

Scale=MatchLowercase [Ligatures=TeX,Scale=1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное образовательное учре-
ждение высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕР-
СИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

КАФЕДРА 25

КУРСОВАЯ РАБОТА (ПРОЕКТ) ЗАЩИЩЕНА С ОЦЕНКОЙ
РУКОВОДИТЕЛЬ

доц., канд. техн. наук		Е.М.Линский
должность, уч. степень, звание	подпись, дата	инициалы, фамилия

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К КУРСОВОЙ РАБОТЕ	
ИГРА В ХЕКСАГОН (ТЕКСАГОН) по дисциплине: ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ	

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛ		
СТУДЕНТ		
ГР. №	2352	Д.А.Малкова
подпись, дата		инициалы, фамилия

Санкт-Петербург 2024

Содержание

Постановка задачи 3

Описание алгоритма 5

Пошаговое выполнение алгоритма на примере: 6

Псевдокод:	7
Инструкция пользователя	10
Тестовые примеры	11
Список литературы	24

Постановка задачи

Задачей данной курсовой работы является разработка программы, которая моделирует игру в Гексагон, создает игровое поле и анализирует стратегии для достижения победы. Программа должна учитывать правила игры и предоставлять пользователю возможность визуализировать игровое поле, а также проводить анализ наилучших ходов

Игра в Гексагон осуществляется на специальной ромбической доске, состоящей из шестиугольных полей, которая может быть любого размера, но традиционно используется размер $n \times n$ (чаще всего 11×11). На доске каждое поле в центре граничит с шестью соседними полями, а угловые поля имеют 2 или 3 соседа.

Для игрока важным свойством является возможность построения цепи из своих фишек, соединяющей две стороны его цвета (красную или синюю). Задача программы — анализировать возможные стратегии и находить оптимальные ходы с целью создания такой цепи.

В литературе, которая помогает понять правила и стратегии игры, можно обратиться к книге Сильвии Назар «Игры разума», где подробно описываются принципы и аналитика игр, включая Гексагон.

Примеры решения задачи

Пример 1: Простой случай

На доске 5×5 у красного игрока фишки расположены следующим образом:



формы

Основные идеи алгоритма:

- 1) Алгоритм игры в Гексагон строится на стратегии поиска оптимальных ходов для обоих игроков, а также на анализе состояния игрового поля. Основные идеи включают:
- 2) Анализ соседей: Каждое поле имеет от 2 до 6 соседей. Игроки должны учитывать, как их ход влияет на доступные варианты для противника.
- 3) Поиск цепей: Необходимость находить все возможные цепи для каждого игрока, начиная с границ их сторон.
- 4) Минимизация ходов противника: Алгоритм выявляет наилучшие ответы на ходы соперника, блокируя их возможности.
- 5) Рекурсивный поиск: Использование методов поиска с возвратом (backtracking) для оценки возможных состояний.

Описание структуры данных:

- Доска: Двумерный массив для представления игрового поля. Элементы массива могут быть пустыми, красными или синими.
- Соседи: Для каждого поля находится список его соседей, что позволяет быстро изменять состояние поля и проверять возможные ходы.
- Стек: Для хранения текущих состояний во время поиска.

Шаги алгоритма:

- Инициализация доски.
- Поочередные ходы игроков.
- Проверка состояния доски после каждого хода на наличие цепей.
- Если найдено решение, завершить игру; если нет, перейти к следующему ходу.

Пошаговое выполнение алгоритма на примере:

Допустим, у нас есть доска размером 3x3, и игроки делают свои ходы.

Начальная ситуация:

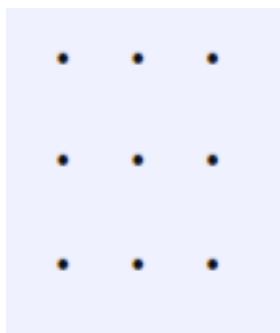


Рисунок 3 – начальная ситуация.

