



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen

Grundseminarvortrag WS 15/16

Sven Allers

HAW Hamburg

01.12.2015

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Agenda

- **Motivation**
- **Grundlagen**
- **MARS**
- **Bisherige Verfahren**
- **Konferenzen**
- **Ziele**
- **Quellen**

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Motivation [2, 15]

- **Bestimmte Einsatzgebiete benötigen besonders großen Rechenaufwand**
 - Biodiversität
 - Soziale Aspekte des Klimawandels
- **Verteilung entlastet die Hardware einzelner Maschinen**
- **Modelling and Simulation as a Service (MSaaS)**
 - Cloudumgebung zur Modellierung und Simulation

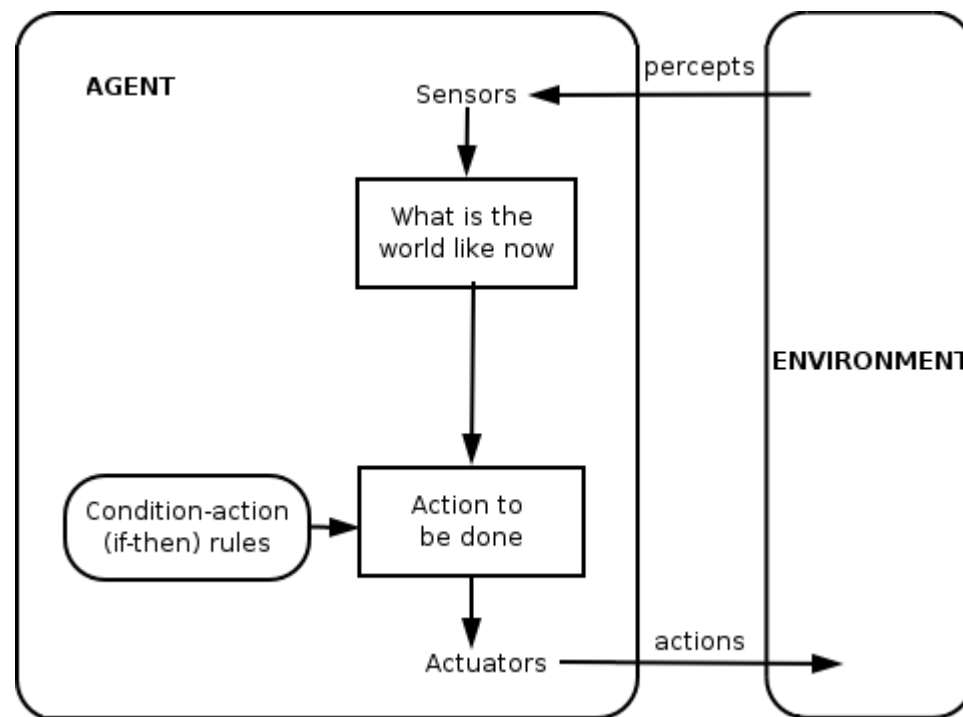
Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Grundlagen – Agenten [9, 10]

- **Autonome Einheit**
- **Agieren Reaktiv**
- **Agieren Proaktiv**
- **Agenten können selbst komplex sein**



[Fig3]

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Grundlagen - Ziele der Lastverteilung [11, 12]

- **Gleichmäßige Auslastung**
- **Möglichst hohe Auslastung einzelner Maschinen**
- **Vermeiden von Überlastung**

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Grundlagen - Ziele der Lastverteilung [5, 9, 13]

Allgemein:

„Lastverteilung verbessern die Performance indem Last von stark ausgelasteten Maschinen [...] auf schwach ausgelastete Computer übertragen wird [...].“ [13]

Bei MAS:

Reduzierung der Gesamtlaufzeit

- Interserverkommunikation spielt eine große Rolle für Performance

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Grundlagen - Mögliche Strategien [3, 11]

- **Statisch vs. Dynamisch**
- **Partitionieren der
Simulationswelt vs.
freies Verteilen der Agenten**
- **Zentral vs. dezentral**
- **Lokal vs. global**



[Fig1]

