



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Seminararbeit

Thomas Preisler

Virtuelle Agenten in der realen Welt
KI für pervasive Spiele

Thomas Preisler
Virtuelle Agenten in der realen Welt
KI für pervasive Spiele

Seminararbeit eingereicht im Rahmen der Ringvorlesung
im Studiengang Master of Science Informatik
am Department Informatik
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Prüfer : Prof. Dr. rer. nat. Kai von Luck

Abgegeben am 25. Februar 2009

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
1. Einleitung	5
1.1. Grundlagen und Begriffe	5
1.2. Motivation	6
1.3. Zielsetzung	6
2. Vision	8
2.1. Abstrakt	8
2.2. Konkret	9
3. Vorgehen	11
3.1. Aufgaben	11
3.1.1. Erweiterung der Welt um virtuellen Inhalt	11
3.1.2. Navigation der Agenten	11
3.1.3. Programmierung der Agenten	12
3.1.4. Augmented Reality – Darstellung der Agenten	13
3.1.5. Architektur	13
3.2. Technologien	13
3.2.1. BDI-Agenten/Jadex	14
3.2.2. Android	14
3.2.3. Landkarten	15
4. Risiken	17
5. Fazit und Ausblick	18
5.1. Fazit	18
5.2. Ausblick	18
A. Abbildungen	19
Literaturverzeichnis	22

Abbildungsverzeichnis

2.1. Augmented Reality mit Computergegner (Entwurf)	10
A.1. Architektur	19
A.2. GoogleMaps HAW Hamburg	20
A.3. OpenStreetMaps HAW Hamburg	21

1. Einleitung

Die folgende Ausarbeitung thematisiert die Vision für eine Masterthesis im Bereich der Integration von virtuellen Agenten in die reale Welt. Genauer gesagt geht es um eine erste Vision für künstliche Intelligenz im Bereich der pervasiven Spiele. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Beschreibung der eigentlichen Vision, der zu lösenden Aufgaben und der Herausarbeitung möglicher Risiken. Konkrete Ansätze und themenverwandte Arbeiten werden in der Ausarbeitung zum Fach *Anwendungen 2* (Preisler, 2008) thematisiert.

In diesem Abschnitt der Arbeit werden zunächst, kurz grundlegende Begriffe erläutert, bevor ein kurzer Überblick über die Motivation und die Zielsetzung der Arbeit gegeben wird.

1.1. Grundlagen und Begriffe

Pervasive Gaming bedeutet wörtlich übersetzt soviel wie „*durchdringendes Spielen*“. Pervasive Gaming bezeichnet Spielformen in denen Informations- und Kommunikationstechnologien verwendet werden um herkömmliche Spiele in der (physisch) realen Welt aufzuwerten und virtuelle, erweiterte Spielewelten zu erschaffen. Die IT wirkt dabei in den meisten Fällen nur unterstützend, im Gegensatz zu klassischen Videospiele, die in einer rein IT-gesteuerten Welt gespielt werden. (Montola, 2005).

„Pervasive Games sind ein neues Spielformat, das die reale Umgebung mit virtuellen Elementen verbindet und dabei andere Aktivitäten zeitlich, räumlich und sozial durchdringt.“ Prinz (2006)

Augmented Reality (erweiterte Realität) bedeutet die computerunterstützte Erweiterung der Realitätswahrnehmung. Ein häufiges Beispiel ist die Erweiterung/Anreicherung eines Videostreams um visuelle Informationen.

Software Agenten oder auch Agenten bezeichnen im Allgemeinen Computerprogramme, die zu einem eigenständigen/autonomen Handeln in der Lage sind. Agenten sind damit dem Feld der künstlichen Intelligenz zugeordnet. (Wooldridge, 2006) Unterschieden wird dabei zwischen verschiedenen Arten von Agenten, von denen einige in folgenden Kapiteln genauer betrachtet werden.

1.2. Motivation

Die Motivation für diese Arbeit ergibt sich aus dem Master-Projekt *Pervasive Gaming Framework* bei Prof. Dr. Olaf Zukunft. In dem Projekt ging es um die Entwicklung eines Frameworks für pervasive Spiele und die Entwicklung zweier Anwendungen, die auf diesem Framework aufsetzen. Zusammen mit Dennis Dedaj und Sascha Kluth war ich an der Entwicklung des pervasiven Rollenspiels *The World Within* beteiligt, unser Ziel war es die pervasiven Möglichkeiten eines Rollenspiels für ein mobiles Gerät zu identifizieren bzw. zu realisieren.

Da pervasive Spiele bisher nicht weit verbreitet sind, oftmals Eventcharakter haben oder Teil eines Events sind, ist es im allgemeinen schwierig, ohne vorherige Verabredung Mitspieler zu finden. Dieses Problem haben wir bereits im Projekt identifiziert und sind zu der Entscheidung gekommen, dass *The World Within* auch alleine spielbar sein soll. (Unser Fokus lag aber auf der direkten Interaktion zwischen den Mitspielern.) Daher hatten wir uns überlegt an bestimmten, festen Koordinaten (GPS¹) in der Spielwelt Computergegner zu positionieren. Spieler könnten zu diesen Positionen gehen und dort gegen die Computergegner kämpfen.

Mein Ansatz ist es nun die reale Welt (Spielwelt) mit frei beweglichen Computergegnern zu bevölkern, mit denen die menschlichen Spieler interagieren können.

