

---

**SeSAm**



## Fluchtverhaltenssimulation mit SeSAm

Analyse des Verhaltens von Menschengruppen in  
geschlossenen Räumen (speziell in Panik)

---

Philip Harborth, Daniel Beckmann

---

**SeSAm**



## Gliederung

---

- Einleitung
- Modellierung der Realität
- Realisierung des Modells in SeSAm
- Beobachtungen, Analyse & Ergebnisse
- Abschließendes Urteil



SeSAm

## Gliederung

---

- Einleitung
  - Motivation
    - Was ist Panik, was löst Panik aus?
    - Wie reagieren Menschen in Panik?
    - Wie kann Panikverhalten simuliert werden?
  - Ziele



SeSAm

## Was ist Panik, was löst Panik aus?

---

- lebensbedrohliche Situationen (z.B. Feuer)
- auch nur lebensbedrohlich erscheinende Situationen (z.B. Klaustrophobie)
- Ansturm auf gute Plätze
- nicht offensichtlich erkennbarer Grund



## Wie reagieren Menschen in Panik? (1/2)

- deutlich schnellere Bewegungen
- körperliche Interaktion mit anderen Personen (Drängeln, Drücken etc.)
- teils unkoordiniert (z.B. beim Durchqueren von Gängen)
  - dadurch Blockierungen in Engpässen; die Folge ist Stau



## Wie reagieren Menschen in Panik? (2/2)

- körperliche Interaktionen addieren sich zu hohen Kräften
  - Menschen werden eventuell erdrückt
- hingefallene und verletzte Personen verringern Fluchtgeschwindigkeit
- Personen tendieren zu Massenverhalten
- einzelne Personen schließen sich Gruppen an (Herdenverhalten)
- alternative Ausgänge werden eventuell übersehen oder nicht effektiv genutzt



## Ziele

---

- Erstellung eines hinreichend realitätsnahen Modells
- Erörterung des Fluchtverhaltens anhand des Modells
  - Wie flüchten Menschen am schnellsten?
  - Wie flüchten sie ohne große Verluste?
- Generierung realitätsnaher Ergebnisse durch Vergleich verschiedenster Modellsituationen
- Bewertung des Fluchtverhaltens



## Gliederung

---

- Modellierung der Realität: Was wurde abgebildet und untersucht?
  - Wie verlassen Menschen Räume?
  - Welche Arten von Räumen gibt es?
  - Welche Arten von Panikverhalten gibt es?
  - Welche Sichtverhältnisse gibt es?



## Wie verlassen Menschen Räume?

- Menschen verlassen Räume ...
  - entspannt (normales Verhalten)
  - in Panik
  - in panischer Flucht („Todesangst“).
  
- Modellierung der verschiedenen „**Aggressivitätsniveaus**“:
  - Veränderung der Fluchtgeschwindigkeit
  - Veränderung der dadurch auftretenden Interaktionskräfte



## Welche Arten von Räumen gibt es?

- Räume mit ...
  - nur einem Ausgang
  - mehreren Ausgängen
  - verschiedene Ausgangsgrößen
  - Hindernissen an den Ausgängen
  - Feuer
  
- Modellierung der **verschiedenen Räume**:
  - Veränderung der Ausgangszahl und -größe
  - Blockierung der Ausgänge durch Hindernisse
  - Verkleinerung des Raumes z.B. durch Feuer



## Welche Arten von Panikverhalten gibt es?

- Individuelles Verhalten (jeder ist auf sich allein gestellt)
- Gruppen-/Herdenverhalten
- Hybride Formen
  
- Modellierung des **Individualverhaltens**:
  - Veränderung der „Intelligenz“ der Agenten
  - Hohe Intelligenz fördert Individualverhalten



## Welche Sichtverhältnisse gibt es?

- klare Sicht & schlechte Sicht durch Rauch
- Hinweisschilder auf Ausgänge
  
- Modellierung der **Sichtverhältnisse**:
  - Je klarer die Sicht ist, desto schneller findet der Agent den Ausgang
  - Kommunikation mit anderen Agenten
  - Nutzung von Hinweisschildern



SeSAm

## Gliederung

---

- Realisierung des Modells in SeSAm
  - Elemente in SeSAm
    - die „World“
    - die Ressourcen
    - die Agenten



SeSAm

## Die „World“

---

- setzen von **Variablen** für Agenten und Ressourcen, z.B.
  - Angestrebte Geschwindigkeit, Beschleunigung
  - Wahrnehmungs- und Kommunikationsradius
  - Interaktionsmultiplikatoren
  - ...
- **Endzustände** prüfen – Simulationslauf beenden
  - alle Agenten haben den Raum verlassen
  - oder sind tot !



