

## **מבוא לביינה מלאכותית**

### **Fall 2025 CS-203-3610 סמסטר א' – שנה"ל תשפ"ו**

**מרצה:** שי בושינסקי

#### **פרויקט באლגוריתמי חיפוש לעומתי**

**מועד הגשתה אחרון:**

יום ו' 14 לפברואר 2026 – הגשתה בא-מייל ל-

**מרכיב הציון:**

התרגיל הינו רשות ויהווה 45% ציון מגן מהציון הסופי

**תנאי הגשתה:**

העבודה והגשתה בזוגות (ניתן כМОון להגיש ביחידים) - ניתן לממש אותה בכל שfat תכניות הנוחה לכם

**עליכם להודיעו במיל לפני המבחן אם בכוונתכם להגיש את הפרויקט  
שהז השיקול יכנס לתוקף**

1. מי שיתחייב מראש ולא יגish - ציונו הסופי יפגע בהתאם
2. **מайдך לא תתקבלנה** עבודות שלא הייתה התchingות להגשת עליהן לפני המבחן

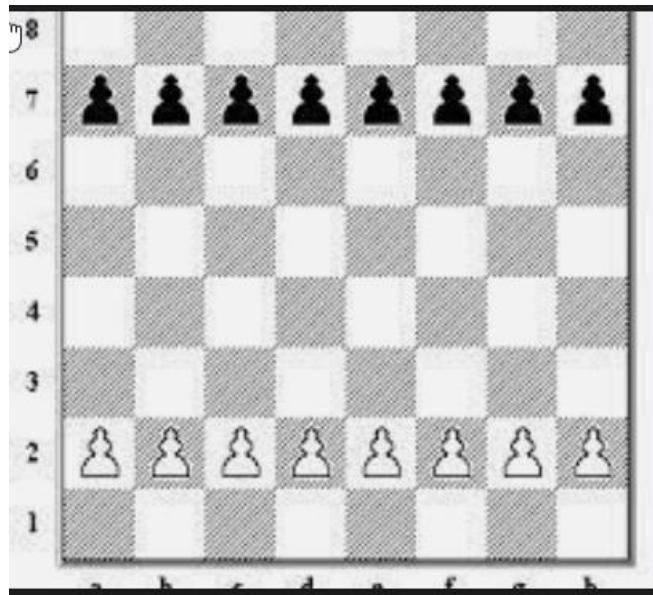
**המשך:**

סקרנו אלגוריתמי משחק שונים בפרט אלגוריתם מינimax אלף ביתא ואלגוריתם MCTS וכן שימוש בהיסטוריות ובמבנה נתוניים מתאימים. המשימה שלכם היא לפתח סוכן אוטונומי המסוגל לשחק ברמה גבוהה את המשחק שני דגלים תחת מגבלות זמן – זמן המוקצב לכל המשחק (פרמטר הניתן מראש בדקות). על הסוכן להשלים את כל מהלכיו במסגרת הזמן המוקצב אחרת יפסיד.

**על הסוכן להיות מסוגל:**

1. לשחק נגד יריב אנושי
2. לשחק החל ממצב נתון (SETUP)
3. לשחק נגד סוכן אחר

## משחק שני דגליים



## תאור המשחק

- .1. המשחק משוחק בין 2 שחקנים: לבן ושחור על לוח שחמט 8X8
- .2. הלבן מתחיל
- .3. לכל שחקן 8 רגליים הממוקדים בשורה השנייה (לבן) ובשורה השביעית (שחור)
- .4. כל שחקן חייב לבצע מהלך כלומר להזיז רגל אחד בתورو
- .5. חוקי תנועת הרגליים כחוקי התנועה במשחק רגלי נסע צעד אחד קדימה  
רשאי להכות רגלי הנמצא במשבצת סמוכה אליו באלכסון  
חסום – אין יכול לתקדם אם רגלי יריב נמצא במשבצת סמוכה מולו  
בפתחה רשאי הרגלי לדלג שני צעדים בתנאי שתי המשבצות שלפניו  
פנוiot – קרי רשאי רגלי בשתי המשבצות שלפניו  
rangle יריב הנמצא במשבצת סמוכה אופקית לרגלי שזה עתה דילג רשאי  
להכותו כאילו אותו רגלי נסע משבצת אחת – זכות זאת נשמרת אך ורק  
لتור אחד (הכאה אגב הילוך – (en passant

ניצחון המשחק יוכריז אם אחד מהתנאים הבאים מתרחש:

1. הצלחה להנחת ראשן רגלי בשורה האחורונה
2. הצלחה להכות את כל רגלי היריב
3. הצלחה לגרום למצב שבו ליריב אין מהלך אפשרי

