



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Hamburg University of Applied Sciences

MULTIAGENTENSYSTEME IN DER EPIDEMIOLOGIE

HAW Hamburg – Masterstudiengang Informatik

Anwendungen 1 – WiSe 2011/12

Carsten Noetzel

Gliederung

- Motivation
- Grundlagen
 - Begriffsklärung
 - MAS in der Epidemiologie
 - Vergleich zu anderen Ansätzen
 - SIR-Modell
 - Markow-Ketten
- Anwendungsbeispiel - HIV
- Forschung
 - Überblick
 - Konferenzen & Magazine
 - Akteure
- Ausblick

Motivation

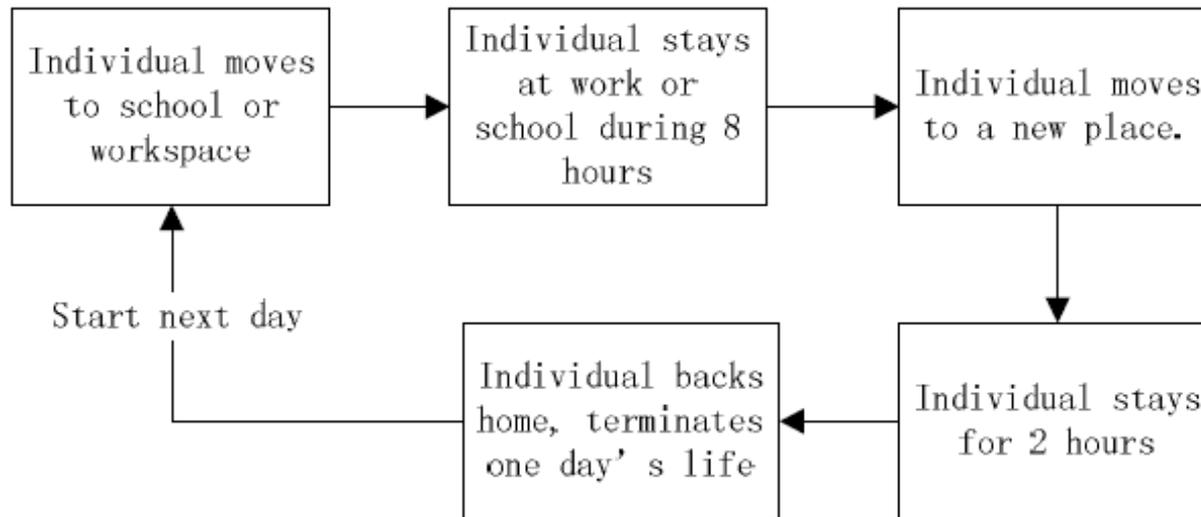
- Erhöhte Mobilität → schnellere Infektionsausbreitung
- SARS „Severe Acute Respiratory Syndrome“
 - 3 Tage, 4 Kontinente, 774 Todesfälle [1], [2]
- AIDS „Acquired Immune Deficiency Syndrome“
 - 33 Millionen Infizierte und 37 Millionen Todesfälle [3]
- H1N1 „Influenza-A-Virus H1N1“
 - 18.000 Todesfälle [4]

Begriffsklärung

- **Endemie**
 - Zeitlich und räumlich begrenzt
 - Anzahl der Erkrankten bleibt annähernd konstant
- **Epidemie**
 - Zeitlich und räumlich begrenzt
 - Steigende Anzahl an Neuerkrankungen
- **Pandemie**
 - Länder und Kontinent übergreifend

MAS in der Epidemiologie

- Einsatzzweck: Simulation
- Ziel: Erkenntnisgewinn
„Was wäre wenn“-Analysen



Aus [7]

Vergleich zu anderen Ansätzen

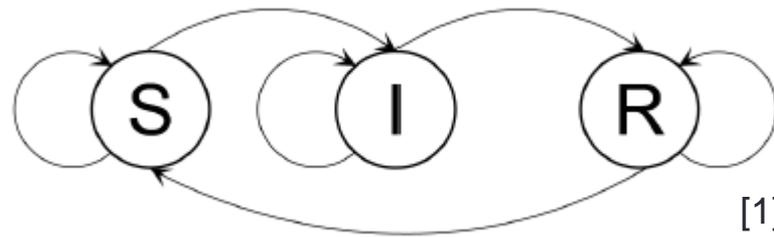
- Homogenus Mixing Model [1]
 - Vollständige Durchmischung der Bevölkerung
 - Gleiche Anzahl an Kontakten
 - Gleiche Wahrscheinlichkeit der Ansteckung
- Heterogenus Mixing Model [1]
 - Beziehungsnetzwerk
 - Infektionsausbreitung über das Beziehungsnetzwerk

