



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Hamburg University of Applied Sciences

EPIDEMIOLOGICAL MODELLING OF PUBLIC TRANSPORT

HAW Hamburg – Masterstudiengang Informatik

Anwendungen 2 – SoSe 2012

Carsten Noetzel

Gliederung

- Motivation
- Analyse
- Related Work
 - **S**ituated **C**ellular **A**gents
 - **I**ndividual **S**pace **T**ime **A**ctivity-based **M**odelling
 - **D**iscrete **S**pace **S**cheduled **W**alkers
- Zusammenfassung

Review Anwendungen 1

- Multiagentensysteme in der Epidemiologie
- Vergleich zu anderen Ansätzen
 - + Heterogenität in Eigenschaften und Verhalten
 - + Realitätsnähere Simulation
- Vielzahl an unterschiedlichen Arbeiten vorhanden
- Häufig starke Einschränkungen bei öffentlichen Verkehrsmitteln [1, 6, 12, 13]

Rolle der öffentlichen Verkehrsmittel 1/2

„Besonders größere Menschenansammlungen und öffentliche Verkehrsmittel bieten optimale Übertragungsbedingungen für Influenzaviren.“

(Nationaler Pandemieplan Robert Koch-Institut 2007 [9])

„In reality, human contact within transportation vehicles, especially public transportation, plays an important role in infectious disease transmission among the human population.“

(Yang 2008 [13])

Rolle der öffentlichen Verkehrsmittel 2/2

- Auch Studien verweisen auf die Relevanz öffentlicher Verkehrsmittel bei der Infektionsausbreitung
- „Is public transport a risk factor for acute respiratory infection?“ [10]
 - Analyse der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel vor Auftreten erster Symptome bei erkrankten Probanden
 - Bis zu sechsfach erhöhtes Risiko bei Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel
- „Social Contacts and Mixing Patterns Relevant to the Spread of Infectious Diseases“ [8]

Womit muss man sich befassen?

- Wie lässt sich die Infektionsausbreitung im öffentlichen Nahverkehr mit Hilfe der Informatik modellieren?
- Interaktion der Individuen innerhalb eines Verkehrsmittels
 - Crowd -, Human Behaviour -, Infectious Disease Modelling [11]
- Nachbildung des Nutzungsverhaltes
 - Trip Based -, Route Based -, Activity Based Approach
- Abbildung der Stadt und ihrer Einwohner
 - Nutzung vorhandener Daten

SCA 1/4 ^[4]

“A Methodology for Crowd Modelling with **Situated Cellular Agents**”

Stefania Bandini, Mizar Luca Federici und Giuseppe Vizzari

Situated Cellular Agent Model ^[4, 5]

- Framework zur Definition komplexer Systeme bei denen die Interaktion autonomer Entitäten mit ihrer Umgebung im Vordergrund steht
- Interaktion durch „field diffusion-perception-action mechanism“

