



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Modelling with cellular automata: problem solving environments and multidimensional applications

Naumov, L.A.

Publication date
2011

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Naumov, L. A. (2011). *Modelling with cellular automata: problem solving environments and multidimensional applications*.

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

In Russian (Реферат)

Цель настоящей работы состояла в том, чтобы создать универсальную и расширяемую среду моделирования на основе клеточных автоматов, лишённую существенных функциональных ограничений, подходящую для решения широкого спектра задач как из сферы теоретических, так и прикладных исследований. Цель также состояла в том, чтобы продемонстрировать применение среды для одно-, двух- и трёхмерных пространств моделирования.

Глава 2 посвящена изучению существующих сред моделирования на основе клеточных автоматов. Базируясь на исследовании теоретических и практических работ в области создания сред для решения задач в целом и сред моделирования на основе клеточных автоматов в частности, мы формируем список из девяти инвариантных требований к функциональности сред моделирования на основе клеточных автоматов. Мы также представляем обзор существующих сред и демонтируем их соответствие или несоответствие полученным девяти требованиям.

На основании проведённых исследований мы предлагаем программное обеспечение “СAME&L” (“Cellular Automata Modeling Environment & Library” – среда и библиотека для моделирования на основе клеточных автоматов), позволяющее моделировать даже более широкий класс динамических систем, чем “клеточные автоматы”. Это достигается с помощью метода декомпозиции вычислительных экспериментов на основе клеточных автоматов, который позволяет распределить необходимую функциональность между независимыми компонентами, реализующими вычислительный эксперимент. Мы выделяем пять типов компонентов: решётки (grids), хранилища данных (data), метрики (metrics), правила (rules) и анализаторы (analyzers).

Глава 3 разделена на две части, обе из которых посвящены применениям предложенной среды для теоретических исследований в сфере клеточных автоматов. В разделе 3.1 представлена классификация структур, порождаемых одномерными клеточными автоматами из точечного зародыша. Исследование ориентировано на определение количества и вида классов эквивалентности этих структур. Было рассмотрено семьдесят вариантов классификации. Также было установлено, что автоматы с клетками, наделёнными памятью, могут порождать структуры, которые принадлежат тому же классу эквивалентности, что и структуры, произведённые автоматами с клетками без памяти.

Другое теоретическое исследование представлено в разделе 3.2. Благодаря тому, что, согласно методу декомпозиции вычислительных экспериментов, метрика автомата выделена в отдельный компонент, становится возможным использование нестандартных систем координат, вводимых на решётке автомата. Мы называем отображение многомерной структуры на одномерную введением “обобщённых координат”.

СAME&L позволяет использовать и изучать различные методы введения и использования таких координат, предоставляя унифицированный способ хранения данных для самых разных решёток. При использовании обобщённых координат размеры решётки могут быть легко и эффективно увеличены по ходу эксперимента в виду того, что добавление данных в конец одномерной структуры осуществляется куда проще, чем изменение размеров многомерного блока, так как последнее приводит к перераспределению данных. Более того, при использовании обобщённых координат данные хранятся в априори сериализованном виде, что позволяет избежать их преобразования при чтении или сохранении в файловый или любой другой поток ввода/вывода.

В главе 4 демонстрируется применение среды СAME&L для трёхмерного моделирования процесса роста опухолей. Мы предлагаем и сравниваем несколько алгоритмов

для моделирования этого феномена с учётом естественной усадки (потери в массе) опухолей, связанной с некрозом ткани. Кроме того, мы представляем исследования частоты удачных митозов клеток опухоли. Известно, что далеко не все митозы в опухолевой ткани заканчиваются порождением дочерней клетки, зачастую они приводят к смерти материнской. Измерить такой микроскопический параметр как частота удачных митозов в реальной биологической системе невозможно. Однако наше исследование позволяет сделать базовые заключения о его величине. На основании моделирования в среде $\text{CAME}_{\&L}$ и макроскопических экспериментов, проведённых в искусственных условиях и описанных в работе [164], мы пришли к выводу, что как минимум 55% внутренних пролиферирующих опухолевых LoVo клеток делятся успешно.

Представляя примеры применения среды $\text{CAME}_{\&L}$ для теоретических и прикладных исследований, мы также показали, что она может быть использована для решения одномерных (раздел 3.1), двумерных (раздел 3.2) и трёхмерных (глава 4) задач (а на самом деле и для задач большей размерности). Это подтверждает тот факт, что $\text{CAME}_{\&L}$ представляет собой универсальную и мощную среду моделирования на основе клеточных автоматов.