

# Projektgruppenantrag

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

8. Dezember 2006

- 1. PG-Thema:** Methoden der Computational Intelligence  
zur Entwicklung von Spielstrategien
- 2. PG-Zeitraum:** SoSe 07 und WiSe 07/08
- 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

Computerspiele haben sowohl in der modernen Gesellschaft als auch in der Informatik eine Sonderstellung inne. So zeigen neuere Studien wie z.B. „Spielplatz Deutschland“ (4), dass ein großer Teil der Bevölkerung Spielsoftware benutzt. Gleichzeitig wird jedoch in der öffentlichen Meinung davon ausgegangen, dass sie generell negative Auswirkungen auf das Sozialverhalten von Spielern haben und bei Einzelnen sogar kriminelle Handlungen befördern können. Dieses sehr pauschalisierende Bild mag zumindest teilweise dafür verantwortlich sein, dass sich die Informatik dem Phänomen Computerspiel nur sehr zögerlich annimmt. Wissenschaftliche Ernsthaftigkeit und Spiel scheinen schwer vereinbar, so dass man sich vielfach auf sehr abstrakte, mathematisch klar formalisierbare Ansätze wie die der *Spieltheorie* beschränkt.

In jüngerer Zeit werden Produktion und Verkauf von Computerspielen jedoch immer mehr als Wirtschaftsfaktor von großer Bedeutung wahrgenommen. Viele maßgebende IT- und Medienkonzerne wie z.B. Microsoft und Disney sind in diesem sehr schnell wachsenden Marktsegment tätig. Doch auch kleinere (deutsche) Unternehmen mit innovativen Ansätzen können sich zunehmend etablieren, etwa mit Titeln wie „Siedler“ oder „Farcry“.

Da viele Computerspiele seit der Einführung von Grafikkarten für Personal Computer am Rande des technisch Machbaren operieren, gibt es hier unbestreitbar starke Wechselwirkungen zwischen Spielesoftware, Hardwareproduktion und den Grafischen Systemen als Teilgebiet der Informatik. Computerspiele haben dieses Teilgebiet stark beeinflusst und zu seiner Entwicklung wesentlich beigetragen.

Auf den Gebieten der Künstlichen Intelligenz (KI) und Computational Intelligence (CI) (2) sieht dies jedoch ganz anders aus. Hier ist die Informatik wesentlich weiter als die in Spielen eingesetzten Techniken, der Begriff CI ist im Kontext der Spielesoftware nahezu unbekannt. Die Produktion unterhaltsamer Computerspiele stellt die Entwickler vor eine

kreative und technisch anspruchsvolle Herausforderung. Ein aktuelles Problem besteht darin, den Charakteren, die vom Computer gesteuert werden, „Leben einzuhauchen“ und wie menschliche Spieler agieren zu lassen. Des Weiteren haben die vielfach eingesetzten, relativ statischen Verfahren zur Steuerung von „Computergegnern“ gerade in Strategiespielen häufig Schwierigkeiten, für erfahrene menschliche Spieler adäquate Kontrahenten zu realisieren. In vielen Fällen muss man sich damit behelfen, den Computergegnern zusätzliche, verdeckte Spielressourcen zuzuführen, oder ihnen Informationen zur Verfügung zu stellen, die für die menschlichen Spieler unerreichbar sind.

Die Entwicklung guter Spielstrategien birgt also ein bisher wenig genutztes, aber nicht zu unterschätzendes Potential. Dies ist umso verwunderlicher, als die Leistungsfähigkeit heutiger Rechnergenerationen den Einsatz relativ aufwändiger Algorithmen durchaus ermöglicht.

### **Computational Intelligence in Spielen**

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.

Der Einsatz von Methoden der CI in Computerspielen ist in verschiedenen Bereichen denkbar. Vielleicht der interessanteste Bereich ist der der Spielstrategien, insbesondere die Entwicklung von Strategien, die verschiedenen Spielern interessante Spiele (nachhaltigen Spielspaß) ermöglichen. Dies bedeutet auch, dass die Strategien des Rechners weder zu leicht und damit schnell zu langweilig sein dürfen, noch sollten sie zu stark für den (menschlichen) Gegenspieler sein, der bei all zu deutlichen Niederlagen ebenso schnell den Spaß an einem Spiel verlieren kann.

