



# ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ, ΟΠΑ, 2018

ΑΝΔΡΟΜΑΧΗ ΤΟΥΜΑΝΙΔΟΥ ΑΜ3040185, ΑΝΑΡΓΥΡΟΣ ΡΟΥΣΤΕΜΗΣ ΑΜ3130180, ΑΘΑΝΑΣΙΑ ΝΙΚΟΛΑΪΔΟΥ ΑΜ3150126



# Reversi – Πληροφορίες για το παιχνίδι

Το παιχνίδι Reversi αποτελείται από ένα ταμπλό 8x8, συνολικά 64 θέσεων, το οποίο παίζεται αποκλειστικά με δύο παίκτες - αυτόν που παίζει με τα λευκά και αυτόν που παίζει με τα μαύρα πούλια. Στην δική μας υλοποίηση, ο αντίπαλος είναι ο υπολογιστής και συμβολίζεται με O (-1), και ο απλός παίκτης συμβολίζεται με X (1). Οι κενές θέσεις του ταμπλό συμβολίζονται με 0.

- **Παραδοτέα Αρχεία**

Μαζί με το παρόν αρχείο, παραδίδονται επίσης:

1. Φάκελος src με τον πηγαίο κώδικα σχολιασμένο (Κλάσεις Board, Move, Reversi)
2. TestInputBoards.txt με τα δοκιμαστικά ταμπλό
3. Console.txt με μια δοκιμαστική εκτέλεση του προγράμματος μέχρι την τελική κατάσταση

- **Κανόνες:**

Το παιχνίδι ξεκινάει και στο κέντρο του ταμπλό τοποθετούνται 4 πούλια, στις αριθμημένες θέσεις (3,4), διαγώνια, κατ' αυτόν τον τρόπο:

	0	1	2	3	4	5	6	7
0								
1								
2								
3					X	O		
4					O	X		
5								
6								
7								

Score: X:2 O:2

```
X moves.  
Insert row:  
1  
Insert column:  
1  
Select another position
```

## 1.2 – Μη επιτρεπτή κίνηση

### 1.1 - Αρχική κατάσταση

Ο πρώτος που παίζει είναι ο παίκτης X, δίνοντας input πρώτα την γραμμή και έπειτα την στήλη στην οποία επιθυμεί να κινηθεί. Σε περίπτωση που η κίνηση δεν είναι έγκυρη, μήνυμα λάθους εμφανίζεται στο τερματικό και ο χρήστης καλείται να δώσει νέα δεδομένα εισόδου. Το παιχνίδι συνεχίζεται και οι παίκτες παίζουν εναλλάξ. Επιτρεπόμενη κίνηση αποτελεί η τοποθέτηση ενός δίσκου σε κάποια θέση του πίνακα με τρόπο ώστε να απομονώνει κάποια πούλια του αντιπάλου (τουλάχιστον έναν), είτε οριζόντια, είτε κάθετα, είτε διαγώνια, ανάμεσα σε δύο δικά του.

Σκοπός του παιχνιδιού, είναι το γύρισμα των πουλιών του αντίθετου χρώματος, μέχρι την επικράτηση του ενός χρώματος αντί του άλλου. Στην καταμέτρηση, ο νικητής είναι εκείνος που κατέχει τον μεγαλύτερο αριθμό πουλιών.

# Υλοποίηση

Για την υλοποίηση του παιχνιδιού βασιστήκαμε στον κώδικα του 4<sup>ου</sup> Εργαστηρίου και στην 6η Διάλεξη του μαθήματος.

