Zweck hinausgehende Nachbildungen der menschlichen Psyche sind hier weder erforderlich noch erreichbar.

Modellierte menschenähnliche Spielstrategien sollen im ersten PG-Semester zunächst auf kommunikationsintensiven einfachen Spielen wie Diplomacy, Poker oder Junta erprobt werden. Die Spielsituation ist zwar durch Zufallsereignisse beeinflusst (Spielkarten bei Poker, Würfel bei Junta, Startaufstellung bei Diplomacy), die entscheidende Komponente für den Spielerfolg stellen aber die Handlungen des Spielers dar. Die Handlungsmöglichkeiten sind dabei aus einem recht kleinen Repertoire zu wählen, was die Handlungsweise schlecht entworfener (deterministischer) NSC besonders leicht erkennbar macht. Der Schwerpunkt liegt auf der Nachbildung menschlicher Strategien wie Verhandeln oder Bluffen. Dabei soll ein Spielercharakter glaubhaft und konsistent dargestellt werden, z.B. ein „Feigling“, der auch bei vorteilhafter Spielsituation zurückhaltend agiert oder ein „Draufgänger“, der stets aggressiv und risikoreich spielt. Zudem können „unerfahrene“ NSC auch einfach falsch agieren, weil sie Spielsituationen noch nicht richtig einschätzen können.

Die für das erste Semester angedachten Spiele sind runden-basiert, im zweiten PG-Semester werden die erfolgreichen Methoden dann auf komplexere Echtzeit-Strategiespiele wie Siedler oder Glest übertragen. Die Spielsituation ist den Spielern nicht vollständig bekannt, da die Spielkarte zunächst unbekannt ist und Zufallsereignisse auftreten. Der Zufall spielt allerdings im Vergleich zu den Handlungen der Spieler eine untergeordnete Rolle. Zu Anfang entwickeln sich die Spieler unabhängig von einander, aber die Interaktionen werden im Spielverlauf intensiver (Gebietverlust, Einnahme von Ressourcen, Angriff durch Soldaten, Zauberer,...). Die Handlungsmöglichkeiten sind sehr viel umfangreicher als bei den einfacheren Spielen und es lassen sich sehr viele verschiedene Charaktere durch Setzen verschiedener Schwerpunkte, wie z.B. Wirtschaft- oder Militäraufbau, bevorzugte Einheiten etc. ausarbeiten.

Die Herausforderung bei der Verwendung von CI-Methoden ist die spezifische Anpassung an die vorliegende (Spiele-)Umgebung. Zudem sind experimentelle Studien erforderlich, um die Wirkungsweise einzelner Komponenten zu untersuchen. Die experimentellen Ergebnisse müssen durch statistische Verfahren aufbereitet und interpretiert werden. Die Menschlichkeit der Spielstrategien lässt sich nur subjektiv in empirischen Studien wie Turing-Tests überprüfen.

Verwandte wissenschaftliche Vorarbeiten

Die wissenschaftlichen Arbeiten zu Computer-Gegenspielern konzentrierten sich in den letzten Jahren auf Spiele, bei denen man durch starke Rechenleistung (entspricht weitem Vorausdenken) oder durch eine große Datenbank bekannter Spielzüge einen starken Spieler erzeugen konnte. Voraussetzung dafür ist, dass die Spieler *vollständige Information* über die gesamte Spielsituation haben, wie es z.B. bei Schach der Fall ist. Für Spiele mit *unvollständiger Information* greifen die klassischen Methoden nicht, aber CI-Methoden scheinen gut geeignet. Die wissenschaftliche Untersuchung von CI-Methoden konzentriert sich aktuell auf einfache Spiele wie Karten- oder Brettspiele. Einige Strategien wurden beispielsweise für eine vereinfachte Variante von Poker entwickelt (?). Zu Diplomacy existiert eine interessante Vorarbeit von Shapiro (?). Zu Junta konnten keine wissenschaftlichen Arbeiten gefunden werden.

Die hier beantragte PG weist im Arbeitsgebiet eine starke Ähnlichkeit mit der im SoSe 2007 gestarteten PG 511 *Clin Games* auf. Diente die PG 511 als Einstieg in dieses spannende und faszinierende Thema durch eine erste Machbarkeitsstudie von CI-Methoden in Spielen, so wurde nun mit der Modellierung menschenähnlicher Gegenspieler ein neuer Schwerpunkt gewählt, der in Zukunft beim Entwurf neuer Computerspiele eine wichtige Rolle spielen wird.