In dieser Projektgruppe sollen Spielstrategien mit Hilfe von Methoden der Computational Intelligence entwickelt werden. Bisher wird das Verhalten von Computer-Spielern zumeist deterministisch durch eine Programmierung oder ein statisches Regelsystem vorgegeben. Mit Hilfe von CI-Methoden sollen Spielstrategien ihr Verhalten durch Spielen „erlernen“ und es soll insbesondere nicht deterministisch, sondern von Zufallsentscheidungen beeinflusst sein, damit ihr Handeln schwierig zu durchschauen ist.

Computerspiele lassen sich in vier Kategorien unterteilen (3):

- Spiele mit vollständiger Information
- Spiele mit unvollständiger Information
- Video-Spiele
- „Real-World“-Spiele

Bei *Spiele mit vollständiger Information* kennt jeder Spieler die Verhaltensmöglichkeiten aller Spieler. Beispiele hierfür sind Brettspiele wie Schach, Dame oder Go. Vor jedem Zug kann sich ein Spieler überlegen, welche Reaktionsmöglichkeiten der Gegner hat und könnte daher alle möglichen Spielverläufe im voraus durchdenken. Die Schwierigkeit besteht darin, dass es sehr viele Zugmöglichkeiten gibt und ein Mensch das Spiel daher nur beschränkt vorausplanen kann. Der Erfolg von Computer-Spielern (wie z.B. dem Schachprogramm Deep Blue) basiert darauf, dass man ihnen eine riesige Datenbank von Spielsituationen und Verhaltensregeln und große Rechenkapazität zur Verfügung stellt, sodass sie den besten Zug auswählen können. Die vorhandenen Computer-Spieler sind bereits so hoch entwickelt, dass die Entwicklung konkurrenzfähiger CI-Strategien hier nicht aussichtsreich erscheint.

Zu den *Spiele mit unvollständiger Information* gehören typischerweise Karten- und Würfelspiele. Einige Informationen wie z.B. die Karten des Gegners sind dem Spieler nicht bekannt und auch seine eigenen Züge kann er nicht vollständig planen, weil sie von Zufallsentscheidungen wie dem Ziehen einer verdeckten Karte oder einer Würfelzahl abhängen. Wegen der noch größeren Anzahl der Möglichkeiten als bei Spielen mit vollständiger Information gibt es keine erfolgreichen Computer-Spieler, die auf der vollständigen Vorhersage des Spielverlaufs basieren. CI-Methoden könnten hier vielversprechend sein. Einige Strategien wurden beispielsweise für eine vereinfachte Variante von Poker entwickelt (1). Diese Kategorie von Spielen stellt einen interessanten Testfall dar, da mehrere Agenten interagieren und erfolgreiches Verhalten auf Risikoabschätzung und Täuschung basieren, wie es auch im realen Leben der Fall sein kann.

Die Einteilung in Spiele mit vollständiger/unvollständiger Information bezieht sich vorrangig auf Personen-zentrierte Spiele. In *Video-Spielen* gibt es keine derartige Beschränkung, und die Aufgabe kann beispielsweise in der Steuerung einer Fußballmannschaft, eines Raumschiffs oder dem Aufbau einer Stadt bestehen. Der Computer steuert Computer-Spieler, die die gleiche Rolle wie der menschliche Spieler haben. In diesen komplexen virtuellen Welten treten außerdem Nicht-Spieler-Charaktere (NSC) auf, also Nebendarsteller, die sich ebenfalls menschlich verhalten sollen. Ist das beschränkte Handlungspotential eines Computer-Spielers erst mal erforscht, so kann er oftmals durch ein bestimmtes Verhalten ausgetrickst werden und das Spiel gegen ihn wird langweilig. Schwierige Computer-Spieler haben meist auch nur wenige Handlungsmöglichkeiten zur Verfügung und werden erst durch „Mogeln“ gefährlich. Sie gewinnen bei bestimmten Kämpfen immer, sind schneller oder haben mehr Ressourcen als ein menschlicher Spieler. CI-Methoden sollen Computer-Spieler durch das Erlernen von Strategien interessanter machen. Ihr Verhalten soll nicht mehr leicht vorhersehbar sein und sie sollen sich auf die Spielweise des Gegners einstellen können. Ziel dabei ist es nicht, einen besonders schwierigen Gegner zu erzeugen, der alle menschlichen Spieler besiegt, sondern einen NSC, gegen den das Spiel Spaß macht, weil es herausfordernd ist.

