

Hochschule Darmstadt

– Fachbereich Informatik –

Routenwahlverfahren für Fußgängersimulation

Abschlussarbeit zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Science (B.Sc.)

vorgelegt von

Rober Köten

Matrikelnummer: 756856

Referent : Prof. Dr. Elke Hergenröther
Koreferent : Björn Frömmer

ERKLÄRUNG

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die im Literaturverzeichnis angegebenen Quellen benutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder noch nicht veröffentlichten Quellen entnommen sind, sind als solche kenntlich gemacht.

Die Zeichnungen oder Abbildungen in dieser Arbeit sind von mir selbst erstellt worden oder mit einem entsprechenden Quellennachweis versehen.

Diese Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch bei keiner anderen Prüfungsbehörde eingereicht worden.

Darmstadt, 13. Dezember 2021

Rober Köten

INHALTSVERZEICHNIS

I THESIS

1	EINLEITUNG	2
1.1	Der Weg zur Praktikumsstelle	2
1.2	Das Unternehmen	2
1.2.1	Standort	3
1.2.2	Institute for Advanced Simulation (IAS-7)	3
1.2.3	Arbeitsplatz	4
2	TECHNISCHER HINTERGRUND	5
2.1	Ubuntu	5
2.2	Jetbrains CLion	5
2.3	Git	5
2.4	Scrum	5
2.5	Remote Desktop	6
2.6	C++	6
2.7	Python	6
3	AUFGABEN WÄHREND DES PRAKTIKUMS	7
3.1	Wayfinding and cognitive maps for pedestrian models	7
3.1.1	Kognitive Karte	7
3.1.2	Verallgemeinertes Wissen	8
3.1.3	Modellierung von kognitivem Kartenwissen	8
3.1.4	Kognitives Kartenwissen	9
3.1.5	Kombination von generalisiertem und kognitivem Kartenwissen	10
3.2	Das Grundkonzept	11
3.3	Floodfill Algorithmus	11
4	FAZIT	12

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1.1	Lageplan des Forschungszentrum, Quelle: Webseite FZJ	3
Abbildung 3.1	Modellierung von kognitivem Kartenwissen, Quelle: Webseite ResearchGate	9
Abbildung 3.2	Kognitives Kartenwissen, Quelle: Webseite Research- Gate	9
Abbildung 3.3	Kombination von generalisiertem und kognitivem Kar- tenwissen, Quelle: Webseite ResearchGate	10

Teil I

THESIS

EINLEITUNG

1.1 DER WEG ZUR PRAKTIKUMSSTELLE

Durch meine Begeisterung zur Forschung und nach Gesprächen mit Prof. Dr. Elke Hergenröther, bin ich auf das Forschungszentrum Jülich aufmerksam geworden. Die Forschungszentrum Jülich GmbH ist eine nationale Forschungseinrichtung in der Helmholtz-Gemeinschaft und betreibt, gestützt auf die Schlüsselkompetenzen Physik und Supercomputing, interdisziplinäre Forschung in den Bereichen Energie, Information und Bioökonomie. Nach der Empfehlung meiner Professorin nahm ich Kontakt zu Dr. David Haensel auf und bewarb mich auf ein Praktikum. Dr. Hänsel lud mich nach kurzer Zeit auf ein Bewerbungsgespräch ein. Das Bewerbungsgespräch fand, wegen der derzeitigen Umstände, über Big Blue Button statt. Es war ein sehr angenehmes Bewerbungsgespräch, da mir das Praxisprojekt ausführlich vorgestellt wurde. Danach wurden die Aufgaben aus der Abteilung genauer erläutert. Als letztes erzählte ich, was ich in meinem Studium schon an Erfahrung sammeln durfte und welche berufliche Laufbahn ich bis dato eingeschlagen hatte. Ich ging mit einem guten Gefühl aus diesem Gespräch. Nach zwei Tagen wurde mir eine mündliche Zusage für die Praktikumsstelle gegeben, woraufhin ich den Antrag bei der Hochschule Darmstadt für das Pflichtpraktikum einreichte.

