
Multiagentensysteme und Mobiles Crowdsensing

Technologien, Architekturen, Plattformen

Prof. Dr. Stefan Bosse

Universität Koblenz - FB Informatik - Praktische Informatik

Überblick

Schwerpunkte in diesem Kurs

- Modelle und Architekturen von Agenten
- Grundlagen von autonomen Agenten und selbstorganisierenden Systemen
- Konzepte der Programmierung von Agenten: Eher praktisch?
- Praktische Relevanz und Anwendung von agentenbasierten Systemen
- Plattformen und Technologien
- Simulation
- Mobiles Crowdsensing in etwas Theorie und viel Praxis

Begleitet von integrierten Übungen um obige Techniken konkret anzuwenden

Vorlesung

2 SWS mit Grundlagen und Live Programming (Baukastenprinzip!)

Übung

2 SWS mit Programmierung und angewandter Vertiefung (integriert)

Voraussetzungen

Grundlegende Programmierfähigkeiten (keine spez. Programmiersprache)

Materialien

1. Die Vorlesungsinhalte (Skript, Folien) werden auf <http://edu-9.de> unter der Rubrik Lehre zusammengestellt und angeboten (Kurs **mas4k**)
2. Weitere Materialien (Tutorials, Übungen, Software) werden ebenfalls auf <http://edu-9.de> bereitgestellt
3. Videos sind über <http://edu-9.de> verlinkt.
4. Interaktion der Teilnehmer kann über einen Wiki stattfinden. (*dokuwiki*). Dieser ist über <http://ag-0.de> erreichbar und in den jeweiligen Veranstaltungsseiten auf <http://edu-9.de> verlinkt.
5. Am Ende der Vorlesungszeit gibt es ein Skript im EPUB Format,
6. Alle weiteren Hinweise und Einführungen (z.B. in Software) nur noch auf dem Wiki!!!

Methoden und Verfahren mit Agenten

Die drei großen AB*

ABM

Agentenbasiertes Modellieren →

Verhalten und Wechselwirkung von natürlichen oder technischen Systeme werden mit Agenten modelliert

ABC

Agentbasiertes Berechnen (Computing) →

Agenten sind (mobile) Software und Datenverarbeitung →
Programmier- und digitales Kommunikationsmodell

ABS

Agentenbasierte Simulation →

Simulation von komplexen Systemen mit Agentenmodellen (ABM) oder Simulation von Agenten (ABC)

Leistungen

Folgende Möglichkeiten einer Prüfungsleistung stehen zur Auswahl:

1. Mündliche Prüfung
2. Schriftliche Ausarbeitung zu einer Fragestellung zu dem Thema (Review/Survey)
3. Die Bearbeitung einer experimentellen oder simulativen Arbeit (JAM)

Methoden und Verfahren mit Agenten

Variationen und Kombinationen

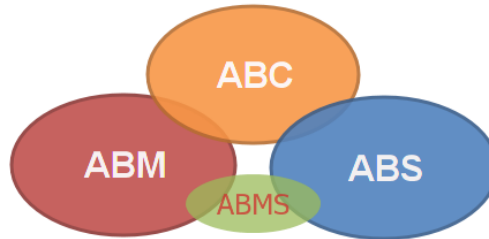
ABMS

Kombination und Schnittmenge aus ABM und ABS als eigene Disziplin

ABX

Kombination aus ABM, ABS, und ABC! →

Erweiterte Simulation und Modellierung mit Daten aus Crowd Sensing



Methoden und Verfahren mit Agenten

Einsatzgebiete von Agenten

1. ABM und ABS werden in folgenden Disziplinen eingesetzt:

- Soziologie
- Biologie
- Physik, Materialwissenschaften (Zelluläre Automaten!)
- Ökonomie/Wirtschaftswissenschaften

2. ABC und ABS werden eingesetzt in:

- Verteilte und parallele Datenverarbeitung, Informatik
- Agentenbasiertes Planen, Produktionstechnik
- Künstliche Intelligenz, agentenbasiertes Lernen und Schwärme (Robotik)

Literatur

Vorlesungsfolien ABM,ABS,ABC

Die Inhalte der Vorlesung werden sukzessive bereitgestellt

Vorlesungsskript ABM,ABS,ABC

Die Inhalte der Vorlesung werden sukzessive als ebook (epub) bereitgestellt

Crowdsourcing and Simulation with Mobile Agents and the JavaScript Agent Machine ABM,ABS,ABC

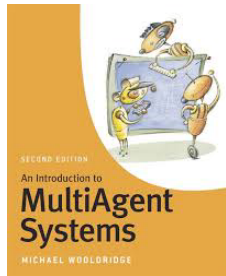
S. Bosse, 2022, ISBN 978-1471078132



Literatur

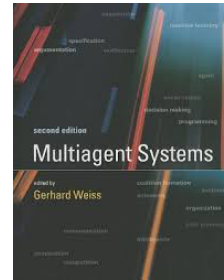
MultiAgent Systems ^{ABC}

Michael Wooldridge, John Wiley & Sons, 2002



Multiagent Systems - A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence ^{ABC}

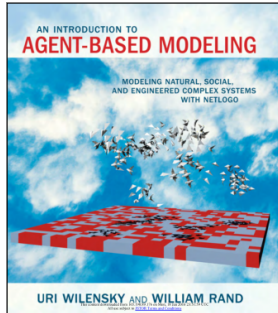
Gerhard Weiss (Ed.), The MIT Press, 2000



Literatur

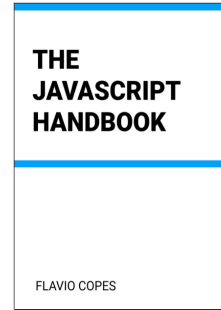
An Introduction to Agent-Based Modeling ABM,ABS

Uri Wilensky, William Rand, William,
MIT Press, 2015



The JavaScript and nodejs Handbooks ABC

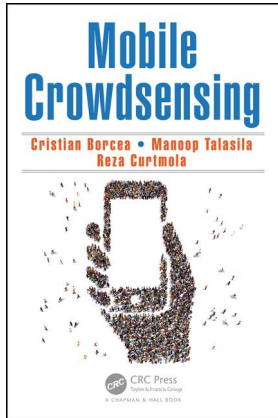
Flavio Copes, 2018,
<https://flaviocopes.com>



Literatur

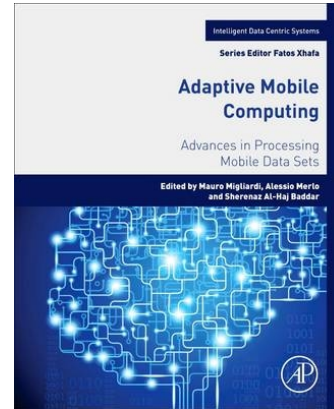
Mobile Crowdsensing ^{ABC}

C. Borcea, M. Talasila, and R. Curtmola,
CRC Press, 2017



Adaptive Mobile Computing ^{ABC}

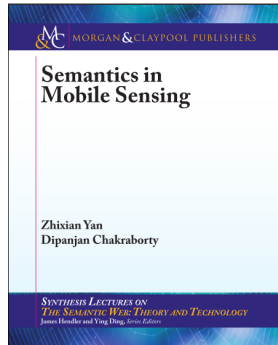
M. Migliardi, A. Merlo, and S. A.-H. Baddar, Eds., Elsevier, 2017



Literatur

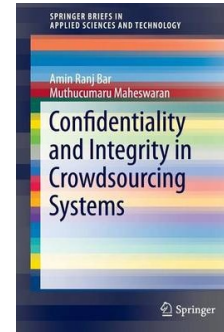
Semantics in Mobile Sensing. ^{ABC}

Z. Yan and D. Chakraborty, Morgan & Claypool, 2014



Confidentiality and Integrity in Crowdsourcing Systems ^{ABC}

A. Bar, M. Maheswaran, Eds., Springer, 2013



Literatur

Data mining for the social sciences, an introduction.

P. Attewell and D. B. Monaghan, University of California Press, 2015.



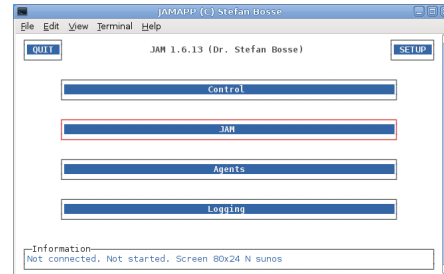
Software

Verwendete Software (Vorlesung und Übung)

JAM ABC

edu-9.de

- JAM: JavaScript Agent Machine
- Vollständig in JavaScript programmiert (+Agenten: *AgentJS*)
- Einsatz auf verschiedenen Hostplattformen: PC, Smartphone, Embedded PC, Server, ..



