

УПРАВЛЯЕМЫЙ ПОСТБИНАРНЫЙ КЛЕТОЧНЫЙ АВТОМАТ

Аноприенко А.Я., Коноплева А.П.

Донецкий национальный технический университет

Кафедра компьютерной инженерии

E-mail: anna.konoplyova@gmail.com

Аннотация

Аноприенко А.Я., Коноплева А.П. Управляемый постбинарный клеточный автомат. Доклад посвящен управляемому постбинарному клеточному автомату, который отличается от своих предшественников – клеточного автомата (КА) Конвея и неуправляемого постбинарного клеточного автомата (ПКА) наличием пользовательских элементов управления процессом эволюции. Подробно описан интерфейс управляемого ПКА. Выполнено сравнение алгоритмов работы управляемого ПКА с КА Конвея и неуправляемым ПКА. Исследован процесс эволюции управляемого ПКА в зависимости от параметров, задаваемых пользователем.

Общая постановка проблемы

Клеточные автоматы (КА) широко применяются для моделирования и изучения динамических процессов в разных областях научного знания, включая физику, химию, биологию, социологию и др [1-4].

Постбинарные клеточные автоматы (ПКА) – это вид КА, в котором исходные комбинации задаются с помощью гиперкодов, а при задании состояний клеток и локальных зависимостей используются элементы гиперлогики. Их главное назначение – расширить возможности моделирования посредством КА [5-10]. В контексте данной статьи такие ПКА будем называть неуправляемыми ПКА (НПКА).

Задача, которая решается в данной работе – разработка и исследование возможностей управляемого ПКА (УПКА), т.е. такого автомата, законы-рецепты которого пользователь может менять в процессе моделирования, что может значительно повлиять на процесс исследования изучаемого посредством КА явления.

Интерфейс управляемого ПКА

Для решения поставленной задачи немаловажным вопросом является разработка грамотного функционального интерфейса, который был бы пользователю не только удобен и понятен, но и содержал в себе возможности визуального отображения задаваемых пользователем правил. Данный вариант ПКА был разработан в среде Flash на языке ActionScript. Это дает возможность работать с данным продуктом непосредственно в он-лайн режиме через Интернет.

Интерфейс управляемого ПКА содержит панель управления процессом работы автомата и непосредственно поле, на котором осуществляется моделирование (рис.1).

По сравнению с предыдущими версиями ПКА [5-10] в интерфейс добавлены новые компоненты. Пользователь имеет возможность задавать следующие параметры ПКА:

- тип соседства (Мура или фон Неймана);

- условия рождения трех видов клеток регулируется 2-мя параметрами: нижними границами, по которым определяются количество «суперклеток» и количество «больных клеток»;

- условия выживания и заболевания клеток (пользователь должен определить нижнюю границу, по которой будет вычисляться количество «больных клеток» и количество «суперклеток»);

- распараллеливание значений (для случая заболевания или выздоровления клеток). Распараллеливание осуществляется на всех живых соседей данной клетки.

Кроме того, для каждого описанного выше параметра существует поле, в котором пользователь может просмотреть различные варианты задаваемых им правил. Так, например, в программе предусмотрено отображение 2-х типов соседства, т.е. набор соседних клеток, которые могут влиять на данную: соседство Мура и соседство фон Неймана (рис. 2).

Для просмотра возможных вариантов, при которых, при заданных параметрах “number of super” и “number of sick” (количество «суперклеток» и количество «больных клеток»), может родиться «нормальная клетка» или «суперклетка» или «больная клетка», пользователь должен выбрать соответствующую “radio button” (рис.3).

Все описанные выше параметры могут менять ход эволюции КА в процессе его работы. Пользователю для этого достаточно нажать «stop» и поменять важный для него параметр.

