

# KI-nder der Zukunft

## Ein kurzer Über- und Ausblick auf die Entwicklung von künstlicher Intelligenz in Computerspielen

Eike F Anderson

The National Centre For Computer Animation  
Bournemouth University, Talbot Campus  
Fern Barrow, Poole, Dorset BH12 5BB, UK

Es ist gerade einmal zehn Jahre her, daß die ersten Computerspiele mit dreidimensionaler Echtzeitgrafik den Markt eroberten. Mitte der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts wurden die ersten Beschleunigerkarten für Computergrafik für den Massenmarkt hergestellt. Nun, im neuen Jahrtausend, befinden wir uns am Ende der grafischen Revolution. Echtzeit Computergrafik wird zwar immer noch weiterentwickelt, aber die Zeit der großen Sprünge, die die „State of the Art“ der Grafik in der Spieleindustrie beständig vorangetrieben hat, ist zumindest vorerst vorbei. Es sind aber neue Trends in der Spieleindustrie absehbar. Mit großer Wahrscheinlichkeit wird die künstliche Intelligenz (KI) von computergesteuerten Charakteren in Computerspielen im Laufe des nächsten Jahrzehnts einen ähnlichen Rang einnehmen wie ihn die Qualität der Computergrafik heutzutage einnimmt.

### Intelligenz und künstliche Intelligenz

Und dieses geschieht zu Recht. Die Wissenschaft der KI ist seit 1958 anerkannt und damit eine der ältesten der Informationstechnologien – geprägt wurde der Begriff KI (*engl. AI für Artificial Intelligence*) 1956, als der Wissenschaftler John McCarthy zu einem Workshop zum Studium von „Artificial Intelligence“ im Rahmen der Dartmouth Conference aufrief. KI beschäftigt sich mit Intelligenz – und dies ist ein Wissensgebiet, das die Menschheit seit Jahrtausenden zu verstehen versucht. Im Altertum stellte sich sogar die Frage, ob Intelligenz ein Problem der Philosophie oder der Wissenschaft sei [1]. Im Rahmen der Diskussion über die Funktion des Verstandes suchte der griechische Philosoph Aristoteles nach den Regeln des „richtigen Denkens“. Seine philosophischen Ausarbeitungen begründeten die Aussagenlogik, die erst Mitte des 19. Jahrhunderts

als boolesche Algebra – die symbolische Logik des Mathematikers Boole – den Sprung von der Philosophie zur Wissenschaft machte. Nach der Definition im Wörterbuch (*Duden*) ist Intelligenz „Erkenntnisvermögen; Urteils-, Denkfähigkeit, geistige Auffassungsgabe“. KI dagegen beschäftigt sich nicht ausschließlich mit der Nachbildung von menschlicher Intelligenz mit Computerprogrammen. KI ist nicht auf biologisch korrekte oder mögliche Funktionen beschränkt. Eine bessere Definition (*nicht auf die Methode bezogen, sondern problembezogen*) wäre deshalb „die Fähigkeit, Probleme zu lösen, für deren Lösung ein Mensch Intelligenz benötigen würde“.

KI, wie sie in Computerspielen eingesetzt wird, ist normalerweise keine KI im akademischen Sinn. Hier ist es das Ziel, eine Illusion von Intelligenz zu vermitteln, keine wirkliche Intelligenz zu erzeugen. Intelligenz ist unsichtbar und nicht greifbar, Verhalten jedoch kann man sehen. Aus diesem Grund ist Verhalten auch der Maßstab, an dem die Intelligenz eines NPCs (*Non-Player Character*) gemessen wird. NPCs müssen nicht realistisch sein und menschlich handeln. Eine zu gute KI kann ein Spiel sogar unspielbar machen, das Ziel der KI ist es aber, das Spiel interessant und anspruchsvoll zu machen und gleichzeitig dem Spieler das Gewinnen zu erlauben.

### Es gibt einen Unterschied zwischen „State of the Industry“ und „State of the Art“

Die Spieleindustrie setzt meistens auf altbewährte Technologien, bei denen Resultate vorhersehbar sind, wogegen neuere Methoden, die ein erhöhtes finanzielles Risiko bedeuten, sich nur langsam durchsetzen [1]. Oft wird dafür auch das Argument gebracht, daß man keine komplizierten Lösungen benötigt, wenn es auch einfachere gibt. Eine einfache KI zu erstellen ist nicht schwer, da der menschliche Verstand leicht getäuscht werden

kann, eine komplexe (*gute*) KI dagegen ist normalerweise unsichtbar und wird selten als KI erkannt. Da KI jedoch häufig zu Marketingzwecken benutzt wird, wird oft versucht, die Unsichtbarkeit von KI zu vermeiden. Von den einfachen KI Methoden in Spielen, die vorhersehbare Resultate haben, sind regelbasierte Techniken wie Expertensysteme, die auf „Endlichen Automaten“ (*Finite State Machines – FSMs*) aufbauen, die meistbenutzten. Sie sind leicht implementierbar, robust und zuverlässig, und obwohl sie sehr flexibel sind, werden sie meistens zur Entscheidungsfindung eingesetzt.

