

תרגיל בית 2: Game of Amazons



מטרות התרגיל

- הבנת הדינמיקה של משחקי שני שחקנים על בסיס משחק ספציפי.
- התנסות בניתוח פונקציות היוריסטיות.
- התנסות באלגוריתם מינימקס ובמימוש וריאציות עליו.
- ביצוע מחקר המשווה בין ביצועי שחקנים שונים.

הערות

- תאריך הגשה: 31/12/15.
- את המטלה יש להגיש **בזוגות בלבד!**
- שאלות בנוגע לתרגיל יש לשלוח למיטל: maytal@tx.technion.ac.il.
- אנא עיינו ברשימת ה-FAQ המתעדכנת באתר לפני פנייה בשאלות דרך המייל.
- הרצת הניסויים בחלק ד' של התרגיל עשויה לערוך מספר שעות. הקפידו לתכנן את זמן העבודה על התרגיל בהתאם, והימנעו מלדחות את שלב הניסויים לרגע האחרון. **לא יינתנו דחיות על רקע זה.**



מבוא והנחיות

במטלה זו תתכננו ותממשו שחקנים למשחק Amazons. את חוקי המשחק המחייבים לצורך התרגיל ניתן למצוא כאן: <http://www.iggamecenter.com/info/en/amazons.html>. הקפידו לקרוא אותם בקפידה טרם העבודה על התרגיל.

כל שחקן שתממשו, בהינתן מצב לוח, יספק את הפעולה לביצוע. השחקן יהיה מחויב לשתי מגבלות זמן:

1. זמן אתחול (setup): הזמן הנדרש כדי להתכונן למשחק, לאתחל מבני נתונים וכו'. לצורך התרגיל והתחרות נקבע זמן זה להיות 2 שניות.
2. זמן עבור k מהלכים: לכל k מהלכים במשחק יש אותה מגבלת זמן, כאשר זמן שאינו מנוצל בתום k מהלכים אינו נצבר לטובת k המהלכים הבאים. בתרגיל ובתחרות: $k=5$.

בעוד שזמן ה-setup הוא קבוע, הזמן עבור k מהלכים עשוי להשתנות בין משחקים, ולכן השחקן יפעל במתכונת anytime-contract עם מדיניות ניהול זמנים לבחירתכם.

לפני שאתם ניגשים לתרגיל, מומלץ להתנסות מעט במשחק על-מנת לקבל הבנה טובה יותר שלו. משחק חינמי להורדה ניתן למצוא כאן למשל: <http://www.csun.edu/~lorentz/Invader.exe>. כמו כן, בקוד שסופק לכם קיים מנוע להרצת המשחק, שחקן אינטראקטיבי (המחכה לקלט מהמשתמש לשם ביצוע מהלך), וכן שחקן רנדומלי ושחקן עם היוריסטיקה פשוטה, אשר ניתן לשחק מולם.

חלק א' – הבנת המשחק (20 נק')

1. חשבו במדויק (ניתן להיעזר לשם כך בקוד המסופק) את מקדם הסיעוף של הצעד הראשון במשחק.
2. כאשר בוחנים את מקדם הסיעוף כפונקציה של מספר המהלכים שבוצעו במשחק, האם ניתן לחזות מגמה כללית כלשהי? נמקו.

בשאלות 3-4 בלבד, נתבונן בווריאציה הבאה של המשחק:



בכל פעם שאמזונה של אחד השחקנים יורה חץ למשבצת מסוימת, היריב רשאי לשגר לעברה ארנב טורף או לצעוק מושגים בלוגיקה, ובכך להסיח את דעתה ולגרום לה להחטיא. במידה והיריב בוחר לעשות זאת, החץ ינחת בהסתברות שווה באחת המשבצות הפנויות מבין 8 המשבצות השכנות לזו שאליה כוון החץ. לדוגמא, אם החץ כוון למשבצת שכל 8 שכנותיה פנויות, והיריב בוחר לשגר ארנב, החץ ינחת באחת המשבצות השכנות, בהסתברות של $1/8$ לכל משבצת.

3. איזה שינוי יש לבצע בייצוג המצבים במשחק? הסבירו.
4. ציירו סכמה המתארת כיצד נראה עץ משחק עד לעומק 5 (כאשר השורש הוא בעומק 0), תחת ריצה של אלגוריתם Expectimax למציאת מהלך במשחק החדש. על הסכמה לכלול סימון שונה

עבור כל אחד מסוגי הצמתים האפשריים (min/max/prob), ומקרא המפרט את הסימונים השונים. הסבירו את הסכמה.