Συνοπτικά, στο πρόγραμμα βρίσκονται οι εξής κλάσεις:

## 1.3 – Κλάση Board

```
Board
  SF X : int
  SF O : int
  SF EMPTY : int
  lastMove : Move
  lastLetterPlayed : int
  gameBoard : int[][]
  numX : int
  numO : int
  Board()
  Board(Board)
  getLastMove() : Move
  getLastLetterPlayed() : int
  getNumX() : int
  getNumO() : int
  getGameBoard() : int[][]
  setLastMove(Move) : void
  setLastLetterPlayed(int) : void
  setNumX(int) : void
  setNumO(int) : void
  setGameBoard(int[][]): void
  updateAll(int) : void
  updateNum(int) : void
  makeMove(int, int, int) : void
  isValidMove(int, int, int) : boolean
  getChildren(int) : ArrayList<Board>
  evaluate() : int
  isTerminal() : boolean
  print() : void
```

## 1.4 – Κλάση Move

```
Move
  row : int
  col : int
  player : int
  Move()
  Move(int, int)
  Move(int)
  Move(int, int, int)
  getRow() : int
  getCol() : int
  getPlayer() : int
  setRow(int) : void
  setCol(int) : void
  setPlayer(int) : void
```

## 1.5 – Κλάση Reversi

```
Reversi
  main(String[]) : void
```

## 1.6 – Κλάση ReversiPlayer

```
ReversiPlayer
  maxDepth : int
  playerLetter : int
  ReversiPlayer()
  ReversiPlayer(int, int)
  MiniMax(Board) : Move
  max(Board, int) : Move
  min(Board, int) : Move
```

Συγκεκριμένα, η κλάση περιέχει όλα τα απαραίτητα για την διεξαγωγή του παιχνιδιού. Δημιουργεί τον AI αντίπαλο και ζητάει από τον χρήστη να παίξει πρώτος. Έπειτα, χρησιμοποιώντας το αντικείμενο **ReversiPlayer** της κλάσης **ReversiPlayer**, εκκινείται ο αλγόριθμος Minimax και ανάλογα τον παίκτη, υπολογίζεται η καλύτερη δυνατή κίνηση που μπορεί να πραγματοποιήσει ο υπολογιστής προκειμένου τελικά να κερδίσει το παιχνίδι.

- Χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Minimax:

Ο αλγόριθμος βρίσκεται στην κλάση **ReversiPlayer**. Με κάθε input στο ταμπλό, ο αλγόριθμος βρίσκει τα δυνατά παιδιά-κινήσεις που προκύπτουν, και επιλέγει το παιδί με τη βέλτιστη δυνατή τιμή, που είναι και η επόμενη κίνηση του υπολογιστή έναντι του παίκτη. Το αρχικό βάθος που έχει οριστεί είναι 4, δηλαδή ο υπολογιστής κοιτάζει 4 κινήσεις μπροστά, προκειμένου να καθορίσει τις συμφέρουσες κινήσεις και να προβλέψει όλες τις δυνατές κινήσεις του αντιπάλου και να επιλέξει ανάλογα.

- **Ευρετικές:**

Υλοποιήσαμε μια σύνθεση από τρεις ευρετικές στην μέθοδο **evaluate()**.

Η πρώτη ευρετική αποτελεί την διαφορά των  $X$  και  $O$ , δηλαδή το πλήθος των  $X$  μείον το πλήθος των  $O$ .

Η δεύτερη ευρετική αθροίζει τις τιμές των γωνιών του πίνακα, Αν ο  $X$  έχει και τις τέσσερις γωνίες κατειλημμένες, η ευρετική επιστρέφει 4, ενώ στην αντίθετη περίπτωση που ο  $O$  έχει και τις τέσσερις γωνίες του πίνακα, η ευρετική επιστρέφει -4.

Η τρίτη ευρετική αθροίζει τις τιμές στην περίμετρο του πίνακα, μείον των 4 γωνιών που υπολογίστηκαν ξεχωριστά προηγουμένως. Συνεπώς, υπολογίζει για 24 ακραία κελιά.

Η μέθοδος **evaluate()** επιστρέφει το σταθμισμένο άθροισμα των ευρετικών, καθώς τα ακραία κελιά είναι μεγαλύτερης βαρύτητας από τα εσωτερικά (δύσκολα αλλάζουν τιμές άπαξ και είναι κατειλημμένα), το άθροισμά τους συνεισφέρει με συντελεστή 2.

Οι γωνίες είναι τα σημαντικότερα κελιά απ' όλα επάνω στον πίνακα, καθώς αποτελούν στρατηγικές κινήσεις εγκλωβισμού του αντιπάλου, γι' αυτό κι όλα το άθροισμά τους συνεισφέρει με συντελεστή 10.