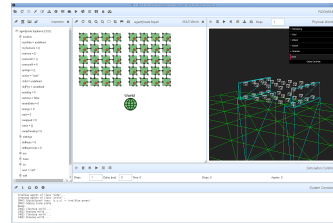
Software

Verwendete Software (Vorlesung und Übung)

SEJAM2 ABC,ABX

edu-9.de

- SEJAM: Simulation Environment for JAM
- Simulationsumgebung und Entwicklungs IDE
- Bottom-up Modellierung, lokales Modell
- GUI und Visualisierung aufgesetzt auf JAM
- Virtuelle JAM Netzwerke und Welten
- Zusätzlich NetLogo-like API



Software

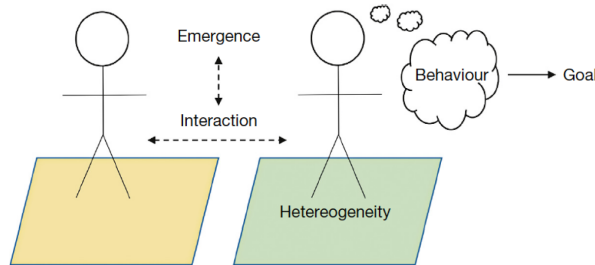
JAM Laboratory ^{ABC}

The screenshot displays the JAM Laboratory interface. At the top, there is a dark grey header with the text "JAM Laboratory" and a small "ABC" superscript. Below this is a blue toolbar containing various icons for navigation and control, including a play button, a square, a refresh icon, a list icon, a plus sign, a downward arrow, a user icon, a share icon, a question mark, a grid icon, a right arrow, and dropdown menus for "Shells", "Editors", and "Monitors". The main area of the interface is white and contains the text "Not connected!". In the bottom right corner, a red terminal window titled "fehimaqa / Shell 1" is open, displaying the following output:

```
21:35:50:25 [JAM] Created world FEHIMAQA.  
21:35:50:26 [JAM] Created root node fehimaqa (0,0).  
21:35:50:27 JAMlib Version 1.35.1 JAMShell Version 1.27.2 JAM  
Aios Version 1.65.1  
>
```

Fragestellungen

1. Wie kann man komplexe dynamische Systeme mit Agenten modellieren und simulieren, die
 - aus einzelnen einfach Einheiten bestehen, und
 - die Einheiten miteinander wechselwirken?
2. Wie kann man das globale Verhalten → also Systemverhalten → einer Menge von Agenten studieren?
3. **Wie kann robuste Datenverarbeitung in heterogenen Umgebungen (Netzwerken) mit Agenten stattfinden?**



[Crooks et al., 2018]

Fig. 3 Schematic illustrating of some of the main components of an agent.

Fragestellungen

4. Wie kann in ABM/ABS die reale Welt auf künstliche Welten für Agenten abgebildet und repräsentiert werden?

[Crooks et al., 2018]

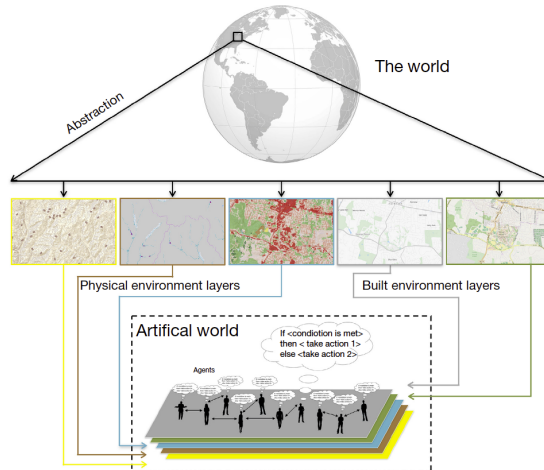


Fig. 7 Abstracting from the "real" world into a series of layers to be used in the artificial world for which to base the agent-based model upon.

Ziele

Die Studenten erwerben/gewinnen/lernen

1. Grundverständnis von Agenten und deren Verhaltensmodelle
2. Grundlagen verteilter perceptiver und reaktiver Systeme und Fähigkeit der Programmierung: Wie können komplexe verteilte Systeme mit einfachen Methoden entworfen werden?
3. Grundverständnis und Anwendung der Kommunikation, Kooperation, und Kollaboration zwischen Agenten
4. Fähigkeit der praktischen Anwendung und Abbildung der Agentenmodelle mit Programmierung in einfachen Einsatzszenarien unter Verwendung von JavaScript
5. Verständnis und Anwendung an Beispielen von selbstorganisierenden Systemen und deren Adaptivität
6. Grundlagen des Mobilen Crowdsensings verstehen
7. Praktische Umsetzung einfacher MAS mit der JAM Plattform, JavaScript (AgentJS), und dem SEJAM Simulator
8. Einblicke in die technologische Umsetzung von Multiagentensystemen und Agentenplattformen mittels der Anwendung Mobiles Crowdsensing erhalten.

