



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Hauptseminar

Andreas Löffler

Smart Rescue

*Fakultät Technik und Informatik
Studiendepartment Informatik*

*Faculty of Engineering and Computer Science
Department of Computer Science*

Andreas Löffler

Smart Rescue

Eingereicht am: 29. Juli 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Zielsetzung und inhaltlicher Aufbau	1
2	Grundlagen und Methodik	2
2.1	Smart Rescue	2
2.2	Simulation	3
2.2.1	Makrosimulation	4
2.2.2	Mikrosimulation	5
2.2.3	Mesosimulation	5
2.3	Aktuelle Forschung	6
2.3.1	Konferenzen und Journale	8
2.3.2	Das MARS-Framework	8
3	Bisherige Ergebnisse	9
4	Ausblick	11

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Großstädte, wie Hamburg, werden durch hohes und häufiges Verkehrsaufkommen enorm belastet. Zusätzlich zu dieser Problematik werden Einsparungen im Personalbereich des Rettungswesens vorgenommen, das Durchschnittsalter steigt stetig und durch die nachrückenden Anwärter können nicht alle Stellen abgedeckt werden [1]. Dies hat zur Folge, dass der Hamburger Rettungsdienst in vielen Fällen nicht innerhalb der von ihm gesetzten Hilfeleistungsfrist am Einsatzort eintreffen kann [1][2]. Um Patienten, welche unter besonders zeitkritischen Verletzungen oder Erkrankungen, wie beispielsweise einem Herzinfarkt, leiden, gerecht zu werden, muss in der Rettungskette umgedacht und diese erweitert werden. Zur Unterstützung der Rettung eines Patienten, kann auf qualifizierte und geschulte Personen aus der Bevölkerung zurückgegriffen werden, welche durch Einleitung von lebensrettenden Sofortmaßnahmen die Zeit bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes überbrücken können. Somit könnte die Überlebensrate erhöht bzw. das Ausmaß von Folgeschäden minimiert werden. Hierfür muss untersucht werden, inwieweit die Bevölkerung in einen Rettungsdiensteinsatz mit eingebunden werden kann und wie hoch die Dichte an zur Verfügung stehenden Personen sein muss, damit die Einbindung von der Bevölkerung effizient genutzt werden kann. Darüber hinaus muss untersucht werden, welche zeitlichen Anforderungen eingehalten werden müssen.

1.2 Zielsetzung und inhaltlicher Aufbau

Diese Arbeit soll einen Überblick über die Simulation eines Fußgängers geben. Es soll an Hand dieser Informationen im Kontext von *Smart Rescue* ein Fußgängermodell entwickelt werden. Mit Hilfe der Simulation soll die spätere Forschungsfrage: „Wie hoch muss die Helferdichte sein, damit der Ansatz von *Smart Rescue* im urbanen Raum funktioniert“ geklärt werden können. Es wird im Folgenden kurz der Ansatz *Smart Rescue* beschrieben. Anschließend wird die Methode *Simulation*, sowie die verwendete Mikrosimulation näher erläutert. Neben den aktuellen Stand der Forschung sollen bereits erzielte Ergebnisse der Simulation präsentiert werden.

2 Grundlagen und Methodik

Dieser Abschnitt gibt einen Einblick in den Ansatz von Smart Rescue. Des Weiteren wird die Simulation als Methode zur Untersuchung der in 1.2 genannten Fragestellung vorgestellt.

2.1 Smart Rescue

In der Problemstellung (siehe 1.1) wurde erwähnt, dass die Rettung von Menschen heutzutage durch verschiedene Faktoren verzögert wird. Zum Einen durch erhöhtes Verkehrsaufkommen verursacht. Zum Anderen durch ein nicht dem Umständen entsprechendes ausgebautes Verkehrsnetz entstehen längere Zeiten, um zu einem Patienten zu gelangen. Des Weiteren herrscht Personalmangel und es gibt eine immer größere Anzahl von Rettungseinsätzen, die Einsatzmittel fordern, welche aus medizinischer Sicht nicht als Rettungseinsatz eingestuft werden können. Durch die Kombinationen aus den erwähnten Faktoren entstehen Engpässe in den Bereichen Personal sowie Einsatzmittel. Für „echte“ Notfälle (Herzinfarkt, Bewusstlosigkeit) zählt jede Minute [3]. Muss hier ein Rettungswagen (RTW) durch momentan an andere Einsätze gebundene Einsatzmittel aus weiterer Entfernung anfahren, verzögert sich die Zeit bis zum Eintreffen der Rettungskräfte erheblich. In Hamburg gibt es keine gesetzlich geregelte Hilfsfrist. Jedoch wird in vielen Veröffentlichungen von einer achtminütigen Hilfsfrist gesprochen [4]. Diese Angabe dient als Planungsmaßstab und ist daher für diese Arbeit als Grenze gesetzt worden. In ca. 67% der Fälle schafft es der Rettungsdienst nicht, innerhalb der acht Minuten am Einsatzort einzutreffen[4]. Bei einer Verletzung oder Erkrankung, bei der es z.B auf Grund von Sauerstoffunterversorgung auf wenige Minuten ankommt, kann das Modell des Smart Rescues eingesetzt werden.