- **Τέλος παιχνιδιού**

Το παιχνίδι ολοκληρώνεται όταν δεν υπάρχει άλλη διαθέσιμη, έγκυρη κίνηση για κανέναν από τους δύο παίκτες, Η αναγνώριση μιας τερματικής κατάστασης πραγματοποιείται από την **boolean μέθοδο isTerminal()**. Η συγκεκριμένη μέθοδος διατρέχει όλες τις θέσεις του πίνακα και ελέγχει για έγκυρες κινήσεις είτε για τον  $X$  είτε για τον  $O$  παίκτη. Σε περίπτωση που βρει έστω μία διαθέσιμη έγκυρη κίνηση για κάποιον από τους δύο παίκτες, επιστρέφει false και η παρούσα κατάσταση δεν αποτελεί τερματική κατάσταση. Σε περίπτωση όμως που κανένας από τους δύο παίκτες δεν έχει άλλη διαθέσιμη κίνηση, το παιχνίδι ολοκληρώνεται και η κατάσταση ονομάζεται τερματική. Οι καταστάσεις από τον αρχικό πίνακα, έως την τελική κατάσταση, ονομάζονται ενδιάμεσες. Παραδείγματα ενδιάμεσων, αλλά και τερματικών καταστάσεων θα δούμε παρακάτω.

- **Δοκιμές**

Προκειμένου να ελέγξουμε εάν ο αλγόριθμος τρέχει σωστά και πραγματοποιεί επιλογές με βάση την λογική και τους περιορισμούς που έχει προγραμματισθεί να ακολουθεί, πραγματοποιήσαμε κάποιους ελέγχους με την χρήση ταμπλό δοκιμής. Πρόκεινται για ενδιάμεσες και τερματικές καταστάσεις παιχνιδιού που κατασκευάστηκαν από εμάς, με την βοήθεια του ίδιου παιχνιδιού σε τρίτη ιστοσελίδα<sup>5</sup>, στην οποία παίζαμε ξανά με αντίπαλο το πρόγραμμα. Προσπαθήσαμε να ελέγξουμε όσες περισσότερες παραλλαγές μπορούσαμε να εξάγουμε με το παιχνίδι και τις επιλογές μας, κάτι που μας βοήθησε αρκετά να διορθώσουμε και να βελτιστοποιήσουμε συγκεκριμένες συνθήκες εντός των μεθόδων υλοποίησης. Παρακάτω παρατίθενται ενδεικτικά δύο ενδιάμεσες και δύο τερματικές καταστάσεις.

- Test boards

ENDIAMESI KATASTASI #3 | K:

```
{
{ 0, 0, 0,-1, 0, 0, 1,-1},
{ 0, 0, 0,-1,-1, 1, 1, 1},
{ 0, 0,-1,-1, 1, 1, 1, 1},
{ 0,-1,-1, 1, 1,-1, 1, 1},
{ 0,-1,-1,-1,-1, 1,-1, 1},
{ 0, 0,-1,-1,-1,-1, 1, 1},
{ 0, 0,-1, 0, 0,-1, 0, 1},
{ 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}
}
```

ENDIAMESI KATASTASI #8

```
{
{ 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0},
{ 0, 0, 0, 0,-1,-1, 0, 0},
{ 0,-1,-1,-1,-1,-1,-1, 1},
{ 0, 0,-1,-1,-1,-1, 0, 1},
{ 0, 0,-1,-1,-1,-1,-1,-1},
{ 0, 0,-1, 0, 0, 0, 0, 0},
{ 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0},
{ 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0},
}
```

### 1.7 – Ενδιάμεσες Καταστάσεις

---

TELIKI KATASTASI #1, 1 X - 58 O (+5KENA)

```
{
{-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1},
{-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1},
{-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1},
{-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1, 0},
{-1,-1,-1,-1,-1,-1, 0, 0},
{-1,-1,-1,-1,-1,-1, 0, 1},
{-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1, 0},
{-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1},
}
```

### 1.8 –Τελικές Καταστάσεις

TELIKI KATASTASI #6, 16 X - 48 O (0 KENA)

