



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Ausarbeitung Anwendungen 2 -
SoSe 2009
Björn Jensen
Verifikation von
Orientierungs- und Navigationskonzepten

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	3
1.1 Outdoor vs. Indoor	3
1.2 Definitionen	3
1.2.1 Positionierung	4
1.2.2 Orientierung	4
1.2.3 Navigation	4
1.2.4 Leitung	5
1.2.5 Routing	5
1.3 Szenario	6
1.4 Gebäudemerkmale	6
1.5 Qualitätsmerkmale	7
2 Vergleichbare Arbeiten und Bewertung	7
2.1 Spatial Cognition	7
2.1.1 Aspekte	8
2.1.2 Bewertung anhand der Qualitätsmerkmale	9
2.2 Emergency Response	9
2.2.1 Aspekte	9
2.2.2 Bewertung anhand der Qualitätsmerkmale	10
2.3 VIVed/VPE	10
2.3.1 Bewertung anhand der Qualitätsmerkmale	10
3 SeaGS	11
3.1 Vorgehen	11
3.2 Simulation	11
3.3 Generierung	12
3.4 Mockobjekte und Artefakte	13
4 Zusammenfassung und Ausblick	13
Literatur	14

Kurzzusammenfassung

Wie können Konzepte und Theorien zur Orientierung, Navigation und Leitung von Menschen in Gebäuden verifiziert werden? Ansätze verschiedener Forschungseinrichtungen werden vorgestellt und diskutiert. Abschließend wird die Methodik zur systematischen Verifikation von Orientierungs- und Navigationskonzepten der HAW aus dem Forschungsbereich "Indoor Navigation" aufgezeigt¹.

1 Einführung

Geräte bzw. Komponenten zur Unterstützung des Menschen in Fragen der Navigation sind mittlerweile allgegenwärtig. Mittel- und Oberklassemodelle aller namhaften Automobilhersteller verfügen über ausgereifte Navigationskomponenten innerhalb des integrierten Infotainment-systems. Zudem gibt es eine Vielzahl mobiler Lösungen - jedoch nur für den Außenbereich.

1.1 Outdoor vs. Indoor

Die in Kapitel 1 genannten Produkte und Lösungen beziehen sich allesamt auf den Anwendungsfall außerhalb geschlossener Gebäude. Der Einsatz innerhalb von Gebäuden gestaltet sich deutlich schwieriger, da bestimmte Rahmenbedingungen hier nicht gelten. Elementar ist beispielsweise die Position des Anwenders. Diese kann im Außenbereich bspw. mittels GPS oder Galileo ermittelt werden. Im Innenbereich sind diese Signale jedoch nicht oder nur sehr schwach verfügbar, so dass diese für die Ermittlung der Position des Anwenders unzureichend sind. Es müssen Alternativen u.a. zur Positionsbestimmung und andere Grundlagen hierfür geschaffen werden, damit die grundlegenden Funktionalitäten realisiert werden können:

- Positionierung
- Orientierung
- Navigation
- Leitung
- Routing

1.2 Definitionen

Die Begriffe aus Kapitel 1.1 werden nachfolgend in dem Umfang definiert, wie es zum Verständnis dieser Arbeit notwendig ist.

¹Da es zu dieser AW2-Ausarbeitung keine AW1-Ausarbeitung gibt, erfolgt neben den AW2-spezifika auch eine allgemeine Einführung in das Themengebiet.

1.2.1 Positionierung

Unter der Position wird der momentane Aufenthaltsort der Anwenders in einem topografischen Raum verstanden (de Lange (2005)). Zur Bestimmung der Position sind verschiedene Techniken geeignet. Man kann hier zwischen aktiven und passiven Verfahren unterscheiden.

Aktive Verfahren sind solche Verfahren, bei denen die Position im Bezugssystem durch das Mitführen entsp. Komponenten immer gegeben ist. Unter passiver Positionierung versteht man die Bestimmung der Position durch Interaktion mit Komponenten, deren Position im System bekannt ist. Die Nutzung einer solchen Komponente erlaubt Rückschlüsse auf die Position des Anwenders. Das kann bspw. durch Interaktion mit RFID-Kartenlesern geschehen. Somit ist die Position des Anwenders implizit bekannt. Jedoch kann hier nicht zu jeder Zeit eine Aussage darüber getroffen werden, wo sich der Anwender befindet.

