

**Алгоритм решения конечных игр на примере игры «Определитель»**

*Бабошина Анна Викторовна*

*Ярославский государственный педагогический университет*

*им. К.Д. Ушинского*

*Студент*

*Корнилов Петр Анатольевич*

*Ярославский государственный педагогический университет*

*им. К.Д. Ушинского*

*к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедры теории и методики обучения информатике*

**Аннотация**

Данная программа была разработана с целью визуализации алгоритма решения конечных игр и более наглядного его представления в виде частичного построения деревьев игровых ситуаций на примере игры «Определитель». Подобный алгоритм может использоваться при оценке игр «Крестики-нолики», «Шашки» и даже «Шахматы». Программа поможет студентам, сталкивающимся с данным алгоритмом, более детально разобраться в его работе и реализации. Разбор этого алгоритма будет полезным студентам, изучающим теорию игр, статистику, теорию принятия решений и др.

**Ключевые слова:** конечные игры, цена игры, деревья.

**The algorithm of solving finite games using example of the game  
«Determinant»**

*Baboshina Anna Victorovna*

*Yaroslavl state pedagogical university after K.D.Ushinsky*

*Student*

*Kornilov Petr Anatolievich*

*Yaroslavl state pedagogical university after K.D.Ushinsky*

*candidate of physico-mathematical sciences, associate Professor, associate Professor of theory and methodology of teaching Informatics*

**Abstract**

This program was designed to visualize the algorithm for solving finite games and more visual representation of it in the form of partial construction of trees of game situations using the example of the game «Determinant». Such an algorithm can be used in the evaluation of games «Tic-tac-toe», «Checkers» and even «Chess». The program will help students who are faced with this algorithm to understand in more

detail its work and implementation. The analysis of this algorithm will be useful for students studying the theory of games, statistics, decision theory, etc.

**Keywords:** the final game, the price of the game, the trees.

### **Введение**

В сети интернет пользователи могут найти множество логических игр, представленных в виде игрового поля, которое необходимо заполнить игрокам в соответствии с правилами конкретной игры. В подобных играх существует три исхода: выигрыш, проигрыш и ничья. Цель каждого игрока – одержать победу. Существует ли выигрышная стратегия в конечных играх?

Действительно, существует алгоритм, позволяющий разработать выигрышную стратегию.

Целью данной работы была разработка программы, визуализирующей алгоритм решения конечных игр и более наглядного его представления в виде частичного построения деревьев игровых ситуаций на примере игры «Определитель». Были найдены аналоги данной игры в интернет сети [1], где человек может играть в двух режимах (человек - компьютер, компьютер - человек).

Таким образом, были поставлены задачи:

1. Написать алгоритм, способный обыграть представленные в сети аналоги, то есть алгоритм, просчитывающий наилучшие ходы.
2. Визуально представить алгоритм с помощью построения деревьев игровых ситуаций.
3. Создать удобный и доступный для пользователя интерфейс.

Помимо режимов игры с компьютером программа включает в себя режим «Человек – человек», что позволяет проведение игры для двух игроков. Также для удобства пользователя все данные о проведенных играх хранятся в таблице результатов.

### **Игра «Определитель»**

#### **Правила игры**

Играют двое. Игроки А и В. Они по очереди вписывают в таблицу 3 x 3 числа от 1 до 9 (каждое число должно быть использовано). Когда таблица заполнена, подсчитывают две суммы: сумму  $SA$  произведений по строкам и сумму  $SB$  произведений по столбцам. Если  $SA > SB$ , то выигрывает игрок А; если  $SA < SB$ , то выигрывает игрок В [1].

### **Теория проведения игры**

Определим основные понятия теории игр.

Игра – упрощенная формализованная модель конфликтной ситуации. Игрок – одна из сторон в игровой ситуации. Каждый игрок может иметь свои стратегии. Стратегией игрока называется одно из возможных решений из множества допустимых решений этого игрока. Каждый из участников игры может выбирать свою стратегию. Совокупность стратегий, которые выбрали участники игры, называется игровой ситуацией [3].

Оценить ситуацию можно определив цену игры, которая в игре «Определитель» является разницей суммы произведений по строкам и суммы произведений по столбцам. Для первого игрока, который стремится набрать максимум из суммы произведений по строкам, эта разность должна быть максимальной, для второго же, наоборот – минимальной.

