УДК 519.71

РАСПОЗНАВАНИЕ ШАХМАТНОГО ЛАБИРИНТА С ПОМОЩЬЮ КОЛЛЕКТИВА АВТОМАТОВ

Стародубцева Ю.Н.
Государственный университет информатики и искусственного интеллекта
Кафедра программного обеспечения интеллектуальных систем
E-mail: Yulia-Starodubtseva@yandex.ua

Аннотация

Стародубцева Ю.Н. Распознавание шахматного лабиринта с помощью коллектива автоматов. *Предложен новый метод распознавания шахматных лабиринтов с помощью двух автоматов. Один автомат перемещается по периметру лабиринта и передает данные о своем движении другому автомату. Второй автомат составляет выражение, описывающее периметр лабиринта, и на основе полученного выражения составляет формулу, описывающую лабиринт с помощью простейших геометрических фигур.*

Введение

В задаче изучения поведения автоматов в шахматных лабиринтах [1, 2] автоматы, обозревая некоторую окрестность клетки, в которой находятся, могут перемещаться в соседнюю клетку в одном из координатных направлений.

Целью работы является создание нового алгоритма для распознавания шахматных лабиринтов с помощью коллектива автоматов.

Рассматриваемая задача является актуальной в теоретическом и прикладном аспектах. Ее прикладная актуальность определяется тем, что проблема распознавания для шахматных лабиринтов далека от разрешения, и ее исследования находятся в зачаточном состоянии. Теоретическая важность и актуальность определяются тем, что распознавание таких лабиринтов проводится методами, аналогичными методам теории автоматов.

1. Постановка задачи

В данной работе в качестве шахматного лабиринта рассматривается плоский неориентированный конечный связный граф $G=(V_G, X_G)$ без дыр, мостов и точек сочленения, множество вершин V_G которого есть подмножество множества Z^2 точек декартовой плоскости с целочисленными координатами, а множество ребер X_G обладает следующим свойством: две любые вершины могут быть соединены ребром только тогда, когда расстояние между ними равно единице [3]. Две вершины считаются соседними, если расстояние между ними равно единице. Ребра в графе могут быть двух типов: параллельные оси абсцисс или оси ординат.

Пусть задан произвольный шахматный лабиринт G. В произвольную вершину этого лабиринта помещается мобильный автомат-исследователь (АИ). Автомат-экспериментатор (АЭ) получает от АИ информацию о его перемещении по периметру восстанавливаемого графа. Задача заключается в разработке алгоритмов для АИ и АЭ, позволяющих восстановить любой шахматный лабиринт с точностью до изоморфизма. Предлагается следующий подход к решению задачи:

- АИ обходит граф по периметру и передает данные о своем движении АЭ, который составляет выражение на основе полученных данных;
- АЭ преобразовывает полученное выражение в формулу, описывающую граф с помощью простейших геометрических фигур.

АИ имеет один камень. Он может воспринимать и анализировать локальную информацию об 1-окрестности вершины, в которой он находится, передвигаться по ребрам графа в четырех координатных направлениях, помечать вершину камнем и снимать пометку.

Направления движения АИ по ребрам графа будем обозначать: а – движение вдоль оси x, -a – против оси x, b – движение вдоль оси y, - b – против оси y.

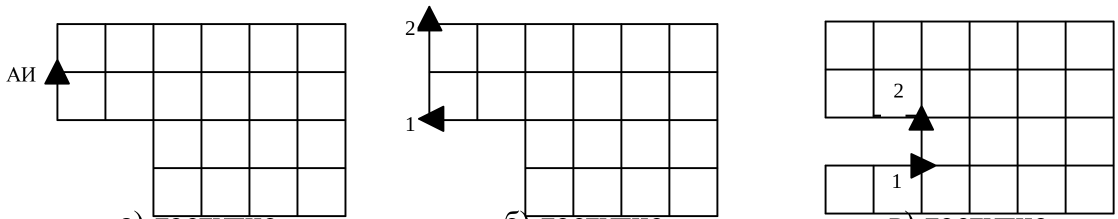
АИ обладает конечной памятью, АЭ – конечной, но бесконечно наращиваемой.

2. Алгоритм обхода графа по периметру

Входными данными алгоритма является неизвестный граф. Выходные данные: выражение, описывающее граф по периметру.

Алгоритм заключается в том, что АИ, попав в произвольную вершину графа, выходит на его внешний угол и помечает вершину камнем. АИ обходит периметр по часовой стрелке следующим образом:

1) если в текущей вершине доступно три направления (см. рис. 1 а) движения, то автомат продолжает движение в том же направлении;
2) если в текущей вершине доступно два направления (см. рис. 1 б), то автомат выбирает каждый раз крайнее правое ребро: в положении 1 это движение вверх, в положении 2 – движение вправо;
3) если в текущей вершине доступно четыре направления (см. рис. 1 в), то автомат выбирает каждый раз крайнее левое ребро: в положении 1 это движение вверх, в положении 2 - влево.