Fallstudie : U-Bahn Station

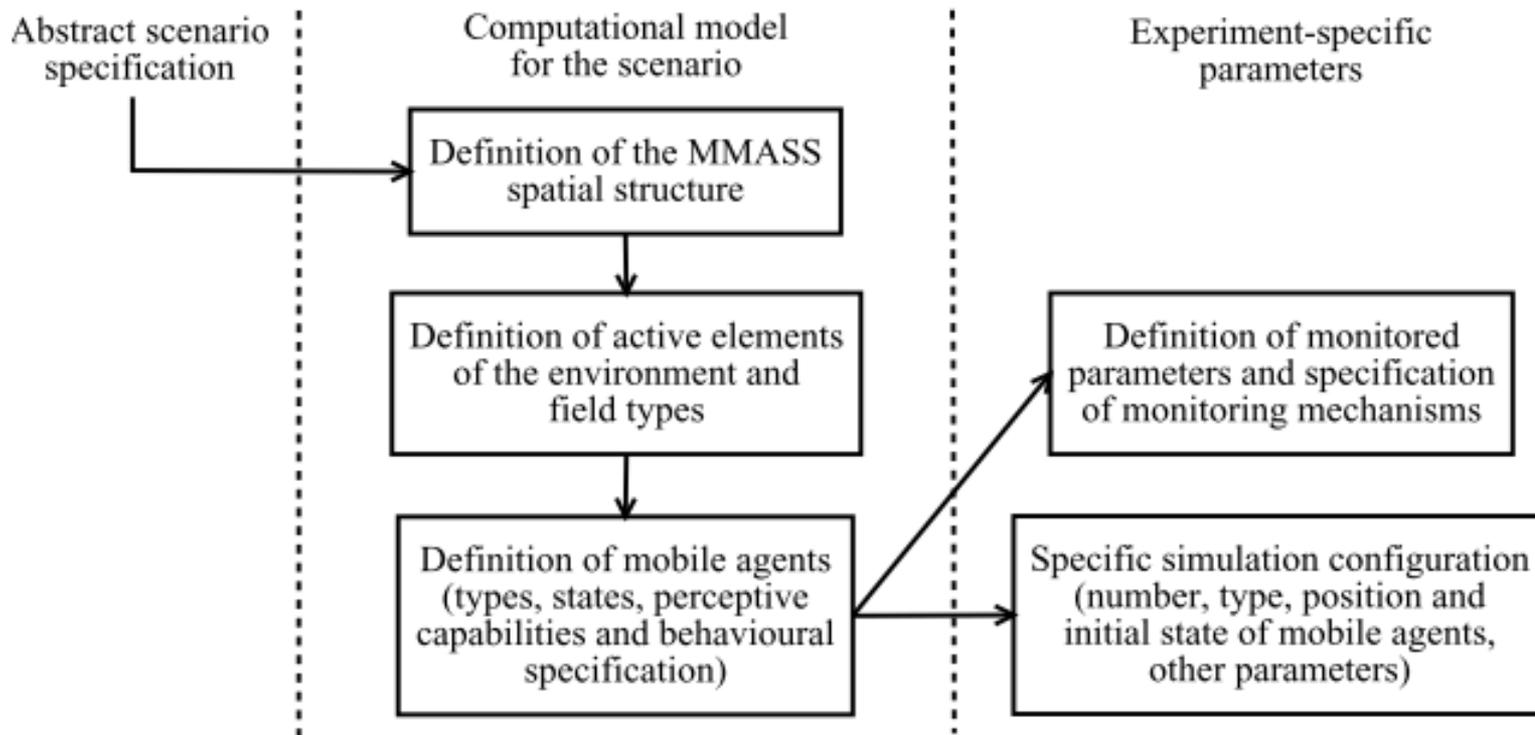
SCA 2/4 [4]

Situated Cellular Agent Model

- Spezielle Klasse von **Multilayered Multi-Agent Situated System (MMASS)** [3]
 - Nur ein Layer und Limitierung in Emission der Felder
- Systemdefinition über Tripel $\langle Space, F, A \rangle$
 - $Space$ = Menge von Punkten p auf denen sich ein Agent befinden kann und die von Feldern beeinflusst werden $\langle a_p, F_p, P_p \rangle$
 - F = Menge von Feldern vom Typ t mit $\langle W_t, Diffusion_t, Compare_t, Compose_t \rangle$
 - A = Menge von Agenten mit Typ, Status und Position $\langle \tau, s, p \rangle$ wobei $s \in \sum_{\tau}$ und $\tau = \langle \sum_{\tau}, Percetion_{\tau}, Action_{\tau} \rangle$