1.2.2 Orientierung

In der Medizin und der Allgemeinen Psychologie gilt die mentale Orientierung als die kognitive Fähigkeit, sich bezüglich Zeit, Ort, Situation und der eigenen Person (autopsychische Orientierung) zurechtzufinden (Pschyrembel (2007)). Als Voraussetzungen für eine normgerechte Orientierung gelten ein ungestörtes Bewusstsein, eine leistungsfähige Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Zeitsinn und Gedächtnis. Wenn einer dieser Punkte negativ belastet ist, stellt sich die Frage der Assistenz. Was kann zur Kompensation der Negativbelastung eingesetzt werden? Wenn also neben der Navigation auch die Orientierung verbessert werden soll, ist eine Kenntnis des Kontextes und der Einflüsse auf die o.g. Punkte zwingend notwendig. Hierbei sind bestimmte charakteristische Eigenschaften der Umgebung zu bestimmten Zeitpunkten oder permanent hervorzuheben. Dies können auch assistierende Artefakte sein.

Im allgemeinen erfolgt eine Orientierung und eine Navigation mittels Landmarken. Dies sind markante, für den Anwender eindeutig identifizierbare Punkte im topografischen Raum (Pohl (2009)).

1.2.3 Navigation

Unter Navigation versteht man im allgemeinen das Zurechtfinden in einem topografischen Raum zum Erreichen eines gewünschten Ortes (Pohl (2009)). Dabei wird wie folgt vorgegangen:

1. Bestimmen der geografischen Position durch Ortsbestimmung nach verschiedensten Methoden,
2. Berechnen des optimalen Weges zum Ziel und
3. Führen des Fahrzeugs zu diesem Ziel, also vor allem das Halten des optimalen Kurses.

Wie die Position bestimmt werden kann, wurde in Kapitel 1.2.1 erläutert, auf die Berechnung von optimalen Wegen wird in Kapitel 1.2.5 näher eingegangen und der letzte Punkt der o.g. Aufzählung wird in Kapitel 1.2.4 geklärt.

1.2.4 Leitung

Unter der Leitung versteht man in diesem Kontext das Anleiten des Navigateurs zur Erreichung des gewünschten Ortes innerhalb des topografischen Raumes. Dieser soll sich möglichst an die optimale Route halten.

Damit das System in der Lage ist, den Benutzer entsprechend der Vorgabe optimal zu führen, muss dieses zum Zeitpunkt einer möglichen Interaktion Kenntnis über die aktuelle Position und die Aktionsmöglichkeiten des Nutzers besitzen. Wenn es keine Interaktion des Systems mit dem Benutzer gibt, müssen an dieser Stelle Annahmen darüber getroffen werden, wo sich dieser zu einem Zeitpunkt X befinden (ähnlich Dead Reckoning) und zu welchem Ziel er sich bewegen könnte.

1.2.5 Routing

Bei der Berechnung eines optimalen Weges zum Ziel sind gewisse Randinformationen nötig. Die mathematischen Grundlagen zur Berechnung sind hinreichend bekannt (Golden u. a. (2008)). Grundlegend ist hier, dass das System zur Kalkulation über eine Abbildung der realen Wege auf einen Graphen (bestehend aus Ecken und Kanten) verfügen muss. Im allgemeinen werden Wege durch die Kanten und Wegpunkte/Ziele durch die Ecken dargestellt. Bei Bedarf kann noch eine Kantengewichtung und -richtung mit aufgenommen werden. Dabei könnte die Gewichtung im Fall der Navigation schwierige Wege kennzeichnen (Diestel (2006)). Die Richtung einer Kante könnte bspw. eine Absperrung symbolisieren, die nur in eine Richtung durchschritten werden kann (Drehtür). Es gibt verschiedene Möglichkeiten, nach denen eine Route optimiert werden kann:

Zeitoptimiert Unter der Zeitoptimierung versteht man das Erreichen eines Ziels in minimaler Zeit. Die Nutzung der kürzesten Wege ist dabei nicht immer von Vorteil, da sich hier verkehrsbedingte Engpässe einstellen können.

Wegoptimiert bedeutet das Erreichen eines Ziels durch minimale Strecke. Hierbei wird akzeptiert, dass sich durch Nutzung längerer Wege Zeit einsparen lassen würde.

Verbrauchsoptimiert Bei der Verbrauchsoptimierung geht es in der Regel darum, so wenig Ressourcen wie möglich zu verbrauchen.

Konsumoptimiert Dies ist ein Beispiel externer Optimierung. Der Betreiber eines Gebäudes (Kaufhaus) hat z.B. ein großes Interesse daran, dass die Personen innerhalb des Gebäudes möglichst viel konsumieren. Darum wird die Route so gelegt, dass diese möglichst viel Anreiz zum Konsum liefert.

1.3 Szenario

Es wird sich vom Anwendungsfall her auf "Navigation, Orientierung und Leitung" innerhalb geschlossener Gebäude konzentriert. Dies kann durch Artefakte² unterstützt werden. In diesem Kontext sollen neue Erkenntnisse und Verfahren evaluiert und bei Erfolg umgesetzt werden. In dieser Arbeit soll geklärt werden, wie der Erfolg verifiziert werden, wie die Evaluation aussehen und wie die Transformation von Theorie in Praxis erfolgen kann.

Innerhalb dieses Szenarios sollen Methoden zur Verbesserung von Navigation, Leitung und Orientierung innerhalb von Gebäuden untersucht werden.

1.4 Gebäudemerkmale

Gebäude haben in diesem Zusammenhang mehrere charakteristische Eigenschaften, die für diesen Anwendungsfall von Bedeutung sind und nachfolgend näher erläutert werden (vergl. [Jonsson und Norman \(2002\)](#)). Je nachdem, wie stark eines dieser Merkmale ausgeprägt ist, gilt so ein Gebäude als mehr oder weniger trivial. Diese Merkmale werden im Kontext von Personen betrachtet, die noch nie oder erst sehr kurz in einem Gebäude sind.

Systematik beschreibt die Zugänglichkeit der Struktur innerhalb eines Gebäudes und die Anordnung von Räumen sowie deren Bezeichnungssystem im Kontext o.g. Personen. Identische Raumaufteilungen und -anordnungen spielen hier ebenfalls eine Rolle. Je einfacher das System, der leichter ist der mentale Zugang zum Gebäude.

Intuitivität/Durchschaubarkeit Muss eine Person einen Plan vom Gebäude haben oder ist man ohne diese Kenntnis in der Lage, innerhalb weniger Sekunden diese Struktur zu durchdringen und anzuwenden? Dieses Merkmal hängt sehr stark von der Systematik eines Gebäudes ab.

Übersichtlichkeit Bebauungen der Ebenen spielen in diesem Kontext eine Rolle. Sind z.B. viele Säulen auf einer Ebene, erschwert das die mentale Zugänglichkeit des Gebäudes. Ebenso spielt die Weitläufigkeit der Ebenen eine tragende Rolle in diesem Kontext.

²Artefakte können hier Public Displays, mobile Endgeräte etc. aber auch nichttechnischen Ursprungs wie Wandfarbe sein.

Dynamik Es gibt Räume und Gebäude, deren Bebauung nicht fix, sondern flexibel ist. Diese Umgebungen werden als dynamisch bezeichnet und erschweren ebenfalls den mentalen Zugang zum Gebäude.

1.5 Qualitätsmerkmale

Qualität ist eine messbare Eigenschaft eines Produkt (vergl. [Geiger und Kotte \(2007\)](#)) und lässt sich anhand einzelner Kriterien und Attribute definieren. Diese Kriterien werden nachfolgend vorgestellt. Um die Überführung von Theorie in Praxis zu bewerten, lassen sich aus den vorangegangenen Kapiteln eine Punkte extrahieren, die man zur Bewertung vorhandener Verfahren heranziehen kann. Neben diesen Punkten werden weitere Kriterien eingeführt, die für eine ganzheitliche Betrachtung notwendig sind. Aus Kapitel 1.1 werden die betrachteten Positionierung, Orientierung, Navigation, Leitung, Routing herangezogen.

Als weiteres Kriterium eignen sich die Komplexität der Umgebung (siehe Kapitel 1.4) und Flexibilität des Evaluations- bzw. Verifikationsverfahren. Unter der Flexibilität versteht man in diesem Kontext, wie anpassbar das Vorgehensmodell an die Umgebung bzw. die Problemstellung ist. Je agiler das Vorgehen, desto universeller einsetzbar ist es. Als letzten Bewertungspunkt spielen die Stufen der Verifikation eine Rolle. Hier ist die Verifikation als nicht als mathematischer Beweis zu verstehen, sondern eher als Form des Usabilityengineering. Es liegen der Verifikation also empirische Analyse und Gütekriterien zu Grunde. Dabei sind die Stufen Simulation, Laborexperiment / prototypische Realisierung und Realexperiment zu berücksichtigen.

2 Vergleichbare Arbeiten und Bewertung

Nachfolgend werden aktuelle Arbeiten vorgestellt, die für die "Orientierung, Navigation und Leitung" im vorgestellten Szenario (siehe Kapitel 1.3) eine wichtige Rolle spielen. Diese werden kurz erläutert und abschließend anhand der Kriterien aus Kapitel 1.5 bewertet.

2.1 Spatial Cognition

Spatial Cognition befasst sich mit der Akquisition, Organisation, Nutzung und Revision von Wissen über die räumliche Umgebung, sei sie real oder abstrakt, durch Mensch oder Maschine (siehe [Barkowsky u. a. \(2005\)](#)). Thematisch ist die Untersuchung der menschlichen räumliche Wahrnehmung im Kontext Navigation im Fokus mit Hinblick auf die kognitiven Grundlagen für human-centered, räumliche Assistenzsysteme.

2.1.1 Aspekte

Schill (2009) untersucht die Theorie, dass Mensch beim erstmaligen Betreten neuer Umgebungen keine räumliche Karte in seinem "Kopf" ablegt, sondern sich Bewegungsabläufe merkt, aus der später eine solche Karte resultieren kann. Empirische Tests in virtuellen Umgebungen sollen diese Theorie bestätigen. Dazu werden in der Testumgebung sogenannte unmögliche Räume virtualisiert. Dies sind Euklidische Räume und keine physikalischen Räume (siehe Abb. 1). In den Experimenten soll der Proband die Ausgangsposition A wieder erreichen.

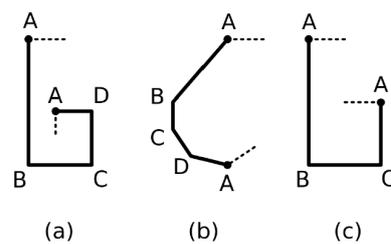


Abbildung 1: Unmögliche Räume

Neben der mentalen Repräsentation einer initialen Raumimagination wird ein weiterer Punkt betrachtet, der ebenfalls im Kontext des betrachteten Szenarios wichtig ist. T.Barkowsky u. a. (2005) untersucht - vornehmlich im Bereich der Robotik - den qualitativen Unterschied zwischen Land- und Wegmarken zur Orientierung. In diesem Kontext werden jedoch weniger virtueller Umgebungen als Laborexperimente mit prototypischen Realisierungen zur Untersuchung des Sachverhalts herangezogen.

In Bezug auf Landmarken beschäftigt man sich in der Raumkognition ebenfalls mit der Analyse von Räume (vergl. O'Sullivan und Turner (2001)). Unter Anwendung spezieller Algorithmen kann bestimmt werden, was gut sichtbare Punkte innerhalb einer Umgebung sind und wo Landmarken platziert werden müssen, um eine möglichst hohe Güte bei der Orientierung zu erreichen. Dabei werden Umgebungen mit der Space Syntax beschrieben. Die Space Syntax stellt ein Vokabular zur Verfügung, anhand dessen die Komposition und Konfiguration von Räumen beschrieben werden kann, so dass diese auch durch die bekannten Algorithmen analysiert werden können (vergl. Hillier (2005)).

Im allgemeinen bietet Space Syntax einen wissenschaftlichen und faktenorientierten Ansatz für die Planung und den Entwurf von städtischen Räumen und komplexen Gebäuden. Dabei liegt der Fokus auf der Erstellung von Entscheidungshilfen und nicht auf Lösungen zur Entwicklung von sozial und ökonomisch nachhaltigen Konzepten (vergl. B.Hillier u. a. (1976)).

2.1.2 Bewertung anhand der Qualitätsmerkmale

Die Raumkognition betrachtet hauptsächlich den Punkt der Orientierung. Zur Evaluation und der Verifikation der eigenen Theorien kommen sowohl virtuelle Simulationsumgebungen als auch Laborexperimente mit Prototypen zum Einsatz. Was die Komplexität der Umgebung betrifft, so werden im Grunde nur Umgebungen mit hoher Komplexität betrachtet. Das geht so weit, dass die zur Simulation eingesetzte 3D-GameEngine bei der Darstellung der unmöglichen Räume an ihre Grenzen stößt, da bspw. die 90°-Winkel nicht korrekt dargestellt werden ([Hantel \(2009\)](#)). Statt dessen sind die Winkel durch die Engine leicht korrigiert, um die Darstellung der räumlich Karte zu erleichtern. Aus diesem Grund erfolgt eine komplette Reimplementierung der virtuellen Umgebung in eine neue 3D-GameEngine. Das Vorgehen ist jedoch sehr statisch, da die Umgebungen nur mit hohem Aufwand modifiziert werden können. Zur Anwendung im Kontext des Szenarios aus Kapitel 1.3 ist das Vorgehen nur bedingt einsetzbar.

2.2 Emergency Response

Im Projekt "Emergency Response" des Fraunhofer Instituts geht es um die Verifikation neuer Technologien im Einsatzbereich der Brandbekämpfung.

2.2.1 Aspekte

Feuerwehrlente werden im Einsatz häufig mit schlechten Sichtverhältnissen (z.B. durch starke Rauchentwicklung) konfrontiert. Die Schutzausstattung (Atemschutzmaske) trägt ihren Teil zur Limitierung bei. Aus diesem Grund untersucht man neue Möglichkeiten der Orientierung und Navigation in diesem Kontext (vergl. [Klann \(2006\)](#) und [Klann \(2008\)](#)). Man geht dabei in mehreren Stufen vor (siehe Abb. 2).