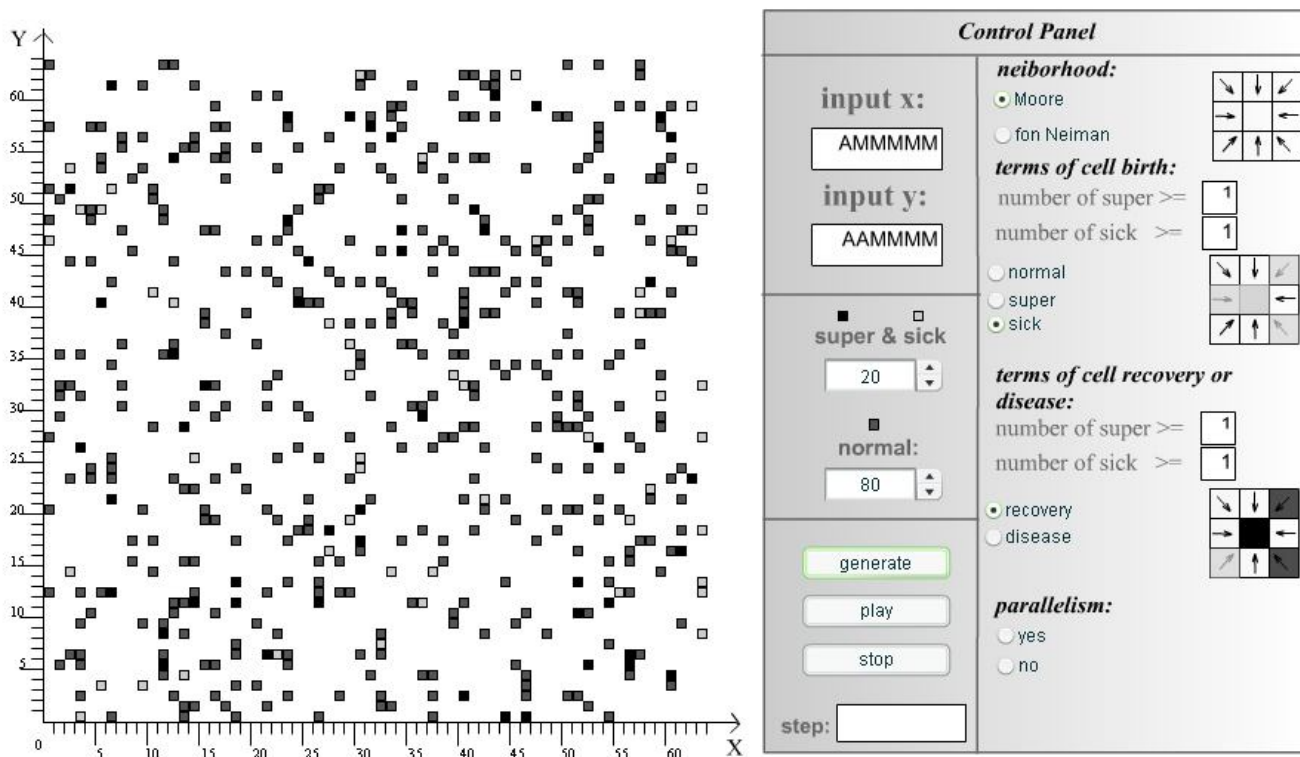


Рис.1. Интерфейс управляемого постбинарного клеточного автомата

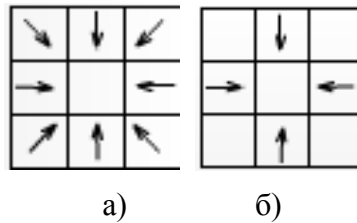


Рис. 2. Предусмотренные программой типы соседства: а) соседство Мура, б) соседство фон Неймана

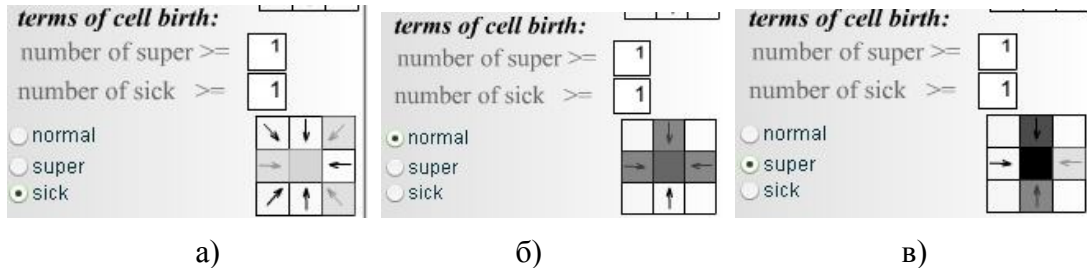


Рис.3. Отображение возможных вариантов расположения и качества соседних клеток, при котором может родиться а) «больная клетка», б) «нормальная клетка», в) «суперклетка»