Smart Rescue ist ein Zusatz zum bestehenden Rettungssystem bzw. zur bestehenden Rettungskette [5]. Bei Smart Rescue wird fachlich geschultes Personal aus der Bevölkerung mit in den Rettungseinsatz einbezogen[5]. Hierbei muss der Helfende keine medizinische Grundausbildung abgeschlossen haben, sondern in Bereichen der lebensrettenden Sofortmaßnahmen geschult sein. In den heute bereits eingesetzten Smart Rescue Modellen, wie „Meine-Stadt-Rettet“[6] oder „Mobile Retter“[5] werden üblicherweise Freiwillige aus Hilfsorganisationen oder Personen mit medizinischer Ausbildung zugelassen. Der Freiwillige registriert sich bei

dem örtlich angebotenen Programm und wird anschließend bei einem Einsatz in seiner Nähe alarmiert, um Hilfe zu leisten. Dabei steht im Hintergrund ein sogenanntes *Volunteer-Notification-System* (VNC), das mit der Notrufzentrale verbunden ist und bei einem Notruf die Freiwilligen in der Nähe um den Einsatzort lokalisiert. Alle Freiwilligen, die sich im Alarmierungsradius befinden, werden über eine Applikation auf ihrem Smartphone alarmiert und können den Einsatz annehmen oder ablehnen. Bei Annahme des Einsatzes werden personenbezogene Daten wie Einsatzort, Name und Alter des Verletzten/Erkrankten an den Helfer übermittelt. Dieser wird durch die Applikation auf dem kürzesten Weg zu dem Patienten geleitet, um Erste-Hilfe-Maßnahmen einzuleiten. Das Modell *Smart Rescuedient* dazu, die Zeit bis lebensrettende Sofortmaßnahmen durchgeführt werden, zu verkürzen, um so den Patienten eine höhere Überlebenschance oder einer Verminderung von Folgeschäden zu ermöglichen [7]. Um ein Smart Rescue Modell in einer kleineren Großstadt wie Hamburg flächendeckend und mit positivem Ergebnis einzusetzen, bedarf es einer gewissen Helferdichte. Das Ziel der bevorstehenden Masterarbeit ist es, zu prüfen, ob eine so hohe Dichte erreicht werden kann, dass drei Minuten bis zum Eintreffen eines Helfers als realistisch erachtet werden kann. Nach drei Minuten entstehenden bereits irreparable Schäden an den Organen eines Menschen, wenn aufgrund von Sauerstoffmangel diese nicht weiter versorgt werden können. Weitere Informationen über die Funktionsweise sowie den Ablauf eines Einsatzes in Verbindung mit *Smart Rescue* ist unter [5] und [7] zu finden.

2.2 Simulation

Eine gängige Methode zur Findung einer Lösung von Problemen aus dem realen Umfeld ist die Simulation. Sie ist eine Methode, mit der verschiedenste Szenarien dargestellt und getestet werden können [8][9]. Parameter, die Einfluss auf das Problem oder die Lösung haben, können ohne größeren Aufwand direkt geändert werden. Vorteile solcher Simulationen sind: Effizienz, Flexibilität und geringeren Kosten [8][9]. Mit Hilfe einer Simulation können nahezu alle Szenarien, welche durch Logik beschrieben werden können, dargestellt werden. In dieser Arbeit wird ein Teilzweig der Verkehrssimulation betrachtet. Die Fußgängersimulation ist ein kleiner aber dennoch nicht zu verkennender Teilbereich. Die meisten Verkehrssimulationen, die auch in Behörden oder Planungsinstitutionen verwendet werden, zielen meist auf den motorisierten Straßenverkehr ab. Logistik- oder Transportprobleme, sowie Planung neuer Verkehrswege, gilt es hier zu lösen. Viele Simulationen, welche den Fußgänger als Einzelnen simulieren, finden sich in Entfluchtungsszenarien bei der Planung von Rettungswegen oder Notausgängen für größere Veranstaltungen oder Objekte wieder. In der Verkehrssimulation wird, wie auch in