1.2 DAS UNTERNEHMEN

Mit rund 6.800 Mitarbeitern gehört das Forschungszentrum Jülich zu den größten Forschungseinrichtungen Europas. Die Einrichtung wurde am 11. Dezember 1956 vom Land Nordrhein-Westfalen als eingetragener Verein gegründet, bevor sie 1967 in "Kernforschungsanlage Jülich GmbH" umbenannt wurde. Im Jahr 1990 wurde der Name in "Forschungszentrum Jülich GmbH" geändert. Das Forschungszentrum betreibt mehrere Institute. Zu den Instituten gehören:

1. Institute for Advanced Simulation (IAS)
2. Institut für Bio- und Geowissenschaften (IBG)
3. Institut für Biologische Informationsprozesse (IBI)
4. Institut für Energie- und Klimaforschung (IEK)
5. Institut für Kernphysik (IKP)
6. Institut für Neurowissenschaften und Medizin (INM)

7. Jülich Centre for Neutron Science (JCNS)
8. Peter Grünberg Institut (PGI)
9. Zentralinstitut für Engineering, Elektronik und Analytik (ZEA)

1.2.1 Standort

Der Hauptsitz des Forschungszentrums liegt im Städtedreieck Aachen – Köln – Düsseldorf am Rande der nordrhein-westfälischen Stadt Jülich. Das FZJ betreibt 15 Außenstellen im In- und Ausland, dazu zählen acht Standorte an europäischen und internationalen Neutronen- und Synchrotronstrahlungsquelle, zwei gemeinsame Institute mit der Universität Münster und der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) sowie dem Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB) und drei Außenstellen des Projektträgers in Bonn, Rostock und Berlin. Es besteht eine enge Zusammenarbeit mit der RWTH Aachen in Form der Jülich-Aachen Research Alliance (JARA). Die folgende Abbildung zeigt den Lageplan des Forschungszentrums.

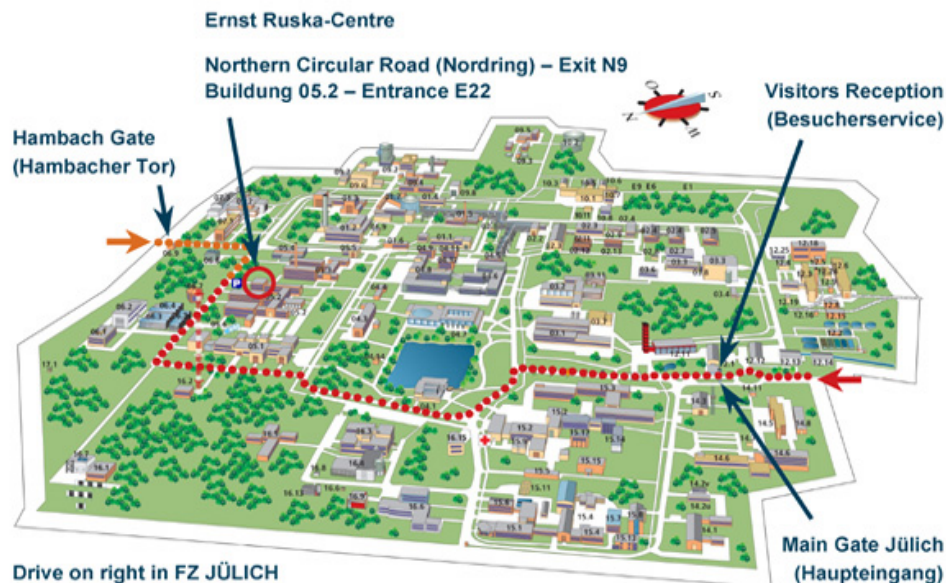


Abbildung 1.1: Lageplan des Forschungszentrum, Quelle: Webseite FZJ

1.2.2 Institute for Advanced Simulation (IAS-7)

Das Institute for Advanced Simulation vereint Simulation Sciences und Supercomputing unter einem Dach. Auf diese Weise werden disziplinäre, methodische und technologische Kompetenzen gebündelt, die nötig sind, um die kommenden Herausforderungen in den Simulationswissenschaften zu bewältigen. Die enge Zusammenarbeit der wissenschaftlichen Nutzer mit den Mitarbeitern des Jülich Supercomputing Centre, welches zum IAS ge-

hört, führt zu einer fruchtbaren Nutzung des hochattraktiven europäischen Supercomputerzentrums in Jülich. Zu den Institutsbereichen gehören:

