

Nichtlineare Modellierung in den Naturwissenschaften

Fußgängermodell zur Paniksimulation
Ansatz von Professor Helbing

Florian Roelfes, Fabian Lied, Karolina Weber, Anna Linnemann

07.02.2011

Leitung: Tanja Mues

Inhaltsverzeichnis

- 1 Rückblick
- 2 Verbesserungen
- 3 Simulation und Auswertung
- 4 Fazit und Ausblick

Rückblick

- Helbing-Modell auf Basis von Molekulardynamik
- gewählter Lösungsansatz: Differenzenquotient
- Zeitschrittprobleme
- sehr hoher Rechenaufwand
- quadratische Abhängigkeit der Rechenzeit von der Fußgängerzahl

Verbesserungen

- Wahl eines neuen Lösungsverfahrens für die DGL: „ode45“
- ode45: Runge-Kutta-Verfahren 4. und 5. Ordnung nach Dormand und Prince
- Implementierung eines „Herding-Effekts“
- Analyse der Abhängigkeit der Evakuierungszeit vom Herding-Faktor
- Eingeschränkte Sichtweite der Fußgänger z.B. durch Rauch
- Zeitschrittreduzierung von $dt = 0.01$ auf $dt = 0.002$ zur Stabilisierung der Simulation

Der Herding-Effekt

$$e_i^0(t + dt) = (1 - p)e_i^0(t) + p \cdot \frac{1}{N} \sum_{j \neq i} e_j^0(t)$$

- $e_i^0(t)$: gewünschte Richtung des Fußgängers i zum Zeitpunkt t
- p : Herding-Faktor
- N : Anzahl der Personen im Wirkungsradius (2 m)
- j : Person innerhalb des Wirkungsradius

Simulation

Parameter für die Simulation:

- Eingeschränkte Sichtweite (2 m) der Fußgänger
- Anfangswunschrichtung zeigt in Richtung Tür
- Sobald andere Fußgänger sichtbar, greift Herding-Effekt
- Fußgänger, die den Raum verlassen haben, interagieren nicht mehr

Simulation bei Herding-Faktor 0.0

(Simulation)

Simulation bei Herding-Faktor 0.7

(Simulation)

Statistische Auswertung des Herding-Faktors

- Abhängigkeit der Evakuierungszeit vom Herding-Faktor
- Erhöhung des Herding-Faktors in Schritten $\Delta 0.1$ von 0 bis 1
- 12 Simulationen pro Schritt zur Mittelwertbildung
- Graphische Auswertung der Messergebnisse

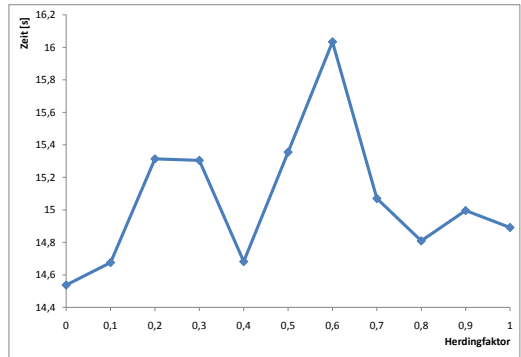
Statistische Auswertung des Herding-Faktors

Tabelle: Ergebnisse der Auswertung

Herding-Faktor	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
mittlere Evakuierungszeit in s	14.54	14.67	15.31	15.30	14.68	15.36
Standardabweichung in s	1.27	1.22	1.77	1.50	1.15	1.39
rel. Standardabweichung in %	8.72	8.30	11.56	9.79	7.83	9.07
Herding-Faktor	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	
mittlere Evakuierungszeit in s	16.03	15.07	14.81	15.00	14.89	
Standardabweichung in s	1.15	1.24	0.73	1.70	1.69	
rel. Standardabweichung in %	7.17	8.24	4.93	11.32	11.38	

Statistische Auswertung des Herding-Faktors

- hohe Standardabweichung
 - mehr Messungen erforderlich
- sehr hoher Aufwand zur Datengewinnung



Fazit

- Hohe Realitätsnähe durch hohes Potential zur Anpassung
- System wird leicht instabil
 - sehr kleiner Zeitschritt erforderlich
 - hoher Rechenaufwand
- Rechenaufwand kann durch gute Programmierung verkleinert werden
- Wahl der Programmiersprache nimmt Einfluss auf Rechenzeit
- Kräfte wurden von Prof. Helbing übernommen

Ausblick

- Untersuchung der verwendeten Kräfte
- Implementierung von Fluchtstrategien
→ Orientierung an den Wänden
- Variation des Raumes
- Auswertung des Gefährdungspotentials
- Umfassende statistische Auswertung
- Bachelor-Arbeit

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!