anderen Bereichen der Simulation, in drei verschiedene Kategorien unterschieden. Es gibt die Makro-, Mikro- und Mesosimulation [9][8]. Der Zusammenhang soll durch die Abbildung 2.1 und die Abschnitte 2.2.1 - 2.2.3 verdeutlicht werden. Jede Kategorie von Simulationen kann unterschiedliche Charakteristika aufweisen, wie beispielsweise statische, dynamische, deterministische, stochastische, kontinuierliche und diskrete Simulation. Genauer zu den unterschiedlichen Charakteristika kann unter [9] und [8] nachgelesen werden.

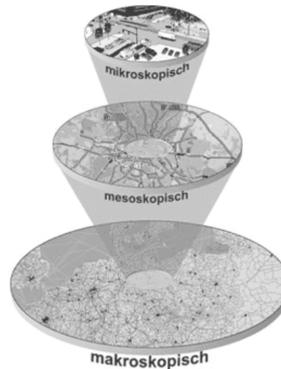


Abbildung 2.1: Zusammenhang von Makro-, Mikro- und Mesosimulation. Quelle: [10] Abb. 3-3

2.2.1 Makrosimulation

In der Verkehrssimulation ist die Makrosimulation eine schnelle, nicht rechenintensive Simulation zum Identifizieren von Problemen. Durch den *Top-Down* Ansatz existiert bei einer Makrosimulation keine Informationen zu jedem einzelnen Verkehrsteilnehmer, sondern sie liefert einen Überblick über die momentane Situation aller Verkehrsteilnehmer [9]. Dabei werden größere Räume und längere Zeitspannen betrachtet. Ein konkretes Beispiel für die Makrosimulation ist der Verkehrsfluss einer Straße zu bestimmten Tageszeiten an einem bestimmten Wochentag. Die relevanten Faktoren wären die Fahrzeugdichte, sowie die mittlere Geschwindigkeit, die Tageszeit und der Wochentag. Anhand dieser vier Informationen können Simulationen für Straßenzüge erstellt und analysiert werden. Durch die Simulation können problematische Knotenpunkte erkannt und in Muster eingeordnet werden [9]. Mit diesem Erkenntnis kann ein Verkehrsplaner geeignete Maßnahmen treffen, um den Verkehr an dieser Stelle schneller oder langsamer abfließen zu lassen, ohne tiefgehende Informationen über den einzelnen Fahrer, den Typ des Kraftfahrzeugs oder Ähnliches zu haben.

2.2.2 Mikrosimulation

Das Gegenstück zur Makrosimulation ist die Mikrosimulation [9]. Diese ist nach dem *Bottom-up* Ansatz konzipiert. Der Ausschnitt, der simuliert wird, beträgt bei der Mikrosimulation nur wenige Meter [9]. Mit dieser Simulationsart kann beispielsweise eine Kreuzung simuliert werden. Da der, im Vergleich zur Makrosimulation, zu simulierende Ausschnitt sehr klein ist, können die dort enthaltenen Objekte (dazu zählen u.a. Verkehrsteilnehmer) sehr detailliert und realitätsnah modelliert werden [9]. Durch die detailreiche Modellierung ist es möglich, einzelne Aktionen und Interaktionen zwischen verschiedenen Teilnehmern und Objekten darzustellen. Die Interaktion und das Verhalten des einzelnen Objektes ergeben in Kombination das Gesamtsystem. Jedes Objekt bzw. jeder Teilnehmer in der Mikrosimulation ist ein Agent, der individuell beschrieben wird [9]. Verhalten und Interaktion zeichnen sich durch ein Muster des jeweiligen Agententyps ab, sind jedoch bei jedem Agenten individuell. Dieser Ansatz wird auch multi-agentenbasierte Simulation (MAS) genannt. Es wird in intelligente und einfache Agenten unterschieden [9][11]. Der Unterschied besteht darin, dass einfache Agenten autonome Aktionen ausführen ohne mit ihrer „Umwelt“ zu interagieren. Der intelligente Agent hingegen kann beides [9][11].