חלק ב' – הבנת השחקן הפשוט (8 נק')

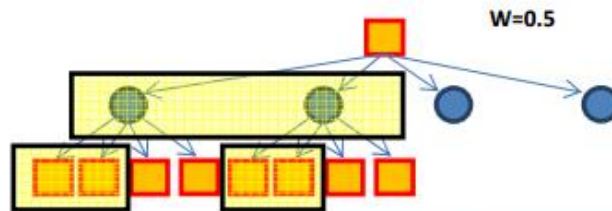
קראו את הקוד של השחקן הפשוט המסופק כדוגמא ב-`players/simple_player`.

5. מהי הגישה (הנאיבית) בה נוקט השחקן לשם חלוקת הזמן בין המהלכים? ציינו חיסרון אפשרי של גישה זו והסבירו.
6. מהי הפונקציה ההיוריסטית בה משתמש השחקן? הסבירו את המוטיבציה להיוריסטיקה זו.

חלק ג' – שיפור השחקן (18 נק')

על השחקנים שתממשו בחלק זה לרשת מהמחלקה `AbstractPlayer` (או מהמחלקה `Player`) שבקוד המסופק.

7. ממשו שחקן `SelectiveAlphaBeta(w)`, אשר בכל פיתוח של צומת מתייחס רק לתת-קבוצה של המצבים העוקבים (וזורק את השאר). החלק היחסי שיבחר הינו $0 \leq w \leq 1$, שהוא פרמטר של האלגוריתם. הציעו שיטה לבחירת תת-קבוצה הנ"ל והסבירו אותה.



```
AlphaBeta(State, Agent, Alpha, Beta)
  If G(State) then return U(State, Agent)
  Turn ← Turn(State)
  Children ← Succ(State)
```

(במקום השורה האחרונה כאן, האלגוריתם יבחר רק תת-קבוצה של המצבים העוקבים)

8. בחרו וממשו את אחד השיפורים הבאים לאלגוריתם מינימקס עם גיזום אלפא-ביתא. ציינו מפורשות את בחירתכם והסבירו מדוע לדעתכם השינוי שהצעתם יהיה משמעותי בשיפור השחקן.
 - העמקה סלקטיבית עד רגיעה - הציעו קריטריון למצב "לא שקט" (מצב הנראה מבטיח בטווח הקצר, אך הבחירה בו עשויה להתגלות כמזיקה תוך מספר מהלכים). תארו את הרציונל מאחורי הקריטריון שהגדרתם. תזכורת: על מנת לקבל הערכה טובה יותר של מצבים לא שקטים, נרצה להמשיך לפתח אותם עד ל"רגיעה" (גם אם הגענו כבר למגבלת עומק החיפוש).
 - ניהול זמן – הציעו דרך לשפר את אופן חלוקת הזמן בין כל k מהלכים והסבירו.

חלק ד' – ניסויים, תוצאות ומסקנות (54 נק')

בחלק זה נשתמש בשיטת הניקוד הבאה: ניצחון = 1 נק', תיקו = 0.5 נק', הפסד = 0 נק'.

ניסוי 1 – בחירת ערך w

בניסוי זה נריץ טורנירים בין 4 שחקנים: 3 שחקני SelectiveAlphaBeta(w) עם ערכי $w < 1$ שונים לבחירתכם ו-simple_player (שהוא למעשה שחקן SelectiveAlphaBeta עם $w=1$). עבור כל זוג שחקנים

$\binom{4}{2}$ צמדים כפול 2 אפשרויות לבחירת צבעי השחקנים) הריצו סדרת משחקים עם מגבלות הזמנים

הבאות: 2 שניות, 10 שניות, 50 שניות (כל מגבלת זמן היא עבור 5 מהלכים). סה"כ עליכם להריץ 36 משחקים.

9. הציגו גרף בודד המתאר עבור כל אחת ממגבלות הזמנים את הניקוד הכולל של שחקן SelectiveAlphaBeta כפונקציה של w . הקפידו להשתמש בצבעים או בסוגי קו שונים עבור מגבלות זמן שונות.

10. נגדיר את $w^*(k)$ להיות ערך w שעבורו ביצועי SelectiveAlphaBeta הם אופטימליים תחת מגבלת זמן k .

- הציגו גרף בודד המתאר את w^* כפונקציה של k .
- האם ניתן להצביע על קשר בין המשתנים? הציעו הסבר לממצאים.
- ממשו פונקציה $get_w(k)$, המקבלת מגבלת זמן k ומחזירה את w האופטימלי עבור מגבלת הזמן הזו (אתם רשאים להניח שהקלט לפונקציה הוא 2, 10 או 50 בלבד).

ניסוי 2 – השוואת שחקנים

נגדיר ארבעה שחקנים, היורשים מהמחלקה AbstractPlayer (או מהמחלקה Player) שבקוד המסופק:

- השחקן הפשוט (מסופק).
- שחקן SelectiveAlphaBeta(get_w) (כלומר שחקן המקבל כקלט את הפונקציה get_w , וקובע באמצעותה את ערך הפרמטר w בהתאם למגבלת הזמן k).
- שחקן אלפא-ביתא פשוט עם השיפור שהצעתם בשאלה 8.
- שחקן SelectiveAlphaBeta(get_w) עם השיפור משאלה 8.