- Jülich Supercomputing Centre (JSC)
- Quanten-Theorie der Materialien (PGI-1/IAS-1)
- Theorie der Weichen Materie und Biophysik (ICS-2/IAS-2)
- Theoretische Nanoelektronik (PGI-2 / IAS-3)
- Theorie der starken Wechselwirkung (IKP-3/IAS-4)
- Computational Biomedicine (IAS-5 / INM-9)
- Theoretical Neuroscience (IAS-6 / INM-6)
- Zivile Sicherheitsforschung (IAS-7)
- Datenanalytik und Maschinelles Lernen (IAS-8)
- Materials Data Science and Informatics (IAS-9)

Mein Projekt "Routenwahlverfahren für Fußgängersimulation" gehört zum Institutsbereich der zivilen Sicherheitsforschung (IAS-7).

1.2.3 Arbeitsplatz

Corona-bedingt machte ich mein Praktikum remote, weshalb mein Arbeitsplatz mein Zuhause war. Ich arbeitete an meinem Heimcomputer und installierte Ubuntu auf einer separaten Festplatte, da das Basisprojekt auf einem Linux-Betriebssystem basiert und am besten funktioniert. Um auch von zu Hause aus arbeiten zu dürfen, erhielt ich eine Dienstantrittsaufnahme und nahm an einer zweistündigen Schulung teil.

TECHNISCHER HINTERGRUND

In meinem Praktikum wurde ich unter anderem mit folgenden Technologien, agilen Entwicklungsmethoden und Kommunikationstechniken konfrontiert.

2.1 UBUNTU

Ubuntu, auch Ubuntu Linux, ist eine Linux-Distribution, die auf Debian basiert. Der Name Ubuntu bedeutet auf Zulu etwa „Menschlichkeit“ und bezeichnet eine afrikanische Philosophie. Die Entwickler verfolgen mit dem System das Ziel, ein einfach zu installierendes und leicht zu bedienendes Betriebssystem mit aufeinander abgestimmter Software zu schaffen. Das Projekt wird vom Software-Hersteller Canonical gesponsert, der vom südafrikanischen Unternehmer Mark Shuttleworth gegründet wurde.

2.2 JETBRAINS CLION

JetBrains ist ein multinationales Software-Unternehmen mit Niederlassungen in Prag, Sankt Petersburg, Novosibirsk, Moskau, Boston und München. JetBrains wurde im Jahr 2000 von den russischen Softwareentwicklern Sergey Dmitriev, Eugene Belyaev und Valentin Kipiatkov in Prag gegründet. Nach 12 Jahren als CEO gab Sergey Dmitriev das Unternehmen 2012 an Oleg Stepanov und Maxim Shafirov ab und widmete sich seinen wissenschaftlichen Bemühungen auf dem Gebiet der Bioinformatik. CLion ist für die Entwicklung in C++ und C eine Cross-Plattform-IDE. Durch die IntelliJ-Plattform-Basis steigern Sie Ihre Produktivität und optimieren Ihre Arbeitsabläufe.

2.3 GIT

Git wurde 2005 entwickelt und ist ein Versionskontrollsystem. Quellcodeänderungen lassen sich sehr gut verwalten. Außerdem ist das System sowohl für Unternehmen, als auch private Projekte ausgelegt. Es können mehrere Entwickler gleichzeitig an einem Projekt arbeiten. Das Projekt kann auch ohne Problem auf einen älteren Stand zurückgesetzt werden, da alle Änderungen in einer Datenbank gespeichert werden. Somit werden dem Entwickler kleinere Fehler verziehen.

2.4 SCRUM

SCRUM ist eine empirisch, inkrementell und iterativ wirkende Methode, die ursprünglich für die agile Softwareentwicklung erfunden wurde. Im Team

werden Rollen verteilt - SCRUM Master, Product Owner und Team. Die Laufzeit des Projektes wird in Sprints aufgeteilt, die zeitlich beschränkte Meetings beinhalten - Sprint Planning, Daily SCRUM, Sprint Review, Sprint Retrospective. Bei den SCRUM Artefakte geht es um die Transparents - Product Backlog, Sprint Backlog und Product Increment. Die Selbstorganisation ist für das durchführende Team wichtig, da die SCRUM Methode nur wenig Regel hat.

2.5 REMOTE DESKTOP

Das in Windows vorinstallierte Remote Desktop Protokoll dient für den Fernzugriff auf einen anderen PC.

