
Vorwort

Zelluläre Automaten bieten eine weitreichende Möglichkeit zur diskreten Modellierung komplexer Sachverhalte. Die grundlegende Idee dabei ist, eine große Anzahl von **Spielern** wie Figuren, Teilchen, Elemente, Tiere oder Ähnliches auf einem **Spielfeld** zu simulieren, wobei sich alle Spieler nach exakt **identischen Regeln** verhalten, aber nur mit einer kleinen Anzahl von Spielern aus ihrer **Nachbarschaft** interagieren. Damit zählen zelluläre Automaten zur Klasse der agentenbasierten Modellierung und Simulation.

Angetrieben von der rasanten Steigerung der Rechenleistung von Computern, sind in den vergangenen Jahrzehnten ständig neue zelluläre Automaten definiert und analysiert worden. Angefangen mit sehr einfachen und theoretischen Konzepten sind Modelle entstanden, die z. B. in der technischen Entwicklung, der mathematischen Physik oder in industriellen Anwendungen zum Einsatz kommen. Aber auch in aktuellen Forschungsthemen erhalten zelluläre Automaten ein steigendes Ansehen, da Simulationen vergleichsweise einfach auf Multi-Prozessoren oder auf Parallelrechnern durchgeführt werden können. Dies ist eine interessante Entwicklung, denn insbesondere auf großen Spielfeldern können Ergebnisse erzielt werden, die sehr nahe an der Realität liegen, sodass sich auch komplexe Untersuchungen mit einfachen Modellen durchführen lassen.

Dieses Lehrbuch soll anhand zellulärer Automaten einen Einblick in die Welt der Modellierung und Simulation vermitteln. Zelluläre Automaten sind dafür besonders geeignet, da sich auch mit vergleichsweise einfachen Mitteln und ohne aufwendigen mathematischen oder physikalischen Formeln komplexe Sachverhalte simulieren lassen. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf einer didaktisch wertvollen Darstellung aller Themen.



Zu Beginn der wenigen Abschnitte, in denen Vorkenntnisse aus Mathematik, Physik oder Ingenieurwissenschaften für das Verständnis vorausgesetzt werden, wird wie an dieser Stelle mit einer Markierung ausdrücklich darauf hingewiesen.

Die Inhalte dieses Buches eignen sich vor allem für interdisziplinäre Studieninhalte in unterschiedlichen Disziplinen wie der Mathematik, der Physik, der Informatik, der Biologie oder des Verkehrswesens. Weiterhin sind die Inhalte so ausgelegt, dass sie im Grundstudium an Universitäten, an Fachhochschulen sowie im weiterführenden Schulunterricht sinnvoll eingesetzt werden können.

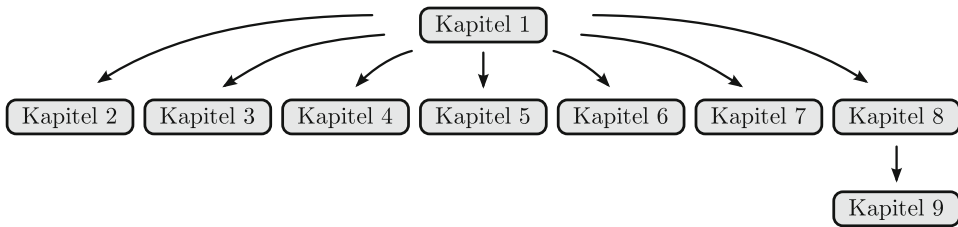


Abb. 1 Abhängigkeiten der Kapitel dieses Buches untereinander. Nach der Einleitung in Kap. 1 können alle Kapitel unabhängig voneinander gelesen und verstanden werden. Die einzige Ausnahme bildet Kap. 9

In jedem Kapitel stellen wir ein neues Modell zur Simulation bestimmter Sachverhalte vor, sodass nach einer Einführung der Grundbegriffe alle Kapitel je nach Interesse unabhängig voneinander studiert werden können, s. Abb. 1. Die einzige Ausnahme dabei ist Kap. 9, welches auf Kap. 8 aufbaut.

Weiterhin sind alle Modelle und Beispiele so dargestellt, dass sie so einfach wie möglich reproduziert werden können. Interessierte Leser mit grundlegenden Programmierkenntnissen sollten daher auch in der Lage sein, alle in diesem Buch vorgestellten Modelle selbstständig zu implementieren und anschließend damit zu experimentieren. Als kleine Hilfestellung hierzu ist im Anhang A ein Beispiel zum Speichern und Einlesen einer Bilddatei in der Programmiersprache Java zu finden.

Zur weiteren Veranschaulichung der Modelle können zu fast allen Beispielen genaue Bilddaten, kurze Animationen sowie interaktive Anwendungen unter

www.mehr-davon.de/za/

abgerufen werden. Weiterhin sind hierzu einigen Beispielen auch kommentierte Quellcode-Dateien in JavaScript zu finden. Diese Dateien können mit jedem Texteditor bearbeitet und mit jedem aktuellen Browser ausgeführt werden. Damit ist eine zusätzliche Hilfestellung gegeben, die das eigene Experimentieren und Erweitern der grundlegenden Modelle erleichtern soll.



Beispiele mit weiterführenden Materialien, die auf der zuvor genannten Homepage abgerufen werden können, werden im Text wie am Anfang dieses Abschnittes mit einem Icon markiert.

Alle zelluläre Automaten in diesem Buch definieren wir durch genau sechs Größen bzw. Eigenschaften. Um eindeutig zu klären, wie diese Eigenschaften in den jeweiligen Beispielen definiert sind, gehen wir wie folgt vor: Wir markieren die Textstellen, an denen eine Eigenschaft beschrieben wird, durch die entsprechende Nummer der Eigenschaft, wie z. B. die Drei  zur Definition der Nachbarschaft. Jedes Kapitel enthält somit die Nummern Eins bis Sechs, jeweils mindestens an einer Stelle. Dadurch soll es dem Leser

erleichtert werden, eine Beispielsimulation möglichst schnell nachvollziehen zu können. Zur weiteren Vertiefung der präsentierten Modelle sind an geeigneten Stellen Fragen im Text integriert, die einerseits zum Verständnis des Textes beitragen und andererseits zum Nachdenken anregen sollen.

Mein besonderer Dank bei der Erstellung dieses Buches gilt Anita Schöbel und Michael Weyrauch, die meine akademische Ausbildung maßgeblich geprägt haben. Weiterhin bedanke ich mich bei meiner Frau Helena für die Geduld, die sie mir gegenüber beim Schreiben dieses Buches aufgebracht hat. Darüber hinaus bedanke ich mich bei allen Freunden und Bekannten, die durch gemeinsame Diskussionen oder durch das Korrekturlesen zur Verbesserung der Qualität der Inhalte beigetragen haben. Schließlich danke ich Herrn Clemens Heine und Frau Agnes Herrmann vom Springer-Verlag für die freundliche Zusammenarbeit.

Daniel Scholz

Dezember 2013

Pixelspiele

Modellieren und Simulieren mit zellulären Automaten

Scholz, D.

2014, XI, 136 S. 77 Abb. in Farbe., Softcover

ISBN: 978-3-642-45130-0