עבור כל זוג שחקנים $\binom{4}{2}$ צמדים כפול 2 אפשרויות לבחירת צבעי השחקנים), הריצו סדרת משחקים עם מגבלות הזמנים הבאות: 2 שניות, 10 שניות, 50 שניות (כל מגבלת זמן היא עבור 5 מהלכים). סה"כ עליכם להריץ 36 משחקים.

11. הציגו גרף בודד המתאר את הניקוד הכולל של כל שחקן כפונקציה של מגבלת הזמן. הקפידו להשתמש בצבעים או בסוגי קו שונים עבור שחקנים שונים.

12. כיצד משתנה, אם בכלל, דירוג השחקנים כאשר בוחנים מגבלות זמן שונות? האם התוצאות מתיישבות עם האינטואיציה שלכם? אם כן – הסבירו מדוע. אם לא – הציעו הסבר לממצאים.

13. האם ישנם מקרים בהם הדירוג היחסי בין שני שחקנים לא השתנה, אך הפערים ביניהם הצטמצמו/גדלו? הציעו הסבר לממצאים.
14. **בהסתמך על תוצאות הניסוי:** אם הייתם צריכים לשפר את אחד השחקנים וע"י כך ליצור שחקן חמישי, טוב יותר מארבעת השחקנים שבניסוי, כיצד הייתם עושים זאת? הציעו שיפור אחד לפחות. **הסבירו על אילו תוצאות הסתמכתם** ומדוע אתם מסיקים מהן שהשחקן המשופר יגלה יתרון על ארבעת הקודמים.

חלק ה' – התחרות

עליכם לממש שחקן יחיד עבור השתתפות בתחרות. ניתן להשתמש באחד השחקנים שמימשתם בסעיפים הקודמים או לחילופין לממש שחקן חדש כרצונכם, אך ההשתתפות בתחרות היא חובה. למטלה זו אין משקל בניקוד תרגיל בית 2 עם סייג אחד: **במידה והשחקן שתגישו לא ירוץ, תיתכן הורדת נקודות על התרגיל.**

בתחרות שנקיים בין השחקנים שתגישו, יאכפו שתי מגבלות זמנים: מגבלת זמן גלובלית של 2 שניות לשחקן עבור שלב האתחול, וכן מגבלת זמן גלובלית של מספר שניות לשחקן עבור כל 5 מהלכים. שימו לב שהדבר מאפשר לכם חופש פעולה בהגדרת הזמן שברצונכם להקצות לחישוב כל אחד מהמהלכים. הסוכנים ייבחנו תחת 3 מגבלות הזמנים שהוגדרו בשלב הניסוי. זמן החישוב הכולל של כל 5 מהלכים צריך להיות נמוך מהמגבלה המוגדרת. שחקן שיחרוג מהזמן המוקצה, יפסיד טכנית במשחק הספציפי בו קרתה החריגה.

- מחלקת השחקן צריכה להיקרא `Player` ולרשת מהמחלקה `AbstractPlayer` (או מהמחלקה `Player` של `simple_player`).
 - אתם רשאים לבחור עבור השחקן שלכם שם יצירתי כרצונכם ע"י דריסת הפונקציה `__repr__` ב-`Player` באופן הבא:
- ```
def __repr__(self):
 return '{} {}'.format(abstract.AbstractPlayer.__repr__(self),
 'Senorita_Analphabeta')
```
- חל איסור להשתמש ברשת האינטרנט או ברשת מקומית כלשהי.
  - חל איסור להשתמש בכל סוג של קוד מקבילי.
  - צריכת הזיכרון של השחקן שלכם מוגבלת ל-512 MB.
  - כל שחקן שינסה לרמות או לשבש את קוד היריב או המערכת ייפסל.
  - ניתן לבצע פעולות אתחול ו/או עיבוד מקדים בבנאי (`__init__`) של השחקן.
  - התחרות תכלול שלושה מקצים עם אותן מגבלות זמן שהוגדרו בחלק ד' של התרגיל.
  - סטודנטים שיממשו שחקנים אשר יצטיינו בתחרות, יזכו בבונוס מכובד לציון הסופי של הקורס (ובתהילת עולם):

מקום ראשון: 5 נק' 

מקום שני: 4 נק'. 

מקום שלישי: 3 נק'. 

מקום רביעי: 2 נק'. 

מקום חמישי: 1 נק'. 