Inhalte

- A. Einführung in Agenten und Agentensysteme
- B. Mobiles Crowdsensing, Anwendungen
- C. Agentenmodellierung und Agentenmodelle mit einfachen Architekturen
- D. Entwurf von Agenten mit Programmierung
- E. Praktische Agentenbasierte Modellierung mit NetLogo
- F. Agentenkommunikation: Koordination und Kooperation
- G. Agentenplattformen
- H. Mobile Agenten als mobile Prozesse
- I. Praktischer Einsatz von Agenten mit der JAM Plattform
- J. Simulation von Agentensystemen (u.A. mit SEJAM)
- K. Labor: Praktische Implementierung von Mobilien Crowdsensing mit Smartphones

Programmierung

Abstrakt (deklarativ)

Jason (BDI)

```
+!leave(home)
: not raining & not ~raining
<- !location(window);
  ?curtain_type(Curtains);
  open(Curtains);
  ..
+!leave(home)
: not raining & not ~raining
<- .send(mum,askIf,raining);
  ..
@shopping(1)[chance_of_success(0.7),
  usual_payoff(0.9),
  source(ag1), expires(autumn)]
+need(Something)
: can_afford(Something)
<- !buy(Something).
```

Programmierung

Praktisch (prozedural, funktional, obj.bas.)

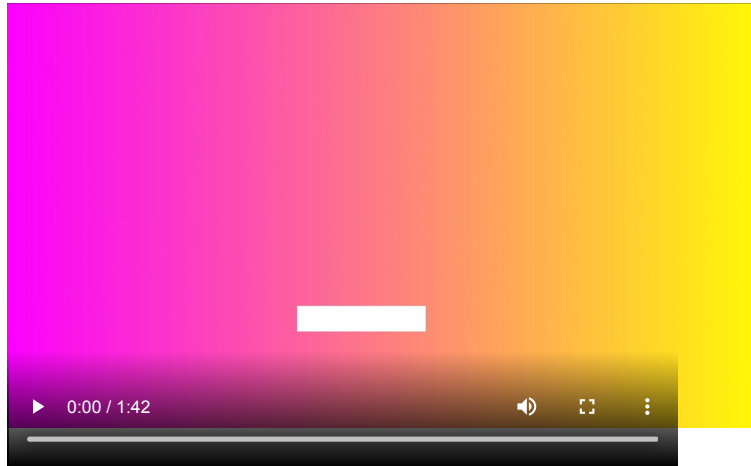
AgentJS (JAM)

```
function AgentShopper (charge) {
  this.bank=charge; this.money=0;
  this.act = {
    init: function () {..},
    percept: function () {..},
    buy: function () {..},
    gohome: function () {..}
  }
  this.on = {
    'error': function (e) {..},
    'PRICE': function (val) {..},
  }
  this.trans = {
    init: percept,
    percept: function () {return this.money?buy:gohome},
    buy: percept
  };
  this.next=init;
}
```

Pressestimmen

Was sagen andere?

Dr. Wander Jager, Universität Groningen



Crowdsensing

- Im Vordergrund steht eine
 - **heterogene verteilte Anwendung** mit
 - **Nutzerinteraktion** (HMI), das
 - **Agentenmodell** ist hier nur ein Werkzeug und dient als "Elementarzelle" eines selbstorganisierenden Systems, und
 - **Datenanalyse** (z.B. mittels *R*)
- Es erfolgt eine Einführung in die
 - Erhebung von Nutzerdaten (Umfragen),
 - Grundlagen des mobilen Crowdsensing, der
 - Probleme (wie motiviere ich Nutzer teilzunehmen usw.), der
 - Sicherheit und Umgang mit privaten Daten, und der
 - Aggregation und Analyse der Daten.