Для решения данной игры на компьютере строится дерево игровых ситуаций в соответствии с методом мини-макс, то есть в соответствии с критерием Вальда [2]. Критерий Вальда (максиминный критерий) — один из критериев принятия решений в условиях неопределённости. По критерию Вальда за оптимальную принимается стратегия, которая в наихудших условиях гарантирует максимальный выигрыш.

### **Описание алгоритма**

Игра «Определитель» на первый взгляд не кажется сложной. Игроки делают всего девять ходов – просчитаем все варианты и выберем нужный. Но различных партий очень много. Для первого хода есть 81 вариант (одно из девяти чисел в одну из девяти ячеек), для второго хода 64 варианта и т. д. Всего получается  $(9!)^2 = 131681894400$  различных партий. Определить результат игры таким перебором невозможно. В связи с этим в режимах игры «Человек - компьютер» и «Компьютер - Человек» компьютер делает ходы в соответствии с методом мини-макс.

Как было сказано выше, для решения данной игры на компьютере строится дерево игровых ситуаций в соответствии с методом мини-макс. В программе алгоритм реализован с помощью рекурсивной процедуры, основанной на максиминном критерии.

Алгоритм заключается в рассмотрении всех возможных исходов, опирающихся на цену игры, которая должна быть максимальной для первого игрока и минимальна для второго. В связи с чем, делая, например, нечетный ход – ход первого игрока, компьютер выбирает максимум из минимумов следующего четного хода противника. Минимум выбирается из максимумов следующего нечетного и т.д.

В процедуре прописаны действия для каждого из ходов, за исключением первых двух. Что касается первого хода, он был просчитан с помощью режима игры двух компьютеров, при котором была вычислена максимальная цена игры из возможных девяти вариантов. Второй ход в программе прописан вручную на основе вычислений алгоритма. Это связано со временем работы программы при вычислении всех исходов для второго хода (время работы около 10 минут).

На рис. 1 приведен фрагмент игры в режиме «Человек – компьютер». После седьмого хода, который сделал человек, в доступе компьютера осталось два числа – «3» и «4». На рисунке мы можем увидеть, какой вариант восьмого хода выбрал компьютер.

Почему компьютер сходил именно так? Поскольку задача машины набрать максимум из суммы произведений по столбцам, на данном ходе

производится поиск минимальной цены игры. Возможны два варианта: цена игры будет равна

$$-79 = (9*1*7 + 4*5*3 + 6*8*2) - (9*4*6 + 1*5*8 + 7*3*2), \text{ или же}$$

$-39 = (9*1*7 + 3*5*4 + 6*8*2) - (9*3*6 + 1*5*8 + 7*4*2)$ . Выбор компьютера очевиден.



Рисунок 1

Пояснение к названию «Определитель»

Если мы представим заполненную таблицу в виде матрицы,

$$\begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ a_4 & a_5 & a_6 \\ a_7 & a_8 & a_9 \end{pmatrix}$$

то цена игры:

$$a_1 * a_2 * a_3 + a_4 * a_5 * a_6 + a_7 * a_8 * a_9 - a_1 * a_4 * a_7 - a_2 * a_5 * a_8 - a_3 * a_6 * a_9$$

Что является расчетом определителя матрицы вида

$$\begin{pmatrix} a_1 & a_6 & a_8 \\ a_9 & a_2 & a_4 \\ a_5 & a_7 & a_3 \end{pmatrix}.$$

### Визуализация алгоритма с помощью деревьев

Как было сказано ранее, в программе наглядно представлено частичное построение деревьев игровых ситуаций. Деревья строятся только для седьмого и восьмого ходов, так как у дерева игры, например, шестого хода уже 288 веток.

Для начала рассмотрим построение дерева игры для уже разобранного нами примера.