2.2.3 Mesosimulation

Die Mesosimulation ist eine Kombination aus Makro- und Mikrosimulation [9]. Durch die Mesosimulation ist es möglich, einige ausgewählte Bereiche per Mikrosimulation zu untersuchen und die dazwischen liegenden Bereiche anhand der Makrosimulation zu simulieren [9]. Ein Beispiel für die Mesosimulation wäre die Straßenüberquerung eines Fußgängers, der mit einem heranfahrenden Fahrzeug bei der Überquerung kollidiert. Der Ausschnitt der Kollision wird mit der Mikrosimulation simuliert. Hierbei ist eine detailreiche und realitätsnahe Darstellung nötig, um beispielsweise den Unfallhergang zu untersuchen. Größe, Geschwindigkeit, Lage zu einander, Witterungsbedingungen sowie ggf. Emotionen der einzelnen Agenten sind hier von Bedeutung. Die Geschwindigkeit des heranfahrenden Fahrzeugs kann über Verkehrsfluss und Dichte mit Hilfe der Makrosimulation schnell errechnet werden. Somit können Rückschlüsse auf die vorher gefahrene Strecke und Geschwindigkeit sowie ggf. dem Emotionszustand des Agenten gezogen werden. Beispielsweise kann die Modellierung des Agenten einen Emotionszustand mit hoher Aggressivität hervorrufen, da die zugrundeliegende durchschnittliche Geschwindigkeit eine sehr niedrige ist (Stau). So können durch die Makrosimulation (durchschnittliche Geschwindigkeit) in der Mikrosimulation (Modellierung der Emotionen eines Agenten) Rückschlüsse über den Agenten gezogen werden. Der Vorteil einer Mesosimulation

ist, dass die Makrosimulation, Größen, die für die Mikrosimulation benötigt werden, schnell errechnen kann [9]. Würde die komplette Strecke per Mikrosimulation simuliert werden, wäre die Simulation ineffizient, da das zu Simulierende eine hohe Vorberechnung erfordert.

2.3 Aktuelle Forschung

Die Fußgängersimulation bietet ein breites Spektrum an Forschungsmöglichkeiten. In jedem Bereich des Spektrum gibt es viele Ausprägungen und Unterkategorien des jeweiligen Bereiches [12]. Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über aktuelle Bereiche gegeben werden. Anschließend sollen die momentan in der Forschung genutzten Modellansätze kurz erläutert werden. Im Abschnitt 2.3.1 wird sowohl auf Konferenzen als auch auf Journale eingegangen, die die aktuelle Forschung in der Fußgängersimulation bzw. in der Erstellung eines Fußgängermodells voran treiben. Der Abschnitt 2.3.2 beschreibt, das für die Simulation genutzte Framework.

Wie oben erwähnt, bietet der Forschungsbereich ein breites Spektrum für Simulationen. Verschiedene Fragestellungen werden in die Bereiche *Evakuierung*, *Paniksituationen*, *historische Ereignisse*, *Massenkatastrophen*, *emergentes Verhalten* (beispielsweise in Verkehrswellen oder Engstellen in Gebäuden), *komplexes Verhalten* in Bezug auf Sozialverhalten und Psyche, *spezifische Szenarien* wie *Smart Rescue*, *Kollisionsvermeidung und Routenfindung* und *grafische Simulation in VR¹ Umgebungen* unterteilt [12]. Jeder dieser Bereiche ist dabei nicht nur als Einzelner zu betrachten, sondern auch als Teilbereich eines Anderen. Oftmals existieren Überlappungen mehrerer Bereiche. Das verwendete Modell eines Fußgänger ist stark abhängig von der Forschungsfrage bzw. des Simulationsziels [12]. In den folgenden Abschnitten werden die aktuell genutzten Modelle, sowie präsenste Forschungsfragen aufgezeigt.

Mechanische Modelle

Mechanische Modelle verwenden mathematische Beschreibungen und physikalische Prozesse als Grundlage ihrer Aussagekraft [12]. Typische Ansätze sind hier *Optimization based*, *Social Force Modell* (SFM) und *Continuum* bzw. *Momentum* Modelle [12]. Mit dieser Art von Modellen lassen sich Bewegungsmuster mit einer großen Anzahl an Fußgängern simulieren. Die Bewegungen werden meist aus makroskopischer Sicht dargestellt. Ein aktuelles Modell aus der Forschung ist das von [13]. Dieses ist ein makroskopische Modell, das die Geschwindigkeit, den Fluss oder die Dichte von Menschenmengen beschreibt.

¹VR - Virtual Reality

Zelluläre Automaten

Ein mikroskopischer Simulationsansatz ist der, des zellulären Automaten. Der zelluläre Automat wird als Quadrupel ($Z = (R, N, Q, \delta)$ mit $\delta : Q^N \rightarrow Q$) beschrieben. Dabei ist R der Zellarraum, N die endliche Nachbarschaft, Q die Zustandsmenge und δ die Übergangsfunktion. Der zelluläre Automaten unterteilt die Umgebung in Zellen, welche den Zellarraum ergeben. Jede Zelle ist mit einem Zustand belegt und repräsentiert etwas aus der Umgebung [12]. Dabei kann die Zelle eine Person, den leeren Raum oder Objekte enthalten. Auf Basis eines Regelwerks (Übergangsfunktion), des aktuellen Zustands der Zelle und der Zustände der Nachbarschaftszellen wird der nächste Zustand einer jeden Zelle errechnet.

Der Ansatz des zellulären Automaten ist ein simpler und flexibler Ansatz, der in verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten genutzt werden kann [12]. Beispielsweise für das Nagel-Schrecken-Modell [10] oder für die Simulation von Fußgängerverhalten an Ein- und Ausgängen von großen Plätzen. In ihrem Paper „Scalable Pedestrian Simulation for Virtual Cities“ beschreiben [14] ein solches Szenario. Ein aktuelles Beispiel aus der Forschung ist der Ansatz ein zellulären Automaten zur Beschreibung von Linienformationen im Gegenverkehr von Fußgängern [15]. Der Ansatz beschreibt mit einem zweidimensionalen zellulären Automaten das Verhalten und die Formung von Linien von Fußgängern bei Gegenverkehr [15].

Stochastische Modelle

Unter die stochastischen Modelle fallen sogenannte Warteschlangen Modelle oder *Discrete choice models* (DCM). Schlüsselpunkte dieser Modelle sind stochastische Prozesse und Zufallsentscheidungen [12]. Ein aktuelles *Queueing Model* (Warteschlangenmodell) beschäftigt sich mit der Thematik der Physiologie und Psychologie des Menschen [16]. Eigenschaften des Modells sind, Verkehrswellen effektiv reproduzieren und damit simulieren zu können [16]. In einer Fallstudie mit einem Ticketanbieter für Züge, konnte das Modell verifiziert werden [16].

Agentenbasierte Modelle

Eigenschaften und Vor- sowie Nachteile von agentenbasierten Modellen wurden bereits in Abschnitt 2.2.2 erläutert. Typische Anwendungsgebiete der agentenbasierten Simulation sind: *collision avoidance*, *navigation / Pathfinding*, *active vision*, *social distance approaches* und *reinforcement learning based* ² [12]. Eine aktuelle Forschung aus dem Bereich der agentenbasierten Simulation ist das „Proxemische Gruppenverhalten mit reziproker Multiagentenna-

²Es wurden die englischen Begriffe nicht übersetzt, da diese in den jeweiligen Anwendungsgebieten prägende Begriffe darstellen.

vigation“ [17]. He et. al präsentieren in ihrer Arbeit einen dezentralisierten Algorithmus für gruppenbasierte kohärente und reziproke Multiagenten-Navigation [17]. Jeder Agent der Simulation kann eine kollisionsfreie Trajektorie für sich errechnen. Des Weiteren kann mit Hilfe des Ansatzes von [17] die Bewegung und Verhaltensweisen von Gruppen simuliert werden. Dabei macht der Ansatz keine Annahmen über die Größe oder Form der Gruppe und kann sich an das Verhalten anderen Agenten anpassen [17].

2.3.1 Konferenzen und Journale

Modellierung und Simulation ist eine effiziente und kostenschonende Methode, um eine Vielzahl von Problemen zu erforschen. Die drei bzw. vier Hauptkonferenzen, auf denen das Thema *Fußgängersimulation* voran getrieben wird, sind zum Einen die *Pedestrian and Evacuation Dynamics (PED)*, die *Traffic and Granular Flow (TGF)* und zum Anderen die *Society for Modeling & Simulation International*, welche jährlich die Konferenzen *SCS - Springsim* und *SCS- Wintersim* veranstaltet [12]. Zusätzlich zu den erwähnten Konferenzen, liefern die Treffen des *Transportation Research Boards (TRB)* einen großen Beitrag zum Thema Simulation eines Fußgängers [12]. Zu den führenden Journalen im Bereich der Fußgängersimulation zählen: *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation (TOMACS)*, *Transport Research Procedia*, *Journal of Transportation Engineering*, *Transport Research Record: Journal of the TRB*, *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, *Procedia Social Behaviour Sciences*, *Simulation Modelling Practice and Theory*.

2.3.2 Das MARS-Framework

Das MARS-Framework wurde von der Forschungsgruppe MARS der *Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg* entwickelt. MARS steht für *Multi-Agent Research and Simulation*. Das Framework bietet die Möglichkeit verteilt und hoch skalierbar Simulationen von agentenbasierten Modellen durchzuführen [18][19].