1.3. Zielsetzung

Das Ziel meiner Masterthesis soll es sein, künstliche Intelligenz für pervasive Spiele zu realisieren. Dabei werde ich einen agentenorientierten Ansatz wählen. Die Agenten sollen dazu in die reale Welt abgebildet werden, indem ihnen eine GPS-Position zugeteilt wird, die ihrer virtuellen Position in der realen Welt entspricht. Mit Hilfe von digitalen Landkarten wie GoogleMaps oder OpenStreetMaps werden gültige Bewegungen für die Agenten berechnet. Zusätzlich bekommen die Agenten Informationen über ihre Umwelt (z. B. Position andere Agenten oder der menschlichen Spieler), um Entscheidungen treffen zu können wohin sie sich bewegen wollen. Entwickelt werden soll ein Framework, welches sich um die Navigation der virtuellen Agenten in der realen Welt kümmert und den Agenten Informationen über die reale Welt liefert. Das eigentliche Verhalten der Agenten, wird dann von der jeweiligen Anwendungen implementiert. Um die Verwendung des Frameworks zu verdeutlichen, sollen Computergegner für das im Projekt entwickelte Rollenspiel *The World Within* realisiert werden. Das Ziel ist es, dass diese Computergegner sich wie menschliche Spieler in der

¹Global Positioning System, weltweites, satellitengestütztes Navigationssystem. Kann zur Navigation und Positionsbestimmung verwendet werden.

1. Einleitung

realen Welt bewegen und mit den menschlichen Spieler und anderen Computergegnern interagieren können.

Die menschlichen Spieler sollen mit Hilfe von Augmented Reality die Computergegner über die Videokamera in ihrem mobilen Gerät, abhängig von ihrer Position und Blickrichtung, sehen können.

2. Vision

In diesem Kapitel soll die, bereits Eingangs in der Einleitung erwähnte, Vision zur Masterthesis aufgegriffen und vertieft werden. Im Folgenden erfolgt zunächst eine abstrakte Sicht auf die Vision, die dann im zweiten Abschnitt konkretisiert und veranschaulicht wird.

2.1. Abstrakt

Allgemein betrachtet thematisiert die Masterthesis die Anreicherung der realen Welt um virtuellen Inhalt, mit dem Ziel eine erweiterte Spielwelt für pervasive Spiele zu erschaffen (siehe Definition *Pervasive Gaming* in der Einleitung). Das Ziel dieser Anreicherung ist es die erschaffende Spielwelt lebendiger erscheinen zu lassen und eine möglichst nahtlose Integration in die reale Welt zu erreichen. In meinem Fall ist es die künstliche Intelligenz der Computergegner für pervasive Spiele, um die ich die reale Welt anreichern möchte.

Die künstliche Intelligenz soll in der Lage sein sich, ähnlich wie menschliche Spieler, in der realen Welt zu bewegen und miteinander bzw. mit den menschlichen Spielern zu interagieren. Die KI soll dabei eigenen, vorher definierten Zielen folgen, die steuern wie sich ein Agent in der Welt bewegt bzw. wie seine Interaktion mit den anderen Entitäten in der Welt (andere KI und menschliche Spieler) aussieht. Die Entscheidungsfindung soll also abhängig vom realen und virtuellen Inhalten der Spielwelt und der Konditionierung der Agenten sein. Angedacht ist eine Implementierung der KI als autonome Software Agenten. Welche Technologien bzw. Paradigmen dabei verwendet werden, wird im Rahmen der eigentlichen Arbeit evaluiert.

Damit die Agenten sich in der realen Welt bewegen können, müssen sie zunächst über eine Repräsentation der Welt verfügen. Diese Informationen sollen von digitalen Landkarten wie GoogleMaps oder OpenStreetMaps, die im Folgenden noch thematisiert werden, stammen. Die Agenten werden über eine GPS-Position verfügen, die ihre virtuelle Position in der realen Welt wiedergibt. Außerdem sollen die Agenten Informationen über die Spielwelt erhalten. Angedacht ist dabei ein definierter, individueller Sichtbereich für jeden Agenten. Der Agent hat Wissen über andere Agenten und menschliche Spieler in seinem Sichtbereich. Anhand dieser Informationen soll der Agent sich nun in der realen Welt bewegen

können. Dabei soll er nur solche Bewegungen durchführen können, die gültig sind. Eine ungültige Bewegung wäre es, wenn der Agent sich durch ein Gebäude bewegen würde. Die Agenten sollen also dem Verlauf von Straßen und Wegen folgen. Die Informationen über Straßen und Wege sollen von den digitalen Landkarten stammen. Denkbar wären aber auch Agenten die fliegen könnten, für solche Agenten würden die Wegbeschränkungen dann nicht gelten. Außerdem sollen die Agenten bei der Wegfindung auf das Wissen aus ihrem Sichtbereich zurück greifen, um sich z. B. gezielt auf andere Entitäten (Menschen, Agenten) zuzubewegen oder sich von diesen weg zubewegen.

Zur Navigation in der Spielwelt sollen Pathfinding–Algorithmen, wie der A*–Algorithmus verwendet werden.

Der virtuelle Inhalt, sprich die Agenten sollen dem menschlichen Spielern auf dem mobilen Endgeräten angezeigt werden. Dazu muss das Endgerät über eine Videokamera verfügen. Abhängig von der Position und der Blickrichtung (Kompass) des Spielers soll dann der Videostream von der Kamera um die Darstellung der Agenten erweitert werden (Augmented Reality).