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



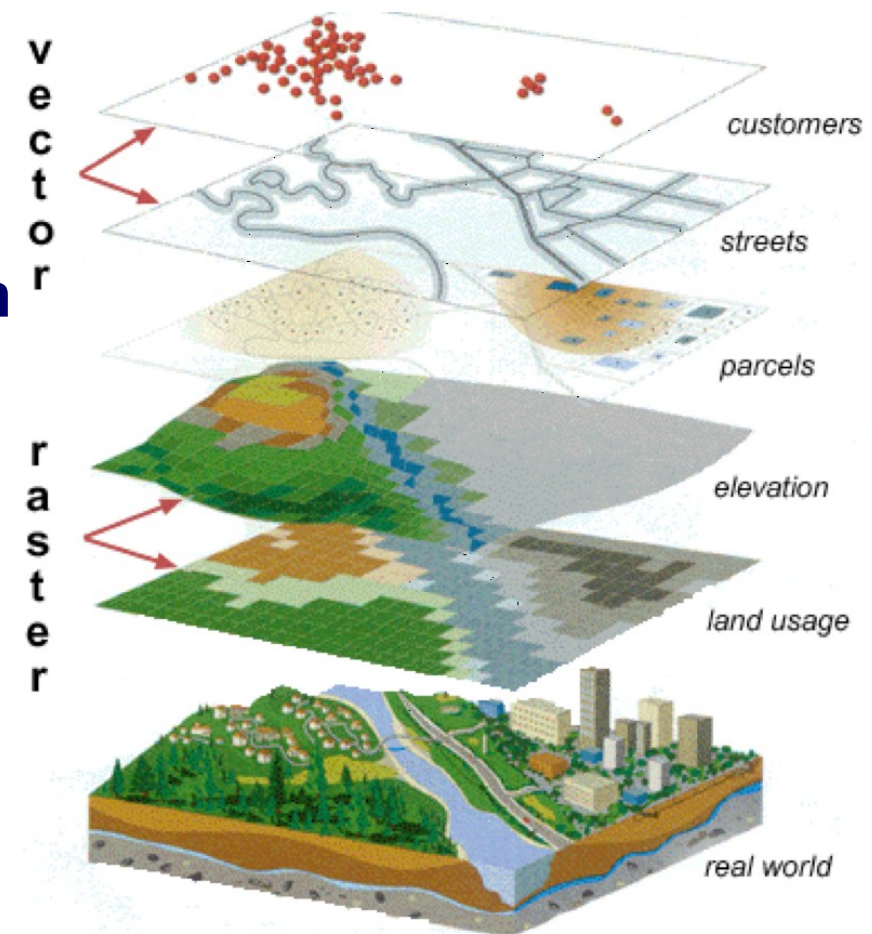
Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

MARS [5, 14]

- MSaaS
- Soll primär von Domänenexperten bedient werden können

Simulation:

- Verteilt
- Hoch skalierbar
- Layerbasiert



[Fig2]

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

MARS - Bisherige Verfahren zur Lastverteilung [8]

Bisherige Verfahren:

- **KMeans**
 - Neuberechnung und Verteilung waren zu zeitaufwändig
- **Konfigurierbare gleichmäßige Verteilung der Agenten**

Aktuell:

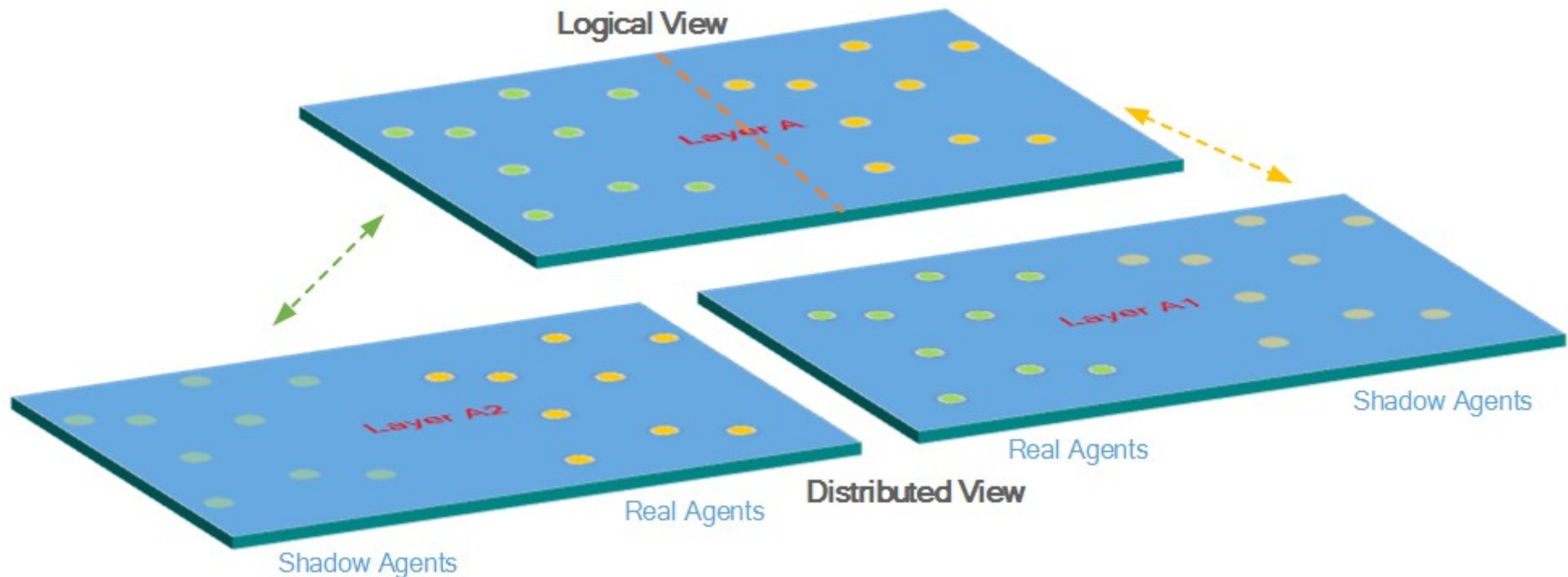
- **Layer können manuell über die Server verteilt werden**
- **Keine dynamische Umverteilung**

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

MARS - Shadowing [4]



[4]

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bisherige Verfahren - Márquez, César und Sorribes [6]

Monitoring:

1. Voraussichtliche Berechnungszeit berechnen:

$$comp_time_{iter} = \frac{comp_time_{iter-1} * num_agents_{iter}}{num_agents_{iter-1}}$$

2. Berechnungszeit mit allen teilen

3. Starten des Lastausgleichs, wenn eine Berechnungszeit, die durchschnittliche Zeit um einen definierten Toleranzbereich überschreitet.

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bisherige Verfahren - Márquez, César und Sorribes [6]

Lastausgleich

1. Sortieren nach `comp_time`

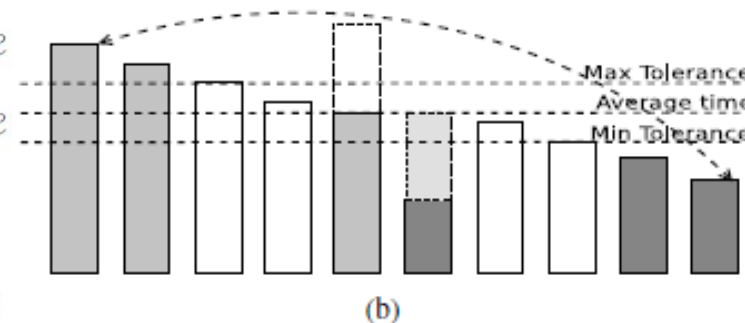
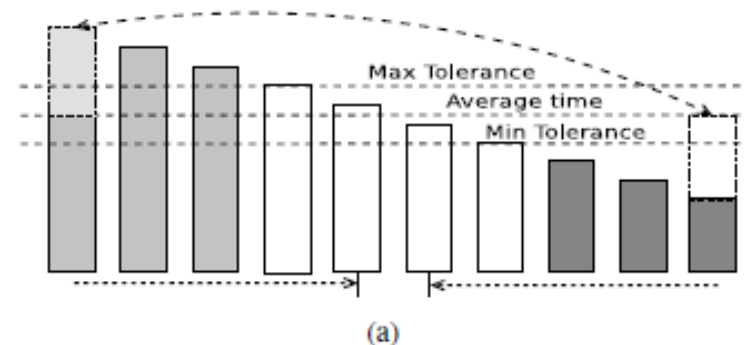
2. Austausch der Agenten

$$exceeded_time_i = comp_time_i - avg_time$$

$$contribution_range_i = exceeded_time_i \pm tolerance$$

$$required_time_j = avg_time - comp_time_j$$

$$acquisition_range_j = required_time_j \pm tolerance$$



[6]

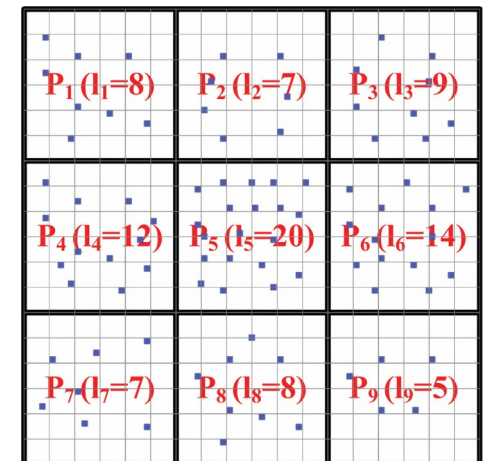
Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bisherige Verfahren – Deng und Lau [1]

- **Dynamische Partitionierung der Umgebung**
- **Umgebung wird in mehrere Zellen eingeteilt**
- **Nutzen die Wärmeleitungsgleichung um die Last zu verringern**



[1]

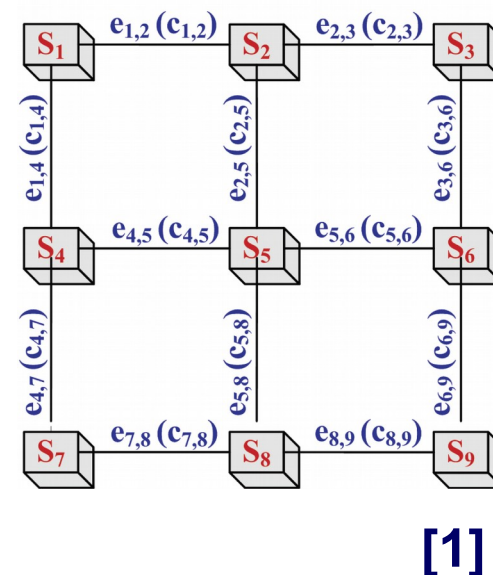
Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bisherige Verfahren – Deng und Lau [1]

- Aufbau eines Servergraphen
- Je mehr Spieler auf einem Graph desto heißer ist dieser
- „Hitze“ wird mithilfe eines Glättungsverfahrens von warm nach kalt umverteilt