Aktuelle Projekte der Forschungsgruppe MARS, welche im MARS-Framework simuliert werden, sind unter anderem *Urban Simulation* und *Savannah Ecology* [20]. Das zu entwickelnde Modell, findet im Kontext des Projekts *Urban Simulation* Anwendung. Das Projekt zielt darauf ab, den motorisierten, als auch den nicht motorisierten Verkehr von Großstädten simulieren zu können. Dabei sollen verschiedene Verkehrsteilnehmer miteinander interagieren und ihre Verkehrsmittel wechseln können. Weitere Informationen zu MARS und bestehenden Forschungsarbeiten können dem Webaufttritt <https://mars-group.org/> entnommen werden.

3 Bisherige Ergebnisse

In den vorherigen Kapitel wurde die Grundlage zur Simulation eines Fußgängers erläutert. Es wurde aufgezeigt was *Smart Rescue* ist, welche Unterschiede es bei der Methode *Simulation* geben kann und der aktuelle Stand der Forschung wurde präsentiert. Mit Hilfe dieser Grundlagen wurde ein Fußgängeragent entwickelt. Der Agent verfügt neben Attributen wie Alter, Geschlecht, Größe und Geschwindigkeit über einen Tagesablauf, mit welchem es möglich ist Agenten in erwerbstätige und nicht erwerbstätige Agenten zu unterteilen. Der Tagesablauf besteht momentan noch aus randomisierten Zielen über Stadtteilen von Hamburg. Fußgänger bewegen sich mit unterschiedlicher Geschwindigkeit, welche von verschiedensten Faktoren beeinflusst wird. Einflussfaktoren auf die Geschwindigkeit können den Kapiteln 2 und 3 der Quelle [21] entnommen werden. Für den ersten Entwurf eines Agenten wurde die Geschwindigkeit mit Hilfe einer Normalverteilung [21] (Kapitel 3.3) berechnet. Die berechneten Geschwindigkeiten lassen sich jedoch zur Simulationszeit durch die vorhandene Dichte von Agenten vor einem Agenten beeinflussen. Hierfür wurde das von [21] verwendete *Level-of-Service* Konzept verwendet, welches Fußgängeranlagen in ihrer Benutzungsqualität klassifiziert. Das Modell lässt Rückschlüsse von Personendichte pro Quadratmeter auf die jeweilige mögliche maximale Geh-Geschwindigkeit ziehen. Abgrenzungen, welche für den ersten Entwurf getroffen wurden, sind neben den in [21] (Kapitel 2.5) genannten *Behinderungen*, Lichtsignalanlagen, Treppen und Rampen sowie Leistungseinschränkungen durch das Alter eines jeden Agenten. Abbildung 3.1 zeigt ein erstes Ergebnis für einen erwerbstätigen Agenten. Der Agent bewegt sich zu verschiedenen Tageszeiten durch Hamburg. Es ist anzumerken, dass die Wahl der Ziele noch nicht berücksichtigt wurde und diese daher sehr verteilt liegen und nicht der Realität entsprechend sinnvoll gewählt wurden.

Die Abbildung 3.2 zeigt einen Agenten, welcher zu einem Zeitpunkt $t = 10000$ für einen Einsatz im Kontext von *Smart Rescue* alarmiert wurde und sich zu einem Punkt P mit erhöhter Geschwindigkeit bewegt (roter Marker stellen Wegstrecke dar). Die zurückgelegte Wegstrecke beträgt in diesem Beispiel ca. 500 Meter. Zum Zeitpunkt $t = 10130$ befindet sich der Agenten am Ziel und tritt seinen Rückweg zum Ausgangsort (schwarze Marker stellen Wegstrecke dar)

3 Bisherige Ergebnisse

an. Die 500 Meter wurden von dem Agenten in 130 Sekunden zurück gelegt, was in etwa der Durchschnittsgeschwindigkeit von $3.86m/s$ eines Erwachsenen beim Rennen darstellt.

