

Nichtlineare Modellierung in den Naturwissenschaften

Fußgängermodell zur Paniksimulation Ansatz von Professor Helbing

Florian Roelfes, Fabian Lied, Karolina Weber, Anna Linnemann

14.12.2010

Leitung: Tanja Mues

Inhaltsverzeichnis

1 Motivation

2 Das Helbing-Modell

3 unser Lösungsansatz

4 Ergebnisse

5 Ausblick

Loveparade 2010

- 21 Tote
- mehr als 500 Verletzte
- Hätte das verhindert werden können?



- Gibt es bereits gute Modelle zur Paniksimulation?
- Wie realitätsnah sind diese?
- Wo liegen die Grenzen und wo die Möglichkeiten der Simulationen?

Allgemeines

- Evakuierungssimulation
- individuelles Raumdesign
- Inspiration durch Molekulardynamik
- Fußgänger sind stetig im Ort
- Bewegungsgeschwindigkeit und -richtung werden durch Kräfte beeinflusst
- Beschleunigung durch Differentialgleichung beschrieben

Die Kräfte

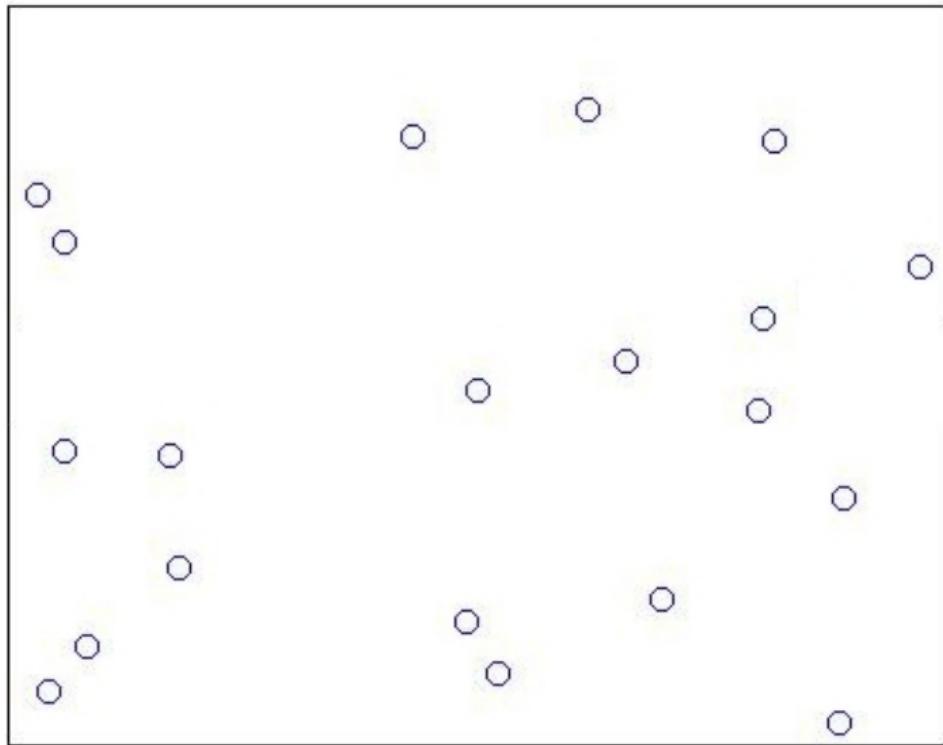
$$m_i \frac{dv_i}{dt} = m_i \frac{v_i^0(t) e_i^0(t) - v_i(t)}{\tau_i} + \sum_{j \neq i} f_{ij} + \sum_W f_{iW}$$

- v_i^0 : gewünschte Geschwindigkeit
- e_i^0 : gewünschte Richtung
- τ_i : Beschleunigungszeit
- f_{ij} : interpedestriale Kräfte
- f_{iW} : Kräfte zwischen Fußgängern und Wänden

interpedestriale Kräfte

$$f_{ij} = \left\{ A_i \exp \left[\frac{r_{ij} - d_{ij}}{B_i} \right] + kg(r_{ij} - d_{ij}) \right\} n_{ij} + \kappa g(r_{ij} - d_{ij}) \Delta v_{ji}^t t_{ij}$$

- A_i , B_i , k und κ sind Konstanten
- r_{ij} : Summe der Radien der Personen i und j
- d_{ij} : Abstand der Mittelpunkte der Personen i und j
- g : Bedingungsfunktion
- n_{ij} : normierter Vektor, der von Person i auf Person j zeigt
- $t_{ij} = (-n_{ij}^2, n_{ij}^1)$: tangentiale Richtung zw. Personen i und j
- $\Delta v_{ji}^t = (v_j - v_i) t_{ij}$: tangentiale Geschwindigkeitsdifferenz



Kräfte zwischen Fußgängern und Wänden

$$f_{iW} = \left\{ A_i \exp \left[\frac{r_i - d_{iW}}{B_i} \right] + kg(r_i - d_{iW}) \right\} n_{iW} \\ - \kappa g(r_i - d_{iW})(v_i \cdot t_{iW})t_{iW}$$

- r_i : Radius der Person i
- d_{iW} : Abstand von Person i zur Wand W
- n_{iW} : Normalenvektor der Wand W
- v_i : Geschwindigkeit der Person i
- t_{iW} : Tangentialvektor

unser Lösungsansatz

- Programmierung mit Matlab
- Differentialgleichung durch Differenzenquotienten gelöst:
$$\frac{v_i^{\text{neu}} - v_i^{\text{alt}}}{dt} \quad (dt = 0.01)$$
- Geschwindigkeit, Ort etc. jeweils in zwei Vektoren dargestellt
- ein Vektor enthält jeweils die Eigenschaft aller Personen in einer Dimension

Simulation

(Simulation)

Zwischenfazit

- Fußgänger verbleiben in der Tür
- zufällige Platzierung der Fußgänger erzeugt Fehler
- Simulation bietet viel Potential für weitere Untersuchungen
- Variation der Fußgängerzahl und Geschwindigkeit leicht möglich
- Stetigkeit gewährleistet Anschaulichkeit
- Kräfte geben Aufschluss über den Gefährdungsgrad der Panik

Ausblick

- Ausmerzen der letzten Fehler
- Prüfung auf Realitätsnähe
- Herding-Effekt
- Variation des Raumes
- Vergleich mit dem Kirchner-Modell
→ wird im Anschluss vorgestellt

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!