Beabsichtigte Lerneffekte der Projektgruppe

Aus wissenschaftlicher Sicht sollen Einsatzmöglichkeiten und die Leistungsfähigkeit von CI-Methoden in Computer-Strategiespielen untersucht werden. Dabei werden nicht nur vorhandene

Algorithmen angewendet, sondern für spezifische Situationen eigene Operatoren entworfen und Parameter angepasst. Ein wesentliches Lernziel ist das Design und die experimentelle Evaluierung von CI-Methoden, für die grundlegende Kenntnisse der Statistik notwendig sind. Da die Zahl der Vorarbeiten eher gering ist, ist die Berücksichtigung englischer Publikationen essentiell.

CI-Methoden liefern generell eine Problemlösung, deren Güte allerdings von der Anpassung der Heuristik an das Problem abhängt. Es ist a priori kaum abzuschätzen, welche Algorithmen wie erfolgreich sein werden, wichtig ist daher die schnelle Bewertung und möglicherweise Korrektur von Ansätzen durch die PG. Es wird bewusst eine Arbeitssituation gewählt wie sie sich auch in einem kleinen Startup-Unternehmen darstellen kann. Es werden wertvolle Lerneffekte (Handlungskompetenz, dynamische Entscheidungsstrukturen, Teamarbeit) erzielt und die Verwendung verschiedener Softwaresysteme (vorrangig OpenSource) eingeübt.

6. Teilnahmevoraussetzungen:

Notwendige

- mindestens eine Wahl-/Wahlpflicht-Vorlesung aus dem Schwerpunktgebiet 6 *Computational Intelligence und Natural Computing*
- Beherrschung einer objektorientierten Programmiersprache (z.B. C++, Java)
- Gute Deutsch- und Englischkenntnisse

Wünschenswerte

- Computational Intelligence
- Softwaretechnologie, -entwicklung
- Statistik, Wahrscheinlichkeitstheorie
- Content-Management-Systeme
- \LaTeX -Kenntnisse zur Dokumentation
- Kenntnis des Betriebssystems Unix

7. Minimalziel:

Menschenähnliches Verhalten von Computergegnern soll in zwei Spielen unterschiedlicher Komplexität mit Hilfe von CI-Methoden erreicht werden. Bei dem einfachen Spiel liegt der Schwerpunkt auf der Simulation von glaubhaften, konsistenten Spielercharakteren, die sich durch ihr Taktieren und Verhandeln unterscheiden lassen. Die erarbeiteten Konzepte sollen im zweiten Semester auf das komplexere Spiel übertragen und entsprechend der umfangreicheren Handlungsmöglichkeiten erweitert werden. Es sollen bei jedem Spiel Methoden aus mehreren Bereichen der CI zur Anwendung kommen.

Der Grad der Menschenähnlichkeit der erhaltenen Spielstrategien — und damit der Erfolg der CI-basierenden Modellierung — ist, insbesondere im Vergleich zu den vorher existierenden Gegnersteuerungen, anhand von Turing-Tests und ähnlichen subjektiven Bewertungen zu überprüfen, wobei die erhaltenen Ergebnisse statistisch geeignet zu behandeln sind (Hypothesentests etc.).

8. Literatur:

- (1) L. Barone and L. While. Adaptive learning for poker. In D. Whitley et al., editor, *Proc. Genetic and Evolutionary Computation Conf. (GECCO 2000)*, pages 566–573, San Francisco CA, 2000. Morgan Kaufmann.
- (2) Bernd Schmidt. *Die Modellierung menschlichen Verhaltens*. SCS-Europe BVBA, Ghent, Belgien, 2000.
- (3) Ari Shapiro, Gil Fuchs, and Robert Levinson. Learning a game strategy using pattern-weights and self-play. In *Computers and Games*, pages 42–60, Berlin, 2002. Springer.

Rechtliche Hinweise:

Die Ergebnisse der Projektarbeit inkl. der dabei erstellten Software sollen dem Fachbereich Informatik uneingeschränkt zur freien Forschung zur Verfügung stehen. Darüber hinaus sind keine Einschränkungen der Verwertungsrechte an den Ergebnissen der Projektgruppe und keine Vertraulichkeitsvereinbarungen vorgesehen.