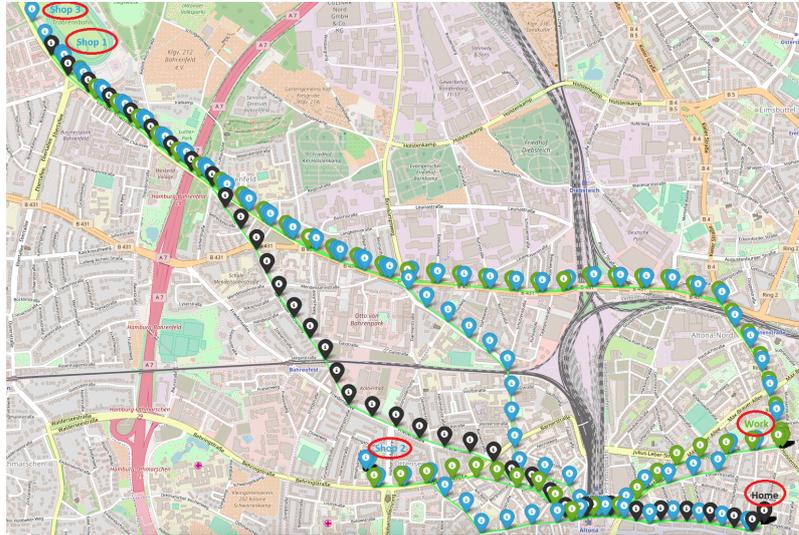


Abbildung 3.1: Tagesablauf eines erwerbstätigen Agenten

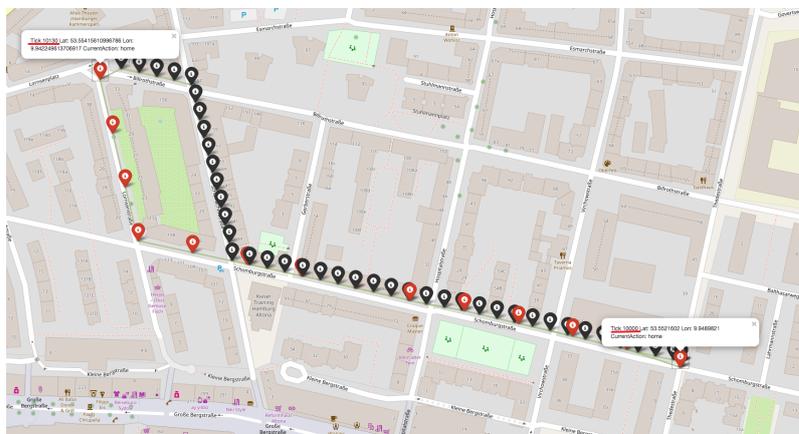


Abbildung 3.2: Alarmierung eines Agenten

4 Ausblick

Im Kapitel 3 wurden die bisher erzielten Ergebnisse des entwickelten Fußgänger-Agenten erläutert. Für die bevorstehende Masterarbeit und damit zur Klärung der in 1.2 erwähnten Forschungsfrage, müssen noch einige Weiterentwicklungen getan und weitere Informationen mit einbezogen werden. Zum Einen muss die Intelligenz des Agenten im Allgemeinen verbessert werden. Agenten sollten sich Ziele in ihrer näheren Umgebung und in Abhängigkeit zur gerade ausgeführten Aktion des Tagesablaufs suchen. So sollte zum Beispiel bei einem erwerbstätigen Agenten die Wahl des Restaurants für die Mittagspause nicht auf ein Restaurant auf der anderen Stadtseite fallen, sondern in einem fußläufigen Radius um die Arbeitsstelle. Des Weiteren sollte der Tagesablauf eines Agenten so angepasst werden, dass dieser nicht mehr auf Basis von Zufall erstellt wird, sondern an Hand von Emotionen und Bedürfnissen eines jeden Agenten. Zum Anderen sollte für die realitätsnahe Abbildung einer Stadt die demografische Verteilung der Bevölkerung, sowie die von der Tageszeit, vom Wochentag und von der Jahreszeit abhängigen tägliche Bewegung der Gesamtbevölkerung berücksichtigt werden. Hier gilt es geeignete Lösungsansätze zu finden, zu filtern und so zu implementieren, dass diese performance-technisch verwendbar sind. Ein weiterer Faktor, welchen es zu klären gilt, ist die Verifikation des Modells. Für Geschwindigkeiten und erreichte Zeiten im Kontext von *Smart Rescue* existieren Studien, welche Teile des Modells verifizieren können. Das gesamte Modell verifizieren zu können, wird momentan als nicht durchführbar erachtet, da es nach intensiver Recherche kein vergleichbares Modell gibt, was je verifiziert oder in der Art durchgeführt wurde. Auch gefundene Studien können das Modell als Ganzes nicht verifizieren. Daher sollen im späteren Verlauf einzelne Teile des Modells verifiziert werden (Teilverifikation), um so in der Summe eine komplette, oder eine größtmögliche Abdeckung an Verifikation aufweisen zu können.

