**אלגוריתם למשחק XO**

**מספר האופציות של ניצחון:**

תהיה המטריצה ממימד n,

מספר האפשרויות לנצחון יהיה: n + n + 2

(מספר שורות + מספר עמודות + 2 אלכסונים).

**ניצור שני מערכים עבור שני השחקנים – כל מערך יהיה בגודל n + n + 2**

* n תאים ראשונים יהיו עבור השורות במטריצה
* n תאים הבאים יהיו עבור העמודות במטריצה
* תא הבא יהיה עבור האלכסון הראשי
* תא הבא יהיה עבור האלכסון המשני

**עבור כל בחירת תא במטריצה**:

* נבדוק מי השחקן – ונפנה למערך החד ממדי של אותו שחקן
* נבדוק מה התא שהשחקן בחר במטריצה – ואז בהתאם נקדם באחד את תוכן התאים המתאימים לבחירה, לפי האלגוריתם הבא:

התא בהכרח גם בשורה מסוימת, וגם בעמודה מסוימת:

* + כדי לסמן במערך החד ממדי את השורה שנבחרה – נפנה לתא לפי אינדקס השורה במטריצה
  + כדי לסמן במערך החד ממדי את העמודה שנבחרה – נפנה לתא לפי אינדקס העמודה במטריצה +n

נבדוק האם הוא גם באלכסון הראשי:

(אופן הבדיקה יהיה האם אינדקס שורה שווה לאינדקס עמודה)

* + אם התא נמצא באלכסון הראשי כדי לסמנו במערך החד ממדי– נפנה לתא n+n

נבדוק האם הוא גם באלכסון המשני:

(אופן הבדיקה יהיה האם אינדקס שורה + אינדקס עמודה = ממד המטריצה - 1)

* + אם התא נמצא באלכסון המשני כדי לסמנו במערך החד ממדי– נפנה לתא 1+n+n
* בכל פעם שנקדם את תוכן התא במערך החד ממדי – נבדוק האם הוא שווה לn – אם כן סימן שהשחקן ניצח
* אם השחקן לא ניצח – נבדוק האם הגענו למצב של תיקו על ידי :

סכימת תוכן n התאים הראשונים של המערך החד ממדי הראשון + סכימת תוכן n התאים הראשונים של המערך החד ממדי השני

אם הסכום יהיה שווה לn\*n סימן שיש תיקו

לשם הדגמה נבחר מטריצה בגודל 3\*3:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 0,2 | 0,1 | 0,0 |
| 1,2 | 1,1 | 1,0 |
| 2,2 | 2,1 | 2,0 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 0,2  (0\*3) + (2+1) = 3 | 0,1  (0\*3) + (1+1) = 2 | 0,0  (0\*3) + (0+1) = 1 |
| 1,2  (1\*3) + (2+1) = 6 | 1,1  (1\*3) + (1+1) = 5 | 1,0  (1\*3) + (0+1) = 4 |
| 2,2 | 2,1 | 2,0 |

מסקנה:

כדי לחשב ערך של תא- נעבוד לפי הנוסחה הבאה:

n \* row + col + 1

כדי לחשב היכן במטריצה ממוקם מספר מסוים z נחשב:

z - 1)/rank =int(row))

z – 1)% rank = col)

**דוגמה למימוש האלגוריתם**

לשם הדגמה נבחר מטריצה בגודל 3\*3:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 0,2 | 0,1 | 0,0 |
| 1,2 | 1,1 | 1,0 |
| 2,2 | 2,1 | 2,0 |

עבור כל שחקן ניצור מערך חד ממדי של טיפוס int מהסוג הבא: (בצורה דיפולטיבית כל תא במערך יקבל את הערך 0)

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| מספר עמודה במערך החד ממדי | משמעות התא | התאים האופציונליים במטריצה |
| 0 | שורה 0 במטריצה | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 0,2 | 0,1 | 0,0 | |
| 1 | שורה 1 במטריצה | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 1,2 | 1,1 | 1,0 | |
| 2 | שורה 2 במטריצה | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 2,2 | 2,1 | 2,0 | |
| 3 | עמודה 0 במטריצה | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 2,0 | 1,0 | 0,0 | |
| 4 | עמודה 1 במטריצה | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 2,1 | 1,1 | 0,1 | |
| 5 | עמודה 2 במטריצה | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 2,2 | 1,2 | 0,2 | |
| 6 | אלכסון ראשי במטריצה | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 2,2 | 1,1 | 0,0 | |
| 7 | אלכסון משני במטריצה | |  |  |  | | --- | --- | --- | | 2,0 | 1,1 | 0,2 | |