Zusätzlich soll es möglich sein, die reale Welt um unbeweglichen Inhalt zu erweitern, mit dem die menschlichen Spieler aber auch die Agenten interagieren können. Ein Beispiel für solchen Inhalt wäre eine Schatztruhe für das im nächsten Abschnitt thematisierte pervasive Rollenspiel *The World Within*.

Das Ziel der Masterthesis ist es ein Framework zu entwickeln, welches die oben genannten Anforderungen erfüllt. Das Framework kümmert sich dabei um die Navigation der künstlichen Intelligenz in der realen Welt und stellt dieser Informationen über die Spielwelt bereit.

2.2. Konkret

Neben dem abstrakteren Block des Frameworks, welches für beliebige, pervasive Spiele verwendet werden kann, soll die Verwendung des Frameworks an einer konkreten Anwendung demonstriert werden. Dazu wird das im Masterprojekt bei Prof. Dr. Olaf Zukunft entwickelte pervasive Rollenspiel *The World Within* aufgegriffen.

Die Computergegner in dem Spiel sollen sich wie menschliche Spieler in der realen Welt bewegen können und untereinander bzw. mit dem menschlichen Spieler, abhängig von der Positionierung, interagieren können. Die Computergegner sollen dabei individuelle Ziele abhängig von der Positionierung, der Umwelt und der eigenen Konditionierung verfolgen,

2. Vision

z.B. „Greife an“, „Fliehe“, „Verfolge“. Ein verwundeter Computergegner würde eher vor einem menschlichen Spieler fliehen, während ein ausgeruhter Gegner den menschlichen Spieler angreifen würde.



Abbildung 2.1.: Augmented Reality mit Computergegner (Entwurf)

Abbildung 2.1¹ zeigt wie die Vision in diesem konkreten Anwendungsfall aussehen könnte. Wie bereits erwähnt, wird über eine Videokamera im mobilen Endgerät der Videostream um die Darstellung der Computergegner erweitert – die Videokamera erlaubt so einen Blick in die virtuelle Spielwelt, welche die reale Welt um Inhalt erweitert.

¹Bilder von <http://www.enkin.net> und <http://www.wizards.com/>

3. Vorgehen

In diesem Kapitel wird das Vorgehen beschrieben, um die im vorherigen Kapitel erwähnte Vision zu verwirklichen. Dabei wird zunächst skizziert welche Aufgaben es zu bewältigen gilt, bevor im zweiten Teil einige Technologien vorgestellt werden, die für die Problemlösung geeignet erscheinen.

3.1. Aufgaben

Um die beschriebene Vision verwirklichen zu können gilt es einige Aufgaben zu bewältigen. Diese werden im Folgenden beschrieben und teilweise werden erste Lösungsansätze skizziert.

3.1.1. Erweiterung der Welt um virtuellen Inhalt

Eine der ersten Aufgaben die es zu bewältigen gilt, ist das Platzieren von unbeweglichen, virtuellen Inhalt in der Spielwelt, wie z. B. die bereits erwähnte *Schatztruhe*. Hier stelle ich mir eine Webanwendung vor, die den Ausschnitt einer digitalen Landkarte zeigt und es dem Anwender erlaubt, an einer beliebigen Position beliebigen Inhalt zu platzieren. Diese Aufgabe liegt allerdings nicht im Fokus der Arbeit und scheint eher einfach umsetzbar zu sein.

3.1.2. Navigation der Agenten

Einer der Hauptaspekte der Arbeit wird die Navigation der Agenten in der realen Welt sein. Dieser Teilbereich schließt auch die Anbindung an eine digitale Landkarte mit ein. Zunächst müssen die Agenten sich ein Bild von ihrer Umwelt machen können. Ein Ansatz in Multiagentensystemen ist es die Umwelt durch einen Umwelt-Agenten zu kapseln. Dieser Agent ist eine Art Abstraktionsschicht zwischen der eigentlichen Umwelt (in meinem Fall die reale Welt repräsentiert durch eine digitale Landkarte) und den anderen Agenten. Die anderen Agenten kommunizieren mit dem Umweltagenten, wenn sie Informationen über die Umwelt

benötigen.

Die Agenten sollen nun eine Startposition bekommen und verfügen über den, bereits in Kapitel 2 erwähnten Sichtbereich. Anhand dieser (und weiterer) Informationen können die Agenten nun entscheiden, wie sie sich in der Welt bewegen wollen. Die Bewegungen der Agenten sollen dabei bestimmten Mustern folgen, so sollen sich einige Agenten nur über Land bewegen können, andere nur über Wasser und wieder andere sollen in der Lage sein fliegen zu können. Natürlich sind auch beliebige Kombinationen dieser Muster denkbar. Bei Agenten die sich nur über Land und/oder Wasser bewegen können, müssen gültige Bewegungen identifiziert werden. Gültige Bewegungen sind dabei solche die vorhandenen (Wasser-)Straßen und Wegen folgen. Dadurch soll verhindert werden, dass die Agenten sich z. B. durch Gebäude bewegen. Das Bewegungsverhalten der virtuellen Agenten soll so real wie möglich in die Welt abgebildet werden. Wobei die Informationen über Straßen und Wege von den verwendeten digitalen Landkarten bereitgestellt werden müssen.