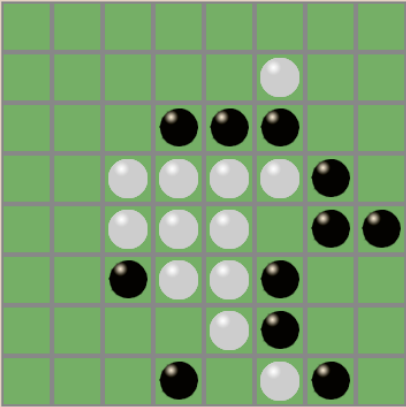
```
{
{-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1},
{-1,-1, 1, 1, 1, 1,-1,-1},
{-1,-1, 1,-1,-1,-1,-1,-1},
{ 1,-1, 1, 1, 1,-1,-1,-1},
{ 1,-1,-1,-1, 1,-1,-1,-1},
{ 1,-1,-1,-1,-1, 1,-1,-1},
{ 1,-1,-1, 1, 1,-1,-1,-1},
{-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1,-1},
}
```

## • Τελικό αποτέλεσμα

Αφού τεστάρουμε με διάφορες εισόδους το πρόγραμμα, δοκιμάσαμε τις δυνατότητες του παιχνιδιού μας, βάζοντας το να παίξει με αντίπαλο ένα ήδη υλοποιημένο παιχνίδι Reversi που βρίσκεται online στη διεύθυνση που παραθέτουμε στην Πηγή 5. Το πρόγραμμά μας ακολούθησε επιτυχημένα την καλύτερη τακτική προκειμένου να κερδίσει το παιχνίδι. Στην προκειμένη περίπτωση, το X στην online έκδοση είναι το O στο δικό μας παιχνίδι, ενώ το O στην online έκδοση είναι το X στο δικό μας.

Το παιχνίδι έληξε με σκορ 56 - 6 με νικητή το δικό μας παίκτη-υπολογιστή. Παρατίθενται σχετικά screenshots.

### Play Reversi Online



**You**  
Total: 11

**Your turn**

**Computer**  
Total: 12

Start New Game

Pass

Undo

Instructions:  
has a white side and a black side. You play the black pieces and the computer plays the white pieces. On your turn, you place one black piece on the board. You must place the piece so that a white piece is between your piece and an empty space. All of the white pieces between your piece and the empty space are then turned over to become black pieces. The game ends when there are no more moves left for either player.

```
main [Java Application] C:\Program Files\Java\jre1.8.0_191\bin
2 | | | | O | O | O | | |
3 | | | X | X | X | X | O | |
4 | | | X | X | X | | O | O |
5 | | | O | X | X | O | | |
6 | | | | | X | O | | |
7 | | | | O | | | X | O | |

Score: X:12 O:11

0 moves.
O played row 7 col 4

  0  1  2  3  4  5  6  7
0 | | | | | | | |
1 | | | | | | X | | |
2 | | | | O | O | O | | |
3 | | | X | X | O | X | O | |
4 | | | X | X | O | | O | O |
5 | | | O | X | O | O | | |
6 | | | | | O | O | | |
7 | | | | O | O | O | O | |

Score: X:7 O:17
```

Play Reversi Online

You

Total: 20

Your turn

Computer

Total: 11

Start New Game

Pass

Undo

Instructions:

as a white side and a black side. You play the black pieces and the computer plays the r turn, you place one black piece on the board. You must place the piece so that a white our pieces. All of the white pieces between your pieces are then turned over to become e computer plays in the manner with the white pieces. The game ends when there are no

main [Java Application] C:\Program Files\Java\jre1.8.0\_191\bin\java.exe

2					X		O		O			
3				X		X		X		X		O
4				X		X		X		X		O
5		O		O		O		O		O		
6						O		O				O
7					O		O		O			

Score: X:11 O:20

O moves.