Nachteil: Vernachlässigung der Interaktion von Individuen

- Non-Homogenus Simulation [1]
 - Agentenbasierte Simulation
 - Berücksichtigung des individuellen Verhaltens



SIR-Modell

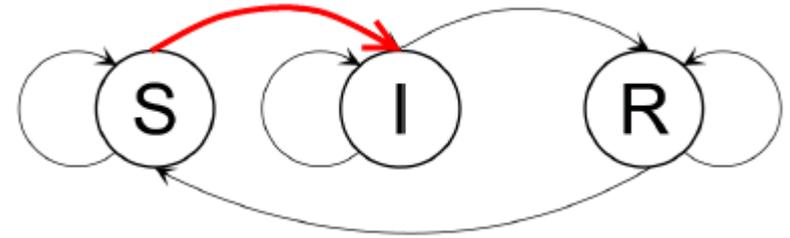


- Susceptible → empfängliche Individuen
- Infected → infektiöse Individuen
- Recovered → genesene/verstorbene Individuen

- Modellierung der Übergänge mit Markow-Ketten

- SI-Modell → keine Gesundung
- SIS-Modell → keine Immunisierung
- SEITR-Modell [7] → mit Behandlung

Markow-Ketten



- Wie kann so etwas aussehen?

$$Pr_j^n(S, I) = \sum_{i \in \alpha} (t_{ij}^n \times b_{ij}^n + c_{ij}^n) \quad \forall j \in \beta \quad [1]$$

- α Menge der infizierten Individuen
- β Menge der empfänglichen Individuen
- t_{ij}^n Dauer des Kontakts zwischen i und j
- b_{ij}^n Wahrscheinlichkeit der Infektionsübertragung
- c_{ij}^n Wahrscheinlichkeit der Infektionsübertragung durch indirekten Kontakt

HIV – Key Facts [5], [W1]

- „A model for HIV Spread in a South African Village“
- Forschungsprojekt im Rahmen des 6. Framework Programms für Forschung, Technologische Entwicklung und Demonstration (FP6) der Europäischen Kommission
- Laufzeit: 3 Jahre
- Manchester Metropolitan University

HIV – Das Modell 1/2 ^[5]

- Agenten
 - Geschlecht, Altersgruppe, Familienstand, Gesundheitszustand, erwartete Lebenszeit
 - Werden geboren und können sterben
 - Interagieren miteinander
- HIV-Übertragung
 - Horizontal und vertikal
- Verschiedene HIV → AIDS Phasen

HIV – Das Modell 2/2 ^[5]

- Verteilung der Sexualpartner
 - mehrere Partner zur selben Zeit
 - Prostitution → nicht berücksichtigt
 - Homosexualität → nicht berücksichtigt
- Übertragung durch sexuellen Kontakt
 - Studien belegen unterschiedliche Wahrscheinlichkeiten
 - Wahrscheinlichkeit zudem abhängig von der Krankheitsphase
- Mutter-Kind-Übertragung
 - Antiretrovirale Therapie kann Wahrscheinlichkeit senken

HIV – Herausforderung ^[5]

- Modellierung eines dynamischen sozialen Netzwerkes für sexuelle Kontakte
 - Annahme: Heterosexuelle Gesellschaft mit monogamer Ehe
 - Männliche Agenten suchen nach potentiellen Partnern
 - Partner stammen vorwiegend aus Bekanntenkreis
 - Partnerwahl abhängig von Attraktivität und Alter

HIV – Ergebnisse ^[5]

- agentenbasierte Simulation zur Verbreitung von HIV
neuartiger Ansatz
 - nur wenige vergleichbare Modelle zum Zeitpunkt des Projektes (2005 - 2008)
- Traditionelle Modelle unfähig, komplexe soziale Systeme nachzubilden
- agentenbasierte Simulation noch nicht in der Lage erfolgreich neue Erkenntnisse bei der Ausbreitung von HIV zu gewinnen

Überblick

„Recently, use of multi-agent based modeling to study the propagation of infectious disease has been a hot issue.“

Jiasheng Wang, 2010 [7]

- Unterschiedliche Modelle für verschiedene Krankheiten vorhanden
- Aktuell
 - Einsatz von Geoinformationssystemen (GIS) [7]
 - Einsatz von genetischen Algorithmen [9]

Konferenzen & Magazine

- Konferenzen

- **Winter Simulation Conference (WSC)** [W3]
- The Society for Modeling & Simulation International (SCS) [W5]
- Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. (GMDS) [W6]
 - 16. - 21. September 2012 Braunschweig
- The **European Social Simulation Association (ESSA)** [W7]
 - 29. Mai - 1. Juni 2012 Koblenz

- Magazine

- The **Journal of Artificial Societies and Social Simulation** [W4]
- American Journal of Epidemiology [W8]