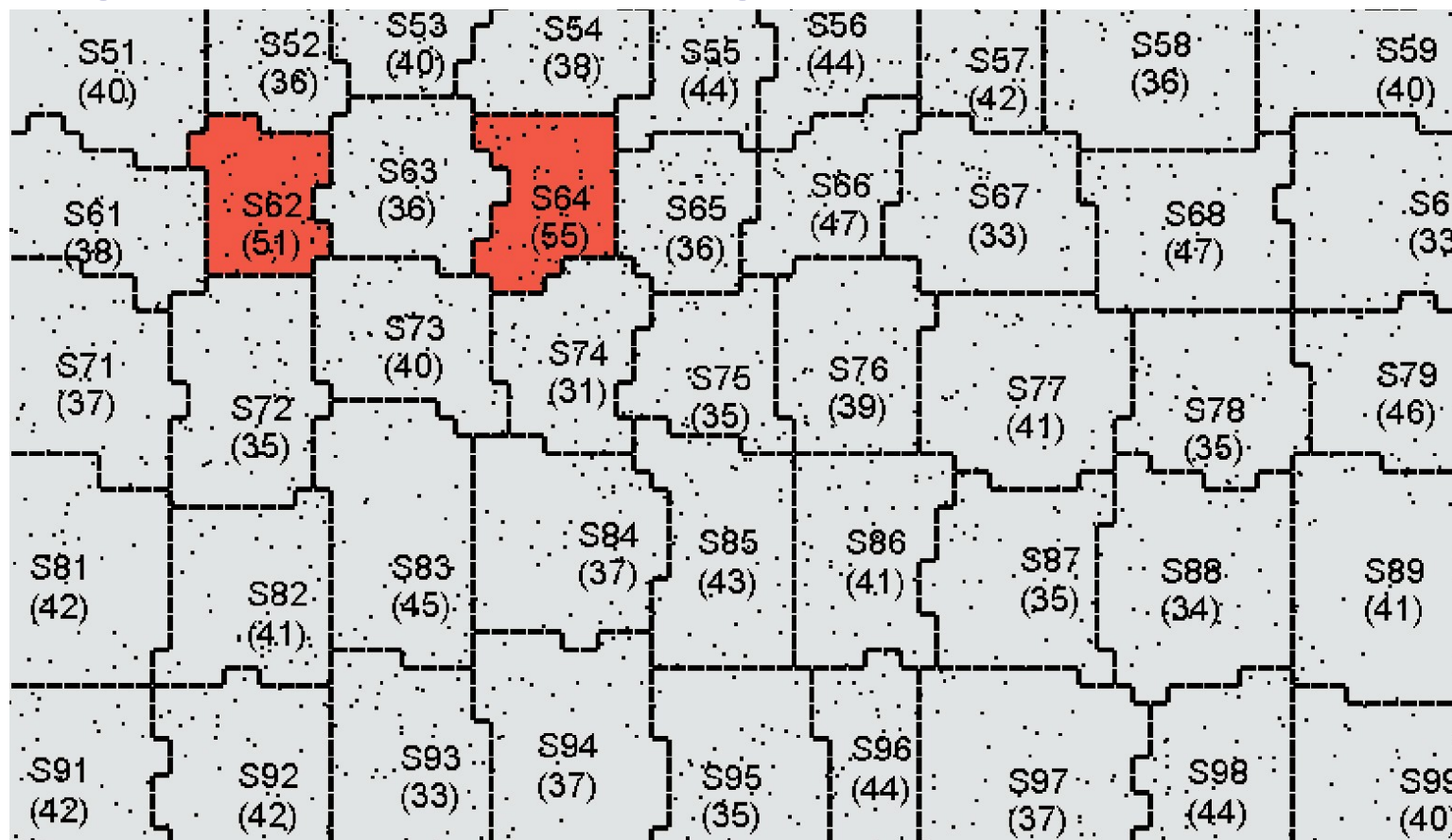


Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bisherige Verfahren – Deng und Lau [1]



[1]

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bisherige Verfahren - Einsatz in anderen Systemen [7]

- **GSAM**

- Lief mit über 6 Milliarden Agenten
- Einteilung der Agenten in Model Blocks (MB)
- Keine Standardverteilung
 - Round Robin war effizient
- Keine dynamische Verteilung

Population	Nodes	Total Execution Time (min)	Total Communication Time (min)	BPS	Memory Per Node	Communication Freq
6.57 Billion	32	470.8	129.9	2,809,181	7GB	25