O played row 3 col 7

	0	1	2	3	4	5	6	7				
0							O					
1				X				O				
2					X		O		O			
3				X		X		X		X		O
4				X		X		X		X		O
5		O		O		O		O		O		
6						O		O				O
7					O		O		O			

Score: X:10 O:22

Play Reversi Online

You

Total: 24

Your turn

Computer

Total: 19

Start New Game

Pass

Undo

Instructions:

is a white side and a black side. You play the black pieces and the computer plays the turn, you place one black piece on the board. You must place the piece so that a white ur pieces. All of the white pieces between your pieces are then turned over to become computer plays in the manner with the white pieces. The game ends when there are no

main [Java Application] C:\Program Files\Java\jre1.8.0\_191\bin\java.exe

2		O		O		X		X		X		X		X		O	
3		O				X		X		X		X		O		O	
4		O		X		X		O		X		O		X		O	
5		O		X		X		X		O		O		X		O	
6						X				O		O				O	
7						O		O		O		O				O	

Score: X:19 O:24

O moves.

O played row 3 col 1

	0	1	2	3	4	5	6	7									
0								O									
1		O			X				O								
2		O		O		X		X		X		X		O			
3		O		O		O		O		O		O		O		O	
4		O		X		O		O		X		O		X		O	
5		O		X		X		O		O		O		X		O	
6						X				O		O				O	
7						O		O		O		O				O	

Score: X:13 O:31

### Play Reversi Online

You

Total: 33

Your turn

Computer

Total: 18

Start New Game

Pass

Undo

Instructions:

iece has a white side and a black side. You play the black pieces and the computer plays the a your turn, you place one black piece on the board. You must place the piece so that a white by your pieces. All of the white pieces between your pieces are then turned over to become n the computer plays in the manner with the white pieces. The game ends when there are no

main [Java Application] C:\Program Files\Java\jre1.8.0\_191\bin\jav

```
-----
2 | 0 | 0 | X | X | X | X | X | 0 |
-----
3 | 0 | 0 | X | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
-----
4 | 0 | X | 0 | X | X | 0 | X | 0 |
-----
5 | 0 | 0 | X | X | 0 | 0 | X | 0 |
-----
6 | 0 |  | X | X | 0 | 0 |  | 0 |
-----
7 |  |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
-----

Score: X:18 O:33
-----

0 moves.
0 played row 1 col 1

  0  1  2  3  4  5  6  7
-----
0 |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
-----
1 | 0 | 0 | 0 |  | X | X |  |
-----
2 | 0 | 0 | 0 | X | X | X | X |
-----
3 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
-----
4 | 0 | X | 0 | X | 0 | 0 | X |
-----
5 | 0 | 0 | X | X | 0 | 0 | X |
-----
6 | 0 |  | X | X | 0 | 0 |  |
-----
7 |  |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 |
-----

Score: X:15 O:37
-----
```

### Play Reversi Online

You

Total: 37

Computer turn

Computer

Total: 15

Start New Game

Pass

Undo

Instructions:

has a white side and a black side. You play the black pieces and the computer plays the r turn, you place one black piece on the board. You must place the piece so that a white our pieces. All of the white pieces between your pieces are then turned over to become e computer plays in the manner with the white pieces. The game ends when there are no

main [Java Application] C:\Program Files\Java\jre1.8.0\_191\

```
-----
2 | 0 | 0 | X | X | X | X | X | 0 |
-----
3 | 0 | 0 | X | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
-----
4 | 0 | X | 0 | X | X | 0 | X | 0 |
-----
5 | 0 | 0 | X | X | 0 | 0 | X | 0 |
-----
6 | 0 |  | X | X | 0 | 0 |  | 0 |
-----
7 |  |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
-----

Score: X:18 O:33
-----

0 moves.
0 played row 1 col 1

  0  1  2  3  4  5  6  7
-----
0 |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |  |
-----
1 | 0 | 0 | 0 |  | X | X |  |
-----
2 | 0 | 0 | 0 | X | X | X | X |
-----
3 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
-----
4 | 0 | X | 0 | X | 0 | 0 | X |
-----
5 | 0 | 0 | X | X | 0 | 0 | X |
-----
6 | 0 |  | X | X | 0 | 0 |  |
-----
7 |  |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 |
-----

Score: X:15 O:37
-----
```



You

Total: 39

Computer

Total: 15

Your turn

Computer has no legal moves! It is your turn again

Start New Game

Pass

Undo

Instructions:

as a white side and a black side. You play the black pieces and the computer plays the white pieces. On your turn, you place one black piece on the board. You must place the piece so that a white piece is between your pieces. All of the white pieces between your pieces are then turned over to become black pieces. The computer plays in the manner with the white pieces. The game ends when there are no legal moves and the winner is the player that have more pieces on the board.

