Звіт

Програмування інтелектуальних інформаційних систем

Лабораторна робота №3

“Алгоритм Negamax, Negamax з альфа-бета відсіканням та Negascout”

Студентки групи ІП-01

Галько Міли Вячеславівни

Лабораторна робота №3

"Алгоритм Negamax, Negamax з альфа-бета відсіканням та Negascout"

Завдання:

1. Реалізувати алгоритм Negamax (можна вносячи зміни в алгоритм другої лабораторної, а можна реалізувавши нову гру, наприклад, хрестики-нолики або Гомоку).
2. Реалізувати алгоритм Negamax з альфа-бета відсіканням (можна вносячи зміни у алгоритм другої лабораторної).
3. Реалізувати алгоритм NegaScout.

Виконання:

Реалізуємо гру «Хрестики-нолики». Для цього створимо класи:

1) Field: утримає масив-поле, що складається з Cell (enum: Empty, X, O); має змогу перевірити на закінчення гри, отримати оцінку поля, спадкоємних станів
2) TicTacToeGame: реалізує гру (ходи гравців), для гравця ручного виконується обробка введення, для противника використовується клас INegaMax для виконання ходу.
3) INegaMax та спадкоємці-реалізації: NegaMaxStandard, NegaMaxAlphaBetaPruning, NegaScout.

Код класів

3) INegaMax та спадкоємці-реалізації:

```
public interface INegaMax
{
    Field GetBestMove(Field field);
}
```

```
public class NegaMaxStandard : INegaMax
{
    private int Apply(Field board, int depth, int color)
    {
        if (depth == 9 || board.GameFinished(out _))
        {
            return color * board.GetScore(depth);
        }

        int value = int.MinValue;
```

```
        foreach (var adjacent in board.GetAdjacents(color == -1))
        {
            value = Math.Max(value, -1 * Apply(adjacent, depth + 1, color * -
1));
        }

        return value;
    }


    public Field GetBestMove(Field field)
    {
        var adjacents = field.GetAdjacents(true);
        Field bestField = null;
        var bestScore = Int32.MinValue;
        foreach (var adj in adjacents)
        {
            var adjScore = -1*Apply(adj, 1, 1);
            if (bestScore < adjScore)
            {
                bestScore = adjScore;
                bestField = adj;
            }
        }

        return bestField;
    }
}
```

```
public class NegaMaxAlphaBetaPruning : INegaMax
{
    private int Apply(Field board, int depth, int color, int alpha, int beta)
    {
        if (depth == 9 || board.GameFinished(out _))
        {
            return color * board.GetScore(depth);
        }

        int value = int.MinValue;
        foreach (var adjacent in board.GetAdjacents(color == -1))
        {
            value = Math.Max(value, -1 * Apply(adjacent, depth + 1, color * -
1, -1 * beta, -1 * alpha));

            alpha = Math.Max(alpha, value);
            if (alpha >= beta)
            {
                break;
            }
        }

        return value;
    }
```

```
    public Field GetBestMove(Field field)
    {
        var adjacents = field.GetAdjacents(true);
        Field bestField = null;
        var bestScore = Int32.MinValue;
        foreach (var adj in adjacents)
        {
            var adjScore = -1*Apply(adj, 1, 1,int.MinValue, int.MaxValue);
            if (bestScore < adjScore)
            {
                bestScore = adjScore;
                bestField = adj;
            }
        }

        return bestField;
    }
}
```

```
public class NegaScout : INegaMax
{
    private int Apply(Field board, int depth, int color, int alpha, int beta)
    {
        if (depth == 9 || board.GameFinished(out _))
        {
            return color * board.GetScore(depth);
        }

        int b = beta;
        var adjacents = board.GetAdjacents(color == -1);
        for (var i = 0; i < adjacents.Count; i++)
        {
            int value = -1 * Apply(adjacents[i], depth + 1, -1 * color, -1 *
b, -1 * alpha);
            if (value > alpha && value < beta && i != 0)
            {
                value = -1 * Apply(adjacents[i], depth + 1, -1 * color, -1 *
beta, -1 * alpha);
            }


            alpha = Math.Max(alpha, value);
            if (alpha >= beta)
            {
                break;
            }

            b = alpha + 1;
        }

        return alpha;
    }

    public Field GetBestMove(Field field)
    {
        var adjacents = field.GetAdjacents(true);
```

```
        Field bestField = null;
        var bestScore = Int32.MinValue;
        foreach (var adj in adjacents)
        {
            var adjScore = -1*Apply(adj, 1, 1,int.MinValue, int.MaxValue);
            if (bestScore < adjScore)
            {
                bestScore = adjScore;
                bestField = adj;
            }
        }

        return bestField;
    }
}
```

2) TicTacToeGame:

```
public class TicTacToeGame
{
    private Field _field;
    private bool _playerTurn;
    private INegaMax _negaMax;

    public TicTacToeGame(bool playerTurn, INegaMax negaMax)
    {
        _playerTurn = playerTurn;
        _negaMax = negaMax;
        _field = new Field(_playerTurn ? Cell.X : Cell.O);
    }

    public void Play()
    {
        Console.WriteLine(_field);
        Cell winner = Cell.Empty;
        while (!_field.GameFinished(out winner))
        {
            if (_playerTurn)
            {
                PlayerMove();
            }
            else
            {
                ComputerMove();
            }

            _playerTurn = !_playerTurn;
            Console.Clear();
            Console.WriteLine(_field);
        }

        Console.WriteLine($"Winner is {winner}");
    }

    private void ComputerMove()
    {
```

```
        _field = _negaMax.GetBestMove(_field);
    }

    private void PlayerMove()
    {
        int i;
        int j;
        do
        {
            Console.Write("I: ");
            i = InputValidate();

            Console.Write("\nJ: ");
            j = InputValidate();
        } while (_field[i, j] != Cell.Empty);

        _field[i, j] = _field.Player;
    }

    private static int InputValidate()
    {
        int i;
        while (!(int.TryParse(Console.ReadKey().KeyChar.ToString(), out i) &&
i is > 0 and < 4))
        {
        }

        return i -1;
    }
}
```