Сравнение алгоритма работы управляемого ПКА, традиционного КА Конвея и неуправляемого ПКА

При разработке ПКА был взят за основу алгоритм клеточного автомата Конвея (игра «Жизнь»)[1-4]. Однако, на очередном этапе работы в традиционный алгоритм были внесены существенные изменения, благодаря новым возможностям для моделирования, которые дают гиперлогика и гиперкоды [5-10], что привело к появлению нового типа КА – ПКА.

Правила работы управляемого ПКА зависят от параметров, задаваемых пользователем. Таким образом, алгоритм работы такого автомата с одной стороны наследует некоторые принципы двух описанных выше КА («Жизнь» Конвея и ПКА), а с другой – значительно отличается как от традиционного КА Конвея, так и от ПКА.

Набор правил такого ПКА вербально можно описать следующим образом:

- *Рождение клеток:*

- как и в случае традиционного автомата Конвея, клетка может появиться в случае наличия трех соседей;
- как и в ПКА могут родиться 3 вида клеток: «нормальная клетка», «суперклетка», «больная клетка»;
- «суперклетка» рождается, если количество «супер-соседей» больше либо равно заданного пользователем («number of super»), иначе если количество «больных соседей» больше либо равно заданного («number of sick»), рождается «больная клетка», и только, если оба условия не удовлетворены, рождается «нормальная клетка».

- *Выздоровление клеток:*

- данный вариант развития алгоритма не предусматривался Конвеем, но присутствует в ПКА;
- в случае с управляемым ПКА для пользователя предусмотрена возможность выбора: распараллеливать выздоровление или нет: может выздоравливать либо просто единственная i-ая клетка (если пользователь выбрал опцию «по» в разделе «parallel» – без распараллеливания), либо происходит выздоровление всех клеток-соседей для i-ой (если

пользователь выбрал опцию «yes» в разделе «parallel» – с распараллеливанием).

- выздоровление происходит в случае, когда количество «супер-соседей» больше либо равно задаваемых пользователем «number of super».

- *Заболевание клеток:*

- данный вариант развития алгоритма (как и выздоровление) не предусматривался Конвеем, но присутствует в ПКА;
- в случае с управляемым ПКА для пользователя также предусмотрена возможность выбора: распараллеливать заболевание или нет. Может заболеть либо просто единственная i-ая клетка (если пользователь выбрал опцию «no» в разделе «parallel» – без распараллеливания), либо происходит заболевание всех клеток-соседей для i-ой (если пользователь выбрал опцию «yes» в разделе «parallel» – с распараллеливанием)
- заболевание происходит в случае, когда количество «больных соседей» больше либо равно задаваемых пользователем «number of sick».

- *Гибель клеток:*

Правило аналогично автомату Конвея и неуправляемому ПКА: клетка гибнет, если количество соседей меньше двух или больше трех.

Исследование управляемого ПКА

Используя параметры, которые можно менять в процессе эволюции автомата, пользователь может управлять работой автомата, что дает ему возможность наблюдать некоторые новые свойства ПКА:

- тип соседства фон Неймана является в несколько раз менее эффективным для данного автомата, чем соседство Мура, поскольку генерация клеток вымирает через несколько шагов, либо застывает в статичном состоянии;

- повышение приоритета рождаемости «слабых клеток» над «супер клетками» также приводит либо к гибели всей генерации клеток, либо к статичным конфигурациям за несколько шагов;

- без распараллеливания выздоровления и заболевания клеток за несколько шагов генерация клеток сжимается либо в небольшую статичную конфигурацию, либо погибает;

- при повышении уровня заболеваемости клеток (повышение приоритета «больных клеток» над «суперклетками») в процессе эволюции начинает возрастать генерация больных клеток, что приводит к гибели всей генерации или установлению ее в статичное состояние;

- повышенный уровень приоритета рождаемости «супер клеток» над «больными клетками» дает более интересную и длительную эволюцию генерации;

Это лишь некоторые выводы, которые пользователь может сделать при исследовании данного КА, без длительных вычислений и доказательств, просто меняя те или иные параметры в программе. Это наглядно и понятно прослеживается на поле эволюции.