Akteure

- Mechanical & Industrial Engineering University of Toronto
 - Dionne M. Aleman, PhD, PEng [W2]
 - “Accounting for individual behaviors in a pandemic disease spread model” (2009)
 - “A Nonhomogeneous Agent-Based Simulation Approach to Modeling the Spread of Disease in a Pandemic Outbreak” (2011)
- Los Alamos National Laboratory
 - EpiSimS – **E**pidemic **S**imulation **S**ystem [6]
- Université Laval
 - SCHNAPS – **S**yn**CH**ro**N**ous **A**gent- and **P**opulation-based **S**imulator [8]

Zusammenfassung

- Spannendes Themengebiet
 - Aktuelles Interesse wegen
 - zunehmender Vernetzung
 - Bevölkerungswachstum
 - Demografischem Wandel
 - Gefahr von Anschlägen
 - Modelle häufig noch nicht ausgereift
- Großes Potential für weitere Forschungsaspekte

Literaturverzeichnis

- [1] ALEMAN, Dionne M. ; WIBISONO, Theodoras G. ; SCHWARTZ, Brian:
Accounting for individual behaviors in a pandemic disease spread model. In: Winter Simulation Conference, Winter Simulation Conference, 2009 (WSC '09), S. 1977–1985. ISBN 978-1-4244-5771-7
- [2] GABER, W. ; GOETSCH, U. ; DIEL, R. ; DOERR, H.W. ; GOTTSCHALK, R.:
Screening for Infectious Diseases at International Airports: The Frankfurt Model. In: Aviat Space Environ Med 80 (2009), Nr. 7, S. 595–600
- [3] UNAIDS: Global Report: ***UNAIDS Report on the Global AIDS Epidemic 2010***
(Joint United Nations Programme on Hiv/Aids (Unaids)). World Health Organization, 2011. ISBN 9291738719
- [4] WHO: ***Pandemic (H1N1) 2009 - update 106.*** Juni 2010. – URL http://www.who.int/csr/don/2010_06_25/en/index.html
- [5] ALAM, Shah J. ; MEYER, Ruth ; NORLING, Emma: Multi-Agent-Based Simulation IX. Springer-Verlag, 2009, Kap. ***A Model for HIV Spread in a South African Village***, S. 33–45. – ISBN 978-3-642-01990-6
- [6] Mniszewski, Susan M. ; Del Valle, Sara Y. ; Stroud, Phillip D. ; Riese, Jane M. ; Sydoriak, Stephen J.:
EpiSimS simulation of a multi-component strategy for pandemic influenza. In: Proceedings of the 2008 Spring simulation multiconference, Society for Computer Simulation International, 2008 (SpringSim '08), S. 556–563. – ISBN 1-56555-319-5
- [7] WANG, Jiasheng ; XIONG, Jianhong ; YANG, Kun ; PENG, Shuangyun ; XU, Quanli:
Use of GIS and agent-based modeling to simulate the spread of influenza.
In: The 18th International Conference on Geoinformatics, 2010, S. 1–6. ISBN 978-1-4244-7302-1
- [8] DURAND, Audrey ; GAGNÉ, Christian ; GARDNER, Marc-André ; ROUSSEAU, François ; GIGUÈRE, Yves ; REINHARZ, Daniel: ***SCHNAPS: a generic population-based simulator for public health purposes.*** In: 2010 Summer Simulation Multiconference, Society for Computer Simulation International, 2010 (SummerSim '10), S. 182–189
- [9] LESTARI, R. ; PANCORO, A. ; AHMAD, A.S. ; MANAF, A. ; AHMAD, M. ; NIDOM, C.A. ; BUDIANA, Y.:
Pandemic Influenza simulation based on Genetic Algorithm and Agent Based Modeling. In: 2011 International Conference on Electrical Engineering and Informatics, 2011, S. 1–6

Internet-Quellen

- [W1] 6th Framework Program ,URL: <http://cordis.europa.eu/fp6> Datum: 01. November 2011
- [W2] Dionne M. Aleman, URL: <http://morlab.mie.utoronto.ca/aleman/> Datum: 02. November 2011
- [W3] Winter Simulation Conference, URL: <http://wintersim.org/> Datum: 02. November 2011
- [W4] Journal of Artificial Societies and Social Simulation , URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/JASSS.html>
Datum: 02. November 2011
- [W5] The Society for Modeling & Simulation International, URL: <http://www.scs.org/home> Datum: 02. November 2011
- [W6] Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e.V. , URL: <http://www.gmds.de/>
Datum: 5. November 2011
- [W7] The European Social Simulation Association, URL: <http://www.essa.eu.org/> Datum: 5. November 2011
- [W8] American Journal of Epidemiology, Url: <http://aje.oxfordjournals.org/> Datum: 5. November 2011

VIELEN DANK FÜR EURE
AUFMERKSAMKEIT!

Gibt es noch Fragen?