Literaturverzeichnis

- [1] Retter.tv. Hamburg - Kampf gegen Personalmangel: Feuerwehr Hamburg will 200 neue Beamte einstellen - Die Feuerwehr auf retter.tv - retter.tv.
- [2] Thomas Eckert and Svea Eckert. Späte Rettung: Vorwürfe gegen Feuerwehr | NDR.de - Nachrichten - Hamburg.
- [3] von M Planta. Mobile Ausbildung mit Lebensrettungsprogramm HELP lanciert. Ein Herzstillstand und sofort kommt ein HELP Team. 2007.
- [4] Skverlag. Hamburgs Rettungsdienst-Hilfsfristen verschlechtern sich weiter - S+K Verlag für Notfallmedizin.
- [5] R. Stroop, B. Strickmann, H. Horstkoetter, T. Kuhlbusch, H. R. Hartweg, and T. Kerner. Smartphone-basierte First-Responder-Alarmierung "Mobile Retter": Implementierung eines qualifizierten Ersthelfer-Systems. *Notarzt*, 31(5):239–245, oct 2015.
- [6] Ecorium GmbH. Ersthelfer-App - Ersthelfer werden über die Meine Stadt rettet App.
- [7] Autoren R Stroop, B Strickmann, H Horstkoetter, T Kuhlbusch, H-r Hartweg, T Kerner, Leitende Notarztgruppe Kreis Gütersloh, St Barbara-Klinik, Ärztlicher Leiter Rettungsdienst, Kreis Gütersloh, Kreisverwaltung Gütersloh, and Korrespondenzadresse med Dipl-Biochem Ralf Stroop. Smartphone-basierte First-Responder-Alarmierung "Mobile Retter" * Implementierung eines qualifizierten Ersthelfer-Systems Smartphone-Based First-Responder Alerting "Mobile Rescuers Implementation of a Qualified First-Aid-System. *Notarzt*, 31:239–245, 2015.
- [8] Leena Suhl and Taïeb Mellouli. *Optimierungssysteme*. 2013.
- [9] Jörg Dallmeyer. *Simulation des Straßenverkehrs in der Großstadt*. Springer, 2014.
- [10] Michael Reimann. *Simulationsmodelle im Verkehr*. PhD thesis, Universität Karlsruhe, Karlsruhe, 2007.

- [11] Zhiyong Wang and Sisi Zlatanova. Multi-agent based path planning for first responders among moving obstacles. *Computers, Environment and Urban Systems*, 56:48–58, 2016.
- [12] Francisco Martínez-Gil, Miguel Lozano, Ignacio García-Fernández, and Fernando Fernández. Modeling, evaluation, and scale on artificial pedestrians: A literature review. *ACM Computing Surveys*, 50(5):1–35, sep 2017.
- [13] Nicola Bellomo, Stefano Berrone, Livio Gibelli, and Alexandre Pieri. First Order Models of Human Crowds with Behavioral-Social Dynamics. jan 2015.
- [14] Soteris Stylianou, Marios M Fyrillas, and Yiorgos Chrysanthou. Scalable Pedestrian Simulation for Virtual Cities. *Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*, VRST '04:65–72, 2004.
- [15] Stefan Nowak and Andreas Schadschneider. A Cellular Automaton Approach for Lane Formation in Pedestrian Counterflow. In *Traffic and Granular Flow '11*, pages 149–160. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2013.
- [16] De Wei Li and Bao Ming Han. Modeling Queue Service System in Pedestrian Simulation. *Advanced Materials Research*, 187:1–6, feb 2011.
- [17] Liang He, Jia Pan, Wenping Wang, and Dinesh Manocha. Proxemic group behaviors using reciprocal multi-agent navigation. In *2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, pages 292–297. IEEE, may 2016.
- [18] Christian Hüning, Jason Wilmans, Nils Feyerabend, and Thomas Thiel-Clemen. MARS - A next-gen multi-agent simulation framework. *Simulation in Umwelt- und Geowissenschaften*, (2008):37–49, 2014.
- [19] Christian Hüning, Mitja Adebahr, Thomas Thiel-Clemen, Jan Dalski, Ulfia Lenfers, and Lukas Grundmann. Modeling & simulation as a service with the massive multi-agent system MARS. *ADS '16 Proceedings of the Agent-Directed Simulation Symposium*, 2016.
- [20] MARS Group Hamburg. MARS Group Hamburg Projects. <https://mars-group.org/projects-using-mars/>. [Online; accessed 25-June-2018].
- [21] Ulrich Weidmann. Transporttechnik der Fussgänger, Transporttechnische Eigenschaften des Fussgängerverkehrs (Literaturauswertung). *IVT, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau*, (90):110, 1993.