2.6 C++

C++ ist eine von der ISO genormte Programmiersprache. Sie wurde ab 1979 von Bjarne Stroustrup bei ATT als Erweiterung der Programmiersprache C entwickelt. C++ ermöglicht sowohl die effiziente und maschinennahe Programmierung als auch eine Programmierung auf hohem Abstraktionsniveau. Der Standard definiert auch eine Standardbibliothek, zu der verschiedene Implementierungen existieren.

2.7 PYTHON

Python ist eine universelle, üblicherweise interpretierte, höhere Programmiersprache. Sie hat den Anspruch, einen gut lesbaren, knappen Programmierstil zu fördern. So werden beispielsweise Blöcke nicht durch geschweifte Klammern, sondern durch Einrückungen strukturiert. Python unterstützt mehrere Programmierparadigmen, z. B. die objektorientierte, die aspektorientierte und die funktionale Programmierung. Ferner bietet es eine dynamische Typisierung. Wie viele dynamische Sprachen wird Python oft als Skriptsprache genutzt. Die Sprache weist ein offenes, gemeinschaftsbasiertes Entwicklungsmodell auf, das durch die gemeinnützige Python Software Foundation gestützt wird, die die Definition der Sprache in der Referenzumsetzung CPython pflegt.

AUFGABEN WÄHREND DES PRAKTIKUMS

Zu den Kernaufgaben in meinem Praktikum zählte ein Verfahren zur Routenwahl zu erarbeiten und zu implementieren. Desweiteren evaluierte ich ein vom Forschungszentrum erstelltes Paper namens "Wayfinding and cognitive maps for pedestrian models". Das Team, in dem Projekt, in dem ich mitarbeiten durfte ist nach der agilen Entwicklungsmethode - SCRUM - vorgegangen. Es gab täglich sogenannte „Daily Meetings“, wo jeder aus dem Team kurz über seinen Stand im Projekt spricht. Einmal wöchentlich gab es eine Sprintplanung. Wir arbeiteten ebenfalls mit Pull Requests, heißt wenn ich in meinem geforkten Repository eine Änderung committe, erstelle ich ebenfalls einen Draft Pull Request, in welchem jeder Mitarbeiter Änderungen oder Fehler anmerken kann. Dieser Request kann mit der Hauptsoftware gemergt werden. Bug-Reports konnten ebenfalls in GitHub angelegt werden, wenn beispielsweise ein Fehler beim Testen des Programmes festgestellt wurde. Wodurch sichergestellt wird, dass jeder Bug bearbeitet wird. Das zu implementierende Routenwahlverfahren soll in die bereits existierende Software JuPedSim "Jülich Pedestrian Simulator" integriert werden. Hierfür forkte ich das GitHub Projekt "JuPedSim". In der README.md befindet sich eine Anleitung wie man das Projekt unter Ubuntu zum Laufen kriegt. Ich installierte mir auf einer Festplatte Ubuntu und die IDE CLion um die Software zum Laufen zu bekommen. Im ersten Monat setzte ich mich mit dem bereits existierenden Code auseinander und überlegte wie ich ein Routenwahlverfahren anhand des Papers des Forschungszentrum realisiere.

3.1 WAYFINDING AND COGNITIVE MAPS FOR PEDESTRIAN MODELS

Das, auf deutsch übersetzte, Paper "Wegweiser und kognitive Karten für Fußgänger Modelle" erklärt wieso die menschliche Wegfindung ein komplexer Prozess ist. Fußgänger wissen wenig bis nichts über ihre eigene Position relativ zu den endgültigen Ausgängen. Deswegen stellt der Institutsbereich der zivilen Sicherheitsforschung ein neues Konzept vor. Es wird für jeden Fußgänger eine individuelle Wissensrepräsentation, die Ungenauigkeiten und Unsicherheiten impliziert, definiert. Darüber hinaus werden Suchstrategien vorgestellt. In diesem Modell werden Agenten, also Fußgängern, zwei Fähigkeiten gegeben. Eine kognitive Karte und verallgemeinertes Wissen.