לקבלת הבונוס, נבקש מחמשת המנצחים להגיש מסמך PDF קצר בן כעמוד (לא יותר משניים), המתאר את השחקן שלהם. במסמך נבקשכם להתייחס לפחות לחמשת השאלות המנחות הבאות:

- מה החלקים הייחודיים של השחקן שלכם לעומת שחקן אלפא-ביתא גנרי? בפרט חשוב להתייחס להגדרת ההיוריסטיקות ולכל שיפור או שינוי שמימשתם באלגוריתם.
- מה להערכתכם היתרון היחסי של השחקן שלכם לעומת השחקן המסופק ושחקנים אחרים שסטודנטים אחרים אולי מימשו? באילו מצבים ו/או סוגי משחקים אתם צופים שהשחקן שלכם יהיה טוב מאחרים?
- מה החסרונות או נקודות החולשה של השחקן שלכם, להערכתכם? מדוע?
- תארו תובנה אחת מעניינת שהגעתם אליה במהלך הפיתוח בהקשר למשחק זה, לאסטרטגיות בו, לאלגוריתם אלפא-ביתא או כל דבר אחר. האם תובנה זו השפיעה על המימוש של שחקן התחרות, אם כן - כיצד, אם לא – מדוע?
- אם היה לכם זמן נוסף בלתי מוגבל להמשיך ולפתח את השחקן שלכם, כיצד הייתם מנצלים אותו על מנת לשפרו?

## הוראות הגשה

- הגשת התרגיל תתבצע אלקטרונית בלבד.
- כהכנה להגשה, אתם מתבקשים ליצור בתוך התיקייה `players` שבקוד המסופק **תיקייה יחידה** בשם `AI2_<id1>_<id2>` (ללא הסוגריים המשולשים), שבתוכה הקבצים הבאים:
  - קובץ ריק בשם `__init__.py`.
  - 4 תיקיות ששמן `selectivePlayer`, `improvedPlayer`, `improvedSelectivePlayer`, `competition_player` עבור 3 השחקנים שמימשתם בניסוי 2 והשחקן אותו אתם מגישים לתחרות. על כל אחת מהתיקיות הללו להכיל קובץ `__init__.py` עם קוד השחקן שלכם (או `import` לקוד). מחלקת השחקן צריכה להיקרא `Player` ולרשת מהמחלקה `AbstractPlayer` (או מהמחלקה `Player` של `simple_player`) שבקוד המסופק.
  - כל קובץ עזר שכתבתם, אשר קוד השחקנים משתמש בו.
  - כל חבילה חיצונית בה השתמשתם (שלא אנחנו סיפקנו לכם), אשר לא ניתן להתקין באמצעות הפקודה `pip install`, זאת על מנת שיהיה אפשר להריץ את הקוד שלכם על כל מחשב.

- קובץ `libs.txt`, המכיל את שמות כל החבילות בהן השתמשתם ואשר **ניתן להתקין** באמצעות הפקודה `pip install`. הקובץ יכול להיות ריק. הקובץ צריך להיות בפורמט הבא:

```
mammatplotlib
numpy
```

- קובץ בשם `AI_HW2.PDF`, המכיל את התשובות לחלק היבש והערות מיוחדות הנוגעות לקוד במידה ויש צורך בכך.
- קובץ בשם `readme.txt` בפורמט הבא:

```
name1 id1 email1
name2 id2 email2
```

- על-מנת לוודא שמבנה הקבצים הנ"ל תקין, בדקו שאתם מסוגלים להריץ את הפקודה הבאה:  

```
python run_amazons.py 2 3 5 y AI2_123_456.competition_player simple_player
```
- פקודה זו אמורה להריץ משחק בין השחקן שלכם (כשחקן הלבן) לבין השחקן הפשוט. את התיקייה `AI2_<id1>_<id2>` יש לקבץ לארכיון בשם `AI2_<id1>_<id2>.zip`, **שאותו (ואותו בלבד) עליכם להגיש**.
- אין להעתיק את הקבצים המסופקים לכם אל תוך תיקיית ההגשה. הניחו כי קבצים אלו יהיו זמינים בעת בדיקת התרגיל.
- שימו לב שכל הפנייה למיקום קובץ/תיקייה כלשהם בקוד תהיה רלטיבית (relative path) ולא אבסולוטית, כך שהקוד יעבוד כפי שהוא על כל מחשב בכל מיקום שנבחר לתיקיית הפרויקט. הקפידו לבדוק זאת לפני ההגשה!
- הקפידו על קוד ברור, קריא ומתועד ברמה סבירה. עליכם לתעד כל חלק שאינו טריוויאלי בקוד שלכם.
- אתם רשאים לעשות שימוש בכל קוד שתמצאו ברשת, אך כל קוד חיצוני מצריך הצהרה מפורשת על המקור שלו בקובץ `AI_HW2.PDF`.

**בהצלחה!**