

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ НА БАЗЕ КЛЕТОЧНОГО АВТОМАТА ЛЭНГТОНА

С.А. Сова¹⁾, Л.А. Горovenko²⁾

1) студент Армавирского механико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, semen.sova@yandex.ru

2) к.т.н., доцент Армавирского механико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, lgorovenko@mail.ru

Аннотация: Имитационное моделирование – один из самых распространённых способов проведения эксперимента не на реальном объекте, а на его виртуальной копии. В данной статье рассматривается способ имитационного моделирования поведения живых организмов на базе клеточного автомата Лэнгтона. Описаны результаты экспериментов, проведённых на построенной модели.

Ключевые слова: Имитационное моделирование, клеточный автомат, живой организм.

IMITATIVE MODELING OF BEHAVIOR OF LIVING ORGANISMS ON THE BASIS OF LANGTON CELLULAR AUTOMATION

S.A. Sova¹⁾, L.A. Gorovenko²⁾

1) the student Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, semen.sova@yandex.ru

2) Ph. D., associate Professor, Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, lgorovenko@mail.ru

Abstract: Simulation modeling is one of the most common methods of conducting an experiment, not on a real object, but on its virtual copy. This article deals with the process of simulation of behavior of living organisms on the basis of Langton cellular automaton. The results of experiments carried out on the constructed models are described.

Keywords: Imitation modeling, cellular automaton, living organism.

Одним из способов создания имитационных математических моделей в экологии является моделирование различных функций живых организмов [1, 2, 3, 10]. Разработка экологических моделей – одна из наиболее актуальных тем в настоящее время. Такие модели необходимы различным отраслям человеческой деятельности для увеличения их эффективности, а также облегчения человеческого труда вплоть до полного исключения человека из процесса производства.

Ведущим средством для моделирования подобных систем является клеточный автомат. В общем виде клеточный автомат представляет собой дискретную, динамическую систему, поведение которой задается посредством заранее определенных зависимостей [4, 5, 6]. Определенную часть дискретного пространства принято называть решеткой автомата, а элементы этой решетки – клетками. Клетка может иметь некоторое значение или находиться в определенном состоянии.

Множество состояний ячейки называют состоянием решетки. Состояние решетки же зависит от правил, которые описывают моделируемый процесс.

В своей работе, в качестве примера моделирования с использованием клеточного автомата, мы использовали модель «Муравья Лэнгтона», предложенную Крисом Лэнгтоном.

Для понимания сути модели, представим некоторую бесконечную дискретную плоскость, в которой могут быть черные или белые квадраты. На этой плоскости находится муравей, который может двигаться, разворачиваться и менять состояния клеток под собой в соответствии с двумя правилами:

- 1) При нахождении на черной клетке, муравью следует повернуться на 90° , окрасить клетку в белый цвет и пройти вперед;
- 2) При нахождении на белой клетке, муравью следует повернуться на 90° вправо, окрасить клетку в черный цвет и пройти вперед.

Описав правила клеточного автомата, можем приступить к описанию алгоритма построения этой модели [7-9, 11]. В качестве языка программирования нами был выбран язык высокого уровня C#.

Перед описанием алгоритма, опишем основные используемые переменные:

graphic – экземпляр типа *Graphic*, посредством которого происходит отрисовка состояний клеточного автомата;

x, y – координаты клетки с муравьем;

state – направление поворота (от 0 до 3, увеличение переменной – движение против часовой стрелки);

size – размеры ячейки автомата;

isWhite – булевая переменная для хранения состояния текущей клетки.

Весь алгоритм построения модели можно разбить на 3 основные части: Поворот, Окраска и Движение.

1) Поворот

В данной части происходит проверка переменной *isWhite* и инкрементирование (движение против часовой стрелки) либо декрементирование (движение по часовой стрелке) переменной *state*. Здесь же происходит проверка на непревышение значения переменной установленных рамок.

```
//Поворот
if (isWhite)
{
    state -= 1;
}
else
{
    state += 1;
}

if (state > 3)
    state = 0;
if (state < 0)
    state = 3;
```

2) Окраска

В этом разделе происходит проверка состояния текущей клетки, а также окраска ее в противоположный цвет.

```
//Окраска
if (((Bitmap)pictureBox1.Image).GetPixel(x, y).ToArgb() ==
Color.White.ToArgb())
{
    isWhite = true;
    graphic.FillRectangle(new SolidBrush(Color.Black), x, y,
size, size);
}
else if (((Bitmap)pictureBox1.Image).GetPixel(x, y).ToArgb() ==
Color.Black.ToArgb())
{
    isWhite = false;
    graphic.FillRectangle(new SolidBrush(Color.White), x, y,
size, size);
}
}
```

3) Движение

Движение муравья реализуется путем изменения координат *x* и *y* в зависимости от направления, задаваемого переменной *state*.

```
//Движение
switch (state)
{
    case 0:
```

```
    {  
        y -= size;  
    } break;  
case 1:  
    {  
        x -= size;  
    } break;  
case 2:  
    {  
        y += size;  
    } break;  
case 3:  
    {  
        x += size;  
    } break;  
}
```

Выполнение последовательно этих трех частей происходит циклически с помощью таймера, с сохранением предыдущего состояния переменных.