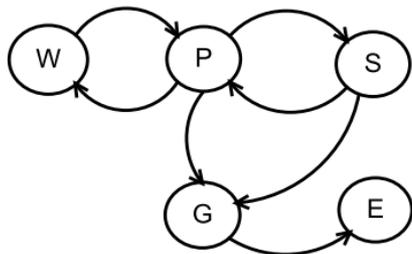
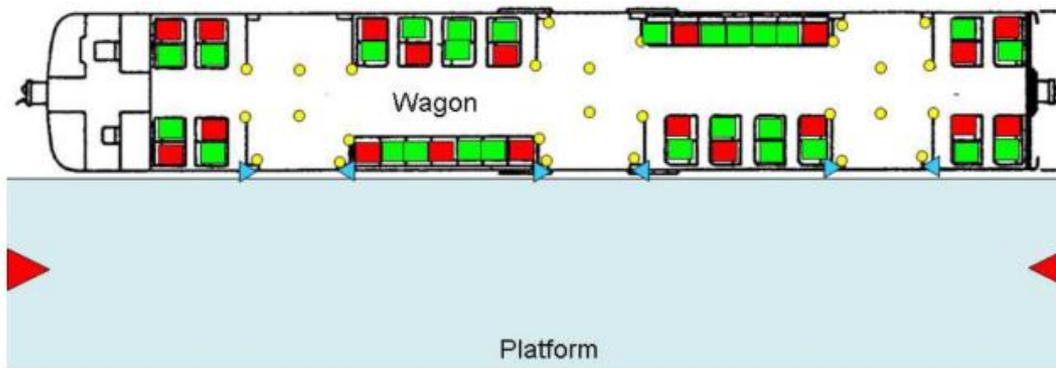
SCA 3/4 [4]

Phasen der Modellierung



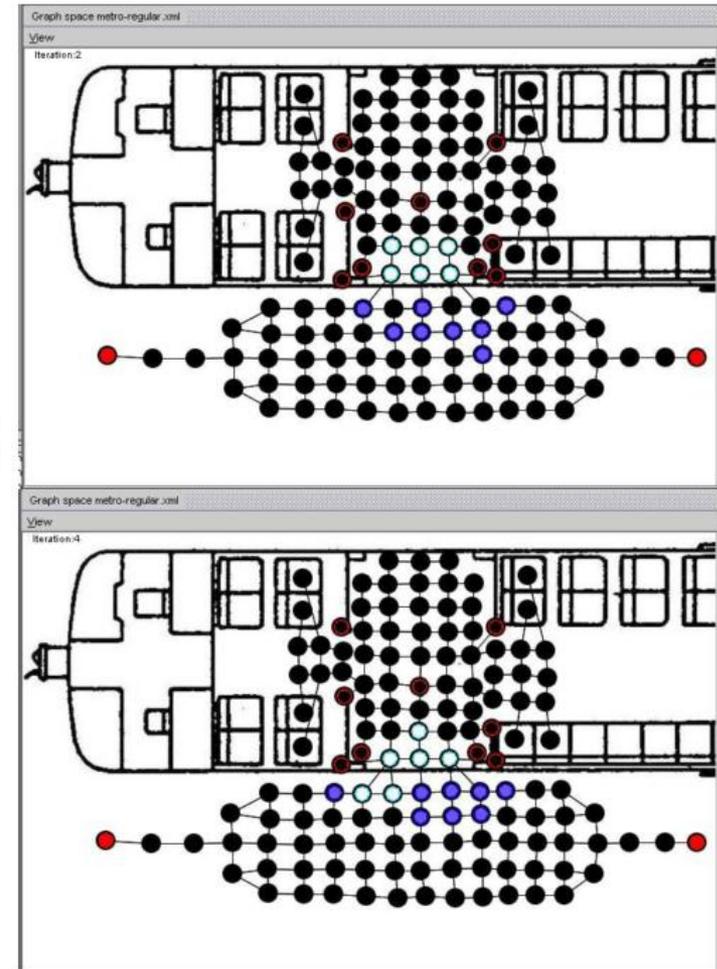
SCA 4/4 [4]

Fallstudie: U-Bahn Station



Status der Agenten

w – waiting
 p – passenger
 g – get-off
 s – seated
 e – exiting



SCA Bewertung

- ✓ SCA Ansatz geeignet um das dynamische Verhalten innerhalb öffentlicher Verkehrsmittel zu simulieren [3, 4, 5]
- ! Erweiterungen für eigene Arbeit nötig
 - Zusätzliche aktive Elemente
 - Verschiedene Typen von Agenten (Erwachsene, Kinder)
 - Weitere Aktionsmöglichkeiten (Griff halten, Fenster öffnen)
 - Berücksichtigung der Infektionsmöglichkeiten

ISTAM 1/4 ^[13]

“Individual **s**pace–**t**ime **a**ctivity-based **m**odelling of infectious disease transmission within a city”