## Die Ressourcen

- **Ausgang**
  - wird von den Agenten innerhalb ihres Wahrnehmungsradius als Ziel erkannt
- **Hindernis**
  - blockiert Agenten den Weg
- **Feuer**
  - breitet sich aus und kann bei zu engem Kontakt zum Tod des Agenten führen
- **Hinweisschild**
  - zeigt dem Agenten den Weg zum Ausgang



## Der Agent

- **Begegnung von Agenten**
  - Interaktion – Krafteinwirkung
- **Ziel / Ausgang finden**
  - Wahrnehmungs- und Kommunikationsradius
  - Hinweisschilder
- **SeSAm →**

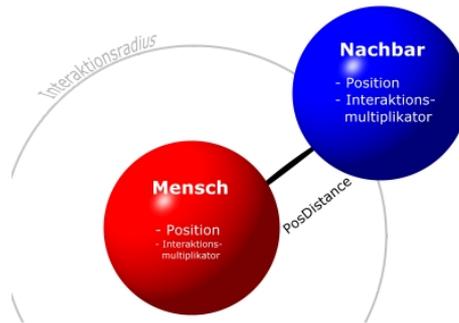




## Der Agent

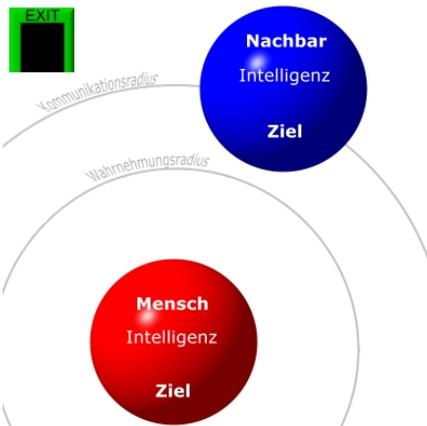
- Interaktion –  
Krafteinwirkung

$$\begin{aligned} \text{Krafteinwirkung} = & \\ & ( \text{PosMensch}_v - \text{PosNachbar}_v ) \\ & * ( \text{Interaktionsradius} - \text{PosDistance} ) \\ & * \text{Interaktionsmultiplikator}(\text{Nachbar}) \end{aligned}$$



## Der Agent

- Ziel / Ausgang finden
- Kommunikations- und  
Wahrnehmungsradius





## Der Agent

- Ziel / Ausgang finden



Hinweisschilder



## Der Agent

- → SeSAM



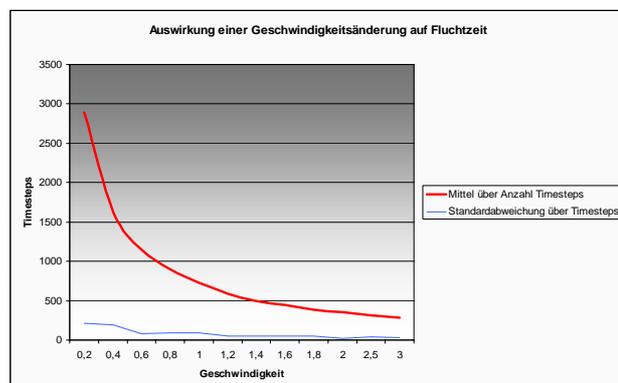
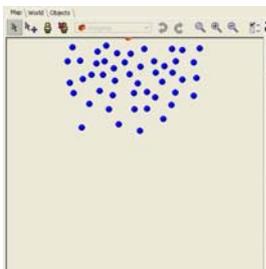