3.1.1 Kognitive Karte

Die kognitive Karte beschreibt die mentale Repräsentation der räumlichen Beziehungen zwischen wichtigen Punkten, Orten, Objekten usw. in unserer Umgebung und mögliche Verbindungen zwischen ihnen. Im besten Fall

bietet die kognitive Karte die Möglichkeit, die relative Position zu einem bestimmten Ziel zu bestimmen und ermöglicht es uns, eine Route zu finden oder zu planen, die zu diesem Ziel führt. Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass Menschen sich in verschiedenen Situationen verirren, weil ihre kognitiven Karten ungenau, unvollständig, verzerrt oder sogar falsch sind. Dennoch hilft uns die kognitive Karte, obwohl sie keine detaillierten und viel weniger genauen metrischen Informationen liefert, in den meisten Situationen erfolgreich dabei, unseren Weg zu finden, insbesondere in Umgebungen, die wir schon mehrfach besucht haben.

3.1.2 *Verallgemeinertes Wissen*

Zusätzlich zur kognitiven Karte wird auch zusätzliches Wissen, das so genannte verallgemeinerte Wissen, verwendet. Innerhalb von Gebäuden unterscheiden wir zwischen zwei Arten von Räumen. Zum einen gibt es Räume, die der Erschließung des Gebäudes dienen bzw. den Menschen ermöglichen, ihre Zielbereiche effizient zu erreichen. Flure, Eingänge, Lobbys, Treppen, Rampen usw. gehören zu dieser Gruppe von Räumen. Auf der anderen Seite gibt es Räume, die einer expliziten Nutzung außerhalb des Verkehrs zugewiesen sind. Zur zweiten Art von Räumen gehören z.B. Funktionsräume, Gemeinschaftsräume (Büros, Wohnzimmer, Cafeterien, etc.), Lagerräume usw. Um ein Beispiel zu nennen, nehmen wir an, dass sich eine Person irgendwo in einem ihr völlig unbekannten Bürogebäude befindet. Die Person will das Gebäude verlassen und sucht daher einen Ausgang. Aufgrund des Wissens über den Zweck von Verkehrsräumen zieht sie es vor, diese zu benutzen, um den Ausgang zu erreichen. Die Bevorzugung von Verkehrsräumen gegenüber anderen Räumen ist eine einfache, aber zweckmäßige und effiziente Strategie im Vergleich zu einer einfachen Raumerkundung und erleichtert somit die Suche nach dem Ausgang erheblich.

3.1.3 *Modellierung von kognitivem Kartenwissen*

Wir gehen davon aus, dass eine simulierte Person eine kognitive Karte besitzt, die aus unsicheren, ungenauen Informationen besteht. Die Agenten haben also nur eine vage Vorstellung von der genauen Position der Ziele. Um die Türöffnung zu bestimmen, die den Agenten möglichst nahe an die Ellipse führt, werden die (Längen der) kürzesten Wege zwischen jeder begehbaren Türöffnung und der Ellipse berechnet. Die Berechnung des kürzesten Weges wird nur durchgeführt unter Berücksichtigung der Wände des aktuellen Raumes (als Hindernisse). Auch wenn die gemachte Annahme einer leeren Fläche jenseits des aktuellen Raumes in den meisten Fällen ungenau sein mag, findet dieses Verfahren die geeignetste Türöffnung, um sich dem Ausgangsbereich zu nähern, wenn keine räumlichen Informationen über weiterführende Bereiche verfügbar sind. In der folgenden Abbildung sehen wir, dass der Agent sich für die grüne, gestrichelte Tür entscheiden würde, da diese sich am nächsten zur Ellipse befindet. Ein anderer Agent könnte laut

seiner kognitiven Karte eine andere Ellipse haben und sich somit für eine andere Tür entscheiden.