Mit den Informationen über die Umwelt und die gültigen Wege gilt es nun mit Pathfinding-Algorithmus, wie dem bekannten A*-Algorithmus, die Agenten durch die Welt zu bewegen.

3.1.3. Programmierung der Agenten

Ein weiterer Hauptaspekt der Arbeit wird die eigentliche Programmierung der Agenten sein. Neben der Navigation in der realen Welt und der Verarbeitung und Bereitstellung der Karteninformationen, gilt es auch das eigentliche Verhalten der Agenten, sowie die Kommunikation der Agenten untereinander zu entwickeln.

Neben den technischen Aspekten gilt es an dieser Stelle auch einige Design-Entscheidungen zu treffen, wie sich die Agenten verhalten sollen. Ein interessanter Aspekt dabei ist die Kommunikation der Agenten untereinander. Neben technischen Fragen in der Richtung wie: „*Wie können die Agenten miteinander kommunizieren?*“ muss auch geklärt werden, wann die Agenten miteinander in Kommunikation treten dürfen. Können die Agenten immer miteinander kommunizieren, oder nur wenn sie in einer bestimmten Entfernung zu einander stehen und sprechen alle Agenten die gleiche „*Sprache*“? Denkbar sind unterschiedliche Arten von Agenten, die sich zwar gegenseitig wahrnehmen, aber nicht miteinander Nachrichten austauschen können. Dieser Abschnitt soll an dieser Stelle nur erste Ideen umreißen, eine Vertiefung dieser Fragestellungen findet dann in der Masterthesis statt.

Ebenfalls geklärt werden muss, wie das eigentliche Verhalten der Agenten entwickelt werden kann. Also wie bilden die Agenten intern ihre Umwelt ab, wie nehmen sie diese wahr und wie reagieren sie auf Veränderungen der Umwelt.

Eine erste Idee wäre es die Agenten nach dem BDI¹-Ansatz zu implementieren und das

¹BDI steht für: Beliefs, Desires und Intentions

Jadex-Framework zu verwenden. Diese Ansätze und Technologien werden in 3.2.1 genauer beschrieben.

3.1.4. Augmented Reality – Darstellung der Agenten

Die Darstellung der virtuellen Agenten in der realen Welt durch Augmented Reality soll nicht der Schwerpunkt sein. Die Entwicklung des Frameworks für die Agenten und die Navigation in der realen Welt werden die Schwerpunkte der Masterthesis bilden. Allerdings wird es wichtig sein, dass die Endanwender die Agenten auch wahrnehmen können, insofern kann die Darstellung der Agenten nicht außer Acht gelassen werden. Daher wird sich an dieser Stelle wohl zunächst für eine möglichst einfach Lösung entschieden werden.

Erwähnenswert an dieser Stelle ist die Ausarbeitung von Henrik Brauer *Markerless Augmented Reality* (Brauer, 2008). Möglicherweise können hier durch eine Zusammenarbeit Synergieeffekte entstehen bzw. Erfahrungswerte im Bereich der Augmented Reality übernommen werden.

3.1.5. Architektur

Abschließend gilt es noch eine Architektur für die Vision zu entwerfen, Abbildung A.1 zeigt eine erste grobe Idee. Die Agenten werden auf einem zentralen Server laufen, auf dem auch der Umweltagent läuft, welcher die Umwelt abbildet. Die Umwelt wird durch eine digitale Landkarte dargestellt. Die menschlichen Spieler werden eine Position in der Umwelt haben (GPS), die über ihre mobilen Endgeräte erfasst und an den zentralen Server übermittelt wird. Somit haben die Agenten neben den Informationen über die Umwelt, auch Informationen über die menschliche Spieler und vice versa.

3.2. Technologien

In diesem Abschnitt wird ein kurzer Überblick über einige Technologien gegeben, die wahrscheinlich in der Masterarbeit verwendet werden. Dabei sollen diese Technologien an dieser Stelle nur kurz umrissen werden, für weitere Informationen verweise ich auf die jeweiligen Quellen.

3.2.1. BDI–Agenten/Jadex

BDI–Agenten (Beliefs, Desires, Intentions) gehören zur Klasse der deliberativen Agenten. Diese Agenten basieren auf einer symbolischen Repräsentation der Umwelt. Die über Sensoren wahrgenommene Umwelt wird in eine symbolische Darstellung umgewandelt und in der Wissensbasis (Beliefbase) gespeichert. Zusätzlich speichert der Agent hier Informationen über den eigenen Zustand. Ein deliberativer Agent verfolgt bestimmte, explizit definierte Ziele (Desires). Der Agent versucht diese Ziele zu erreichen indem, er versucht den dort beschriebenen Zustand zu erreichen (gegensätzliche Ziele sind möglich). Um diese Ziele zu erreichen stehen den Agenten Pläne zur Verfügung. Welche Pläne der Agent verfolgt entscheidet er, indem er die Pläne hinsichtlich ihres Nutzens bewährt. Die ausgewählten Ziele und Pläne sind die Intentions des Agenten. (vgl. [Wooldridge \(2006\)](#))

Jadex ([Pokahr u. a., 2005](#)) ist ein an der Universität Hamburg entwickeltes Framework zur Erstellung von zielorientierten BDI–Agenten. Die Agenten werden dabei sowohl in Java als auch in XML beschrieben. Jadex setzt auf der infrastrukturellen Agenten–Middleware (Jade) auf und abstrahiert dessen Funktionalität.