Yong Yang, Peter Atkinson und Dick Ettema

Fokus

- Abbildung der Population einer Stadt
- Abbildung von möglichen Aktivitäten
- Zuweisung von Aktivitätsmustern an Individuen
- Simulation der Infektionsübertragung bei Aktivitäten

ISTAM 2/4 [13]

Konzept

- Activity Bundle (AB)
- Role-based AB Simulation
- Wahrscheinlichkeit der Infektion abhängig von
 - Wahrscheinlichkeit des Kontaktes zweier Individuen p_c
 - Abgeleitet von Rollen der Individuen (Verkäufer, Kunde)
 - Wahrscheinlichkeit der Infektionsübertragung p_i
 - Intimate-, Personal-, Social distance

ISTAM 3/4 [13]

Beispiel eines Activity Bundle mit Spatial Patterns

AB type	description	values of parameters (default: p_c)
shop	<i>loop</i> between workers <i>dynamic random</i> between all customers 20% of customers come into contact with one staff member randomly	loop (p_c^3) dynamic random (density: 0.5, mobility = 1, p_c^4) randomly selected 20% of customers come into contact with one staff (p_c^3)

pattern name	description	value of p_i
loop	static. Fixed before the simulation and does not change. Individuals distribute like a loop, so one person contact with persons first and second above or below with himself/herself in the loop	p_i^1 with first above and below and p_i^2 with second above and below
dynamic random	every person comes into contact with a number of randomly selected other persons. This process repeats a number of times. Two additional parameters: density and mobility	p_i^3

p_i^1 = Intimate distance (< 0,6m)
 p_i^2 = Personal distance (0,6 – 1,5m)
 p_i^3 = Social distance (1,5 – 3m)

ISTAM 4/4 ^[13]

Auswahl der Aktivitäten basierend auf Erhebung mit Aktivitäts-Tagebüchern im Jahr 2000

Zuweisung von Aktivitäten basierend auf soziodemografischen Status

- Grobe Unterteilung in vier Altersklassen mit Subklassifizierung
- Fixe Aktivitäten (sleep, work, education)
- Variable Aktivitäten basierend auf Activity Pattern (sport, dinner, shopping, ...)

ISTAM Bewertung

- ✓ Activity Based Approach zur Nachbildung des Nutzungsverhaltens geeignet [2, 7, 13]
- ✗ Keine Berücksichtigung öffentlicher Verkehrsmittel
- ✗ Keine Unterscheidung zwischen direkter- und indirekter Kontaktinfektion

DSSW 1/3 ^[6]

„Epidemic modeling with **discrete-space scheduled walkers**: extensions and research opportunities.“

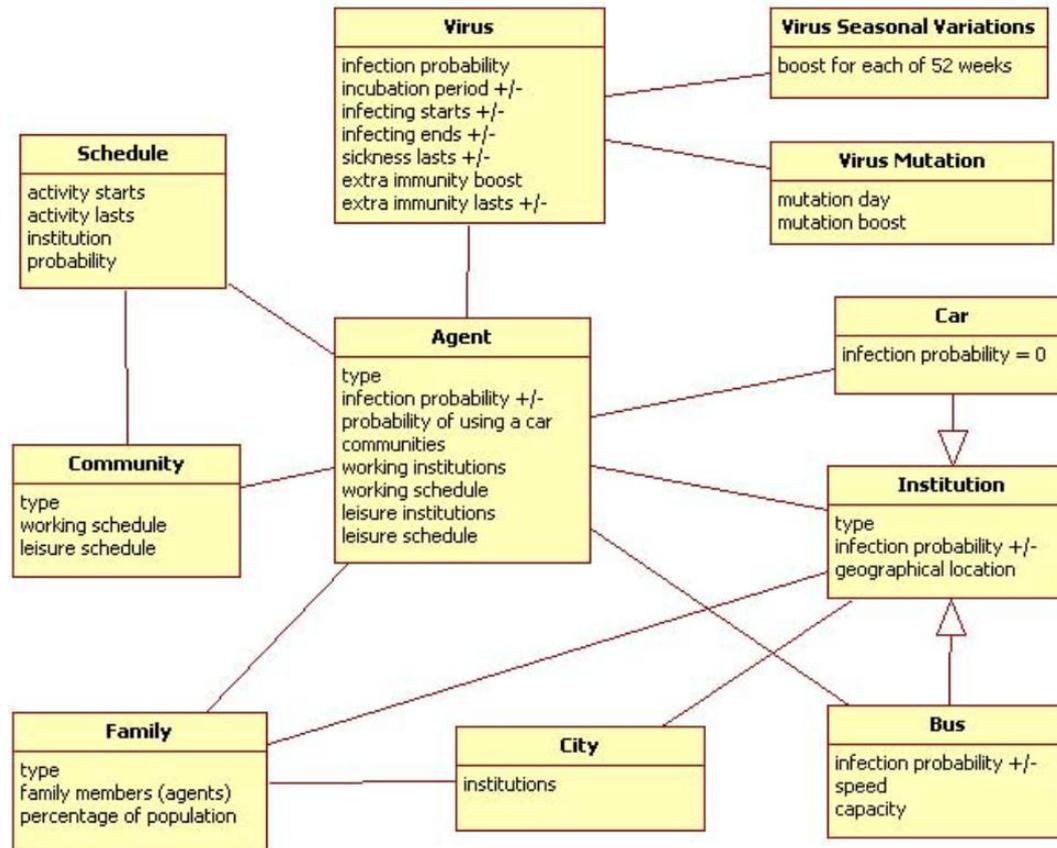
Maciej Borkowski, Blake Podaima und Robert McLeod