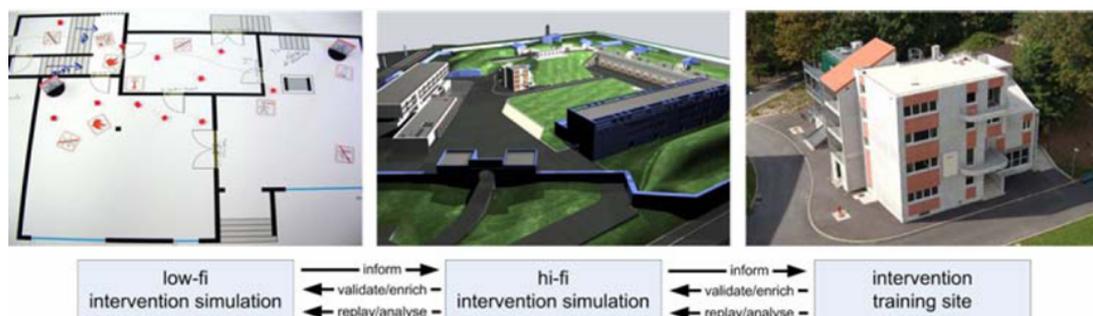


Abbildung 2: Überblick über die Testumgebung des Emergency Response - Projektes

Diese Stufen werden wie folgt unterteilt:

Allgemeine Simulation Es wird eine einfache 2D-Darstellung eines mögliche Gebäudes simuliert. Damit kann grob eine Theorie evaluiert werden.

HighEnd Simulation Dabei handelt es sich um eine Simulation in virtueller Umgebung. Die Visualisierung erfolgt über ein Display in einer Atemschutzmaske, die ebenfalls durch den Einsatz von Subwoofern akustische Begebenheiten simulieren kann.

Realexperiment Da es sich bei der untersuchten Problematik und den resultierenden Lösungsansätzen um einen äußerst sensiblen Bereich handelt, sind hohe Anforderungen an die Verifikation gestellt worden. Dazu gehört auch der Einsatz der Technologien in Realumgebungen.

2.2.2 Bewertung anhand der Qualitätsmerkmale

Das "Emergency Response" betrachtet hauptsächlich die Punkte der Orientierung, Navigation, Leitung und Positionierung. Zur Evaluation und der Verifikation der eigenen Theorien kommen sowohl virtuelle Simulationsumgebungen als auch Realexperimente zum Einsatz. Was die Komplexität der Umgebung betrifft, so werden im Grunde Umgebungen mit niedriger Komplexität betrachtet, die jedoch hochgradig schwerwiegend von Außen beeinflusst wird (durch die Rauchentwicklung). Das Vorgehen ist sehr statisch, da die Umgebungen nur mit hohem Aufwand modifiziert werden können (vergl. Klann (2008)). Technologien werden ebenfalls im Vorfeld simuliert. Man versucht, die Erkenntnisse aus der Simulation möglichst zeitnah umzusetzen. Zur Anwendung im Kontext des Szenarios aus Kapitel 1.3 ist das Vorgehen generell einsetzbar, sollte jedoch optimiert werden.

2.3 VIVed/VPE

Die Projekte "VIVed"(Virtual Visual Environment Display) und "VPE"(Virtual Planetary Exploration) haben die virtuelle Erkundung von Planeten im Fokus und werden in Hitchner beschrieben. Dort untersucht man extraterritoriale Begebenheiten und das Verhalten der künftigen Astronauten. Hier kommen virtuelle Umgebungen zum Einsatz - um große Räume, auf deren Wände die neue Umgebung projiziert wird zuzüglich Head-Mounted-Displays, um die Grenze zwischen Realität und Virtualität verschwinden zu lassen.

2.3.1 Bewertung anhand der Qualitätsmerkmale

Zur Evaluation und der Verifikation der eigenen Theorien im Kontext Orientierung kommen bei "VIVed/VPE" rein virtuelle Simulationsumgebungen als auch Laborexperimente zum Einsatz. Was die Komplexität der Umgebung betrifft, so werden im Grunde Umgebungen mit niedriger Komplexität betrachtet. Das Vorgehen ist sehr statisch, da die Umgebungen nur mit hohem

Aufwand modifiziert werden können. Sehr gut ist hier die Aufhebung der Grenze zwischen Realität und Virtualität. Zur Anwendung im Kontext des Szenarios aus Kapitel 1.3 ist das Vorgehen bedingt einsetzbar.

