

Kapazität von Durchgängen

Die Wege von Fussgängern berechnen

Wie verhalten sich Fussgänger an einem Bahnhof oder einem Flughafen? Wie müssen Gebäude oder Aussenräume geplant werden, um grossen Personendichten gerecht zu werden? Wie kann ein Gebäude im Notfall schnell und sicher evakuiert werden? Antworten auf diese Fragen liefern Multiagentenbasierte Programme.

Fussballstadien, Shopping-Center und Flughäfen sind typische Phänomene unserer Zeit, bei denen sich die Bevölkerung in Ballungsräumen konzentriert. Mit einer Zunahme der Personendichte steigen auch die Anforderungen an Planer und Betreiber. Immer mehr Menschen müssen sich bei unterschiedlichsten Bedingungen störungsfrei, komfortabel und schnell in den Gebäuden bewegen können. Und es ist entscheidend, dass sie in Notfällen auch schnell und sicher evakuiert werden.

Um Gebäude oder Aussenräume in Bezug auf das Fussgängerverhalten schon im Entwurfsstadium zu optimieren, sind Praxistests oft zu teuer. Hydraulische Flussmodelle, die auf der Abbildung von Personenströmen mit Flüssigkeiten beruhen, versagen oft, da sie zeitlich gestaffelte Abläufe nicht sinnvoll evaluieren können. Solche Tests sind zudem sehr zeitintensiv.

Das Agenten-Prinzip

In die Bresche springen können hier Simulations-Programme. Für die Überprüfung der Personensicherheit eignen sich dafür besonders Multiagentensimulationen, bei denen die Fussgänger als einzelne Agenten simuliert werden. Diese Agenten weisen ein bestimmtes personenabhängiges Verhalten auf, verfolgen bestimmte Ziele und weichen dabei Objekten oder anderen Leuten aus, die sich auf ihrem

Zürcher Hauptbahnhof, viele Menschen auf engem Raum: Mit Simulations-Software lassen sich Pendlerströme virtuell analysieren. (Bilder: re, zvg)



Weg befinden. Multiagentensysteme ergeben realistische Simulationen von Fussgängern, weil mit ihnen das Verhaltensmuster von realen Menschen, ob in normalen Situationen, bei Bränden oder in anderen Paniksituationen, differenziert nachgebildet werden kann. Das Programm SimWalk der Software-Schmiede Savannah Simulations AG aus Herrliberg basiert auf einem solchen Multiagentensystem. Der Prototyp der Software wurde an der ETH entwickelt. Der Bewegungsalgorithmus, gemäss dem sich die Agenten in Gebäuden oder Landschaften be-

wegen, besteht einerseits aus einer Anziehung, die das Ziel auf den Agenten ausübt, andererseits aus einem Objekt- und Agentendruck. Die simulierten Fussgänger halten somit sowohl untereinander als auch zu Hindernissen einen bestimmten Abstand ein.

Aufspüren von Engpässen

Wiederholte Simulationsläufe unter verschiedenen Bedingungen zeigen dann beispielsweise Fussgängerengpässe auf, die in Notfällen eine schnelle Evakuierung verhindern. Stellen mit Gefahrenpotential können

so bereits im Planungsstadium identifiziert und alternative Lösungen getestet werden. Die Auswertung der Simulationen geschieht visuell entweder über Einzelbilder oder über Videofilme, die die verschiedenen Läufe in der Zeitfolge darstellen. Obwohl alle simulierten Fussgänger grundsätzlich über den gleichen Bewegungsalgorithmus verfügen, erlaubt es das Agentenmodell, zusätzliche personenspezifische Parameter einzubeziehen. Diese beinhalten Faktoren wie die Bewegungsgeschwindigkeit oder Abhängigkeiten von Personen untereinander. Die Simulation

kann so flexibel an verschiedene Gegebenheiten und Situationen angepasst werden. Entscheidend für das Modell ist die oben erwähnte «Anziehung», die den Agenten an sein Ziel führt. Beim «Potential Field»-Verfahren wird das Ziel durch ein Feld dargestellt, auf das sich die Agenten zubewegen. Die Agenten evaluieren von jedem Standpunkt aus mögliche Wege und vermeiden dabei Hindernisse und andere Agenten. Dieses Verfahren eignet sich auch für komplexere Simulationen, wenn beispielsweise die Agenten mehrere Ziele verfolgen sollen. Der Objekt- und Agentendruck zwingt die virtuellen Fussgänger, ihr Verhalten der Situation anzupassen. Weitere Umgebungsparameter wie Treppen oder Lifte können durch eine entsprechende Veränderung der Fussgängergeschwindigkeit («walkability») simuliert werden.