Der Vollständigkeit halber möchte ich an dieser Stelle noch kurz die reaktiven Agenten vorstellen, dieses sind Agenten ohne symbolische Repräsentation. Reaktive Agenten ([Wooldridge, 2006](#)) zeichnen sich durch eine direktere Umsetzung der Sensordaten auf Aktionen aus und sind somit meistens schneller als deliberative Agenten. Reaktive Agenten kommen ohne Entscheidungsfindungsprozess aus, die Ziele die die Agenten verfolgen sind implizit in den Verhaltensregeln vorhanden (siehe z. B. *Subsumption–Architektur*).

Im Rahmen der Masterthesis werde ich nach aktuellem Stand deliberative Agenten verwenden. Da es mir mehr um komplexes Einzelverhalten und eine möglichst detaillierte Abbildung der (Spiele-)Welt geht, also um schnelle Reaktionen auf eine dynamische Umwelt. Auch ist eine symbolische Repräsentation vom Vorteil, da es mir eine differenziertere Darstellung der (Spiele-)Welt erlaubt.

3.2.2. Android

Zur Darstellung der virtuellen Agenten, zur Bestimmung der Spielerpositionen und natürlich um das eigentliche pervasive Spiel zu spielen werden mobile Endgeräte benötigt. Android ist eine von Google entwickelte Plattform für solche mobilen Endgeräte. (vgl. [Salchow \(2008\)](#)) Android ist ein Software–Stack für mobile Geräte der aus Betriebssystem, Middleware und Anwendungen besteht. Dabei bildet Android eine Abstraktionsschicht zur eigentlichen Geräte–Hardware. Android wurde zum größten Teil in Java entwickelt und erlaubt Anwendungsentwicklern die Verwendung einer Hochsprache (Java).

Für die Verwendung von Android in der Masterthesis sprechen die Erfahrungen im Umgang

mit Android, die bereits im Masterprojekt gewonnen werden konnten. Ferner soll das für Android entwickelte pervasive Rollenspiel *The World Within* als Metapher für die Arbeit aufgegriffen werden.

3.2.3. Landkarten

Von zentraler Bedeutung für die Masterthesis sind digitale Landkarten, die Informationen über Straßen, Flüsse, Flächen etc. liefern. Ohne diese Informationen wäre die Umsetzung der Agentennavigation in der (Spiele-)Welt nicht möglich. Im Folgenden werden zwei kostenfrei zugängliche Kartensysteme beschrieben.

Die Abbildungen A.2 und A.3 zeigen zur Veranschaulichung der beiden Kartensysteme jeweils den Bereich um den Campus Berliner Tor der HAW Hamburg.

GoogleMaps

GoogleMaps sind von Google angebotene „*map based services*“. GoogleMaps erlaubt es in den Kartenmaterialien nach Objekten zu suchen bzw. diese auf der Karte zu platzieren.

Ein Vorteil von GoogleMaps ist eine bereits vorhandene Schnittstelle in Android. Nachteilig ist, dass das Kartenmaterial nicht frei ist, sondern den *Google Maps API Terms of Service* unterliegt.

OpenStreetMaps

Wesentlich interessanter als GoogleMaps ist OpenStreetMap für mein Vorhaben. OpenStreetMap ([Haklay und Weber, 2008](#)) ist ein freies Wiki mit geografischen Daten. OpenStreetMaps bietet damit freies Kartenmaterial. Für eine Verwendung von OpenStreetMaps in der Masterthesis sprechen einige Vorteile.

- Die Geodaten werden mit Informationen (Tags) versehen. D.h. Straßen, Flüsse usw. sind bereits als zusammenhängende Objekte in OpenStreetMaps vorhanden. Über diese Tags wurden z.B. in Hamburg auch eine Reihe von Fußwegen in den Karten markiert. Diese zusätzlichen Informationen würden die möglichst lebensnahe Navigation der Agenten in der realen Welt erleichtern.
- Hamburg ist zu 99,8% in OpenStreetMaps erfasst (Pressemeldung der Hamburger OSM Community vom 24.10.2008).
- Die Geodaten können komfortabel über eine REST API abgefragt werden.

3. Vorgehen

- Es gibt erste Beispielimplementierungen für die Verwendung und Darstellung von OpenStreetMaps in Android.

4. Risiken

In diesem Kapitel werden die Risiken, die bei der Behandlung des Themas auftreten können kurz erläutert. Außerdem wird aufgezeigt, was getan werden kann um die erkannten Risiken zu vermeiden.

Ein grundsätzliches Risiko bietet der fachlich Quereinstieg in die Thematik. Die Themenpunkte Agenten, digitale Landkarten oder auch Navigation/Wegfindung wurden im bisherigen Studium zwar behandelt, wurden aber bisher nicht hinreichend vertieft. Dadurch kann es neben fachlichen Fehlentscheidungen auch zu planerischen Schwierigkeiten kommen, da z. B. Aufwände falsch bewertet werden

Maßnahme(n): Durch weitere Recherchearbeit (die im Zuge der Ausarbeitung zu *Anwendungen 2* bereits teilweise stattfand) kann fehlendes Fachwissen ausgeglichen werden. Ein ggf. längerer Vorlauf vor der eigentlichen Arbeit kann dazu genutzt werden weitere Erfahrungen in den Themenbereichen zu gewinnen.