[Home](#)

Score: X:15 O:39

X moves.

No valid moves for player.

	0	1	2	3	4	5	6	7
0			O	O	O	O	O	
1		O	O	O		X	X	
2		O	O	O	X	X	X	O
3		O	O	X	O	O	O	O
4		O	X	O	X	O	O	O
5		O	X	X	X	O	O	O
6		O	X	X	X	O	O	O
7				O	O	O	O	

Score: X:15 O:39

O moves.

O played row 7 col 0

	0	1	2	3	4	5	6	7
0			O	O	O	O	O	
1		O	O	O		X	X	
2		O	O	O	X	X	X	O
3		O	O	X	O	O	O	O
4		O	X	O	O	O	O	O
5		O	X	O	X	O	O	O
6		O	X	X	X	O	O	O
7		O	X			O	O	O

You

Total: 44

Computer

Total: 13

Your turn

Computer has no legal moves! It is your turn again

Start New Game

Pass

Undo

Instructions:

ce has a white side and a black side. You play the black pieces and the computer plays the white pieces. On your turn, you place one black piece on the board. You must place the piece so that a white piece is between your pieces. All of the white pieces between your pieces are then turned over to become black pieces. The computer plays in the manner with the white pieces. The game ends when there are no legal moves and the winner is the player that have more pieces on the board.

[Home](#)

Score: X:13 O:44

X moves.

No valid moves for player.

	0	1	2	3	4	5	6	7
0			O	O	O	O	O	
1		O	O	O		X	X	
2		O	O	O	X	X	X	O
3		O	O	X	O	O	O	O
4		O	X	O	O	O	O	O
5		O	X	O	X	O	O	O
6		O	X	X	X	O	O	O
7		O	X			O	O	O

Score: X:13 O:44

O moves.

O played row 1 col 7

	0	1	2	3	4	5	6	7
0			O	O	O	O	O	
1		O	O	O		X	X	
2		O	O	O	X	X	X	O
3		O	O	X	O	O	O	O
4		O	X	O	O	O	O	O
5		O	X	O	X	O	O	O
6		O	X	X	X	O	O	O
7		O	X			O	O	O

## Play Reversi Online

You  
Total: 49

Your turn

Computer  
Total: 9

Computer has no legal moves! It is your turn again

Start New Game

Pass

Undo

Instructions:  
A piece has a white side and a black side. You play the black pieces and the computer plays the white pieces. In your turn, you place one black piece on the board. You must place the piece so that a white piece is between your piece and the edge of the board. All of the white pieces between your piece and the edge are then turned over to become black pieces. In the computer's turn, the computer plays in the same manner with the white pieces. The game ends when there are no legal moves and the winner is the player that has more pieces on the board.

[Home](#)

```
<terminated> main [Java Application] C:\Program Files\Java
0 played row 7 col 2

  0  1  2  3  4  5  6  7
0 |  |  |  |  |  |  |  |
1 |  |  |  |  |  |  |  |
2 |  |  |  |  |  |  |  |
3 |  |  |  |  |  |  |  |
4 |  |  |  |  |  |  |  |
5 |  |  |  |  |  |  |  |
6 |  |  |  |  |  |  |  |
7 |  |  |  |  |  |  |  |

Score: X:9 O:49

X moves.
No valid moves for player.

  0  1  2  3  4  5  6  7
0 |  |  |  |  |  |  |  |
1 |  |  |  |  |  |  |  |
2 |  |  |  |  |  |  |  |
3 |  |  |  |  |  |  |  |
4 |  |  |  |  |  |  |  |
5 |  |  |  |  |  |  |  |
6 |  |  |  |  |  |  |  |
7 |  |  |  |  |  |  |  |

Score: X:9 O:49
```