Realitätsnähe als Prüfstein

Der Prüfstein einer jeden Simulation ist die Realitätsnähe ihrer Resultate. Die Software SimWalk konnte bereits bei mehreren Anwendungen getestet und ihre Ergebnisse validiert werden. Simulationen des Zürcher Hauptbahnhofs haben gezeigt, dass die Ergebnisse dem empirisch festgestellten Fussgängerverhalten entsprechen. Als Beispiel einer alltäglichen Fussgängersimulation wurde dabei festgestellt, wie viel Zeit Fussgänger bis zum nächsten Ticketautomaten benötigen. Auf Grund dieser Ergebnisse könnte nun ermittelt werden, wo noch Bedarf für zusätzliche Ticketautomaten besteht.

Im Bereich der Simulation alltäglicher Fussgängerbewegungen eröffnen sich viele weitere Möglichkeiten zum Einsatz der Software. So können beispielsweise in Industriegebäuden Fabriklayouts bei Neu- oder Umbauten virtuell getestet und optimiert werden. (pd/re)



Interview

«Auf gewisse Anwendungen wären wir selbst nicht gekommen»

Die Einsatzmöglichkeiten von Simulationsprogrammen sind bei weitem noch nicht ausgeschöpft. Davon ist Alex Schmid, Gründer und Geschäftsführer der Firma Savannah Simulations, welche die Fussgänger-Simulationssoftware SimWalk entwickelt, überzeugt.

«baublatt»: Herr Schmid, wo wurde ihre Simulations-Software bis jetzt eingesetzt?

Alex Schmid: Wir haben mit SimWalk schon verschiedene Projekterfahrungen gesammelt, beispielsweise bei einer Analyse des Umsteigeverhaltens von Zugreisenden im Bahnhof Wetzikon oder zuletzt zur Planung einer Touristenstrasse an der Waikiki Beach auf Honolulu, Hawaii.

Wie gehen Sie bei der Simulation eines Szenarios vor?

Die Grundlage sind jeweils CAD-Pläne, die direkt in die

Software importiert werden können. Wichtig ist natürlich auch die gemessene oder geschätzte Zahl von Fussgängern, die sich in einem Raum bewegen. Beim Beispiel der Flaniermeile in Hawaii hatten wir empirisch erhobene Zahlen zur Verfügung, was natürlich die Qualität des Outputs im Sinne von realitätsnahen Resultaten verbessert.

Für eine Simulation bestimmt man dann einen Start- und einen Endpunkt sowie die Eigenschaften der verschiedenen Agenten. Durch mehrere Durchläufe mit unterschiedlichen Rahmenbedingungen und Personenzahlen lassen sich po-

tentielle Gefahrenstellen identifizieren. Interessant sind dabei vor allem die Kreuzungspunkte, an denen grössere Personendichten entstehen.

Jede simulierte Person hat also ihr eigenes Profil?

Unsere Software baut auf dem Multiagentensystem auf, das heisst, dass verschiedene Typen von Fussgängern einzeln und mit unterschiedlichen Eigenschaften definiert werden. Man kann so im Falle eines Spitals behinderte oder ältere Menschen als langsamere Agenten definieren, ein Patient in einem Bett wird als langsamer Agent

mit grossem Umfang dargestellt, der von einer anderen Person, die ihn stösst, abhängig ist. Mit relativ wenigen Faktoren kann das Fussgängerverhalten so schon sehr realistisch dargestellt werden.

Werden auch psychologische Eigenschaften berücksichtigt?

Wir sind dabei, die Software in diese Richtung weiterzuentwickeln, um «intelligentes» Verhalten zu berücksichtigen. Dabei soll Kommunikation ermöglicht werden, um etwa bei einer Evakuierung auf Notausgänge hinzuweisen. Man muss das Verhalten auf einige wenige Faktoren reduzieren, damit das Programm nicht zu komplex wird. Die Hauptschwierigkeit besteht also darin, die entscheidenden Faktoren zu finden, um das Ganze einfach zu halten und trotzdem realistische Resultate zu generieren.

Wie realistisch sind die Resultate der bisherigen Anwendungen?