תיאור מהלכי המשחק

1. המשחק יתוארך באופן אלגברי
2. המשבצת השמאלית התחתונה היא המשבצת a1
3. המשבצת הימנית התחתונה היא המשבצת h1
4. כל מהלך יהוא ע"י ציון משבצת המקור ומשבצת היעד למשל: המהלך הראשון של הלבן יכול להיות h2h4 ושל השחור h7h5  
(במצב זה שני הרגלים יעדמו זה מול זה ולא יוכל להתקדם)

פרוטוקול משחק בין סוכנים

לצורך הערכת הסוכן ינוהל טורניר בין סוכנים אחרים. ניתן משקל משמעותי ביצועו של הסוכן מול שאר הסוכנים היריבים. הטורניר ינוהל ע"י שירות ייעודי לפי פרוטוקול הבא: (כפוף לשינויים מינוריים)

1. סוכן יתחבר לשרת tcp-ip socket port שיגדר בהמשך
2. לאחר ההתחברות מקבל מהשרת הודעה Connected to the server !  
חסוך מוצלח
3. ישלח OK
4. לאחר מכן ימתין לקבל הודעה Time מהשרת עם פרמטר הזמן המוקצב למשחק בדקות
5. ישלח OK
6. עם קבלת הודעה Begin מהשרת הוא ידרש למהלך הראשון
7. מנוקודה זו יכנס הסוכן לולאת משחק עד לסיום המשחק שבו ישלח מהלך ולסירוגין מקבל מהיריבו
8. אם הסוכן ירצה לפרוש מהמשחק טרם סיומו (כגיעה) ישלח את הודעה exit לשרת
9. בזמן איתחול על התוכנית לתמוך בפקודה Setup לסדר מצב התחלתי כלשהו שלאחריה מחרזות עם זורות של שלושה תוים רצופים מופרדים ברוחה עברו כל רגלי בעמדה. התו הראשון מצין את צבע הרגלי, השני את הטור בו הוא ממוקם והשלישי את השורה בה הוא ממוקם. הנתון:

Setup Wb4 Wa3 Wc2 Bg7 Wd4 Bg6 Be7

## **פרק דרישות תיעוד והסבירים**

בפרק זה עלייכם לענות על **כל השאלות** המתייחסות לקוד שפיתחتم. על כל שאלה יש לתת הסבר, רצוי לשלב קוד קצר לרלונטי אם ניתן. אם לא מימשتم את הנשאל, עלייכם לנמק מדוע.

### **א. שאלות על היצוג ומבנה הנתונים:**

- .a. מה היצוג שבחרתם ללוח המשחק ?
- .b. מהם מבני הנתונים שהסוכן נעזר בהם ?
- .c. כיצד האלגוריתם מחולל את המהלים שלו ?
- .d. כיצד האלגוריתם מזהה מצבים טרמינליים ?
- .e. כיצד האלגוריתם מנהל את הזמן הקצוב לו לכל המשחק ?
- .f. האם האלגוריתם חושב בזמן שהיריב חושב ?

### **ב. שאלות על פונקציית ההערכה:**

- .a. תארו את פונקציית ההערכה הסטטistica שבניתם
- .b. אילו פיצ'רים מהמשחק היא כוללת ?
- .c. כיצד היא מחלצת פיצ'רים אלה מהמצב הנוכחי שבלוח ?
- .d. איך היא ממתקלת אותם ?
- .e. מה טווח ההערכה שלה ?
- .f. מה ערך הפונקציה במצב טרמינלי ?
- .g. כיצד בוחנתם את הדיוק שלה ?
- .h. הדגימו את ההערכה שלה במספר מצבים מפתח מהמשחק שבעזרתם בוחנתם אותה
- .i. האם אתם משתמשים בה רק בעלים או גם לצורך גיזום ו/או ב策מים פנימיים ?

### **ג. שאלות על אלגוריתם החיפוש:**

- .a. תארו את אלגוריתם החיפוש בו בחרתם ?
- .b. האם השתמשתם בהיוריסטיות חיפוש ?
- .c. האם השתמשתם בטבלת טרנספוזיציות ?
- .i. אם כן כיצד היא מיוצרת ?
  - .ii. מה איחשנתם בה ?
  - .iii. כיצד אתם נעזרים בה בחיפוש ?
- .d. מהם עומק החיפוש המינימלי המוצע והמקסימלי הנכפים מהאלגוריתם ?
- .e. מהו מקדם הפיצול BRANCHING FACTOR של המשחק ?
- .f. מהו הTOTAL EFFECTIVE BRANCHING FACTOR של הסוכן ?
- .g. האם השתמשתם בגיזומים קדימה ו/או אחרת ?
- .i. אם כן, מהו האפקט של הגיזומים על ביצועי האלגוריתם החיפוש ?