You  
Total: 52

Your turn

Computer  
Total: 7

Computer has no legal moves! It is your turn again

Start New Game

Pass

Undo

Instructions:  
A piece has a white side and a black side. You play the black pieces and the computer plays the white pieces. In your turn, you place one black piece on the board. You must place the piece so that a white piece is between your piece and the edge of the board. All of the white pieces between your piece and the edge are then turned over to become black pieces. In the computer's turn, the computer plays in the same manner with the white pieces. The game ends when there are no legal moves and the winner is the player that has more pieces on the board.

```
0 moves.
0 played row 1 col 3

  0  1  2  3  4  5  6  7
0 |  |  |  |  |  |  |  |
1 |  |  |  |  |  |  |  |
2 |  |  |  |  |  |  |  |
3 |  |  |  |  |  |  |  |
4 |  |  |  |  |  |  |  |
5 |  |  |  |  |  |  |  |
6 |  |  |  |  |  |  |  |
7 |  |  |  |  |  |  |  |

Score: X:7 O:52

X moves.
No valid moves for player.

  0  1  2  3  4  5  6  7
0 |  |  |  |  |  |  |  |
1 |  |  |  |  |  |  |  |
2 |  |  |  |  |  |  |  |
3 |  |  |  |  |  |  |  |
4 |  |  |  |  |  |  |  |
5 |  |  |  |  |  |  |  |
6 |  |  |  |  |  |  |  |
7 |  |  |  |  |  |  |  |
```

### Play Reversi Online

You

Total: 56

Computer turn

Computer

Total: 6

**Congratulations!! You won!!**

Start New Game Pass Undo

Instructions:  
The piece has a white side and a black side. You play the black pieces and the computer plays the white pieces. On your turn, you place one black piece on the board. You must place the piece so that a white piece is between your piece and the edge of the board. All of the white pieces between your piece and the edge are then turned over to become black pieces. The game ends when there are no legal moves and the winner is the player that have more pieces on the board.

```

<terminated> main [Java Application] C:\Program Files\Ja
Ju
1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | X | X | 0 |
2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | 0 | 0 |
3 | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
4 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
5 | 0 | X | 0 | 0 | X | 0 | 0 | 0 | 0 |
6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Score: X:8 O:53

0 moves.
0 played row 0 col 7

  0  1  2  3  4  5  6  7
0 |  |  |  |  |  |  |  |  |
1 |  |  |  |  |  |  | X | X |  |
2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
3 |  |  | X |  |  |  |  |  |  |
4 |  | X |  |  |  |  |  |  |  |
5 |  | X |  |  | X |  |  |  |  |
6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Score: X:6 O:56

Terminal
0 Wins!

```

## Πηγές – Βιβλιογραφία

1. Reversi. Διαθέσιμο σε: <https://en.wikipedia.org/wiki/Reversi> (Ανακτήθηκε 14 Νοεμβρίου, 2018).
2. Lazard, E. (1993). Strategy guide. Διαθέσιμο σε: [http://radagast.se/othello/Help/strategy.html?fbclid=IwAR2ICgdHSFtGYGQgP1XxG09i56Po\\_Eyq6NPA5qRwgO6BF-iOSmckO6Yuj5M](http://radagast.se/othello/Help/strategy.html?fbclid=IwAR2ICgdHSFtGYGQgP1XxG09i56Po_Eyq6NPA5qRwgO6BF-iOSmckO6Yuj5M) (Ανακτήθηκε 14 Νοεμβρίου, 2018).
3. Εργαστήριο 4, Τεχνητή Νοημοσύνη. Διαθέσιμο σε: <https://eclass.aueb.gr/modules/document/index.php?course=INF153&openDir=/5bac96e7huAU/580db704NbXC> (Ανακτήθηκε 14 Νοεμβρίου, 2018).
4. Διάλεξη 6η, Τεχνητή Νοημοσύνη. Διαθέσιμο σε: <https://eclass.aueb.gr/modules/document/index.php?course=INF153&openDir=/5bacfd55pXIO> (Ανακτήθηκε 14 Νοεμβρίου, 2018).
5. Online Reversi. Διαθέσιμο σε: <http://www.webgamesonline.com/reversi/> (Ανακτήθηκε 14 Νοεμβρίου, 2018).