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen

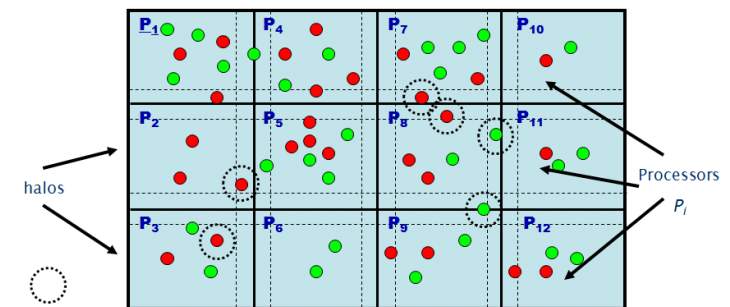


Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

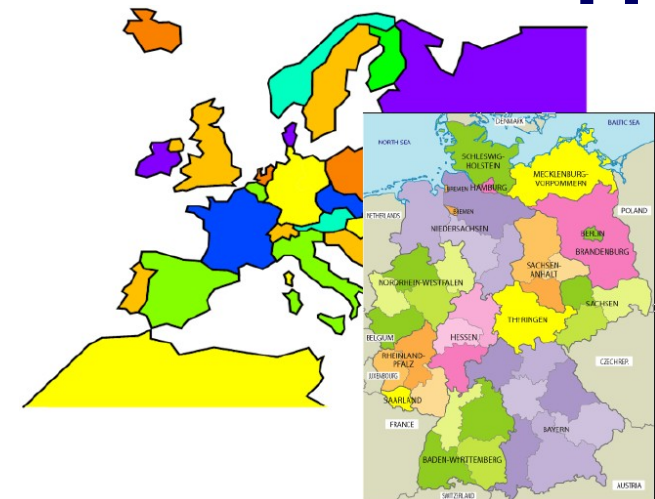
Bisherige Verfahren - Einsatz in anderen Systemen [3]

• FLAME

- Standardmäßig nur initiale Zuordnung
- Gewichtung der Agenten möglich
- Separator Partitioning
 - Einteilen über Numerische Werte (z.B. Position)
- Round Robin
 - Erweiterbar durch Typdiskriminator



[3]



[3]

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen

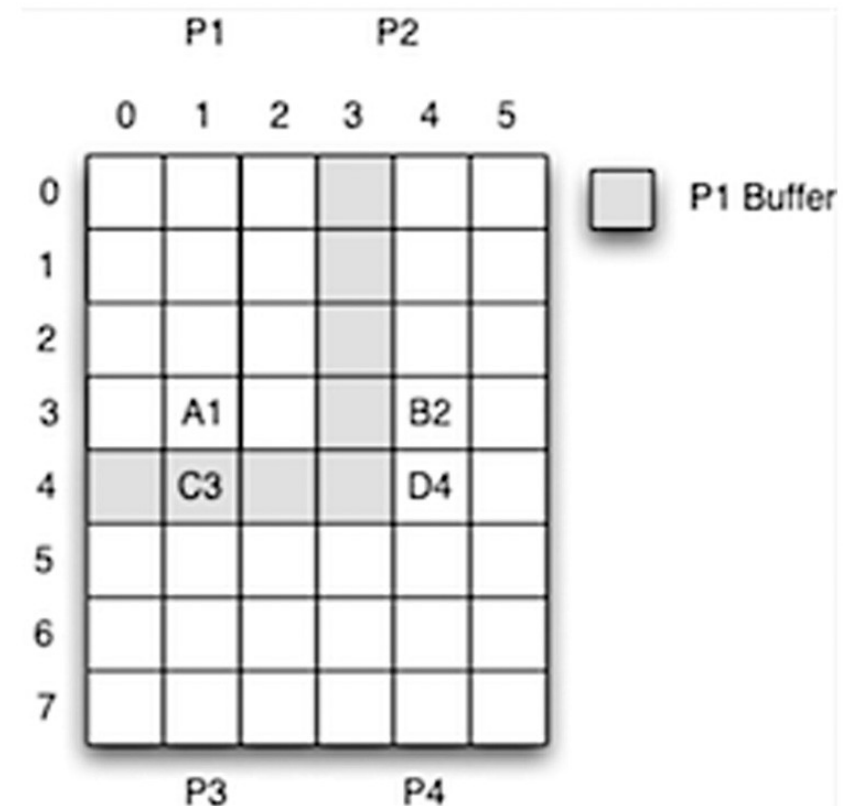


Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bisherige Verfahren - Einsatz in anderen Systemen [2]

- **RepastHPC**

- Umgebung wird in einem Gitter eingeteilt
 - Jeder Prozessor verwaltet einen Teil
- „Shared Grids“
 - Jeder Prozessor hat eine Pufferzone



[2]

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Konferenzen

- **Winter Simulation Conference**
 - 6. - 9. Dezember 2015 in Huntington Beach
- **AAMAS**
 - International Conference on Autonomous Agents & Multiagent Systems
 - 9. - 13. Mai 2016 in Singapur
- **PAAMS**
 - International Conference on Practical Applications of Agents and Multi-Agent Systems
 - 1. - 3. Juni 2016 in Sevilla
- **MATES**
 - German Conference on Multiagent System Technologies
 - 27. - 30 September 2016 in Klagenfurt

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Ziele

- **Weitere Recherche**
- **Weiter Einarbeiten in MARS**
- **Aufbau einer Testumgebung**
- **Ermitteln einer sinnvollen initialen Verteilungsstrategie**