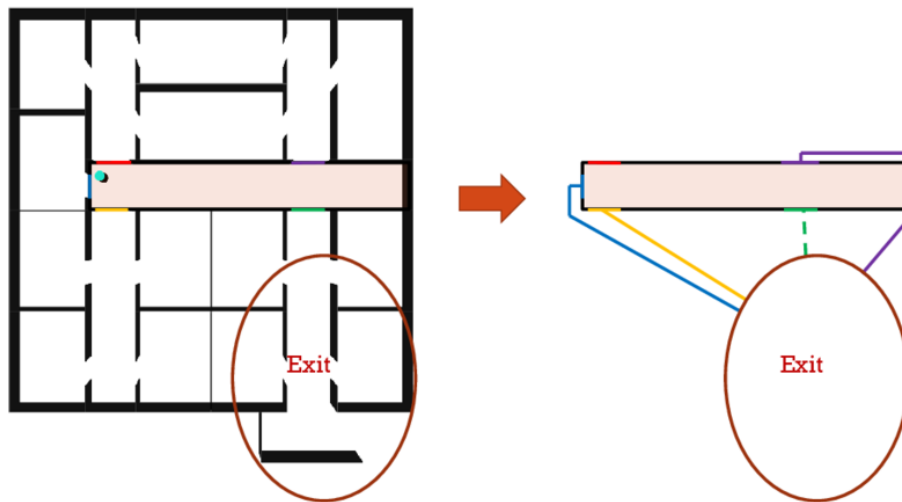


Abbildung 3.1: Modellierung von kognitivem Kartenwissen, Quelle: Webseite ResearchGate

3.1.4 Kognitives Kartenwissen

In der folgenden Abbildung untersuchen wir die Auswirkungen der Modellierungsansätze für explizites kognitives Kartenwissen.

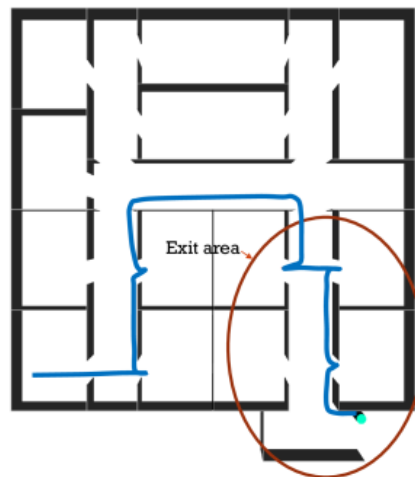


Abbildung 3.2: Kognitives Kartenwissen, Quelle: Webseite ResearchGate

Der Agent nimmt an, dass der Ausgang irgendwo in dem Bereich liegt, der durch die Ellipse im rechten unteren Bereich dargestellt ist. An jedem Auswahlpunkt entscheidet er sich, in die Richtung zu gehen, die ihn näher

zum vermuteten Standort des Ausgangs. Nachdem der Agent seine Reise begonnen hat, durchquert er den ersten Korridor (untere linke Ecke) und steuert auf die gegenüberliegende Tür zu, da dies offensichtlich die beste Wahl ist, um dem Ausgang näher zu kommen, wenn man davon ausgeht, dass er nichts über die Struktur hinter den Türen weiß. Als der Agent jedoch erkennt, dass er sich in einer Sackgasse befindet, dreht er um und versucht, den Ausgangsbereich zu erreichen, indem er durch die Kreuzung in den angrenzenden Raum geht. Schließlich erreicht er den Korridor in der Mitte des Gebäudes, der es ihm ermöglicht, in den rechten unteren Bereich des Gebäudes zu gelangen. Innerhalb der Ellipse, die den Ausgangsbereich darstellt, versucht der Agent, den Ausgang zu finden, indem er die Räume in der Umgebung erkundet. Er beginnt damit, den nächstgelegenen Eingang anzusteuern. Nach der Erkundung von drei weiteren Räumen innerhalb des Ausgangsbereichs erreicht der Agent schließlich den Ausgang.

3.1.5 Kombination von generalisiertem und kognitivem Kartenwissen

Um die Auswirkungen dieser Kombination zu verdeutlichen, wird dem Agenten gleichzeitig die Fähigkeit zur Unterscheidung zwischen Gemeinschaftsräumen und Verkehrsräumen sowie ein Richtungsgefühl für die Lage des Ausgangs gegeben. In der folgenden Abbildung sehen wir wie dies modelliert aussieht.

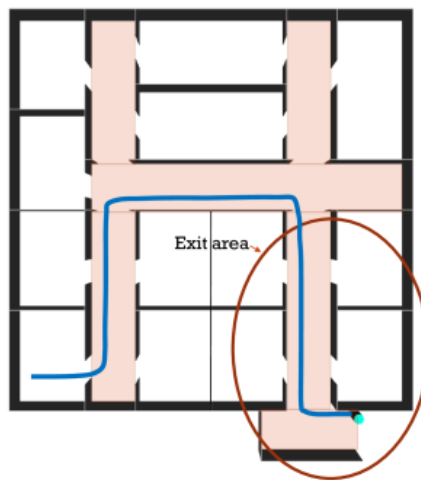


Abbildung 3.3: Kombination von generalisiertem und kognitivem Kartenwissen, Quelle: Webseite ResearchGate