Ein bedeutender Punkt für die Masterthesis sind die Daten von den digitalen Landkarten. Um die Navigation der Agenten in der realen Welt umsetzen zu können, brauche ich Informationen über die Topografie der Welt. Da es utopisch wäre all diese Daten selbst zu ermitteln, bin ich auf die entsprechenden Daten von Dritten angewiesen. Würden diese Daten nicht mehr angeboten wären, könnte dieses zum Scheitern der Arbeit führen.

Maßnahme(n): Die Verwendung von freiem Kartenmaterial, das von einer Community zusammengetragen wird, wie OpenStreetMaps, minimiert das Risiko das die Daten irgendwann nicht mehr verfügbar sein. Da es im Gegensatz zu unfreiem Kartenmaterial, das von einem zentralen Anbieter, wie GoogleMaps, stammt keine zentrale Entscheidung geben kann das Material nicht mehr zur Verfügung zu stellen.

Ein weiteres Risiko ist die Ungenauigkeit der GPS-Koordinaten, die vorallem bei der Anzeige der Agenten auf den mobilen Endgeräten zu Abweichungen von tatsächlichen Koordinaten führen kann. Im Bereich der Navigation der Agenten sollten die GPS-Koordinaten genau genug sein.

Maßnahme(n): Diese Ungenauigkeiten die bereits bekannt sind, müssen im Design berücksichtigt werden. Außerdem gilt es darüber nachzudenken, wie die Ungenauigkeiten evtl. ausgeglichen werden können.

5. Fazit und Ausblick

An dieser Stelle soll nun abschließend ein Fazit gezogen und ein Ausblick auf das weitere Vorgehen gegeben werden.

5.1. Fazit

Pervasive Spiele gewinnen zunehmend an Verbreitung. Allerdings sind sie momentan noch nicht so weit verbreitet, als das ein Spieler ohne vorherige Absprache Mitspieler findet. Das Ziel meiner Masterthesis soll daher sein, ein Framework für eine künstliche Intelligenz in pervasiven Spielen zu schaffen. Auf Basis von Software-Agenten sollen künstliche Entitäten geschaffen werden, die sich wie reale Menschen durch die (Spiele-)Welt bewegen. Die Agenten sollen ferner in der Lage sein mit den menschlichen Spielern, aber auch mit anderen Agenten zu interagieren. Die Verwendung des entwickelten Frameworks soll dann exemplarisch an einer Anwendung, dem im Masterprojekt entwickelten pervasiven Rollenspiel *The World Within*, verdeutlicht werden. Durch die zunehmende Verbreitung von pervasiven Spielen erhoffe ich mir durch die Entwicklung eines Frameworks, einen Nährwert für mehrere Anwendungen.

5.2. Ausblick

Das weitere Vorgehen wird zunächst aus weiterer Rechercharbeit bestehen. Dann wird es darum gehen bereits vorgestellte Technologien zu evaluieren und erste Erfahrungen im Umgang mit diesen zu gewinnen. Am Ende des Masterprojektes konnte ich erste Erfahrungen mit Augmented Reality und der Positionierung von Objekten, abhängig von GPS- und Kompass-Daten, auf einem Videobild gewinnen. Auch wenn dieses Thema nicht im Fokus der Masterthesis liegen soll, werde ich zunächst meine Erfahrungen in diesem Bereich vertiefen, um dieses Thema abzuschließen. Die nächsten Schritte sind dann eine genauere Evaluierung von Jadex und OpenStreetMaps, den momentan am vielversprechendsten erscheinenden Technologien.

