

מבוא לבינה מלאכותית

Fall 2025 CS-203-3610

סמסטר א' – שנה"ל תשפ"ו

מרצה: שי בושנסקי

פרויקט באלגוריתמי חיפוש לעומתי

מועד הגשה אחרון:

יום ו' 14 לפברואר 2026 – ההגשה באי-מייל ל- shay@cs.haifa.ac.il

מרכיב הציון:

התרגיל הינו רשות ויהווה 45% ציון מגן מהציון הסופי

תנאי ההגשה:

העבודה וההגשה בזוגות (ניתן כמובן להגיש ביחידים) - ניתן לממש אותה בכל

שפת תכנות הנוחה לכם

עליכם להודיע במייל לפני המבחן אם בכוונתכם להגיש את הפרויקט

שאז השיקול יכנס לתוקף

1. מי שיתחייב מראש ולא יגיש - ציונו הסופי יפגע בהתאם

2. מאידך לא תתקבלנה עבודות שלא היתה התחייבות להגשה עליהן לפני המבחן

המשימה:

סקרנו אלגוריתמי משחק שונים בפרט אלגוריתם מינמקס אלפא ביתא ואלגוריתם MCTS וכן שימוש בהיוריסטיקות ובמבני נתונים מתאימים. המשימה שלכם היא לפתח סוכן אוטונומי המסוגל לשחק ברמה גבוהה את המשחק **שני דגלים** תחת מגבלת זמן – זמן המוקצב לכל המשחק (פרמטר הניתן מראש בדקות). על הסוכן להשלים את כל מהלכיו במסגרת הזמן המוקצב אחרת יפסיד.

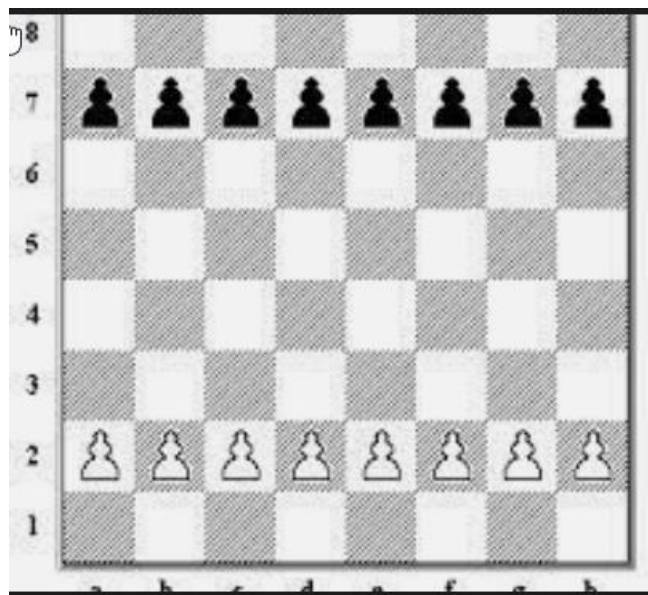
על הסוכן להיות מסוגל:

1. לשחק נגד יריב אנושי

2. לשחק החל ממצב נתון (SETUP)

3. לשחק נגד סוכן אחר

משחק שני דגלים



תאור המשחק

1. המשחק משוחק בין 2 שחקנים: לבן ושחור על לוח שחמט 8X8
2. הלבן מתחיל
3. לכל שחקן 8 רגלים המסודרים בשורה השניה (לבן) ובשורה השביעית (שחור)
4. כל שחקן חייב לבצע מהלך כלומר להזיז רגלי אחד בתורו
5. חוקי תנועת הרגלי הם כחוקי התנועה בשחמט רגלי נע צעד אחד קדימה
רשאי להכות רגלי הנמצא במשבצת סמוכה אליו באלכסון חסום – אינו יכול להתקדם אם רגלי יריב נמצא במשבצת סמוכה מולו
בפתיחה רשאי הרגלי לדלג שני צעדים בתנאי ששתי המשבצות שלפניו פנויות – קרי שאין רגלי בשתי המשבצות שלפניו
רגלי יריב הנמצא במשבצת סמוכה אופקית לרגלי שזה עתה דילג רשאי להכותו כאילו אותו רגלי נסע משבצת אחת – זכות זאת נשמרת אך ורק לתור אחד (הכאה אגב הילוך – en passant)

