



Straßenkreuzung in Tokio: Keine Spur von intelligentem Verhalten – nur Strömungen, Rimsale und an Engstellen Pfropfenbildung

VERKEHR

Doppelgänger auf der Flucht

Menschenmengen in Bewegung sind kaum berechenbar und oft gefährlich. Forscher bauen deshalb Schiffe, Sportstadien und Pilgerstätten im Computer nach – bevölkert von Zehntausenden künstlicher Fußgänger, die im simulierten Katastrophenfall um ihr Leben laufen.

Erste Weltkonferenz der Fußgängerforscher, Universität Duisburg: Gut hundert Teilnehmer warten morgens schon fachsimpelnd vor dem Hörsaal. Allesamt Experten für die Rätsel des Gehens. Nicht leicht, hier unbefangen vorbeizuspazieren. Der eine wird insgeheim Schritte zählen, der andere extrapoliert schon den Kurs zur Eingangstür, und der Dritte berechnet die Ablenkungskraft der Keksteller, die im Foyer verteilt sind.

Diesem Fach entgeht niemand. Kaum steht der Mensch auf den Beinen, ist er Gegenstand der Fußgängerforschung. Dann fangen die Fragen an: Wo geht er hin und wo nicht? Warum meidet er die Ladepassage in bester Lage? Warum bleibt

er immer nur stehen, wo es eng ist, zum Beispiel gleich hinter der Rolltreppe? Und sollte er mal auf Kreuzfahrt gehen: Wo rennt er hin, wenn das Schiff einen Eisberg gerammt hat?

Erste Antworten auf diese Fragen trafen vorvergangene Woche in Duisburg ein: Forscher an der Universität Strathclyde in Glasgow arbeiten beispielsweise an einer Software zum Schiffsversenken. Die Simulation namens Evi ermittelt, wie schnell ein Havarist notfalls evakuiert werden kann.

Schiffsbauer können Computermodelle ihrer Kreuzfahrer zur Probe bevölkern mit Tausenden künstlicher Passagiere. Dann zetteln sie nach Belieben Verheerungen an: ein Feuerchen hier, einen Wassereintrich

da oder eine gewaltige Explosion im Maschinenraum, die das Schiff entzweireißt.

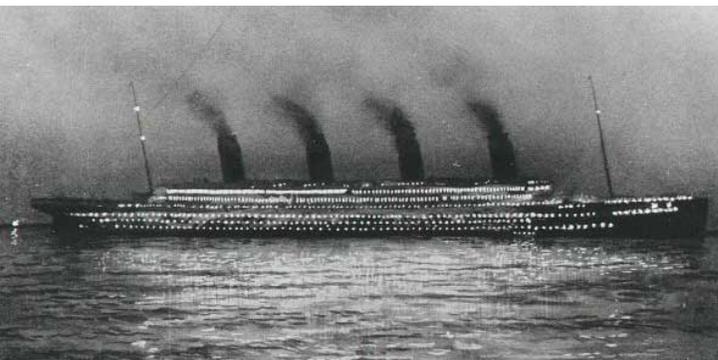
Kalten Blicks sehen die Forscher nun am Bildschirm zu, wie Männer, Frauen, Kinder zu den Rettungsbooten streben. Und wie sie kehrmachen, wenn man ihnen den Fluchtweg abschneidet.

Es geht zu wie im Katastrophenfilm. Sogar die Rauchschwaden sind zu sehen, die den armen Tröpfchen entgegenschlagen, und das Schwappen der ansteigenden Wasserfluten im Korridor.

Noch ehe das Schiff gebaut ist, können seine Konstrukteure jedes Szenario durchspielen, Engstellen und kritische Passagen bäugen und stoppen, wer wie lange zum Rettungsboot braucht.

Bislang war die Fußgängerforschung nicht bekannt für mitreißende Simulationen. Sie erschöpfte sich im Messen: Steigleistung auf Treppen, Schrittlänge nach Altersgruppen oder Durchschnittstempo nach Großstädten (hoch in Braunschweig, niedrig in Stuttgart). Dafür brauchte es keine Weltkonferenzen.