3 SeaGS

SeaGS ist eine Umgebung für die semiautomatische Generierung von Simulationsumgebungen. Die folgenden Kapitel geben einen Überblick, wie der in Kapitel 1.3 genannte Schwerpunkt untersucht wird und wie SeaGS allgemein funktioniert. Notwendiges Hintergrundwissen zur Begründung des Vorgehens wird ebenfalls referenziert.

3.1 Vorgehen

Betrachtet man das Szenario aus Kapitel 1.3 und die vorgestellten Arbeiten und Ansätze aus Kapitel 2, so kann man einige zur Untersuchung von Methoden zur Verbesserung von Navigation, Leitung und Orientierung innerhalb von Gebäuden einige Herangehensweisen übernehmen, die nachfolgend näher betrachtet werden. Um die o.g. Methoden bewerten zu können, sind folgende Schritte notwendig (vergl. [Subramaniam und Hunt \(2006\)](#)):

- (Re)Definition von Testkriterien
- Abbilden der Realität auf eine Testumgebung
- Bereitstellen von Interaktionsmöglichkeiten, Artefakten und Mockobjekten
- Testdurchführung
- Feedback einholen
- Test ggf. erneut durchführen

3.2 Simulation

Alle vorgestellten Projekte simulieren in einem gewissen Umfang. Damit lassen sich Mehraufwände³ durch Realisierung in Grenzen halten ([Nygard \(2007\)](#)). Des weiteren führt die Simulation zu kürzeren Iterationen als in Realexperimenten.

Virtuelle Umgebungen sind für diesen Zweck ideal. Dabei ist der Begriff der virtuellen Umgebung wie folgt definiert:

An artificial environment which is experienced through sensory stimuli (as sights and sounds) provided by a computer and in which one's actions partially determine what happens in the environment ([Webster \(2004\)](#)).

³Diese Mehraufwände können sich Zeit, Personenkraft, Geld etc. ausdrücken.

Diese lassen sich an Hand des Immersionsgrad unterteilen (vergl. [Menzel \(2004\)](#)). Unter dem Immersionsgrad versteht man den Grad des Eintauchens des Benutzers in die virtuelle Umgebung. Dem liegt die Evolution *Interaktion* \Rightarrow *Imagination* \Rightarrow *Immersion* zu Grunde. Der Benutzer hat das Gefühl, mittendrin statt nur dabei zu sein.

Pseudo VR ist die Form der Virtualisierung mit dem geringsten Immersionsgrad. Die virtuelle Realität ist komplett vorberechnet und es gibt keine Echtzeitdarstellung. Interaktion erfolgt hier auf rein passiver Ebene.

Desktop VR nutzt Infrastruktur wie Monitore, Projektoren und/oder Shutterbrillen (zur 3D-Darstellung). Die Interaktion erfolgt auf aktiver Ebene. Es handelt sich um eine VR mit mittlerem Immersionsgrad, da eine für den Benutzer deutlich sicht- und fühlbare Grenze zwischen ihm und dem System vorhanden ist.

Immersive VR verwendet intuitive Eingabegeräte und immersive Ausgabegeräte. Der Benutzer kann sich frei in der VR bewegen und der Grad der Immersion und Interaktion ist sehr hoch. Die Grenze zwischen System und Benutzer verschwindet. Die Ebene dieser VR wird als interaktive Ebene bezeichnet.

Inverse VR wird auch als "Augmented Reality" oder "Mixed Reality" bezeichnet. Der Computer und die Artefakte der VR werden in die Welt des Benutzers integriert, nicht anders herum. Der Grad von Interaktion und Immersion negativ.

Virtuelle Umgebungen werden häufig mit 3D-GameEngines umgesetzt. Der Vorteil hier ist, dass hier im Grunde alle Eigenschaften der Zielumgebung abgebildet werden können. Trotz des verbreiteten Einsatzes von 3D-GameEngines erfolgt die Erstellung der Simulationsumgebung weitestgehend manuell. Das hat einen hohen Zeitaufwand zur Folge. Nachträgliches Modifizieren gestaltet sich als schwierig. Eine Automatisierung möglicher Prozessschritte hilft an dieser Stelle, Zeit einzusparen und den Fokus von der Erstellung der virtuellen Umgebung auf das Kernproblem zu legen.

3.3 Generierung

[Pallister \(2005\)](#) unterteilt die Erstellung von Karten für 3D-GameEngines in das Design der Level/Karten, der Definition einer Menge 3D-geometrischer Modelle, der prozeduralen Generierung des zu Grunde liegenden 3D-Graphen, der Abbildung der 3D-Modelle auf den Graph und der Anreicherung von Details. Dieses manuelle iterative Vorgehens ist fehleranfällig (DRY-Prinzip - vergl. [Hunt und Thomas \(1999\)](#)). Aus diesem Grunde wird die Grundlage der Simulation - das Gebäude - weitestgehend generiert (vergl. [Clark \(2004\)](#)). Als Eingabeformat dienen 3D- oder 2D-CAD-Daten von Gebäuden, die mit Höhenschnitten in PDF, welche die Basis zur Generierung von 3D-Gebäuden darstellen. Als Ausgabe erfolgt eine Implementierung in gängigen 3D-GameEngines bzw. 3D-Simulationsumgebungen.