ניצחון המשחק יוכרז אם אחד מהתנאים הבאים מתרחש:

1. הצלחה להנחית ראשון רגלי בשורה האחרונה
2. הצלחה להכות את כל רגלי היריב
3. הצלחה לגרום למצב שבו ליריב אין מהלך אפשרי

תיאור מהלכי המשחק

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

פרוטוקול משחק בין סוכנים

- לצורך הערכת הסוכן ינוהל טורניר בינו לבין סוכנים אחרים. ינתן משקל משמעותי בציון להישג של הסוכן מול שאר הסוכנים היריבים. הטורניר ינוהל ע"י שרת יעודי לפי הפרוטוקול הבא: (כפוף לשינויים מינוריים)
1. סוכן יתחבר לשרת tcp-ip socket port שיוגדר בהמשך
 2. לאחר ההתחברות יקבל מהשרת הודעה Connected to the server! לסמן חיבור מוצלח
 3. ישלח OK
 4. לאחר מכן ימתין לקבלת ההודעה Time מהשרת עם פרמטר הזמן המוקצב למשחק בדקות
 5. ישלח OK
 6. עם קבלת ההודעה Begin מהשרת הוא ידרש למהלך הראשון
 7. מנקודה זו יכנס הסוכן ללולאת משחק עד לסיום המשחק שבו ישלח מהלך ולסירוגין יקבל מהלך מהיריב
 8. אם הסוכן ירצה לפרוש מהמשחק טרם סיומו (כניעה) ישלח את ההודעה exit לשרת
 9. בזמן איתחול על התוכנית לתמוך בפקודה Setup לסידור מצב התחלתי כלשהו שלאחריה מחרוזת עם חזרות של שלושה תווים רצופים מופרדים ברווח עבור כל רגלי בעמדה. התו הראשון מציין 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 והסברים

בפרק זה עליכם לענות על כל השאלות המתיחסות לקוד שפיתחתם. על כל שאלה יש לתת הסבר, רצוי לשלב קטע קוד קצר רלוונטי אם ניתן. אם לא מימשתם את הנשאל, עליכם לנמק מדוע.

א. שאלות על היצוג ומבני הנתונים:

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

ב. שאלות על פונקצית ההערכה:

- a. תארו את פונקצית ההערכה הסטטית שבניתם
- b. אילו פיצ'רים מהמשחק היא כוללת?
- c. כיצד היא מחלצת פיצ'רים אלה מהמצב הנוכחי שבלוח?
- d. איך היא ממשקלת אותם?
- e. מה טווח ההערכה שלה?
- f. מה ערך הפונקציה במצב טרמינלי?
- g. כיצד בחנתם את הדיוק שלה?
- h. הדגימו את ההערכה שלה למספר מצבי מפתח מהמשחק שבעזרתם בחנתם אותה
- i. האם אתם משתמשים בה רק בעלים או גם לצורך גיזום ו/או בצמתים פנימיים?

ג. שאלות על אלגוריתם החיפוש:

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

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

ד. שאלות על למידה ואופטימיזציה:

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

ה. שאלות על מקורות העבודה

- a. בחרו 1 ו 5 מצבים שונים בהם בחנתם את הסוכן הציגו את המהלך שביצע ואת ההערכה שלו – הסבירו מה מיוחד במצבים אלה
 b. הציגו 3 משחקים יפים ששיחק עם פרוט המהלכים שבוצעו – תנו הסבר על מהלך המשחק
 c. הבליטו מה מקורי בעבודה כמו למשל הפיצ'רים, פונקציות הערכה, אלגוריתם ניהול הזמן וכל נושא אחר שתמצאו לנכון

ו. שאלות כלליות:

- a. כיצד התנהל תהליך הפיתוח?
 b. אילו עקרונות כלליים לגבי המשחק שני דגלים הסקתם מתוך ההתנסות בפרוייקט?
 c. אילו מסקנות היו לכם מהפרוייקט?
 d. אילו דרכי שיפור אתם רואים לעתיד?

מתכונת ההגשה :

יש להגיש:

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

- a. לנהל משחק מהתחלה מול הסוכן
 b. איך מפענחים את הפלטים של הסוכן תוך כדי המשחק
 c. איך מסדרים מצב שאפשר להתחיל לשחק ממנו SETUP

TCP/IP Protocol Example sfor 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...
```