Später:

- **Evtl. dynamische Verteilungsstrategien**
- **Verhalten wenn mehrere Simulationen Ressourcen benötigen**

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Quellen

- [1] Deng, Yunhua ; Lau, Rynson W. H.: Dynamic load balancing in distributed virtual environments using heat diusion. In: ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications 10 (2014), Nr. 2, S. 1-19. - ISSN 15516857
- [2] Collier, N. ; North, M.: Parallel agent-based simulation with Repast for High Performance Computing. In: Simulation 89 (2012), Nr. 10, S. 1215-1235. - ISSN 0037-5497
- [3] Greenough, C ; Chin, S ; Worth, D ; Coakley, S ; Holcombe, M ; Kiran, M: FLAME: An Approach to the Parallelisation of Agent-Based Applications / Science and Technology Facilities Council. Oxford, 2012. - Forschungsbericht
- [4] Hüning, Christian ; Thiel-Clemen, Thomas: AGENT SHADOWING - A DISTRIBUTION SOLUTION FOR THE MARS MULTI-AGENT SYSTEM.
- [5] Hüning, Christian ; Wilmans, Jason ; Feyerabend, Nils ; Thiel-Clemen, Thomas: MARS - A next-gen multi-agent simulation framework. In: Simulation in Umwelt- und Geowissenschaften (2014), Nr. 2008, S. 37-49. ISBN 9783844030327

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Quellen

- [6] Marquez, Claudio ; Cesar, Eduardo ; Sorribes, Joan: A load balancing schema for agent-based SPMD applications. In: International Conf. on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (2013).
- [7] Parker, Jon ; Epstein, Joshua M.: A Distributed Platform for Global-Scale Agent-Based Models of Disease Transmission. In: ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation 22 (2011), Nr. 1, S. 1-25. - ISSN 10493301
- [8] Thiel, Christian: Analysis of techniques for partitioning and partial synchronization in heavily distributed multiagent based crowd simulations. (2013), S. 121.
- [9] Wooldridge, Michael J. ; Jennings, Nicholas R. ; Street, Chester ; Manchester, M: Intelligent Agents: Theory and Practice. In: KnowledgeEngineering Review 10 (1995), Nr. January, S. 115-152. - ISSN 1469-8005
- [10] Logan, B. ; Theodoropoulos, G.: The distributed simulation of multiagent systems. In: Proceedings of the IEEE 89 (2001), Nr. 2, S. 174-185.- ISBN 0769515584

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Quellen

- [11] Morillo, P ; Ordu~na, J M. ; Fernandez, M ; Duato, Jose: An Adaptive Load Balancing Technique For Distributed Virtual Environment Systems. In: Proceedings of the 15th IASTED international PDCS-03 (2003), S. 256-261
- [12] Hindman, Benjamin ; Konwinski, Andy ; Zaharia, Matei ; Ghodsi, Ali ; Joseph, Anthony D. ; Katz, Randy H. ; Shenker, Scott ; Stoica, Ion: Mesos: A Platform for Fine-Grained Resource Sharing in the Data Center. In: NSDI 11 (2011)
- [13] Shivaratri, NG ; Krueger, Phillip ; Singhal, Mukesh: Load distributing for locally distributed systems. In: Computer (1992), S. 33-44.
- [14] MARS Group | Multi-Agent Research & Simulation. <http://mars-group.mars.haw-hamburg.de/>, Abruf: 2015-11-29
- [15] Cayirci, Erdal: Modeling and simulation as a cloud service: A survey. In: Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference - Simulation: Making Decisions in a Complex World, WSC 2013 (2013), S. 389-400. ISBN 9781479939503

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bildquellen

- [Fig1] http://www.gamasutra.com/resource_guide/20030916/rosedale_01.jpg, Abruf: 2015-11-29
- [Fig2] http://www.seos-project.eu/modules/agriculture/images/gis_layers.gif, Abruf: 2015-11-29
- [Fig3] <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:IntelligentAgent-SimpleReflex.png>, Abruf: 2015-11-30

Lastverteilung in verteilten Multi-Agenten-Simulationen



Hochschule für Angewandte
Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Vielen Dank!
Noch Fragen?