**דוגמה של ניצחון עבור x:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| שלב 1:  התחלת המשחק | מטריצה בגודל 3\*3:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 0,2 | 0,1 | 0,0 | | 1,2 | 1,1 | 1,0 | | 2,2 | 2,1 | 2,0 |   מערך של X:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   מערך של O:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| שלב 2:  X בחר את תא  0,0 | מטריצה בגודל 3\*3:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 0,2 | 0,1 | X | | 1,2 | 1,1 | 1,0 | | 2,2 | 2,1 | 2,0 |   מערך של X:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   מערך של O:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| שלב 3:  O בחר את תא  1,0 | מטריצה בגודל 3\*3:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 0,2 | 0,1 | X | | 1,2 | 1,1 | O | | 2,2 | 2,1 | 2,0 |   מערך של X:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   מערך של O:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| שלב 4:  X בחר את תא  1,1 | מטריצה בגודל 3\*3:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 0,2 | 0,1 | X | | 1,2 | X | O | | 2,2 | 2,1 | 2,0 |   מערך של X:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   מערך של O:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| שלב 5:  O בחר את תא  0,2 | מטריצה בגודל 3\*3:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | O | 0,1 | X | | 1,2 | X | O | | 2,2 | 2,1 | 2,0 |   מערך של X:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   מערך של O:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| שלב 6:  X בחר את תא  2,2 | מטריצה בגודל 3\*3:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | O | 0,1 | X | | 1,2 | X | O | | X | 2,1 | 2,0 |   מערך של X:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   מערך של O:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |

***X ניצח כי היה לו בטבלה החד ממדית תא שתוכנו שווה לn (כלומר ל 3 שזה ממד המטריצה)***

***התא שהכיל את n – הוא תא מספר 6 – שנמצא במקום n+n – שמסמל את האלכסון הראשי***

***כלומר: X ניצח על ידי מילוי האלכסון הראשי***

**דוגמה של תיקו:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| שלב 1:  התחלת המשחק | מטריצה בגודל 3\*3:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 0,2 | 0,1 | 0,0 | | 1,2 | 1,1 | 1,0 | | 2,2 | 2,1 | 2,0 |   מערך של X:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   מערך של O:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| שלב 2:  X בחר את תא  0,0 | מטריצה בגודל 3\*3:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 0,2 | 0,1 | X | | 1,2 | 1,1 | 1,0 | | 2,2 | 2,1 | 2,0 |   מערך של X:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   מערך של O:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| שלב 3:  O בחר את תא  1,0 | מטריצה בגודל 3\*3:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 0,2 | 0,1 | X | | 1,2 | 1,1 | O | | 2,2 | 2,1 | 2,0 |   מערך של X:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   מערך של O:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| שלב 4:  X בחר את תא  1,1 | מטריצה בגודל 3\*3:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 0,2 | 0,1 | X | | 1,2 | X | O | | 2,2 | 2,1 | 2,0 |   מערך של X:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   מערך של O:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| שלב 5:  O בחר את תא  0,2 | מטריצה בגודל 3\*3:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | O | 0,1 | X | | 1,2 | X | O | | 2,2 | 2,1 | 2,0 |   מערך של X:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   מערך של O:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| שלב 6:  X בחר את תא  2,0 | מטריצה בגודל 3\*3:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | O | 0,1 | X | | 1,2 | X | O | | 2,2 | 2,1 | X |   מערך של X:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   מערך של O:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| שלב 7:  O בחר את תא  0,1 | מטריצה בגודל 3\*3:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | O | O | X | | 1,2 | X | O | | 2,2 | 2,1 | X |   מערך של X:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 2 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   מערך של O:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| שלב 8:  X בחר את תא  2,1 | מטריצה בגודל 3\*3:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | O | O | X | | 1,2 | X | O | | 2,2 | X | X |   מערך של X:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   מערך של O:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| שלב 9:  O בחר את תא  2,2 | מטריצה בגודל 3\*3:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | O | O | X | | 1,2 | X | O | | O | X | X |   מערך של X:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   מערך של O:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| שלב 10:  X בחר את תא  1,2 | מטריצה בגודל 3\*3:   |  |  |  | | --- | --- | --- | | O | O | X | | X | X | O | | O | X | X |   מערך של X:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |   מערך של O:   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |

***סכימת תוכן n התאים הראשונים של המערך החד ממדי הראשון + סכימת תוכן n התאים הראשונים של המערך החד ממדי השני***

***1+2+2+2+1+1=9***

***כלומר הסכום שווה לn\*n סימן שיש תיקו***