A. Abbildungen

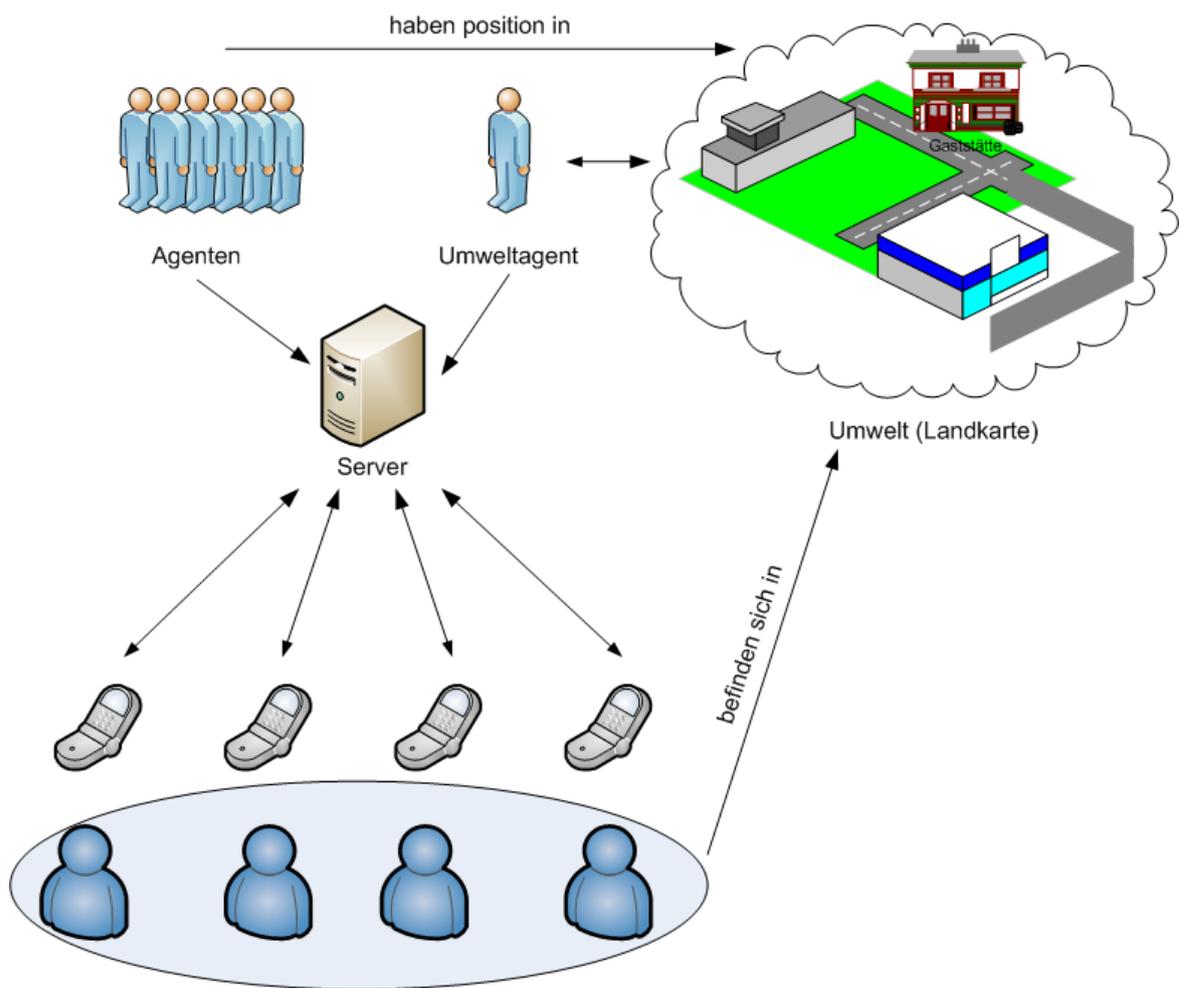


Abbildung A.1.: Architektur

A. Abbildungen

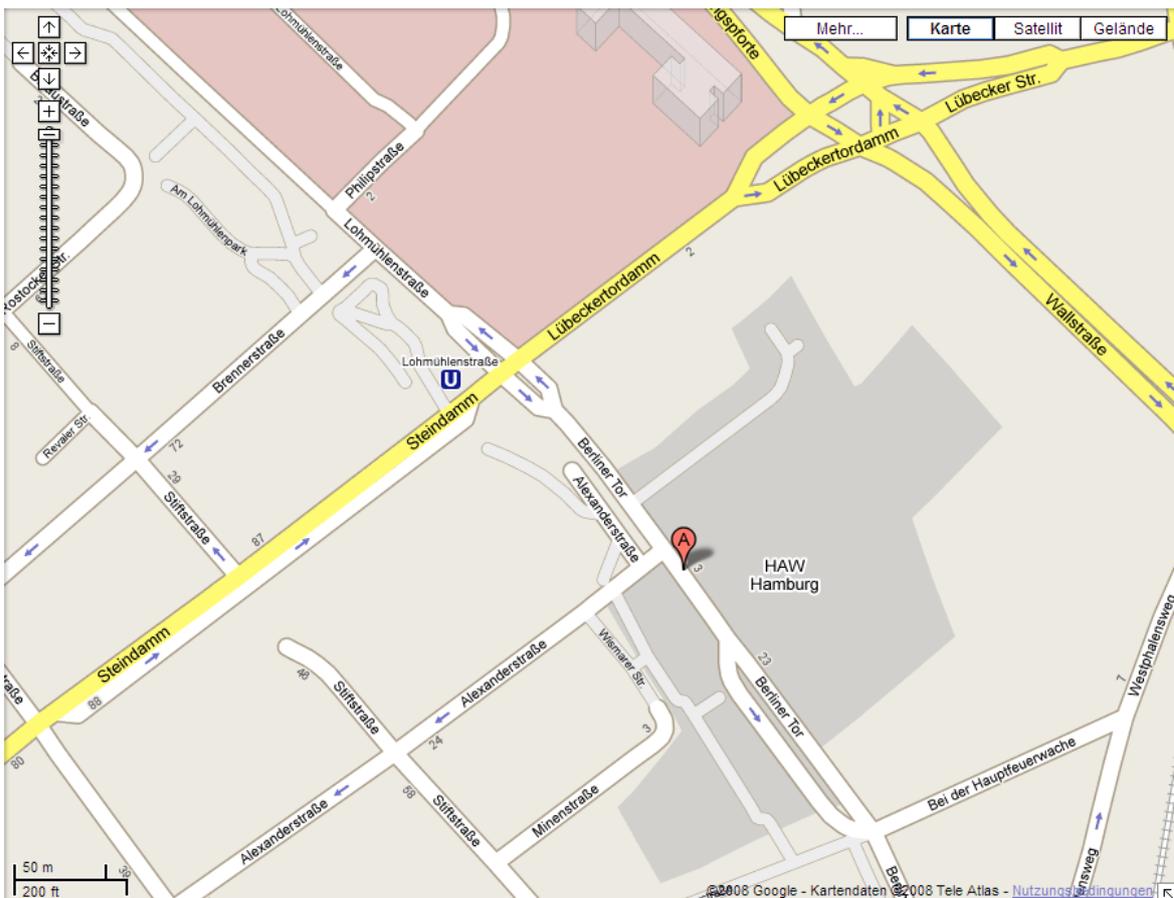


Abbildung A.2.: GoogleMaps HAW Hamburg

A. Abbildungen



Abbildung A.3.: OpenStreetMaps HAW Hamburg

Literaturverzeichnis

- [Barakonyi u. a. 2004] BARAKONYI, Istvan ; PSIK, Thomas ; SCHMALSTIEG, Dieter: Agents That Talk And Hit Back: Animated Agents in Augmented Reality. In: *ISMAR '04: Proceedings of the 3rd IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*. Washington, DC, USA : IEEE Computer Society, 2004, S. 141–150. – ISBN 0-7695-2191-6
- [Brauer 2008] BRAUER, Henrik: *Markerless Augmented Reality*. Seminararbeit Ringvorlesung, HAW Hamburg. 2008
- [Guyot und Honiden 2006] GUYOT, Paul ; HONIDEN, Shinichi: Agent-Based Participatory Simulations: Merging Multi-Agent Systems and Role-Playing Games. In: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 9 (2006), Nr. 4, S. 8. – URL <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/9/4/8.html>. – ISSN 1460-7425
- [Haklay und Weber 2008] HAKLAY, Mordechai (. ; WEBER, Patrick: OpenStreetMap: User-Generated Street Maps. In: *IEEE Pervasive Computing* 7 (2008), Nr. 4, S. 12–18. – ISSN 1536-1268
- [Magerkurth u. a. 2005] MAGERKURTH, Carsten ; CHEOK, Adrian D. ; MANDRYK, Regan L. ; NILSEN, Trond: Pervasive games: bringing computer entertainment back to the real world. In: *Comput. Entertain.* 3 (2005), Nr. 3, S. 4–4. – ISSN 1544-3574
- [Meshulam u. a. 2005] MESHULAM, Ram ; FELNER, Ariel ; KRAUS, Sarit: Utility-based multi-agent system for performing repeated navigation tasks. In: *AAMAS '05: Proceedings of the fourth international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems*. New York, NY, USA : ACM, 2005, S. 887–894. – ISBN 1-59593-093-0
- [Mocholí u. a. 2006] MOCHOLÍ, José A. ; ESTEVE, José M. ; MARTÍNEZ, Javier J. ; ACOSTA, Raquel ; XECH, Pierre L.: An Emotional Path Finding Mechanism for Augmented Reality Applications. In: *ICEC*, 2006, S. 13–24