## Gliederung

- Beobachtungen, Analyse & Ergebnisse
  - Geschwindigkeitsveränderung
  - Änderung der Ausgangszahl und -größe
  - Änderung der Hindernisanzahl
  - Änderung der Raumgröße
  - Vergleich: Individualverhalten vs. Gruppenverhalten
  - Veränderung der Sichtverhältnisse

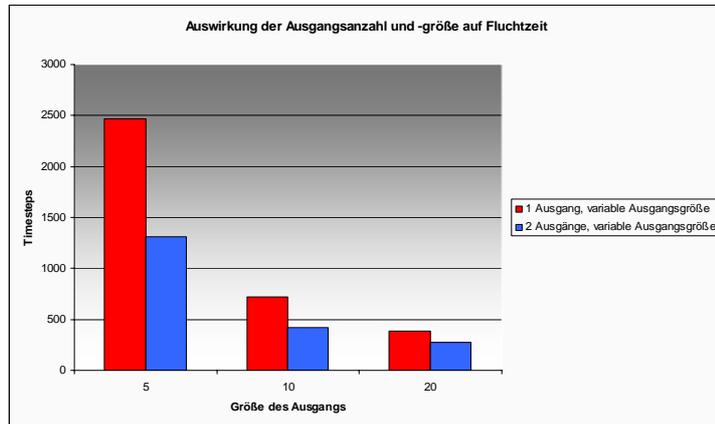


## Geschwindigkeitsveränderung





## Änderung der Ausgangszahl und -größe

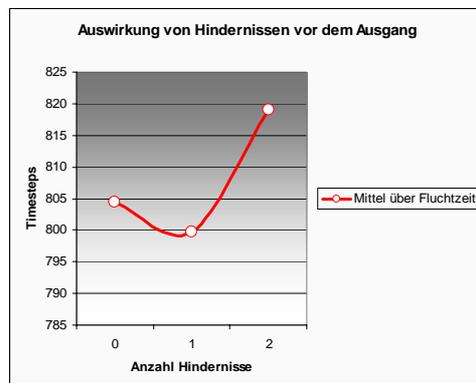
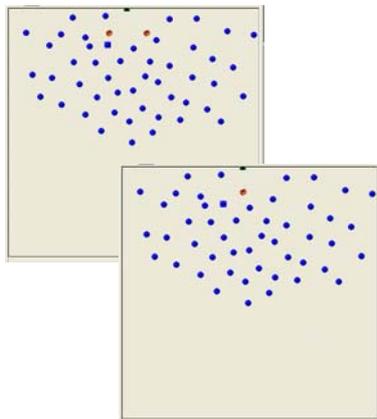