Maschinenintelligenz (*auch Machine Learning*) ist ein Bereich der KI, der in der Spieleindustrie wesentlich seltener eingesetzt wird, da Ergebnisse nur schwer kontrollierbar sind. Hier gilt die Anpassungsfähigkeit eines NPCs als Intelligenzkriterium und „die Fähigkeit eines Systems, sich durch Lernen an seine Umgebung anzupassen“ als Intelligenzdefinition. Die hierbei zumeist eingesetzte Technologie – Neuronale Netze (*Neural Networks*) – ist ausgereift, gut dokumentiert und meistens robust, wird aber oft gemieden, da mit ihr ein erhöhter Arbeitsaufwand verbunden ist. Um ähnlich vorhersagbare Ergebnisse zu erzielen, wie sie von regelbasierten Methoden gewohnt sind, müssen NPCs erst aufwendig für ihr gewünschtes Verhalten „geschult“ werden. Um Probleme im Spiel zu vermeiden, wird die KI „in-house“ durch die Designer trainiert, die Funktionen zum Lernen im Spiel selbst aber deaktiviert. Durch die Erfolge einiger weniger risikobereiter Spieleentwickler gewinnen diese komplexeren KI Systeme jedoch langsam Interesse bei der Industrie.

Zu den neueren KI Systemen in Computerspielen zählen auch „Artificial Life“ (*Künstliches Leben*) Systeme. Obwohl relativ neu in Spielen, werden diese Methoden in der Computeranimation seit beinahe 20 Jahren verwendet. In der Spieleindustrie finden sie vor allem in Strategiespielen Verwendung, so werden z.B. „Flocking Verfahren“ (*Boids*) [6] – in der Filmindustrie oftmals eingesetzt für die Simulation von größeren Menschenmengen oder Tierherden – für Squad-Bewegungen verwendet.

### **Die Zukunft ist „Extendable“**

Obwohl diese Techniken in voraussehbarer Zukunft auch weiterhin die Spieleindustrie

dominieren werden, liegt die Zukunft mit großer Wahrscheinlichkeit bei den erweiterbaren KI Methoden. Viele moderne Computerspiele erlauben die Modifikation der Spiele durch die Spieler selbst, und besonders im KI Bereich lassen viele Spiele Modifikationen zu. Diese Modifikationen können auf unterschiedliche Art bewerkstelligt werden. Viele aktuelle Spiele beinhalten Skriptsysteme, die die Modifikation der KI durch Skriptprogramme erlauben. Eine Vielzahl dieser Skriptsysteme baut auf angepassten generischen Skriptsprachen wie Lua [3] auf. Andere Spiele haben eigens entwickelte Skriptsprachen (*UnrealScript, QuakeC*), und wiederum andere Spiele benutzen 3rd-Party Middleware KI Systeme mit speziellen KI Skriptsprachen, wie z.B. ZBL/0 [7]. Gerade bei der Entwicklung von neuer und besserer KI Middleware hat sich in den letzten Jahren einiges getan. Videospiele sind die sichtbarste Anwendung von KI, und Akademiker haben Computerspiele KI als Forschungsgebiet entdeckt [5]. Spiele sind eine ideale Plattform für die KI Forschung, da sich virtuelle Spielwelten als komplexe, aber billige Testumgebungen anbieten. Ein Nebeneffekt ist die Verbreitung von traditionellen KI Methoden, die durch die Arbeit der Akademiker den Weg in die Computerspiele KI gefunden haben. Das „IGDA AI Standards Committee“, in dem viele Akademiker vertreten sind, arbeitet an KI Standards für Computerspiele [4], die hoffentlich in der nächsten Middleware-Generation benutzt werden.

Die Weiterentwicklung dieser Software-Lösungen wird in absehbarer Zeit generische KI SDKs (*Source Development Kits*) nach den IGDA AI Interface Standards sowie leistungsstarke Skriptsysteme zur Definition von NPC Verhalten hervorbringen. Die wichtigsten KI Skriptsysteme werden dabei Verhaltens-Beschreibungssprachen (*Behaviour Definition Languages*) verwenden.

Eine weitere Möglichkeit der Weiterentwicklung von KI in Computerspielen ist die Einführung von KI Beschleunigerkarten [2], die entweder als Coprozessor - ähnlich wie GPUs in der 3D Computergrafik - oder als generischer „Multi-Purpose“ programmierbarer Chip eine Hardware-Lösung bereitstellen können. Erste Resultate in dieser Richtung existieren bereits, haben die Marktreife jedoch noch nicht erreicht. Momentan ist es jedoch eher unwahrscheinlich,

dass die Hardware-Lösung sich in näherer Zukunft durchsetzen wird. Der mögliche Markt ist noch zu klein und die damit verbundenen Kosten sind noch zu hoch. Es ist aber durchaus denkbar, dass Fortschritte in der Technologie und ein damit verbundener Preisrückgang den Weg zu einem Massenmarkt für KI Hardware ebnen kann, ähnlich wie es über das letzte Jahrzehnt hinweg auch mit 3D Beschleunigerkarten geschehen ist.

### **Referenzen:**

1. Anderson, E.F. (2003). *Playing Smart – Artificial Intelligence in Computer Games*. Proceedings of the zfxCON03 Conference on Game Development, ZFX - 3D Entertainment
2. Funge, J.D. (1999). *AI for Games and Animation: A Cognitive Modeling Approach*. A K Peters
3. Ierusalemshy, R., de Figueiredo, L. H. and Celes, W. (1996). *Lua—an Extensible Extension Language*. Software : Practice & Experience, Vol. 26(1996): nr 6
4. Nareyek, A., Knafla, B., Fu, D., Long, D., Reed, C., El Rhalibi, A. and Stephens, N.S. (2003). *The 2003 Report of the IGDA's Artificial Intelligence Interface Standards Committee*. IGDA
5. Nareyek, A. (2004), *AI in Computer Games*. ACM Queue, February 2004
6. Reynolds, C. (1987). *Flocks, Herds and Schools: A Distributed Behavioral Model*. Computer Graphics Vol. 21(1987): nr 4
7. Zerbst, S., Düvel, O. and Anderson, E. (2003). *3D-Spieleprogrammierung*. Markt + Technik