



WESTFÄLISCHE
WILHELMS-UNIVERSITÄT
MÜNSTER

Nichtlineare Modellierung in den Naturwissenschaften

Fußgängermodell nach Ansgar Kirchner und Andreas Schadschneider

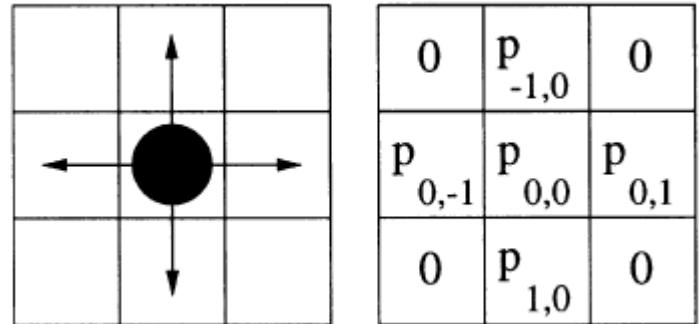


Inhalt der Präsentation

- Das Modell
- Ablauf eines Zeitschritts
- Aktuelle Fortschritte
 - Vergleich der Modelle
 - Komplexe Raumstrukturen
 - Das dynamische Feld
 - Die statischen Felder
 - Umsetzung
- Fazit und Ausblick
- Quellen

Das Modell

- diskrete Modellierung
- Fußgängerbewegung nur zu den nächsten Nachbarzellen
- Bewegungswahrscheinlichkeiten sind abhängig vom statischen und dynamischen Feld
 - Statisches Feld gibt Informationen über den Raum
 - Dynamisches Feld beeinflusst das Verhalten der Fußgängern



Ablauf eines Zeitschritts

- Aktualisierung des dynamischen Feldes (Diffusion und Zerfall)
- Berechnung der Sprungwahrscheinlichkeiten

$$p_{ij} = N \exp(k_D D_{ij}) \exp(k_S S_{ij}) (1 - n_{ij}) \xi_{ij}$$

$$n_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{für besetzte Zellen} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

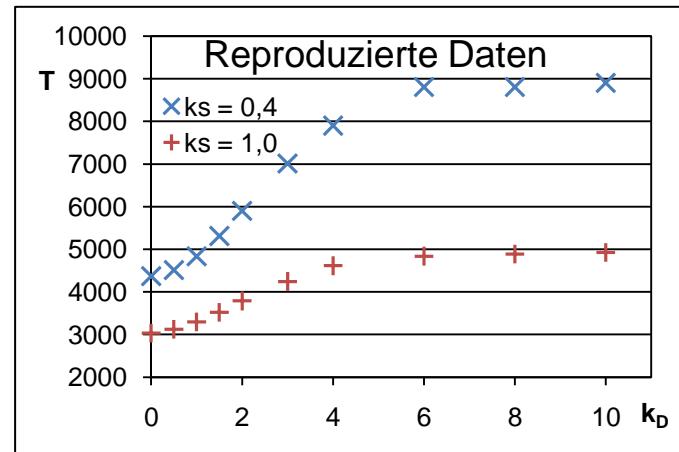
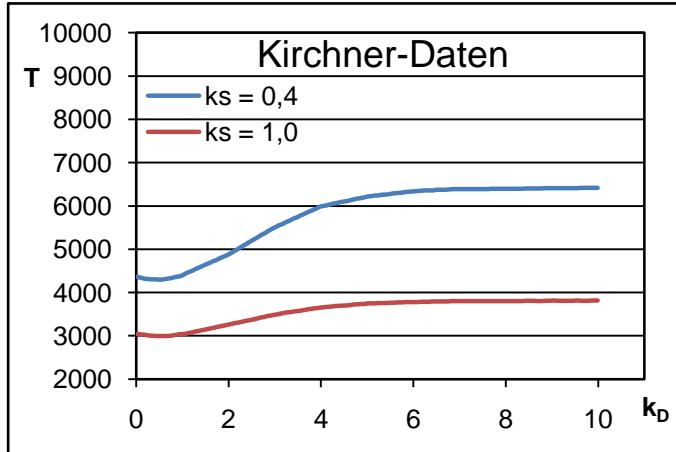
$$N = \left[\sum_{(i,j)} \exp(k_D D_{ij}) \exp(k_S S_{ij}) (1 - n_{ij}) \xi_{ij} \right]^{-1}$$

$$\xi_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{für verbotene Zellen} \\ 1 & \text{sonst} \end{cases}$$