Fluchtverhaltenssimulation mit SeSAm

23



## Änderung der Hindernisanzahl

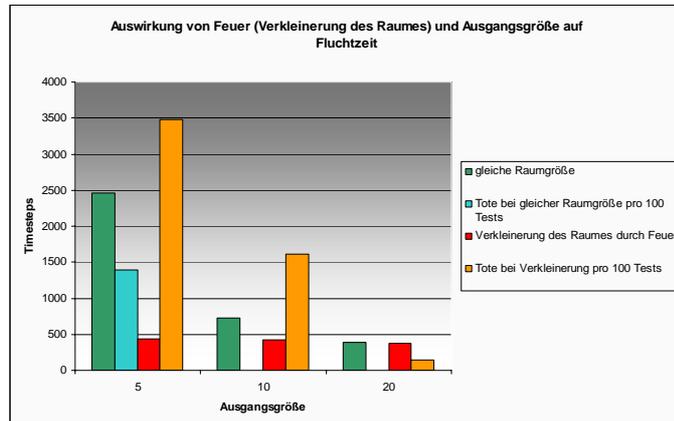


Fluchtverhaltenssimulation mit SeSAm

24



## Änderung der Raumgröße

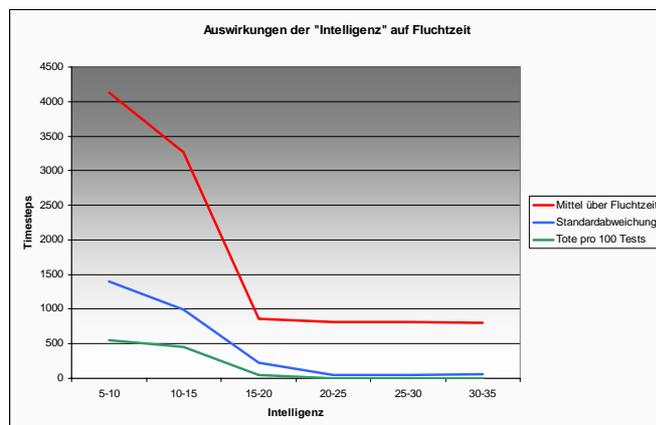


Fluchtverhaltenssimulation mit SeSAm

25



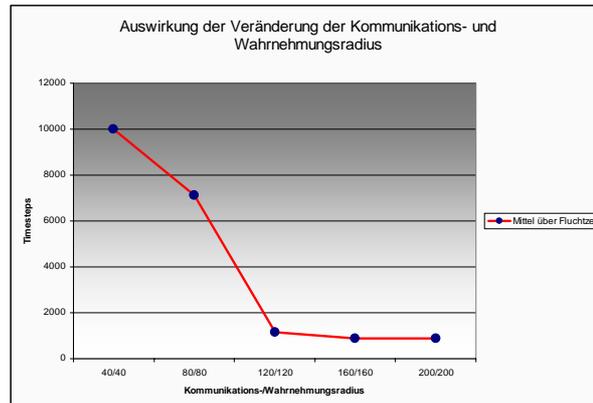
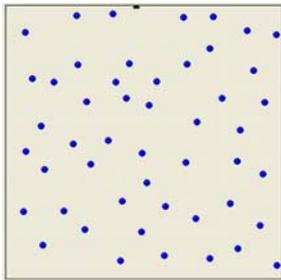
## Vergleich: Individualverhalten vs. Gruppenverhalten



Fluchtverhaltenssimulation mit SeSAm

26

## Veränderung der Sichtverhältnisse



## Gliederung

- Abschließendes Urteil
  - Was ist das optimale Fluchtverhalten?
  - Welche Probleme traten bei der Modellierung mit SeSAm auf?
    - Arbeiten mit SeSAm: Contra
    - Arbeiten mit SeSAm: Pro



## Was ist das optimale Fluchtverhalten? (1/2)

- Zur **Fluchtgeschwindigkeit**:
  - „Je schneller, desto besser!“
  - In anderen Studien gilt: „Je schneller, desto langsamer“
  - Das Ergebnis lässt sich durch die anders modellierte physische Interaktion und Blockierung der Agenten begründen.
- Zur **Ausgangsbeschaffenheit**:
  - 2 Ausgänge besser als 1 Ausgang
  - großer Ausgang besser als kleiner Ausgang
  - 1 Hindernis vor Ausgang besser als kein Hindernis
  - Feuer „beschleunigt“ Flucht, jedoch mit vielen Opfern



## Was ist das optimale Fluchtverhalten? (2/2)

- Zum **Herdenverhalten**:
  - Individualverhalten beschleunigt Flucht
    - wenn eine Person Ausgang findet, teilt er sein Wissen mit anderen
    - Bei Gruppenverhalten ist die Chance einen Ausgang zu finden geringer
- Zur **Sicht**:
  - je besser die Sicht, desto schneller kann die Gruppe den Raum verlassen
    - Ausgang ist schneller bekannt



## Arbeiten mit SeSAM: Kontra

---

- schon bereits erwähnte Nachteile
- unübersichtliche Möglichkeiten zur Einarbeitung in fertige Objekte
- Viel Rechenleistung nötig



## Arbeiten mit SeSAM: Pro

---

- leicht **verständliche Benutzeroberfläche**
- Übersichtlichkeit durch **grafische Reasoning-Engine** (Aktivitäten & Zustände)
- schnelle Erzeugung erster Simulationen und einfache anschließende Ausbaufähigkeit
- Erzeugung realistischer Ergebnisse



## Fragen und Antworten!

---