Fokus

- Erstellung eines Simulationsmodell auf Basis von „discrete-space scheduled walkers“
- Untersuchung von möglichen Datenquellen zur Abbildung
 - der Lokationen (Wo)
 - der Individuen (Wer)
 - von Aktivitäten (Wann)
 - der Infektionskrankheit (Was)

DSSW 2/3 [6]

Konzept



Verkehrsmittel:

- Bus, Auto
- Spezielle Institutionen mit fester Infektionswahrscheinlichkeit
- Dynamisch zur Laufzeit erzeugt

DSSW 3/3 [6]

Datenherkunft und Forschungsmöglichkeiten

- Lokationen (Wo)
 - Geoinformationssysteme
- Agenten (Wer)
 - Abfrage eines statisch signifikanten Teils der Bevölkerung
 - Daten von Volkszählungen
 - Soziale Netzwerke
- Aktivitäten (Wann)
 - Tracking von Finanztransaktionen
 - Lokalisierung mobiler Endgeräte
 - Verkehrsüberwachungssysteme
 - Sicherheitskameras
- Infektionskrankheit (Was)
 - Epidemiologische Datensammlungen / Studien

Data Mining

DSSW Bewertung

- ✘ Simulationsmodell simpel gehalten mit folgenden Einschränkungen
 - Nur zwei Arten von Aktivitäten (Arbeit / Freizeit)
 - Alle Agenten haben an den selben Tagen frei
 - Feste Infektionswahrscheinlichkeiten für Lokationen und Verkehrsmittel → Interaktion unberücksichtigt
 - Keine Berücksichtigung von Fahrplänen
 - Zufällige geografische Verteilung der Familien
- ✓ Datenquellen für eigene Arbeit
 - Google Maps / OpenStreetMap
 - Zensus 2011 → Veröffentlichung November 2012
 - Fahrpläne des HVV ggfs. mit Anbindung an GEOFOX

Zusammenfassung

- Öffentliche Verkehrsmittel spielen eine wichtige Rolle bei der Infektionsausbreitung
- viele Simulationsmodelle vorhanden, aber keines berücksichtigt öffentliche Verkehrsmittel im Detail
- Modellierung dennoch möglich durch Kombination
 - Situated Cellular Agents → Modellierung der Interaktion
 - Activity Based Approach → Nachbildung des Nutzungsverhaltens
 - Verschiedener Datenquellen → Basis für realitätsnahe Simulation

Literatur 1/2

- [1] ALEMAN, Dionne M.; WIBISONO, Theodoras G.; SCHWARTZ, Brian:
Accounting for individual behaviors in a pandemic disease spread model. In: Winter Simulation Conference. Austin, Texas: Winter Simulation Conference, 2009 (Newman 2002), S. 1977–1985 ISBN 9781424457717
- [2] ALGERS, Staffan ; ELIASSON, Jonas ; MATTSSON, Lars-Göran:
Is it time to use activity-based urban transport models? A discussion of planning needs and modelling possibilities.
In: The Annals of Regional Science 39 (2005), November, Nr. 4, S. 767–789. – ISSN 0570-1864
- [3] BANDINI, Stefania; MANZONI, Sara ; SIMONE, Carla:
Dealing with space in multi-agent systems: a model for situated MAS. In: Proceedings of the First international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems: part 3. ACM, 2002, S. 1183–1190. – ISBN 1581134800
- [4] BANDINI, Stefania; FEDERICI, Mizar L.; VIZZARI, Guiseppe:
A methodology for crowd modelling with situated cellular agents. In: WOA 2005 (2005), S. 91–98.
URL <http://www-lia.deis.unibo.it/books/woa2005/papers/13.pdf>
- [5] BANDINI, Stefania ; MANZONI, Sara ; VIZZARI, Guiseppe:
Situated cellular agents for crowd simulation and visualization. In: Transactions of the 2nd Biennial Meeting of the International Environmental Modelling and Software Society (2004), S. 289–294.
- [6] BORKOWSKI, Maciej ; PODAIMA, Blake W. ; MCLEOD, Robert D.:
Epidemic modeling with discrete-space scheduled walkers: extensions and research opportunities. In: BMC public health 9 Suppl 1 (2009), Januar, S. 1–19. – ISSN 1471-2458
- [7] MCNALLY, Michael G.; RINDT, Craig:
The activitybased approach. In: H, David A. (Hrsg.) ; B, Kenneth J. (Hrsg.): Handbook of transport modelling. Pergamon, 2000, Kap. 4, S. 53–68

Literatur 2/2

- [8] MOSSONG, Joel; HENS, Niel; JIT, Mark; BEUTELS, Philippe; AURANEN, Kari; MIKOLAJCZYK, Rafael; MASSARI, Marco; SALMASO, Stefania; TOMBA, Gianpaolo S.; WALLINGA, Jacco; HEIJNE, Janneke; SADKOWSKA-TODYS, Malgorzata; ROSINSKA, Magdalena; EDMUNDS, W J.:
Social contacts and mixing patterns relevant to the spread of infectious diseases. In: PLoS medicine 5 (2008), März, Nr. 3, S. e74. - ISSN 1549-1676
- [9] ROBERT KOCH-INSTITUT: ***Nationaler Pandemieplan, Teil III.*** 2007.
URL http://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/I/Influenza/influenzapandemieplan_III.pdf
- [10] TROKO, Joy; MYLES, Puja; GIBSON, Jack; HASHIM, Ahmed; ENSTONE, Joanne; KINGDON, Susan; PACKHAM, Christopher; AMIN, Shahid; HAYWARD, Andrew; NGUYEN VAN-TAM, Jonathan:
Is public transport a risk factor for acute respiratory infection? In: BMC infectious diseases 11 (2011), Januar, Nr. 1, S. 16. - ISSN 1471-2334
- [11] VAN-TAM, J. ; SELLWOOD C.:
Introduction to Pandemic Influenza. CABI, 2009 (Modular Texts). – ISBN 9781845936259
- [12] WANG, Jiasheng; XIONG, Jianhong; YANG, Kun:
Use of GIS and agentbased modeling to simulate the spread of influenza. In: The 18th International Conference on Geoinformatics (2010), S. 1–6
- [13] YANG, Yong; ATKINSON, Peter; ETTEMA, Dick:
Individual spacetime activity-based modelling of infectious disease transmission within a city. In: Journal of the Royal Society, Interface / the Royal Society 5 (2008), Juli, Nr. 24, S. 759–72. – ISSN 1742-5689

[11]

CATCH IT

Germs spread easily. Always carry tissues and use them to catch your cough or sneeze.



BIN IT

Germs can live for several hours on tissues. Dispose of your tissue as soon as possible.



KILL IT

Hands can transfer germs to every surface you touch. Clean your hands as soon as you can.

**NHS**© Crown copyright 2007 2009/2014 by NHS/NIH/OT (BCL)

VIELEN DANK
FÜR EURE
AUFMERKSAMKEIT!

Gibt es noch Fragen?