Первый ход (Синий):

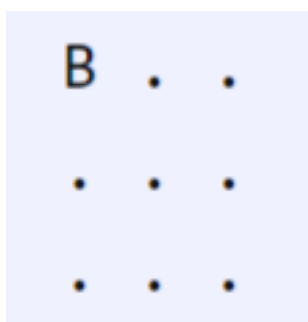


Рисунок 4 – первый ход.

Второй ход (Красный):

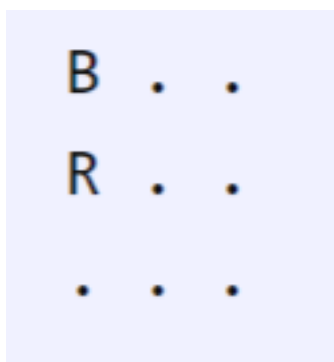


Рисунок 5 – второй ход.

Третий ход (Синий):

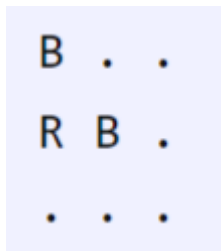


Рисунок 6 – третий ход.

Четвертый ход (Красный):

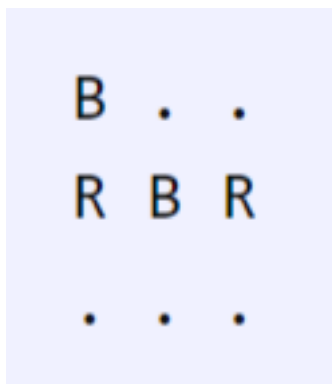


Рисунок 7 – четвертый ход.

Проверка состояния доски. Алгоритм анализирует цепи и понимает, что путь от одной стороны к другой еще не закрыт.

Псевдокод:

Класс HexGame

Переменные:

board: двумерный массив Player (размер BOARD_SIZE x BOARD_SIZE)

currentPlayer: Player (RED или BLUE)

firstMoveDone: Логическая переменная

isBoardFlipped: Логическая переменная

Конструктор HexGame

board = [Создать двумерный массив размером BOARD_SIZE x BOARD_SIZE, заполнить NONE]

currentPlayer = BLUE

```

firstMoveDone = ЛОЖЬ
isBoardFlipped = ЛОЖЬ
Метод displayBoard
Вывести // Заголовок столбцов
Для i от 0 до BOARD_SIZE
Вывести i + // Номер строки
Для j от 0 до BOARD_SIZE
Если isBoardFlipped == ИСТИНА
player = getFlippedPlayer(board[j][i]) // Получить перевернутого
игрока
Иначе
player = board[i][j]
Если player == RED
Вывести "R "
Иначе Если player == BLUE
Вывести "B "
Иначе
Вывести ". "
Вывести новую строку
Вывести "RED зона: Row 0 до " + (BOARD_SIZE / 2 - 1) + BLUE
зона: Row " + (BOARD_SIZE / 2) + "до " + (BOARD_SIZE - 1)
Метод makeMove(row, col)
Если row и col валидны и board[row][col] == NONE
board[row][col] = currentPlayer // Установить ход текущего игрока
Если firstMoveDone == ЛОЖЬ
firstMoveDone = ИСТИНА
Вывести "Игрок " + (currentPlayer == RED ? "RED": "BLUE") +
"совершил первый ход. Повернуть доску? (y/n): "
choice = ВводИспользователя()
Если choice == 'y' или choice == 'Y'
isBoardFlipped = ИСТИНА
currentPlayer = (currentPlayer == BLUE) ? RED : BLUE

```

```

Вывести "Доска перевернута. Игрок сменился на "+
(currentPlayer == RED ? "RED": "BLUE")
currentPlayer = (currentPlayer == BLUE) ? RED : BLUE
Иначе
Вывести "Некорректный ход. Попробуйте снова."
Метод getCurrentPlayer
Вернуть currentPlayer
Метод checkWin
Вернуть (checkWinForPlayer(RED) или checkWinForPlayer(BLUE))
// Проверка победы
Метод winner
Если checkWinForPlayer(RED)
Вернуть RED
Если checkWinForPlayer(BLUE)
Вернуть BLUE
Вернуть NONE
Метод getFlippedPlayer(player)
Если isBoardFlipped == ИСТИНА
Если player == RED
Вернуть BLUE
Иначе Если player == BLUE
Вернуть RED
Вернуть NONE
Вернуть player
Метод checkWinForPlayer(player)
Создать массив visited (размер BOARD_SIZE x BOARD_SIZE,
заполненный значениями ЛОЖЬ)
Создать очередь q
Если player == RED
Для i от 0 до BOARD_SIZE
Если board[0][i] == RED
q.Добавить((0, i))