Wir sind laufend daran, die Resultate zu validieren. Vom Fussgängerverhalten her ist das Programm sehr realistisch. Es bildet tatsächlich ab, wie sich Fussgänger bewegen, was sich beim Bahnhof Wetzikon anhand eines Vergleiches, der gemessenen mit den berechneten Laufzeiten sowie der entstehenden Dichten gezeigt hat.

In welche Richtung wird die weitere Entwicklung gehen?

Wir müssen möglichst viele Projekte mit verschiedenen Umgebungen und Problemstellungen. Bis jetzt haben wir vor allem Verkehrssituationen und Stadtplanungsprobleme bearbeitet. Möglich sind aber auch Notfallszenarien: Wie schnell lässt sich ein fünfstöckiges Wohngebäude evakuieren? Gerade in solchen Fällen ist die Überprüfung natürlich nicht so



«Leider ist gerade bei Architekten häufig das Bewusstsein noch wenig vorhanden für die Möglichkeiten oder gar Notwendigkeiten von Simulationen.»

Alex Schmid, Entwickler von Simulations-Software

einfach. Am besten arbeitet man hier nachträglich mit tatsächlich passiertten Unfällen. Zahlen dazu sind jedoch nicht ganz einfach zu bekommen. Für sehr grosse Szenarien denken wir ausserdem an eine Parallelversion, die auf mehreren PCs betrieben werden kann und dadurch leistungsfähiger ist. Denkbar wäre auch die Entwicklung einer 3-D-Version, was ein «Nice to have» ist.

Wo sehen Sie die besten Anwendungsmöglichkeiten?

Oh, die sind sehr breit gestreut! Angefangen bei der Städteplanung, der Gestaltung von Gebäuden oder deren Umfeld. Es gibt aber auch Ideen, da wären wir selbst nicht einmal drauf gekommen. Vor kurzem hatte ich eine Anfrage betreffend Organisationsplanung: Ein Unter-

nehmen zügelt von einem kleinen Gebäude in ein grösseres. Dabei wollte man die Abläufe untersuchen, wie einfach die Leute erreicht werden können, wie lang die Laufzeiten sind. Grundsätzlich sind alle Anwendungen denkbar, bei denen die Bewegung einer grösseren Zahl von Menschen zentral ist.

Woher beziehen Sie das Know-how zur Entwicklung der Software?

SimWalk ist aus der Zusammenarbeit mit einem ehemaligen Studenten der ETH entstanden. Wir sind auch in Kontakt mit der EPFL Lausanne, die im Bereich der Visualisierung menschlicher Bewegung führend ist, sowie weiteren Firmen, die an der Weiterentwicklung interessiert sind. Wir arbeiten auch mit der Fachhochschule

Aargau zusammen, um ein Optimierungsmodul für SimWalk zu entwickeln. Ausserdem suchen wir immer den Kontakt zu Anwendern, die uns zusätzliche Inputs für die weitere Entwicklung geben können. Wir sind keine Verkehrs- oder Stadtplaner, wir wollen aber so nahe wie möglich an der Praxis sein. Dazu wollen wir vermehrt auch auf sogenannte Focus-Groups setzen, bei denen Fachexperten interdisziplinär die Software testen. Leider ist gerade bei Architekten häufig das Bewusstsein noch wenig vorhanden für die Möglichkeiten oder gar Notwendigkeit von Simulationen. Verständlicherweise interessieren sie sich primär für die Ästhetik ihrer Arbeiten. Punkto Funktionalität kann eine Simulation aber sicher Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen. Wir sind deshalb sehr an Kontakten mit Architekten und Ingenieuren interessiert, um weitere Erfahrungen sammeln zu können.

Auffällig ist die Internationalität Ihrer Projekte. Weshalb diese globale Orientierung?

Der Markt ist in der Schweiz sehr klein, besonders wenn man bedenkt, dass die Nachfrage für Simulationen bisher vornehmlich in Grossstädten vorhanden war. Wir verfolgten deshalb von Anfang an eine international ausgerichtete Strategie.

Wie sehen Sie die Zukunftschancen Ihrer Produkte?

Ich glaube, dass Simulations-Software ein grosses Potential hat – auch in Bereichen, an die wir bis jetzt noch gar nicht gedacht haben. Durch die weitere Entwicklung werden auch neue Möglichkeiten der Anwendung erschlossen, was aber noch etwas Zeit braucht. Wir haben viele Ideen, was wir noch weiterentwickeln könnten – die Frage ist aber, wie und wann dies Sinn macht. (re)