Die Lage änderte sich, als 1994 die Fähre „Estonia“ in der Ostsee versank und 852



„Titanic“ auf Jungfernfahrt (1912), Havarie-Simulation Evi: Ein Feuer hier, ein Wassereintrich dort



D. VASSALOS / SSRG / UNIVERSITY OF STRATHCLYDE

Menschen starben. Seither arbeitet die zuständige International Maritime Organization an einem Regelwerk, das festlegt, wie Schiffe für den Notfall vorzusorgen haben.

Vorerst gilt als Faustregel: Binnen 60 Minuten sollten alle Passagiere in den Rettungsbooten sitzen. Wie schnell das wirklich geht, ist aber kaum zu berechnen. Bisher behelfen sich die Experten meist mit Flussmodellen aus der Hydraulik: Sie behandeln die Passagiere als eine Art Pamppe, die es aus dem Schiff zu pumpen galt.

Im wirklichen Unglücksfall folgt jeder Fußgänger seinem Eigensinn. Die Leute hasten bei Alarm vielleicht erst in die Kabine, um die Rettungsweste zu holen; sie suchen ihre Kinder, rennen kopflos umher und verstopfen Durchgänge. Wer das alles kalkulieren will, muss es im Computer mit virtuellen Doppelgängern nachspielen.

„In zehn Jahren werden solche Simulationen Pflicht sein“, weissagt der Duisburger Verkehrsforscher Michael Schreckenberg, der die Konferenz ausgerichtet hat. „Die Kreuzfahrtschiffe werden immer größer, die Stadien und Flughäfen ebenfalls. Da brauchen wir genaue Planspiele für den Notfall.“

Schreckenberg gilt als Pionier der Verkehrssimulation mit selbständigen Akteuren. Mit seinem Kollegen Kai Nagel hat er einst im Computer eine simple Urwelt aus Gitterzellen geschaffen, die von kleinen Unterprogrammen, genannt Agenten, besiedelt ist. Jeder Agent strebt in der Gitterwelt Geschäften nach, die ihm nur ungefähr vorgegeben sind. Er hüpf von Zelle zu Zelle im vorbestimmten Takt, weicht anderen Agenten aus und entscheidet an Weggabelungen je nach Lage, wohin er sich wendet. Ein Zufallsgenerator lässt ihn hier und da etwas launisch erscheinen.

Solche Simulationen sind primitiv, aber praktisch: Sie verkraften es auch, wenn man riesige Mengen von Agenten aufeinander loslässt.

Der Fußgängerforscher Hani Mahmassani baute in den USA ein Computermodele der heiligen Stätten von Mekka und stopfte 100 000 Agenten als künstliche Wallfahrer hinein. Auf Knopfdruck drängeln sich diese nun wie gute Moslems bis auf Steinwurfweite an die berühmten Teufelsäulen heran, die jedermann nach altem Brauch einmal steinigen sollte.

Mahmassani erprobt in seinem Modell verschiedene Barrieren und Zugangsschleusen. Es gilt, das Geschehen am Bildschirm so zu steuern, dass es glimpflich ausgeht. Denn im wirklichen Leben kommen bei dem Ritual immer wieder Menschen zu Tode; erst vor wenigen Wochen sind dort im Gewoge 35 Pilger zerquetscht worden (siehe Kasten).

Noch hat die Fußgängerforschung einen starken Hang zur Katastrophe. Aber die ersten Pioniere erobern auch schon den Alltag: Die Londoner Firma Space Syntax entwickelt Agenten, die durch Kaufhausmodelle schweifen. Sie haben die Einkaufszet-

tel realer Kunden dabei, und sie rasten nicht eher, bis sie alles abgeklappert haben.

Unterwegs lassen die künstlichen Kunden sich, falls gewünscht, durchaus von attraktiven Verkaufsständen ablenken. Allzu dichtes Gedränge ist ihnen allerdings zuwider. Händler können daraus ersehen, wie sie ihre Ware verteilen müssen, damit

Tod in der Menge

Panik-Opfer bei Großveranstaltungen

15. April 1989 FC Liverpool – Nottingham Forrest. Liverpooler Fans drängen durch ein Tor in einen Stehplatzblock des Stadions von Sheffield. Die Zuschauer im vorderen Bereich werden gegen die Umzäunung des Spielfelds gedrückt, viele werden zerquetscht oder erstickten. **95 Tote**