```



```

visited[0][i] = ИСТИНА
Иначе Если player == BLUE
Для i от 0 до BOARD_SIZE
Если board[i][0] == BLUE
q.Добавить((i, 0))
visited[i][0] = ИСТИНА
Определить направления для проверки соседей (направления =
[(0, 1), (1, 0), (1, -1), (0, -1), (-1, 0), (-1, 1)])
Пока q не пуста
p = q.УдалитьПервый() // Получить координаты из очереди
Если (player == RED и p.первая_координата == BOARD_SIZE
- 1) или (player == BLUE и p.вторая_координата ==
BOARD_SIZE - 1)
Вернуть ИСТИНА
Конец Если
Для каждого dir в направлениях
nx = p.первая_координата + dir.первая_координата
ny = p.вторая_координата + dir.вторая_координата
Если (nx валиден и ny валиден и board[nx][ny] == player и
visited[nx][ny] == ЛОЖЬ)
visited[nx][ny] = ИСТИНА
q.Добавить((nx, ny))
Конец Для
Конец Пока
Вернуть ЛОЖЬ

```

Сложность алгоритма:

Анализ сложности алгоритма будет зависеть от размеров доски и количества возможных ходов. Наиболее простой расчет дает сложность:

- Проверка всех соседей для каждого хода требует $O(6)$ времени, так как у каждого поля не более 6 соседей.
- Рекурсивный поиск состояния в худшем случае ведет к $O(n^2)$ состояниям на доске $n \times n$

Таким образом, общая сложность может быть вплоть до $O(n^6)$. Оптимизируя, мы можем округлить сложность до $O(n^2)$.

Инструкция пользователя

Программа запускается пользователем из командной строки.

Командная строка принимает три параметра: первый – имя проекта с кодом (например, cursgrab.exe), второй – имя файла, в котором находятся исходные данные, то есть поочередные ходы игроков в формате первая координата x , а вторая координата y , (например, input.txt); третий – имя файла, в который будет записан результат после выполнения программы методом полного перебора (например: output.txt).

Входной и выходной файлы должен быть в формате .txt.

Тестовые примеры

Тест 1

Входные данные:

0	0
y	
0	1
10	0
0	2
9	0
0	3
7	0
0	4
3	2
0	5
3	3
0	6
7	9
0	7
8	9
0	8
5	10
0	9
3	10
0	10

Выходные данные:

```

| 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 . . . . .
1 . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
Current Player: Blue
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 R . . . . .
1 . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
Current Player: Blue
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 R . . . . .
1 R . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
Current Player: Red

```

Current Player: Red

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	B
1	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Current Player: Blue

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	B
1	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Current Player: Red

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	R	.	.	.	.	.	.	.	.	B	B
1	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

```

Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 R . . . . . . . . B B
1 R . . . . . . . . .
2 R . . . . . . . . .
3 R . . . . . . . . .
4 . . . . . . . . . .
5 . . . . . . . . . .
6 . . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . .

```

```

Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 R . . . . . . B . B B
1 R . . . . . . . . .
2 R . . . . . . . . .
3 R . . . . . . . . .
4 . . . . . . . . . .
5 . . . . . . . . . .
6 . . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . .

```

```

Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 R . . . . . . B . B B
1 R . . . . . . . . .
2 R . . . . . . . . .
3 R . . . . . . . . .
4 R . . . . . . . . .
5 . . . . . . . . . .
6 . . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . .

```

```

Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 R . . . . . B . B B
1 R . . . . . . . . .
2 R . . B . . . . . .
3 R . . . . . . . . .
4 R . . . . . . . . .
5 . . . . . . . . . .
6 . . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . .

```

```

Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 R . . . . . B . B B
1 R . . . . . . . . .
2 R . . B . . . . . .
3 R . . . . . . . . .
4 R . . . . . . . . .
5 R . . . . . . . . .
6 . . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . .

```

```

Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 R . . . . . B . B B
1 R . . . . . . . . .
2 R . . B . . . . . .
3 R . . B . . . . . .
4 R . . . . . . . . .
5 R . . . . . . . . .
6 . . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . .

```

Current Player: Blue

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	R	.	.	.	.	.	.	B	.	B	B
1	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	R	.	.	B	.	.	.	.	.	.	.
3	R	.	.	B	.	.	.	.	.	.	.
4	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Current Player: Red

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	R	.	.	.	.	.	.	B	.	B	B
1	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	R	.	.	B	.	.	.	.	.	.	.
3	R	.	.	B	.	.	.	.	.	.	.
4	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	.	.	.	.	.	.	.	.	B	.	.
10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Current Player: Blue

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	R	.	.	.	.	.	.	B	.	B	B
1	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2	R	.	.	B	.	.	.	.	.	.	.
3	R	.	.	B	.	.	.	.	.	.	.
4	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	.	.	.	.	.	.	.	.	B	.	.
10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.


```

Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 R . . . . . B . B B
1 R . . . . . . . . .
2 R . . B . . . . . .
3 R . . B . . . . . .
4 R . . . . . . . . .
5 R . . . . . . . . .
6 R . . . . . . . . .
7 R . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . . .
9 . . . . . . B B . .
10 . . . . . . . . . .

Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 R . . . . . B . B B
1 R . . . . . . . . .
2 R . . B . . . . . .
3 R . . B . . . . . .
4 R . . . . . . . . .
5 R . . . . . . . . .
6 R . . . . . . . . .
7 R . . . . . . . . .
8 R . . . . . . . . .
9 . . . . . . B B . .
10 . . . . . . . . . .

Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 R . . . . . B . B B
1 R . . . . . . . . .
2 R . . B . . . . . .
3 R . . B . . . . . .
4 R . . . . . . . . .
5 R . . . . . . . . .
6 R . . . . . . . . .
7 R . . . . . . . . .
8 R . . . . . . . . .
9 . . . . . . B B . .
10 . . . . . B . . . .

```

```

Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 R . . . . . B . B B
1 R . . . . . . . . .
2 R . . B . . . . . .
3 R . . B . . . . . .
4 R . . . . . . . . .
5 R . . . . . . . . .
6 R . . . . . . . . .
7 R . . . . . . . . .
8 R . . . . . . . . .
9 R . . . . . B B . .
10 . . . . . B . . . .

Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 R . . . . . B . B B
1 R . . . . . . . . .
2 R . . B . . . . . .
3 R . . B . . . . . .
4 R . . . . . . . . .
5 R . . . . . . . . .
6 R . . . . . . . . .
7 R . . . . . . . . .
8 R . . . . . . . . .
9 R . . . . . B B . .
10 . . . B . B . . . .

Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 R . . . . . B . B B
1 R . . . . . . . . .
2 R . . B . . . . . .
3 R . . B . . . . . .
4 R . . . . . . . . .
5 R . . . . . . . . .
6 R . . . . . . . . .
7 R . . . . . . . . .
8 R . . . . . . . . .
9 R . . . . . B B . .
10 R . . B . B . . . .

Congratulations! Blue Wins!