Generierung von Inhalten ist nicht neu, jedoch im Kontext 3D-Simulationsumgebungen nicht umgesetzt. Klar und Klar (2006) begründet das Fehlen dieses Vorgehens damit, dass der Fokus der Generierung nur allumfassend gesehen wird und feingranulare Unterteilungen in leichtgewichtige Unterprobleme außer Acht gelassen wird.

3.4 Mockobjekte und Artefakte

Artefakte, mit denen man im Kontext des Szenarios zu tun hat, müssen simuliert werden. Je nach Anwendungsfall sind ggf. Daten aus der Umgebung zu berücksichtigen. Diese müssen ebenfalls in der virtuellen Umgebung abgebildet sein, um eine möglichst hohe Realitätsnähe zu gewährleisten. Dazu eignen sich sogenannte Mockobjekte (vergl. Richardson und Gwaltney (2005)). Zur Implementierung und Integration steht dafür das SeaGS-SDK zur Verfügung. Mockobjekte und Artefakte werden in einer Metasprache (einer Domain-Specific-Language (Parr (2009))) implementiert und mit dem SDK positioniert. Kapitel 2.1 liefert die Antwort, wie und wo eine Positionierung stattfinden muss. Des Weiteren ist es möglich, äußere Einflüsse zu virtualisieren (Hess (2007) und Roosendaal und Wartmann (2009)).



Abbildung 3: Vorgehen zur Erstellung von Simulationsumgebungen mit SeaGS

4 Zusammenfassung und Ausblick

Das Vorgehen aus Kapitel 3 hat zur Folge, dass man sich im Grunde nicht mehr mit den Grundlagen der GameEngines auseinandersetzen muss, um Simulationsumgebungen zu erstellen. SeaGS reduziert Zeit und Fehleranfälligkeit durch eine weitestgehende Automatisierung. Da die Notwendigkeit zur Konzentration auf die Kernproblematik losgelöst von simulationsumsetzungstechnischen Problemen besteht, muss eine universelle und einfache Erstellung, Erweiterbarkeit und Modifikation der VR geschaffen werden. Ein möglicher Ansatz ist SeaGS.

Literatur

- [Klann 2006] : *Emergency Response*. 2006
- [Schill 2009] : *Die Karte im Kopf: Strukturelle Eigenschaften der mentalen Raumrepräsentation*. 2009
- [Barkowsky u. a. 2005] BARKOWSKY, Thomas ; BATEMAN, John ; FREKSA, Christian ; BURGARD, Wolfram ; KNAUFF, Markus: Transregional Collaborative Research Center SFB/TR 8 Spatial Cognition: Reasoning, Action, Interaction / Universität Bremen and Universität Freiburg. 2005. – Forschungsbericht
- [B.Hillier u. a. 1976] B.HILLIER ; A.LEAMAN ; P.STANSALL ; M.BEDFORD: Space Syntax. In: *Environment and Planning* Bd. 3 University College London (Veranst.), August 1976, S. 147 – 185
- [Brito 2008] BRITO, Allan: *Blender 3D Architecture, Buildings and Scenery*. Packt Publishing, 2008. – ISBN 9781847193674
- [Clark 2004] CLARK, Mike: *Pragmatic Project Automation*. The Pragmatic Bookshelf, 2004. – ISBN 0974514039
- [Czarnecki und Eisenecker 2000] CZARNECKI, Krzysztof ; EISENECKER, Ulrich W.: *Generative Programming. Methods, Tools and Applications*. Addison-Wesley, 2000. – ISBN 9780201309775
- [Diestel 2006] DIESTEL, Reinhard ; (Hrsg.): *Graphentheorie*. Springer Verlag, Berlin, 2006. – ISBN 9783540213918
- [Geiger und Kotte 2007] GEIGER, Walter ; KOTTE, Willi ; (Hrsg.): *Handbuch Qualität: Grundlagen und Elemente des Qualitätsmanagements: Systeme - Perspektiven*. Vieweg+Teubner, 2007. – ISBN 9783834802736
- [Golden u. a. 2008] GOLDEN, Bruce L. ; RAGHAVAN, S. ; WASIL, Edward A. ; (Hrsg.): *The Vehicle Routing Problem: Latest Advances and New Challenges*. Springer Verlag, Berlin, 2008. – ISBN 9780387777771
- [Hantel 2009] HANTEL, Tim: *Erstellung von Simulationsumgebungen unmöglicher Räume*. 2009. – -
- [Hess 2007] HESS, Roland: *The Essential Blender: Guide to 3D Creation with the Open Source Suite Blender*. No Starch Press, 2007. – ISBN 9781593271664
- [Hillier 2005] HILLIER, Bill: The art of place and the science of space. In: *World Architecture 11/2005* University College London (Veranst.), 2005, S. 96 – 102