- [Montola 2005] MONTOLA, Markus: Exploring the Edge of the Magic Circle: Defining Pervasive Games. In: *Proc. Of Digital Experience: Design, Aesthetics, Practice*, URL <http://users.tkk.fi/~{}mmontola/exploringtheedge.pdf>, 2005

- [Pokahr u. a. 2005] POKAHR, Alexander ; BRAUBACH, Lars ; LAMERSDORF, Winfried: Jaded: A BDI Reasoning Engine. In: R. BORDINI, J. D. (Hrsg.) ; SEGHRUCHNI, A. El F. (Hrsg.): *Multi-Agent Programming*, Springer Science+Business Media Inc., USA, 9 2005, S. 149–174. – Book chapter
- [Preisler 2008] PREISLER, Thomas: *Virtuelle Agenten und Menschen in einer Welt - Vermischte Realitäten*. Seminararbeit Anwendungen 2, HAW Hamburg. 2008
- [Prinz 2006] PRINZ, Wolfgang: *Pervasive Games*. Fraunhofer FIT - IuK Wirtschaftssummit. 2006
- [Salchow 2008] SALCHOW, Peter: *Sicherheit in Android*. Seminararbeit Anwendungen 1, HAW Hamburg. 2008
- [Spring und Braun 2008] SPRING, Rafael ; BRAUN, Max: *Enkin Documentation (Zugriff: 09.11.2008)*. 2008. – URL <http://www.enkin.net/Enkin.pdf>
- [Sud u. a. 2007] SUD, Avneesh ; GAYLE, Russell ; ANDERSEN, Erik ; GUY, Stephen ; LIN, Ming ; MANOCHA, Dinesh: Real-time navigation of independent agents using adaptive roadmaps. In: *VRST '07: Proceedings of the 2007 ACM symposium on Virtual reality software and technology*. New York, NY, USA : ACM, 2007, S. 99–106. – ISBN 978-1-59593-863-3
- [Tennstedt 2008] TENNSTEDT, Sven: *Agentenbeschreibung: Expressiv AI (Facade) im Vergleich zu traditionellen Ansätzen*. Seminararbeit Anwendungen 1, HAW Hamburg. 2008
- [Walther 2005] WALTHER, Bo K.: Reflections on the methodology of pervasive gaming. In: *ACE '05: Proceedings of the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology*. New York, NY, USA : ACM, 2005, S. 176–179. – ISBN 1-59593-110-4
- [Wooldridge 2006] WOOLDRIDGE, Michael: *An Introduction to MultiAgent Systems*. John Wiley & Sons, November 2006. – ISBN 0-471-49691-X