```

Тест 2

Входные данные:

0	0
n	
1	0
0	1
1	1
0	2
1	2
0	3
1	3
0	4
1	4
0	5
1	5
0	6
1	6
0	7
1	7
0	8
1	8
0	9
1	9
10	10
1	10

Выходные данные:

```
| 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 . . . . .
1 . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Blue
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B . . . . .
1 . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Red
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B . . . . .
1 R . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
```

```

Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B . . . . . . . . .
1 R . . . . . . . . .
2 . . . . . . . . .
3 . . . . . . . . .
4 . . . . . . . . .
5 . . . . . . . . .
6 . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B . . . . . . . . .
1 R R . . . . . . . . .
2 . . . . . . . . .
3 . . . . . . . . .
4 . . . . . . . . .
5 . . . . . . . . .
6 . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B . . . . . . . . .
1 R R . . . . . . . . .
2 . . . . . . . . .
3 . . . . . . . . .
4 . . . . . . . . .
5 . . . . . . . . .
6 . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

```

```

Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B . . . . .
1 R R R . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B B . . . . .
1 R R R . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B B . . . . .
1 R R R R . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

```

```

Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B B B . . . . .
1 R R R R . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B B B . . . . .
1 R R R R R . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B B B B . . . . .
1 R R R R R . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

```



```

Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B B B B B . . . . .
1 R R R R R R R . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B B B B B . . . . .
1 R R R R R R R . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B B B B B . . . . .
1 R R R R R R R . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

```

```

Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B B B B B B . . .
1 R R R R R R R R . . .
2 . . . . . . . . .
3 . . . . . . . . .
4 . . . . . . . . .
5 . . . . . . . . .
6 . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B B B B B B . . .
1 R R R R R R R R . . .
2 . . . . . . . . .
3 . . . . . . . . .
4 . . . . . . . . .
5 . . . . . . . . .
6 . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B B B B B B . . .
1 R R R R R R R R . . .
2 . . . . . . . . .
3 . . . . . . . . .
4 . . . . . . . . .
5 . . . . . . . . .
6 . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

```

```

Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B B B B B B B . .
1 R R R R R R R R R . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B B B B B B B .
1 R R R R R R R R R . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B B B B B B B .
1 R R R R R R R R R .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

```

```

Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B B B B B B B B .
1 R R R R R R R R R R .
2 . . . . . . . . . .
3 . . . . . . . . . .
4 . . . . . . . . . .
5 . . . . . . . . . .
6 . . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . B
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B B B B B B B B B B .
1 R R R R R R R R R R
2 . . . . . . . . . .
3 . . . . . . . . . .
4 . . . . . . . . . .
5 . . . . . . . . . .
6 . . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . B
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Blue

```

Тест 3 Входные данные:

0	0
n	
0	1
1	1
0	2
2	2
0	3
3	3
0	4
4	4
0	5
5	5
0	6
6	6
0	7
7	7
0	8
8	8
0	9
9	9
5	5
10	10

Выходные данные

```

    0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 . . . . .
1 . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Blue
    0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B . . . . .
1 . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Red
    0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R . . . . .
1 . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

```

```

Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R . . . . .
1 . B . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R . . . . .
1 . B . . . . .
2 . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R . . . . .
1 . B . . . . .
2 . . B . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

```



```

Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R . . . . .
1 . B . . . . .
2 . . B . . . . .
3 . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R . . . . .
1 . B . . . . .
2 . . B . . . . .
3 . . . B . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R R . . . . .
1 . B . . . . .
2 . . B . . . . .
3 . . . B . . . . .
4 . . . . .
5 . . . . .
6 . . . . .
7 . . . . .
8 . . . . .
9 . . . . .
10 . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

```

```

Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R R . . . . .
1 . B . . . . . . . .
2 . . B . . . . . . .
3 . . . B . . . . . .
4 . . . . B . . . . .
5 . . . . . . . . . .
6 . . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R R R . . . . .
1 . B . . . . . . . .
2 . . B . . . . . . .
3 . . . B . . . . . .
4 . . . . B . . . . .
5 . . . . . . . . . .
6 . . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R R R . . . . .
1 . B . . . . . . . .
2 . . B . . . . . . .
3 . . . B . . . . . .
4 . . . . B . . . . .
5 . . . . . B . . . . .
6 . . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . .
RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

```

Current Player: Red

```
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R R R R R . . . .
1 . B . . . . . . . . .
2 . . B . . . . . . . .
3 . . . B . . . . . . .
4 . . . . B . . . . . .
5 . . . . . B . . . . .
6 . . . . . . . . . . .
7 . . . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . . .
```

RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

Current Player: Blue

```
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R R R R R . . . .
1 . B . . . . . . . . .
2 . . B . . . . . . . .
3 . . . B . . . . . . .
4 . . . . B . . . . . .
5 . . . . . B . . . . .
6 . . . . . . B . . . .
7 . . . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . . .
```

RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

Current Player: Red

```
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R R R R R . . . .
1 . B . . . . . . . . .
2 . . B . . . . . . . .
3 . . . B . . . . . . .
4 . . . . B . . . . . .
5 . . . . . B . . . . .
6 . . . . . . B . . . .
7 . . . . . . . . . . .
8 . . . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . . .
```

RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

Current Player: Blue

```
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R R R R R R . . .
1 . B . . . . . . . . .
2 . . B . . . . . . . .
3 . . . B . . . . . . .
4 . . . . B . . . . . .
5 . . . . . B . . . . .
6 . . . . . . B . . . .
7 . . . . . . . B . . .
8 . . . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . . .
```

RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

Current Player: Red

```
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R R R R R R . .
1 . B . . . . . . . . .
2 . . B . . . . . . . .
3 . . . B . . . . . . .
4 . . . . B . . . . . .
5 . . . . . B . . . . .
6 . . . . . . B . . . .
7 . . . . . . . B . . .
8 . . . . . . . . . . .
9 . . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . . .
```

RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

Current Player: Blue

```
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R R R R R R . .
1 . B . . . . . . . . .
2 . . B . . . . . . . .
3 . . . B . . . . . . .
4 . . . . B . . . . . .
5 . . . . . B . . . . .
6 . . . . . . B . . . .
7 . . . . . . . B . . .
8 . . . . . . . . B . .
9 . . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . . .
```

RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

```

Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R R R R R R . .
1 . B . . . . . . . . .
2 . . B . . . . . . . .
3 . . . B . . . . . . .
4 . . . . B . . . . . .
5 . . . . . B . . . . .
6 . . . . . . B . . . .
7 . . . . . . . B . . .
8 . . . . . . . . B . .
9 . . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . . .
  RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R R R R R R R .
1 . B . . . . . . . . .
2 . . B . . . . . . . .
3 . . . B . . . . . . .
4 . . . . B . . . . . .
5 . . . . . B . . . . .
6 . . . . . . B . . . .
7 . . . . . . . B . . .
8 . . . . . . . . B . .
9 . . . . . . . . . . .
10 . . . . . . . . . . .
  RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Blue
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R R R R R R R .
1 . B . . . . . . . . .
2 . . B . . . . . . . .
3 . . . B . . . . . . .
4 . . . . B . . . . . .
5 . . . . . B . . . . .
6 . . . . . . B . . . .
7 . . . . . . . B . . .
8 . . . . . . . . B . .
9 . . . . . . . . . B .
10 . . . . . . . . . . .
  RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10

```

```

Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R R R R R R R .
1 . B . . . . . . . . .
2 . . B . . . . . . . .
3 . . . B . . . . . . .
4 . . . . B . . . . . .
5 . . . . . B . . . . .
6 . . . . . . B . . . .
7 . . . . . . . B . . .
8 . . . . . . . . B . .
9 . . . . . . . . . B .
10 . . . . . . . . . . .

RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Red
  0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
0 B R R R R R R R R R R
1 . B . . . . . . . . .
2 . . B . . . . . . . .
3 . . . B . . . . . . .
4 . . . . B . . . . . .
5 . . . . . B . . . . .
6 . . . . . . B . . . .
7 . . . . . . . B . . .
8 . . . . . . . . B . .
9 . . . . . . . . . B .
10 . . . . . . . . . . B

RED zone: Row 0 to 4 | BLUE zone: Row 5 to 10
Current Player: Blue
Congratulations! Blue Wins!

```

Список литературы

1. Этюды для программистов - Уэзерелл Ч. – 1982. Задача Каллах
2. Фундаментальные алгоритмы на С - Седжвик Р. – 2003
3. Назар, С. (2005). Игры разума.
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Гекс>