- Kollisionsabfrage/Lösung der „Konflikte“
- simultaner Sprung aller Teilchen
- Aktualisierung des dynamischen Feldes (Addition der Spur)

Aktuelle Fortschritte: Vergleich der Modelle

- mit dem Helbing-Modell
 - Leider noch nicht möglich
- mit Kirchner-Ergebnissen
 - Reproduktion der Kirchner-Daten nur teilweise gelungen

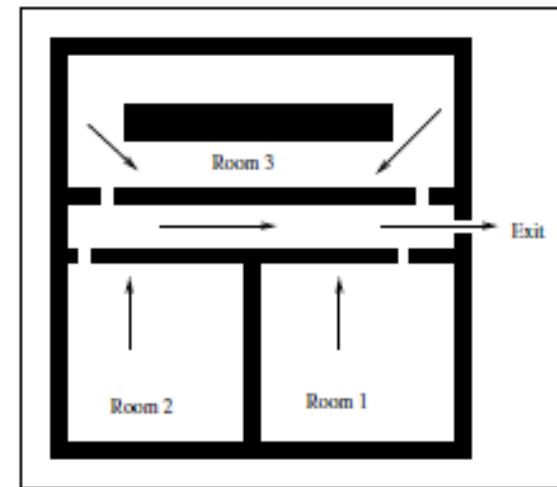


- Schlussfolgerung: Abweichungen im D-Feld

Aktuelle Fortschritte: komplexe Raumstrukturen

- Veränderungen des ξ -Feldes
- Einbau von Trennwänden und Hindernissen
- Notwendige Anpassungen
 - Im S-Feld und D-Feld
 - Berücksichtigung der Trennwände im D-Feld
 - Metrik-Wechsel im S-Feld

$$p_{ij} = N \exp(k_D D_{ij}) \exp(k_S S_{ij}) (1 - n_{ij}) \xi_{ij}$$

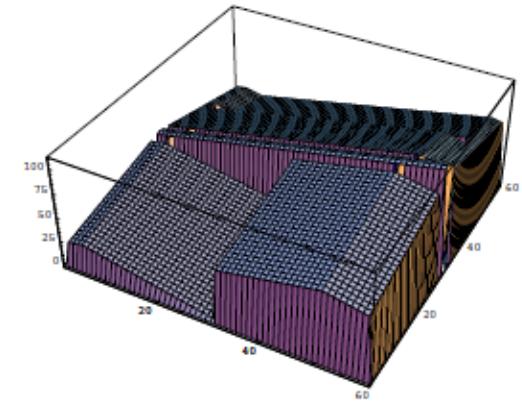
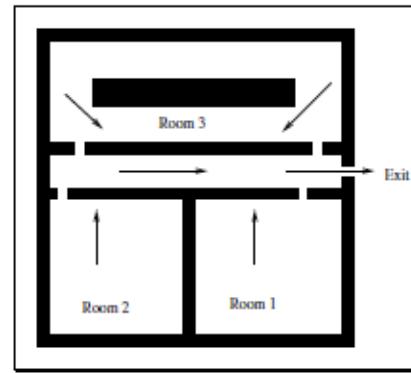
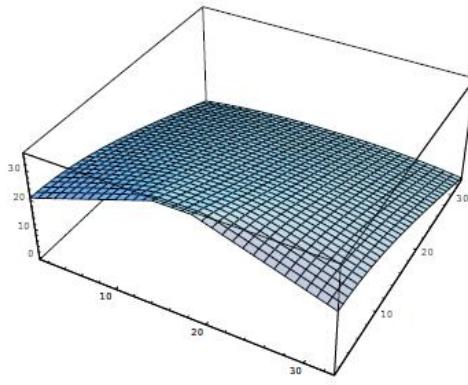