Mobiles Crowd Sensing mit Agenten

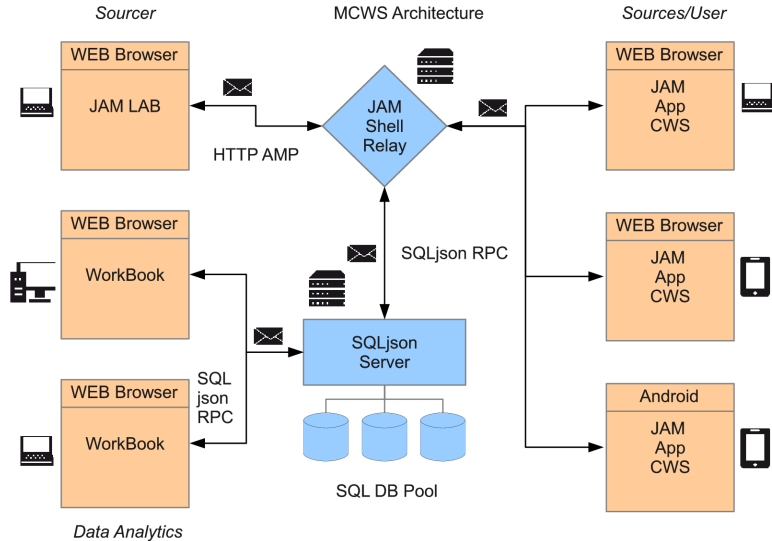


Abb. 1. (Links) Datenerheber (Mitte) Vermittlung (Rechts) Nutzer und Datenquellen

Konzepte des Crowdsensings

Befragung (Umfrage, Survey)

"Befragung, eine häufig verwandte und universell ein- setzbare Erhebungsmethode, bei der Fragende und Befragte über unterschiedliche Medien in Austausch treten, um durch Fragen oder Aufforderung zu Stellungnahmen bzw. Erzählungen Informationen über den Befragten oder über andere Sachverhalte zu gewinnen."

Methoden-Lexikon für die Sozialwissenschaften

Welche Themen sind dabei relevant?

- Befangenheit → Neutralität
- Methodik:
 - Standardisierte und
 - offene (nicht-standardisierte, qualitative) Befragungen
- Konstellationen von Fragenden und Befragten
- Soziale und interaktive Beziehungen zwischen Fragenden und Befragten

Konzepte des Crowdsensings

- Erhebungsprobleme (jeglicher Art)
- Entwicklung von Befragungen (dynamisch vs. statisch)
- Theoretische Grundlagen der und Modelle als Grundlage für die Befragung

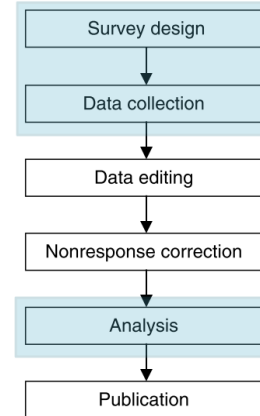


Abb. 2. Ablauf von Umfragen - die blau markierten Ebenen werden hier behandelt [Bethlehem, 2009]

Konzepte des Crowdsensings

Mobiles Crowd Sensing

Nutzer sind sowohl Quellen von Daten als auch Konsumenten der Daten bzw. daraus extrahierter Informationen!



Abb. 3. Smart City -- Blau: Datenquelle, Rot: Datensinke [Borcea, 2017]

Konzepte des Crowdsensings

Herausforderungen und Fragestellungen

1. Architektur der Datenerhebung mit Mobilen Crowd Sensing → Zuverlässigkeit, Erreichbarkeit, Datensicherheit, Sicherheit bei der Datenverwendung, Ressourcenbedarf, Skalierbarkeit ...
2. Gestaltung von mobilen Umfragen und Repräsentanz → Verzerrung und Bias:

Total participants	58
Males	90%
Females	10%
Age 16–20	52%
Age 21–25	41%
Age 26–35	7%

Abb. 4. Die Populationsverteilung einer mit einer mobilen App (McSense) durchgeführten Feldstudie [Borcea, 2017]

Konzepte des Crowdsensings

3. Qualität der Daten und Fusion von menschlichen mit technischen Daten (z.B. Smartphone Position)
4. Betrug und Verfälschung
5. Motivation an der Umfrage und Erhebung teilzunehmen!
6. Unter- und Überabdeckung bei Umfragen (Samplingframe)

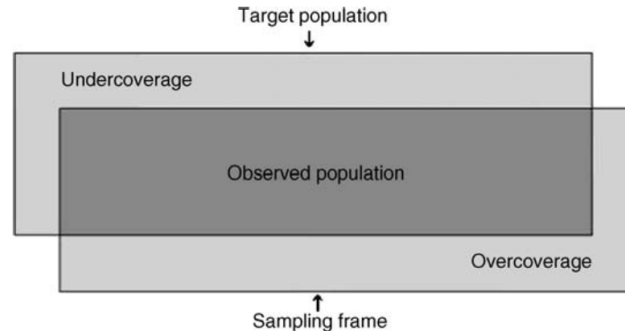


Abb. 5. Samplingframe: Problem der Unter- und Überabdeckung bei einer Umfrage [Bethlehem, 2009]