Таким образом, очевидным преимуществом управляемого ПКА является существенное расширение возможностей пользователя, и повышение уровня наглядности в процессе исследований.

Выводы

В данном докладе предложен новый тип ПКА – управляемый постбинарный клеточный автомат. Решается задача разработки и исследования возможностей управляемого ПКА, которые предоставляются пользователю в процессе его использования. Усложняется алгоритм работы КА в зависимости от вводимых параметров. Предыдущие версии традиционного автомата Конвея и разработанные авторами версии ПКА не давали возможности управления процессом эволюции.

Существенным преимуществом данного ПКА, является возможность управления процессом во время эволюции генерации. Это существенно улучшает эффективность исследования и повышает наглядность программы при моделировании реальных процессов, например, таких как: развитие популяции, распространение инфекций, пожаров и т.п.

Таким образом, можно сделать вывод о полезности внедрения элементов управления процессом эволюции в клеточные автоматы и постбинарные клеточные автоматы.

Литература

1. Аладьев В.З., Бойко В.К., Ровба Е.А Классические однородные структуры. Теория и приложения: монография / – Гродно : ГрГУ, 2008. – 486 с. – ISBN 978-985-515-020-7. – ISBN 978-9985-9508-4-5.
2. Тофоли Т., Марголус Н. Машины клеточных автоматов // Издательство “Мир” Москва, 1991. – 280 с.
3. Wolfram S. A New Kind of Science // [Электронный ресурс] / Wolfram S. Режим доступа – <http://www.wolframscience.com/nksonline/toc.html>
4. Гормакова И.В. Вычислительные свойства сетей клеточных автоматов // Вестник национального технического университета «ХПИ». Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Автоматика и приборостроение». Выпуск 56'2008 [Электронный ресурс] / Гормакова И.В. Режим доступа – http://library.kpi.kharkov.ua/Vestnik/2008_56.pdf
5. Аноприенко А.Я., Коноплева А.П. Опыт применения гиперкодов в моделировании клеточных автоматов // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия "Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем" (МАП-2007). Выпуск 6 (127): Донецк: ДонНТУ, 2007. С. 220-227.
6. Аноприенко А.Я., Коноплева А.П. Развитие идеи применения гиперкодов в моделировании клеточных автоматов // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия: Информатика, кибернетика и вычислительная техника (ИКВТ-2008) выпуск 93: - Донецк: ДонНТУ, 2008. С. 289-316.
7. Аноприенко А.Я., Коноплева А.П., Василенко А.Ю. Оценка производительности при моделировании постбинарных клеточных автоматов и способы ее повышения // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия: Информатика, кибернетика и вычислительная техника (ИКВТ-2009) выпуск 147: - Донецк: ДонНТУ, 2009. С. 96-104.
8. Аноприенко А. Я., Коноплева А. П. Клеточные автоматы в историческом контексте и их классификация // Збірка матеріалів п'ятої міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих науковців 2009 р.. Серія «Інформатика та комп'ютерні технології» (ІКТ-2009). – Донецьк: ДонНТУ. – 2009. – С.635-640.
9. Аноприенко А. Я., Коноплева А. П. Моделирование постбинарных клеточных автоматов // Збірник наукових праць. Спеціальний випуск. Матеріали міжнародної наукової конференції «Моделювання 2010» (12-14 травня 2010 р.). Том 2., - Київ: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова. НАН України. 2010. С. 162-170
10. Коноплева А.П. Способы формального описания классических и постбинарных клеточных автоматов // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Випуск 9 (149). Серія «Проблеми моделювання та автоматизації проектування». – Донецьк: ДонНТУ – 2011. С. 184-194.