Aktuelle Fortschritte: Das dynamische Feld

- Jeder Fußgänger hinterlässt eine virtuelle Spur
- Parameter α und δ beeinflussen die Spur
 - α ist die Diffusionswahrscheinlichkeit
 - δ ist die Zerfallsrate
- Änderung: Spur Diffundiert nicht durch innere Raumstrukturen hindurch

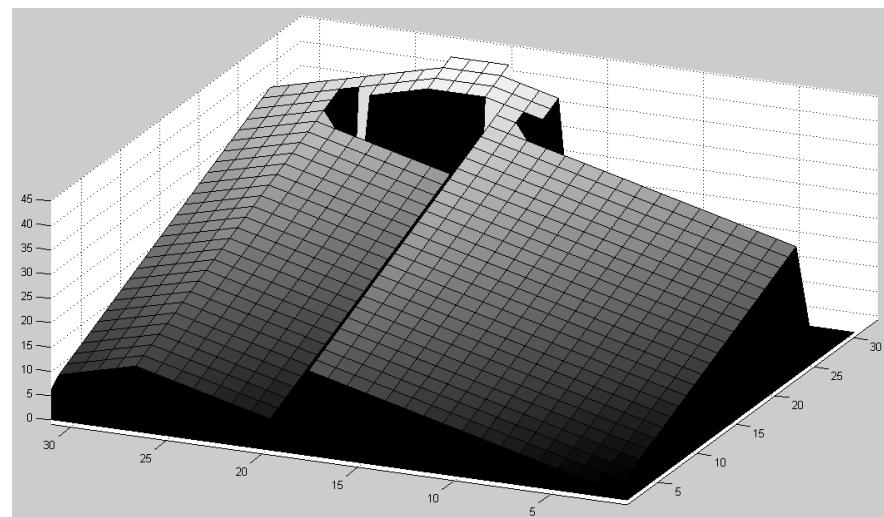
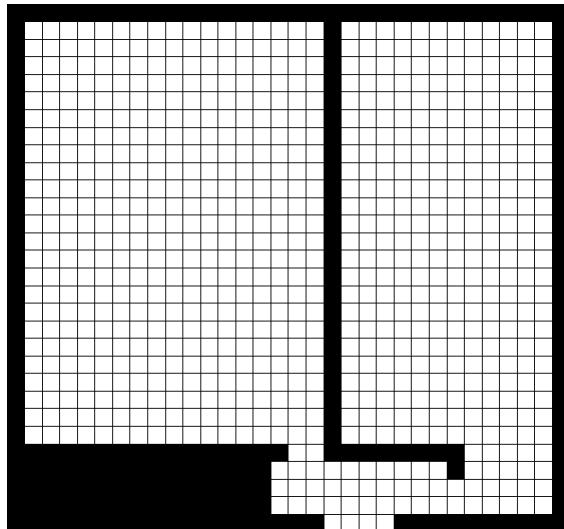
Aktuelle Fortschritte: Die statischen Felder

- bestimmt die Attraktivität der einzelnen Felder für die Fußgänger
- steigt mit der Nähe zu den Türen
- S-Feld basierend auf Entfernung über die Luftlinie (euklidische Metrik) nicht mehr ausreichend
- Deshalb Übergang auf kleinste Schrittzahl (Manhattan-Metrik)



Aktuelle Fortschritte: Umsetzung

- Simulation eines Seminarraum aus AC/PCII-Gebäude (Corrensstraße 28)



Ein Kästchen hat eine Kantenlänge von 50 cm

Fazit und Ausblick

- Kirchner-Modell ist vielseitig, besonders mit der Manhatten-Metrik
- Durch diskrete Modellierung: relativ wenig Rechenaufwand auch bei großen Räumen und hohen Personenzahlen
- Für reale Fragestellungen anwendbar
- Annäherung an ein kontinuierliches Modell ist durch Verringerung der Kantenlänge der Kästchen möglich (Personen belegen mehrere Kästchen)

Quellen

- A. Kirchner, Dissertation, Universität zu Köln, 2002, <http://www.thp.uni-koeln.de/~aki>
- A. Kirchner, A. Schadschneider, Simulation of evacuation processes using a bionics-inspired cellular automaton model for pedestrian dynamics, Universität zu Köln, 2002, www.elsevier.com/locate/physa
- Besonderen Dank an Tanja für das Ausmessen des Seminarraums

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!