Zu diesem Zweck werden die farbcodierten Räume als Verkehrsräume gekennzeichnet. Türöffnungen, die zu diesen Räumen führen, werden vom Agenten bevorzugt. Darüber hinaus folgt der Agent der oben erläuterten Vorgehensweise. Wir nehmen an, dass die Strategie, sich in einen Verkehrsraum zu begeben oder dort zu bleiben, zweckmäßiger ist, als die Richtung zum Ziel beizubehalten. Unter dieser Annahme wird der Fußgänger Ver-

kehrsräume nutzen, auch wenn er ernsthaft von der Linie zum Ausgang abweichen muss. Der Agent verlässt den Ausgangsraum und begibt sich zum Korridor in der Mitte des Gebäudes, da dies der einzige angrenzende Korridor ist. Da er sich im mittleren Korridor befindet hat der Agent die Wahl zwischen drei Korridoren. Offensichtlich ist der Korridor in der rechten unteren Ecke die beste Möglichkeit, sich dem Ausgang zu nähern. Innerhalb des Ausgangs bevorzugt der Agent wiederum den einzigen weiterführenden Korridor, der ihn schließlich nach draußen führt. In diesem Beispielszenario bewegt sich der Agent zum Ziel, ohne Umwege zu machen, daher ist die Suchstrategie (Aufsuchen und Verweilen in den Verkehrsräumen) und eine vage Vorstellung über die Lage des Ziels (in diesem Beispielfall) ausreichend.

3.2 DAS GRUNDKONZEPT

Die Software JuPedSim teilt in seinem Programm die Fußgängersimulation auf drei Level auf. Das strategische Level, hierzu gehört die Planung und die Vorentscheidung für eine Route. Das taktische Level, Ziel ist hier die Entscheidung sowie die Änderung der Route. Zuletzt das operationale Level, hier geht es um Handlung und Interaktion mit der Umgebung beim Laufen. Ich habe mich um das taktische Level gekümmert. Ziel dieses Grundkonzeptes ist ein Aktivitätsplan, Routenwahl und eine Wunschgeschwindigkeit.

3.3 FLOODFILL ALGORITHMUS

Ein von mir implementierter Algorithmus war der Floodfill Algorithmus. Floodfill, heißt Flutfüllung auf deutsch und hiermit ist das Färben von Bereichen in der Computergrafik gemeint. Heißt eine Fläche wird gefärbt und die Nachbarn dieser Flächen werden ebenfalls gefärbt, bis alle erreichbaren Nachbarn gefärbt wurden. Ich habe einen 4-connected Floodfill-Algorithmus programmiert, heißt es wurden die Nachbarn oben, unten, links und rechts berücksichtigt. Der Zweck war hier einen Raum zu fluten, um zu überprüfen ob er geschlossen ist. Hiermit gibt man einem Agenten die Fähigkeit einen geschlossen Raum zu erkennen.

FAZIT

Während meiner Praktikumszeit bot mir das Unternehmen ein spannendes Projekt in dem ich meine Ideen und Erfahrungen mit einbringen und viel lernen konnte. Die Bedeutung der Simulation von Fußgängern in Hinsicht darauf Sicherheitsrisiken im Voraus zu untersuchen und zu analysieren, die mir vorher eher fremd war, wurde mir durch das Praktikum bewusst. Ich konnte viele Einblicke in die Arbeitsweise eines großen Forschungszentrum sammeln. Des weiteren bemerkte ich im Laufe der Zeit, wie ich mich immer besser in das Projekt einarbeiten konnte und meine Arbeitsgeschwindigkeiten sowie meine Selbstständigkeit erhöhte. Dies lag unter anderem auch an der tollen Betreuung, die mir während der gesamten Praktikumszeit zur Seite gestellt wurde. Es herrschte eine sehr angenehme Arbeitsatmosphäre, trotz Homeoffice, da ich bei Problemen immer einen Mitarbeiter erreichte, welcher mir bei Problemen half. Der Umgang mit den Kollegen ist locker und sehr familiär, was ich persönlich als sehr angenehm empfinde. Anfangs wurde ich sehr schnell mit ins Team einbezogen und habe mich nie ausgegrenzt gefühlt. Abschließend kann ich sagen, dass ich ein Praktikum beim Forschungszentrum Jülich mit bestem Gewissen weiterempfehlen kann.