Verzweifelte Fans im Stadion von Sheffield

2. Juli 1990 Etwa 5000 muslimische Pilger durchwandern einen Fußgängertunnel nahe der heiligen Stadt Mekka. Als in der Röhre das Licht ausfällt, drängen die Menschen panisch ins Freie. Gestürzte werden zertrampelt. **1426 Tote**
1998 und 2001 kommt es in Mekka zu ähnlichen Vorfällen. **124 Tote** und **35 Tote**

30. Mai 1999 Rund 2500 Konzertbesucher werden im belorussischen Minsk von einem Gewitter überrascht. Viele suchen Schutz in einer nahe gelegenen U-Bahn-Station, Strauchelnde werden von dem nachstürmenden Pulk zertrampelt. Viele dieser Opfer sterben an Stichwunden, die von hohen Schuhabsätzen herrühren. **54 Tote**

30. Juni 2000 Besucher des Open-Air-Festivals im dänischen Roskilde, die vor der Bühne stehen, werden von der nach vorne drängenden Menschenmenge erdrückt. **8 Tote**

11. April 2001 In Johannesburg, Südafrika, strömen Fans in ein Fußballstadion. Im Gedränge werden mindestens **50 Menschen getötet**.

die Kundschaft an möglichst vielen Kaufreizen vorbeischlendert.

Für fast alle Simulationen gilt: Sind sie einmal da, wecken sie in ihren Schöpfern den Tüfteltrieb. Gerade Unglücksforscher lieben es, vorsorglich immer neue Details

einzubauen. Kein Mensch handelt wie der andere. Folglich muss auch die Software Dünne und Dicke unterscheiden, Alte und Junge. Es geht um Sehschärfe, Reaktionszeit und Raumverdrängung. In Rechnung gestellt wird auch eventuelle Kopflösigkeit vor dem Notausgang sowie die Wirkung von Rauch und Giftgas in Abhängigkeit vom Lungenvolumen.

Am genauesten nimmt es der britische Evakuierungsfachmann Ed Galea. Seine Simulation Exodus kam beim Umbau des Düsseldorf Flughafens nach dem Großbrand von 1996 zum Einsatz. Galeas künstlichen Passagieren schwindet sogar bei dichtem Rauch die Sicht: Sie tappen an der Wand entlang, bis die Schwaden sich wieder lichten.

Diese Detailwut ist manchen Kollegen ein Gräuel. Gelernte Physiker wie Michael Schreckenberg

oder der Dresdener Verkehrsforscher Dirk Helbing halten es eher mit einfachen Modellen, die leicht zu handhaben sind. Damit hat die Fußgängerforschung, so jung sie ist, bereits ihren ersten Methodenstreit. Die Frage ist: Wie viel Eigenleben braucht ein guter Agent?

Helbing hält noch die simpelsten Agenten für übertrieben komplex. Wieso sollten sie selbständig handeln können? Blickt Helbing auf eine belebte Fußgängerzone, so sieht er weder Eigensinn noch gar intelligentes Verhalten. Er sieht: Strömungen, Rinnsale und an Engstellen Pfropfenbildung. Nichts, was man nicht erklären könnte mit dem Verhalten von Flüssigkeiten, Gasen und Granulaten.

„Unsere Intelligenz“, sagt Helbing, „brauchen wir nicht fürs Herumlaufen.“ Mobile Menschenmengen sind für ihn hinlänglich beschrieben als „aktive Vielteilchensysteme“.

In Helbings Simulationen walten folglich nur Gleichungen der Physik. Damit kann er in Korridoren durchaus lebensrechtes Gewimmel von Teilchen erzeugen, die in Panik hinausdrängen. Und siehe da, es zeigt sich, dass mehr Teilchen durch den Notausgang schlüpfen, wenn davor in einigem Abstand eine Säule steht. Sie staut einen Teil der Nachdrängenden zurück, lindert den Druck auf die Engstelle, und die Fliehenden verkeilen sich nicht so leicht.

Hier die Physiker, dort die Ultrarealistens – „und dazwischen eine tiefe Kluft“, resümiert Fußgängerforscher Schreckenberg. In Duisburg schieden die Fraktionen unversöhnt. Schon darum muss es, wie die Konferenz am Ende beschloss, in zwei Jahren eine Folgekonferenz geben.

MANFRED DWORSCHAK