„Real-World“-Spiele finden in der realen, materiellen Welt statt und sind geprägt durch die Steuerung von Maschinen. Bekannte Testspiele sind beispielsweise Fußball spielende Roboter oder Computer-Spieler, die Autos in einem Rennen steuern. Diese Spiele werden in der Projektgruppe nicht betrachtet, weil der Fokus auf der Entwicklung der Strategien liegen soll und die computergesteuerte Bewegung realer Objekte ein komplexes, eigenständiges Forschungsgebiet ist.

Spiele dienen nicht nur der Unterhaltung, sondern auch als Modell für die Realität. Abstrakt können Spieler als interagierende Agenten beschrieben werden. Werden erfolgreiche Einsatzmöglichkeiten von CI-Methoden in Spielen gezeigt, so ist eine Übertragung in reale Situationen von interagierenden Agenten möglich, die beispielsweise ein soziologisches Modell realisieren oder eine Börsensimulation darstellen.

### **Ziele und beabsichtigte Lerneffekte der Projektgruppe**

Aus wissenschaftlicher Sicht soll die PG eine Machbarkeitsstudie zur Verwendung von CI-Techniken für Spielstrategien in Videospielen erarbeiten, und zwar insbesondere im Hinblick auf die Skalierungsfähigkeit dieser Techniken. Können im einfachen Fall erfolgreiche Verfahren auch auf den komplexeren angewendet werden? Und wie ist dabei vorzugehen?

Da die Zahl der vorliegenden wissenschaftlichen Studien zu CI-Techniken gerade für die hier betrachteten Videospiele eher gering ist, soll ein sehr experimentell geprägter Ansatz verfolgt werden. Es ist kaum abzuschätzen, welche Algorithmen wie erfolgreich sein werden, sodass die schnelle Bewertung und möglicherweise Korrektur von Ansätzen von großer Bedeutung für die Vorgehensweise der PG sein sollte. Dabei wird bewusst eine Situation nachempfunden, wie sie in einem jungen Startup, das mit der Realisierung

von KI-Steuerungen befasst ist, vorzufinden sein könnte. Neben didaktischen Lerneffekten (dynamische Entscheidungsstrukturen, Teamarbeit) werden auch Methoden der Integration / des Interfacing von Komponenten mit verschiedenen Softwaresystemen von Drittanbietern (vorrangig OpenSource) eingeübt.

## 6. Teilnahmevoraussetzungen:

### Notwendige

- Vorlesung zu Computational Intelligence oder einem Teilgebiet, Mensch-Maschine-Interaktion, Graphische Systeme oder Softwaretechnologie
- Beherrschung des Betriebssystems UNIX und einer objektorientierten Programmiersprache (z.B. C++, Java)
- Deutsch- und Englischkenntnisse in Wort und Schrift

### Wünschenswerte

- Spieltheorie
- Softwaretechnologie, -entwicklung
- Statistik, Wahrscheinlichkeitstheorie
- UML (Tools wie „Together“)
- Zur Erstellung der Dokumentation:  $\text{\LaTeX}$ - und HTML- Kenntnisse

## 7. Minimalziel:

CI-basierte Komponenten zur Steuerung von Nichtspieler-Charakteren (NSC) / Computergegnern sollen in mindestens 2 Computerspielen unterschiedlicher Komplexität eingebaut und auf ihre Eignung untersucht werden. Das einfachere Spiel soll in etwa dem bekannten „PacMan“ entsprechen. Bei PacMan sollen sowohl für den eigentlichen Spieler als auch für die Computergegner Strategien zur Bewegung entwickelt werden. Für mindestens eins der betrachteten Spiele müssen unterschiedliche Steueralgorithmen bzw. -paradigmen zur Anwendung kommen (z.B. evolutionäre Algorithmen (EA), learning classifier systems (LCS), oder neuronale Netze (NN)).

## 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) Andries P. Engelbrecht. *Computational Intelligence*. John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex, England, 2002.
- (3) S. M. Lucas and G. Kendall. Evolutionary computation and games. *IEEE Computational Intelligence Magazine*, pages 10–18, 2006.
- (4) Jung von Matt AG, Electronics Arts GmbH, and GEE Magazin (Redaktionswerft GmbH). *Spielplatz Deutschland*. Jung von Matt AG, Hamburg, 2006.

## 9. 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.