- [Hitchner] HITCHNER, Lewis E.: *The NASA Ames Virtual Planetary Exploration (VPE) Testbed*. NASA Ames Research Center
- [Hunt und Thomas 1999] HUNT, Andrew ; THOMAS, David: *The Pragmatic Programmer: From Journeyman to Master*. Addison-Wesley, 1999. – ISBN 9780201616224
- [Jonsson und Norman 2002] JONSSON, Erik ; NORMAN, Donald A. ; (Hrsg.): *Inner Navigation: Why We Get Lost in the World and How We Find Our Way*. Simon & Schuster, 2002. – ISBN 9781416575146
- [Klann 2008] KLANN, Markus: *Playing With Fire: Participatory Design of Wearable Computing for Fire Fighters*, Universität Siegen, Dissertation, 2008
- [Klar und Klar 2006] KLAR, Michael ; KLAR, Susanne: *Einfach generieren. Generative Programmierung verständlich und praxisnah*. Hanser Fachbuchverlag, 2006. – ISBN 9783446404489
- [de Lange 2005] LANGE, Norbert de ; (Hrsg.): *Geoinformatik in Theorie und Praxis*. 2. Springer Verlag, Berlin, 2005. – ISBN 9783540282914
- [Menzel 2004] MENZEL, Moritz: *Virtual and Augmented Reality*, Universität München, Diplomarbeit, 2004
- [Nygard 2007] NYGARD, Michael ; (Hrsg.): *Release It!: Design and Deploy Production-Ready Software*. The Pragmatic Bookshelf, 2007. – ISBN 9780978739218
- [O'Sullivan und Turner 2001] O'SULLIVAN, David ; TURNER, Alasdair: Visibility graphs and landscape visibility analysis. In: *International Journal of Geographical Information Science* University College London (Veranst.), 2001, S. 221 – 237
- [Pallister 2005] PALLISTER, Kim: *Game Programming Gems 5*. Charles River Media, 2005. – ISBN 9781584503521
- [Parr 2009] PARR, Terence: *Language Design Patterns: Techniques for Implementing Domain-Specific Languages*. The Pragmatic Bookshelf, 2009. – ISBN 9781934356456
- [Pohl 2009] POHL, Friedrich-Wilhelm: *Die Geschichte der Navigation*. Koehlers Verlagsgesellschaft mbH, Juli 2009. – ISBN 9783782210003
- [Pschyrembel 2007] PSCHYREMBEL, Willibald: *Medizinisches Lexikon*. Walter de Gruyter, 2007. – ISBN 9783110185348
- [Richardson und Gwaltney 2005] RICHARDSON, Jared ; GWALTNEY, William A. ; (Hrsg.): *Ship It!: A Practical Guide to Successful Software Projects*. The Pragmatic Bookshelf, 2005. – ISBN 9780974514048

-
- [Roosendaal und Wartmann 2009] ROSENDAAL, Ton ; WARTMANN, Carsten ; (Hrsg.): *The Blender GameKit: Interactive 3D for Artists*. No Starch Press, 2009. – ISBN 9781593272050
- [Shore und Warden 2007] SHORE, James ; WARDEN, Shane ; (Hrsg.): *The Art of Agile Development*. O'Reilly, 2007. – ISBN 9780596527679
- [Subramaniam und Hunt 2006] SUBRAMANIAM, Venkat ; HUNT, Andrew ; (Hrsg.): *Practices of an Agile Developer*. The Pragmatic Bookshelf, 2006. – ISBN 9780974514086
- [T.Barkowsky u. a. 2005] T.BARKOWSKY ; J.BATEMAN ; C.FREKSA ; W.BURGARD ; M.KNAUFF: Reasoning, Action, Interaction. In: *Transregional Collaborative Research Center SFB/TR 8 Spatial Cognition*, 2005
- [Webster 2004] WEBSTER, Miriam: Virtual Reality. In: *ACM Journal*. New York, NY, USA : ACM Press, 2004
- [Zetsche u. a. 2007] ZETZSCHE, Christoph ; GALBRAITH, Christopher ; WOLTER, Johannes ; SCHILL, Kerstin: Navigation Based on a Sensorimotor Representation: a Virtual Reality Study. In: *Human Vision and Electronic Imaging XII*, 2007