- h. האם השתמשתם בהרחבות חיפוש?
- i. אם כן, באילו תנאים האלגוריתם מרחיב את החיפוש?
- ii. מהו הקriterיון לעצירת ההרחבות?

**ד. שאלות על למידה ואופטימיזציה:**

- a. האם השתמשתם באלגוריתמי למידה ו/או אופטימיזציה לשיפור הסוכן שלו?
- i. אם כן, פרטו תהליכייהם אלה
- ii. מה היו הקriterיונים להפסיק את הלמידה, או את האופטימיזציה?
- b. מה הייתה השיטה לבחון את ביצועי האלגוריתם במהלך הפיתוח?
- I. האם השתמשתם בגרסאות שונות על-מנת לבחון את האלגוריתם שלו?
- II. כיצד החלטתם שגרסת סוכן אחת טובה מהשניה?

- ה. שאלות על מקורות העבודה**
- a. בחרו וציירו 5 מצבים שונים בהם בחרתם את הסוכן הציגו את המהלך שביצעת ואת הערכה שלו – הסבירו מה מיוחד במצבים אלה
  - b. הציירו 3 משחקים יפים ששיחק עם פרוט המהלים שbowcou – תנו הסבר על מהלך המשחק
  - c. הבילטו מה מקורי בעבודה כמו למשל הפיצ'רים, פונקציות הערכה, אלגוריתם ניהול הזמן וכל נושא אחר שתמצאו לנכון

**ו. שאלות כלליות:**

- a. כיצד הינה תהליך הפיתוח?
- b. אילו עקרונות כליליים לגבי המשחק שני דגלים הסקתם מתוך התנשות בפראוייקט?
- c. אילו מסקנות היו לכם מהפראוייקט?
- d. אילו דרכי שיפור אתם רואים לעתיד?

מתכונת ההגשה:

יש להגיש:

- א. מסמך התיעוד וההסברים הנ"ל
- ב. תוכנת מקור SOURCE – מימוש הנ"ל בשפת תכנות לבחירתך (מתועדת)
- ג. תוכנות ריצה מתאימות EXE
- ד. הסבר כיצד להריך:

- a. הנהל משחק מהתחלת מול הסוכן
- b. איך מפענחים את הפליטים של הסוכן תוך כדי המשחק
- c. איך מסדרים מצב שאפשר להתחילה לשחק ממנו SETUP

## **TCP/IP Protocol Example for the 2 flags game (Shay Bushinsky 01/01/2026)**

This is a skeleton for a client-server for the 2 flags game

The OS is Linux

The server allows sending commands and move to your player program

You need to integrate your player into the client side

In this example:

Initially, the server sends setup commands

After the client connects it needs to send OK (**no newline**)

Then it receives the setup command

Setup - to setup the initial position

Client responds OK

Time X - to setup the number of minutes for your program to play the entire game

Client responds OK

From now on the game can begin:

In this example the moves are entered from command line on both sides

From prompt server sends its move (e2e4)

Client responds with its move (e7e5)

And server sends exit to terminate

In the above example the server plays white

In case the program would play white the server should send the Begin command

And then the player should respond with Its initial move

Here is how the example looks from both sides the client (player) and the server:

```
(.venv) shay@DESKTOP-I2E9RDA:~/client$ ./client 127.0.0.1 9999
```

Connected to the server!

<Awaiting server response...

Server: Setup Wa2 Wb2 Wc2 Wd2 We2 Wf2 Wg2 Wh2 Ba7 Bb7 Bc7 Bd7 Be7 Bf7 Bg7 Bh7

<Awaiting server response...

Server: Time 30

```
<Awaiting server response...
Server: e2e4
<e7e5
Awaiting server response...
Server has quit the session
Server: exit
*****Session*****
Bytes written: 10 Bytes read: 84
Elapsed time: 82 secs
Connection closed
(.venv) shay@DESKTOP-I2E9RDA:~/client$
```

```
(.venv) shay@DESKTOP-I2E9RDA:~/server$ ./server 9999
Waiting for a client to connect...
Connected with client!
Awaiting client response...
Client: OK
<Awaiting client response...
Client: OK
<Awaiting client response...
Client: OK
<e2e4
Awaiting client response...
Client: e7e5
<exit
*****Session*****
Bytes written: 80 Bytes read: 32649
Elapsed time: 82 secs
Connection closed...
```