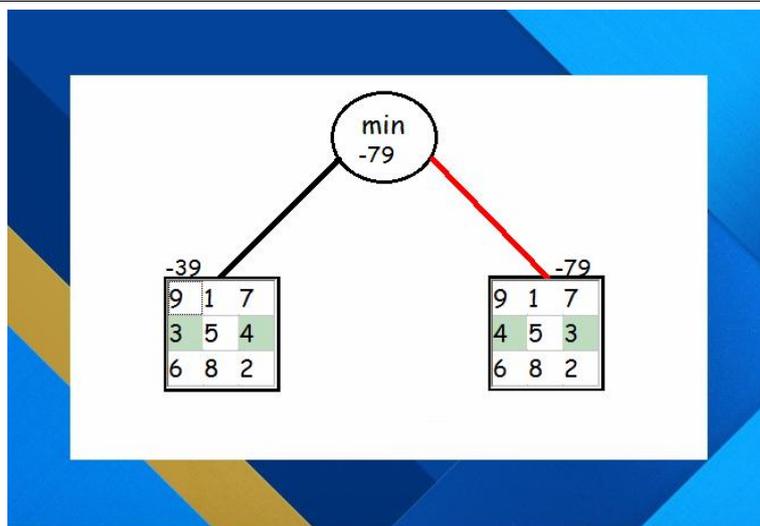


Рисунок 2

На рисунке 2 представлено дерево игры для восьмого хода. Мы уже знаем, что на данном ходе производится поиск минимальной цены игры. Нужная нам ветка дерева обозначена красным цветом, зеленым цветом выделены незаполненные до восьмого хода ячейки. Также в обоих вариантах указана цена игры.

Теперь рассмотрим выбор седьмого хода. На рисунке 3 приведен фрагмент игры в режиме «Компьютер – человек». После шестого хода, который сделал человек, в доступе компьютера осталось три числа – «6», «7» и «8». На рисунке мы можем увидеть, какой вариант седьмого хода выбрал компьютер.



Рисунок 3

В таком случае задача машины - набрать максимум из суммы произведений по строкам, на данном ходе производится поиск максимальной цены игры. Возможны девять вариантов. На рис. 4 рассматривается дерево

игровых ситуаций для данного примера. Здесь наиболее наглядно представлен метод мини-макс (максиминный критерий).

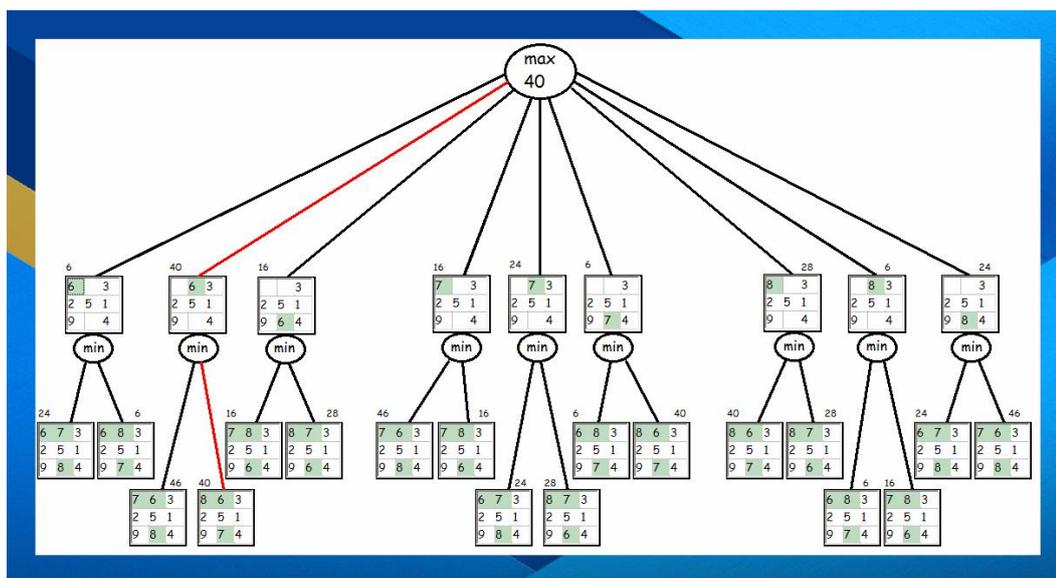


Рисунок 4

### Заключение

Таким образом, поставленные цели были достигнуты, а задачи решены. Написанный алгоритм обыгрывает аналоги в сети интернет.

В программе представлены три режима игры: «Человек – компьютер», «Компьютер – человек» и «Человек – человек». В режимах игры с компьютером строятся деревья игровых ситуаций, которые наглядно демонстрируют алгоритм решения конечных игр. В программе присутствуют правила игры с разобранным примером для лучшего понимания. Также для удобства пользователя все данные о проведенных играх хранятся в таблице результатов, которую, при необходимости, можно очистить. Интерфейс удобен и доступен для пользователя.

### Библиографический список

1. <http://irmest.narod.ru/zflash/flamat05.htm>
2. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B9\\_%D0%92%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%B4%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B9_%D0%92%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%B4%D0%B0)
3. <http://math.semestr.ru/games/maingames.php>