Несмотря на простые правила описывающие модель «Муравья Лэнгтона», результат может быть довольно интересным. Так, в проведённых нами опытах, на первых итерациях «муравей» выполняет довольно хаотичные движения в разные стороны, а после двигается строго по одному выбранному направлению. Исследовав поведение данного клеточного автомата, мы установили, что «путь», который начинает строить муравей, состоит из строго повторяющихся циклов размерностью 104 шага, независимо от начального состояния поля клеточного автомата (рисунок 1).

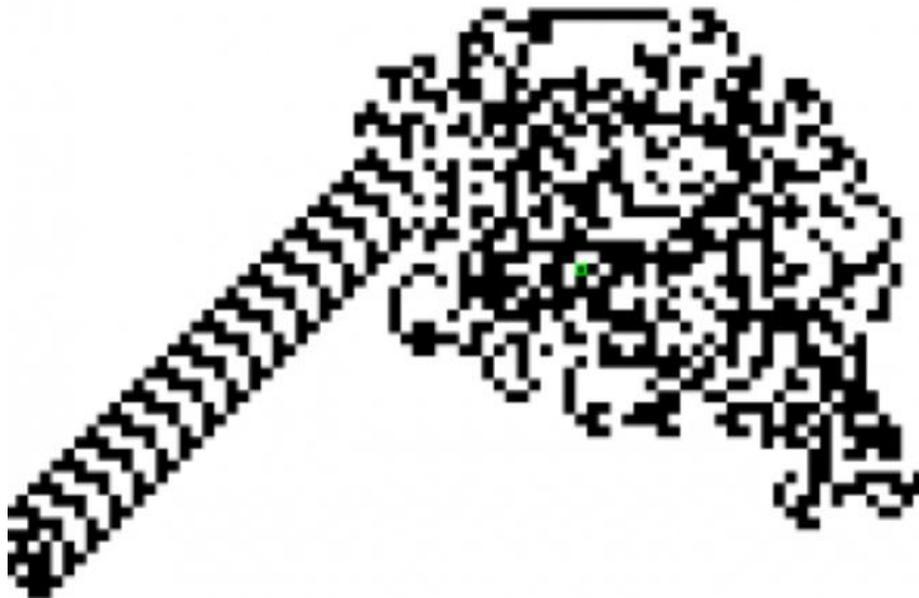


Рисунок 1 – Типичное поведение автомата Лэнгтона

Список использованных источников:

1. Горовенко Л.А. Опыт создания обучающих программ // Нормативные технологии диагностики в современной экономике и обществе. Материалы межвузовской научно-практической конференции. /Под ред. А.И.Шарнова. Ст. Отрадная: Изд-во ОГИ, 2001. – С 201-205.

2. Горовенко Л.А. Логическое программирование как средство решения задач искусственного интеллекта // Современные проблемы математики и информатики: Сборник научных трудов. Вып 1/ Сост. Н.Г.Дендеберя, С.Г.Манвелов.- Армавир: редакционно-издательский центр АГПУ, 2004. – С. 56-57.

3. Горовенко Л.А. Логическое программирование и искусственный интеллект // Научный потенциал вуза – производству и образованию. Сборник трудов научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава Армавирского механико-технологического института (филиала) ГОУ ВПО "Кубанский Государственный технологический университет". Том. 2. – Армавир: Издательство АФЭИ, 2005. – С. 303–304.

4. Горовенко Л.А. Исследование начальных состояний клеточного автомата для получения стационарных и циклических структур // Научный потенциал вуза - производству и образованию: сборник материалов региональной научно-практической конференции, посвящённой 75-летию Краснодарского края и 95-летию КубГТУ.-Армавир: ОАО «Армавирское полиграфпредприятие», 2013.- С.135-141.

5. Горовенко Л.А., Сова С.А. Технология применения комбинаторного анализа в головоломках с определением состояния клеточного поля // Сборник докладов по материалам юбилейной XX студенческой научной конференции АМТИ, Армавир: ОАО «Армавирское полиграфпредприятие», 2014.- С.112-115.

6. Сова С.А., Горовенко Л.А. Технология применения методов комбинаторного анализа в головоломках с определением состояния клеточного поля // Международный студенческий научный вестник. Типография ИД «Академия Естествознания», - Саратов, 2015. - №5. Ч4. – С. 582-583.

7. Горовенко Л.А. Математические методы компьютерного моделирования физических процессов: учебное пособие / Л. А. Горовенко. – Армавир: РИО АГПУ, 2016. – 104 с.

8. Горовенко Л.А., Коврига Е.В. Теория и практика компьютерного моделирования физических процессов: учебное пособие / Л. А. Горовенко. – Армавир: РИО АГПУ, 2017. – 132 с.

9. Горовенко Л.А. Математические методы компьютерного моделирования физических процессов // Международный журнал экспериментального образования. Пенза: ИД «Академия естествознания», 2017. – №2. – с. 92–93.

10. Бондар М.Д., Горовенко Л.А. Компьютерное моделирование поведения живой клетки // РАЗВИТИЕ ПРИРОДООХРАННОЙ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИИ ГОРОДА Материалы региональной научно-практической молодежной интернет-конференции. – Армавир: РИО АГПУ, 2017. – С. 139-141.

11. Сова С.А., Горовенко Л.А. Муравей Лэнгтона как пример компьютерного моделирования поведения живых организмов на базе клеточных автоматов / РАЗВИТИЕ ПРИРОДООХРАННОЙ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИИ ГОРОДА Материалы региональной научно-практической молодежной интернет-конференции. – Армавир: РИО АГПУ, 2017. – С. 147-151.