а) доступно 3 направления   б) доступно 2 направления   в) доступно 4 направления

Рисунок 1 – Выбор направления АИ

АЭ составляет выражение, описывающее движение АИ по внешним ребрам графа. Обход заканчивается, когда АИ вернется в вершину, помеченную камнем.

Доказана корректность алгоритма. Временная сложность предложенного алгоритма $T(n,m) = O(n+m)$, где n, m – длина и ширина наименьшего прямоугольника, описанного вокруг лабиринта. Ёмкостная сложность алгоритма $S(n,m) = O(n+m)$.

3. Алгоритм составления формулы, описывающей граф с помощью простейших геометрических фигур

Входными данными для данного алгоритма является выражение, полученное выше. В процессе работы алгоритма осуществляется переход от него к формуле, описывающей граф с помощью простейших геометрических фигур и их расположения относительно друг друга.

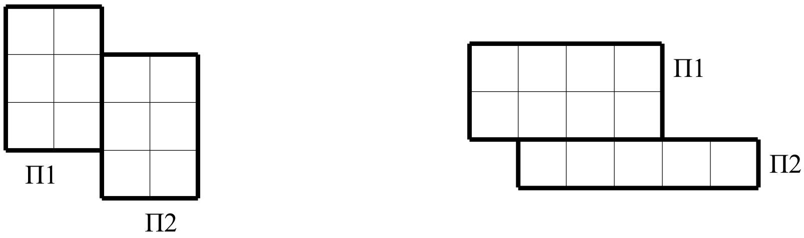
АЭ обрабатывает выражение, полученное ранее, пошагово выделяя в нем простейшие фигуры (прямоугольники). Связь между такими геометрическими фигурами описывается с помощью отношений «снизу от», «справа от» (см. рис. 2).

Каждый прямоугольник П(x,y), описывается количеством ребер по оси x и количеством ребер по оси y.

Отношение «справа от» имеет вид П1(x,y)Сп(сдвиг,П2(x,y)), т.е. прямоугольник П2 расположен справа от прямоугольника П1 со сдвигом n. Сдвиг показывает смещение левого верхнего угла прямоугольника П2 относительно правого верхнего угла прямоугольника П1.

Если прямоугольник П2 смещен вверх, то значение сдвига отрицательное, если прямоугольник П1 смещен вниз – положительное.

Отношение «снизу от» имеет вид П1(x,y)Сн(сдвиг,П2(x,y)), т.е. прямоугольник П2 расположен снизу от прямоугольника П1 со сдвигом n. Аналогично отношению «справа от», сдвиг показывает, на сколько шагов (ребер) прямоугольник П2 смещен относительно левого нижнего угла прямоугольника П1. Если левый верхний угол прямоугольника П2 расположен правее левого нижнего угла прямоугольника П1, то значение сдвига будет положительным, если левее – отрицательным.



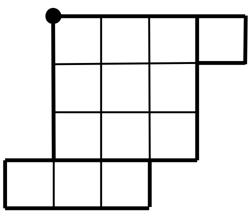
П2 расположен справа от П1
со сдвигом на один шаг вниз
(П1(2,3)Сп(1, П2(2,3)))

П2 расположен снизу от П1
со сдвигом на один шаг вправо
(П1(4,2)Сн(1,П2(5,1)))

Рисунок 2 – Возможные отношения между прямоугольниками

Доказана корректность алгоритма. На примерах показано, что сложность такой формулы не превышает сложности выражения, полученного ранее.

На рисунке 3 приведен пример составления формулы шахматного лабиринта.



4a*1(-b)*1(-a)*2(-b)*1(-a)*1(-b)*3(-a)*1b*1a*3b

(П1(3,3)Сн(-1,П2(3,1)))Сп(0,П3(1,1))

Рисунок 3 – Пример составления формулы шахматного лабиринта

Выводы

Предложен новый алгоритм распознавания шахматного лабиринта с помощью коллектива автоматов. Алгоритм состоит из двух частей: обход лабиринта по периметру и составление формулы, описывающей данный лабиринт с помощью геометрических фигур.

Новизна алгоритма заключается в том, что при распознавании лабиринта осуществляется переход от графического отображения к описанию графа с помощью формулы. Такое представление зачастую эффективнее представления лабиринта с помощью матрицы смежности или списка ребер.

Список литературы

1. Кудрявцев В.Б. О поведении автоматов в лабиринтах / В.Б. Кудрявцев, Ш. Ушумлич, Г. Килибарда // Дискретная математика. – 1992. – Т. 4, вып. 3. – С. 3-28.
2. Харари Ф. Теория графов / Ф. Харари. – М. : Мир, 1973.
3. Грунская В.И. О восстановлении плоских шахматных лабиринтов по словам / В.И. Грунская // Материалы VIII Международного семинара «Дискретная математика и ее приложения» (2-6 февраля 2004 г.). – М. : Издательство механико-математического факультета МГУ, 2004. – С. 264-267.