1) Field та enum Cell:

```
public enum Cell
{
    Empty,
    X,
    O
};

public class Field : ICloneable
{
    public Cell this[int i, int j]
    {
        get => _field[i, j];
        set => _field[i, j] = value;
    }

    public Field(Cell player)
    {
        _player = player;
        _computer = player == Cell.X ? Cell.O : Cell.X;
        _field = new Cell[3, 3];
    }

    public Field(Cell[,] field, Cell player, Cell computer)
```

```
    {
        _field = field;
        _player = player;
        _computer = computer;
    }


    public Cell Player => _player;
    private Cell _player;
    private Cell _computer;
    private Cell[,] _field;

    public bool GameFinished(out Cell winner)
    {
        for (int i = 0; i < 3; i++)
        {
            // Check rows and columns
            if ((_field[i, 0] == _field[i, 1]
                 && _field[i, 1] == _field[i, 2]
                 && _field[i, 0] != Cell.Empty))
            {
                winner = _field[i, 0];
                return true;
            }

            if ((_field[0, i] == _field[1, i]
                 && _field[1, i] == _field[2, i]
                 && _field[0, i] != Cell.Empty))
            {
                winner = _field[0, i];
                return true;
            }
        }

        //Check diagonals
        if (_field[1, 1] != Cell.Empty
            &&
            (_field[0, 0] == _field[1, 1]
             && _field[1, 1] == _field[2, 2]
             ||
             _field[0, 2] == _field[1, 1]
             && _field[1, 1] == _field[2, 0]
            ))
        {
            winner = _field[1, 1];
            return true;
        }

        //Check move possibility
        winner = Cell.Empty;
        foreach (var cell in _field)
        {
            if (cell == Cell.Empty)
            {
                return false;
            }
        }
```

```
        return true;
    }

    public int GetScore(int depth)
    {
        if (!GameFinished(out Cell winner) || winner == Cell.Empty)
        {
            return 0;
        }

        return winner == _player ? 500 / depth : -500 / depth;
    }

    public List<Field> GetAdjacents(bool computerMove)
    {
        var newStates = new List<Field>();
        for (int i = 0; i < 3; i++)
        {
            for (int j = 0; j < 3; j++)
            {
                if (_field[i, j] == Cell.Empty)
                {
                    var state = Clone() as Field;
                    state[i, j] = computerMove ? _computer : _player;
                    newStates.Add(state);
                }
            }
        }

        return newStates;
    }

    public override string ToString()
    {
        var sb = new StringBuilder();
        for (int i = 0; i < 3; i++)
        {
            for (int j = 0; j < 3; j++)
            {
                if (_field[i, j] == Cell.Empty)
                {
                    sb.Append("    ");
                }
                else if (_field[i, j] == Cell.X)
                {
                    sb.Append(" ✕  ");
                }
                else
                {
                    sb.Append(" ○  ");
                }

                if (j == 0 || j == 1)
                {
                    sb.Append("|");
                }
```

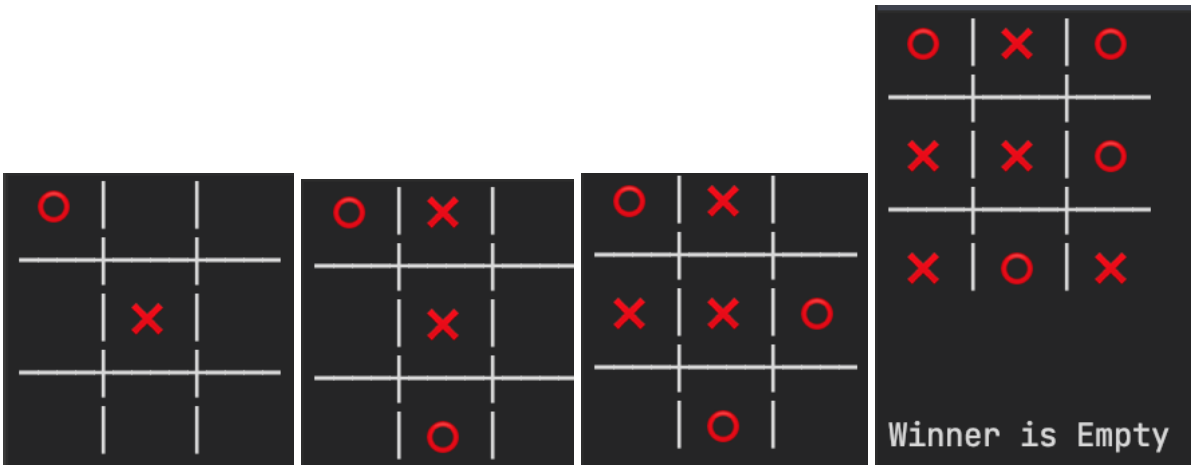
```
            }
            sb.AppendLine();
            if (i == 0 || i == 1)
            {
                sb.AppendLine("———┼———┼———");
            }
            else
            {
                sb.AppendLine();
            }
        }

        return sb.ToString();
    }

    public object Clone()
    {
        Field cloned = new Field(_field.Clone() as Cell[,], _player,
_computer);
        return cloned;
    }
}
```

0) Program:

```
new TicTacToeGame(true,new NegaMaxStandard()).Play();
```

Результат при «нічия»:

Ми ходимо «x»:



Результат при «програш»: