תרגיל בית 3 - פתרון בעיות על ידי RL

מבוא

מטרת התרגיל היא להתנסות בפתרון אחת הגרסאות של משחק zuma בעזרת RL.

המטלה הזאת דומה למטלה ה2 רק שעכשיו לא ניתן להשתמש במידע על המודל (הסתברויות וערכי תגמול) ועם שינוי קטן.

עקרון המשחק הוא שהשחקן (הצפרדע) צריך לירות כדורים כך שמצטמצם השורה של הכדורים. השחקן מקבל צבע כדור לירות. כאשר יש 3 או יותר כדורים אחד אחרי השני בשורה מאותו הצבע אז הם נעלמים. כל צבע מתנהגת בצורה שונה שיפורט בהמשך. המטרה היא למקסם את הניקוד שלנו עד סוף המשחק.

המשחק מורכב מ:

- שורה/מערך של כדורים עליו השחקן לצמצם
- המודל של המשחק (הסתברויות)
- כמות צעדים עד סוף משחק

הבעיה

כקלט תקבלו את המשחק כאובייקט. המשחק מאותחל כך שמקבל את זה כקלט; זוג סדור שמורכב ממספר צעדים עד סוף משחק, גודל רשימה מקסימלית, רשימה של השורה של כדורים בו המשחק מאותחל בו, מילון של ערכים שמתארת את ההסתברויות והתפלגויות של המשחק וערך בוליאני בשביל לדבג.

כל הסתברות במילון היא שונה לפי צבעי הכדורים המדוברים. כדומה למטלה הקודמת אנחנו יכולים **לנסות** לירות לכל מקום בשורה אומנם זה תלוי בהסתברות להצלחה לצבע, אחרת הוא יבחר כל מקום אחר ברשימה (כולל לא להוסיף לרשימה) בהסתברות שווה.
בנוסף אם נוסף כדור וגודל השורה אחרי צמצום גדול יותר מגודל מקסימלי של שורה אז הכדור האחרון ברשימה נופלת ומקבלים עונש בגודל ערך של כדור, כלומר אותו הערך של המפתח extra_pop.

צבע הכדור שיווצר לכל צעד היא תלוי בהתפלגות הצבעים שנתון (לדוגמה אדום 0.3 צהוב 0.5 ירוק 0.2).

לצמצום יש גם הסתברות לקרות ורק כאשר הוכנס כדור לרצף שלו.
יכול להיות רשימה מאותחלת עם רצפים גדולים מ3 ויכול להיות שהם לא יצטמצמו אפילו כשיש כדור שהוכנס ברצף, זה בודאות לא יצטמצם אם לא הוכנס כדור ברצף, אבל יכול להיות צמצום נגרר מצבעים שונים במיקום (דוגמה יהיה מפורט בהמשך).

הניקוד לצמצום יהיה כך שיש ניקוד מינימלי של רצף מינימלי של 3 וכל כדור נוסף יכול להוסיף עוד לניקוד.
לדוגמה אם צמצום של 3 כדורים אדומים יהיה פרס של 5 וכל כדור אדום נוסף ברצף יהיה בונוס לפרס של 2, אז פרס של צמצום של 5 כדורים אדומים יהיה 9 (5 על ה3 כדורים הראשונים והשתיים האחרונים התוסף 4).

בסוף המשחק אם צומצם כל השורה אז מקבלים פרס ענק, אם לא צומצם כל המשחק אז מקבלים עונש על כל כדור שנשאר לפי הצבע שלו.

זאת אומרת מטרת המשחק היא אך ורק לצמצם את השורה ולמקסם את הניקוד לפי המודל המתקבל. המשחק יכול להיגמר ב 2 אופנים:

- **הצלחה:** השחקן צמצם את השורה.
- **כשלון:** השחקן לא הצליח לצמצם את השורה תחת הכמות צעדים הנתונה.

הערה: בניגוד למטלה הקודמת המשחק כן נגמר כאשר מצמצמים את כל השורה.

תיאור המשימה

לתרגיל זה מצורף את הקוד שמממש את המשחק ואת קובץ הבדיקה. עליכם לממש את המחלקה המממש את קונטרולר של המשחק כך שניתן יהיה לפתור את המשחק ולמקסם את הניקוד עם המודל הנתון.

קובץ ex3.py המצורף מכיל את חתימות הפונקציות שעליכם לממש. (ניתן כמובן גם למשש פונקציות נוספות):

1. פונקציית choose_next_action, יודע לתת את הפעולה הבאה לפי הפוליסיה שאותו הגדרתם באתחול האובייקט (כלומר מחזיר את הסקלר שמייצג את האינדקס לאיפה ברשימה של השורה שעליכם לצמצם את הכדור הנוכחי שניתן לזריקה).
2. פונקציית load_policy פונקציה שתרצו להעלות את האובייקט המדיניות שלכם, למען בדיקה, (אם יכשל בבדיקה אז לא יבדק). נא לבדוק את שגרסת הסיפריות שלכם כתובות לקובץ details.txt וגם עם גרסת הפייתון שאתם משתמשים, גרסת הפייתון של הבדיקה תהיה 3.7.
3. פונקציית save_policy פונקציה שתוכלו לשמור את האובייקט מדיניות שלכם לקובץ למען בדיקה, זה יצטרך להיות תואם לload policy.

<u>אין לשנות את חתימות הפונקציות כלל!</u>

<u>אין להשתמש בפונקציה submit_next_action במשחק המקורי!</u>

ייצוג קלט

הקלט שמתאר את הבעיה

לדוגמא הקריאה:

```
game = zuma.create_zuma_game((20,  [1, 2, 3, 3, 3, 4, 2, 1, 2, 3, 4, 4],
example, debug_mode))
```

```
example = {
    'chosen_action_prob': {1: 0.6, 2: 0.7, 3: 0.5, 4: 0.9},
    # 'chosen_action_prob': {1: 1, 2: 1, 3: 1, 4: 1},
    'next_color_dist': {1: 0.1, 2: 0.6, 3: 0.15, 4: 0.15},
    # 'next_color_dist': {1: 0.25, 2: 0.25, 3: 0.25, 4: 0.25},
    'color_pop_prob': {1: 0.6, 2: 0.7, 3: 0.4, 4: 0.9},
    'color_pop_reward': {'3_pop': {1: 3, 2: 1, 3: 2, 4: 2},
                         'extra_pop': {1: 1, 2: 2, 3: 3, 4: 1}},
    'color_not_finished_punishment': {1: 2, 2: 3, 3: 5, 4: 1},
    'finished_reward': 150,
    'seed': 42}
```

כאשר:

- האיבר הראשון בזוג הסדור הוא מספר הצעדים
- האיבר השני בזוג הסדור הוא גודל מקסימלי של שורה
- האיבר השלישי בזוג הסדור הוא רשימה מאותחלת של השורה כאשר:
  - 1 - מסמל כדור אדום
  - 2 - מסמל כדור כחול
  - 3 - מסמל כדור ירוק
  - 4 - מסמל כדור צהוב
- האיבר הרביעי בזוג הסדור הוא מילון של ערכים להתפלגויות כאשר:
  - הסתברות הצלחה של כדור להיכנס למקום שבחרתם, במילון הזה המפתח הוא הצבע והערך הוא ההסתברות הצלחה של כדור מאותו הצבע - chosen_action_prob
  - התפלגות צבעי הכדורים לזריקה לכל צעד, במילון הזה המפתח הוא הצבע והערך הוא ההסתברות שכדור הבא לזריקה יהיה בצבע הנ"ל, זה צריך להסתכם ל1 - next_color_dist
  - הסתברות צמצום של רצף כדורים מצבע מסוים אחרי הכנסה, במילון הזה המפתח הוא הצבע והערך הוא ההסתברות צמצום רצף שאחרי שהוכנס כדור לרשימה מאותו הצבע ליד/בתוך רצף מאותו הצבע - color_pop_prob
  - תגמולי צמצום, במילון הזה קיים שני מילונים, במילון הראשון עם מפתח pop_3 מתואר לכל צבע מה תגמול לצמצום מינימלי (רק 3 כדורים) כאשר המפתח זה הצבע והערך זה התגמול, במילון השני עם מפתח extra_pop מתואר לכל צבע את התגמול הבונוס לכל כדור נוסף ברצף מעל 3 כאשר המפתח הוא הצבע והערך הוא תגמול המתווסף לכל כדור נוסף. - color_pop_reward
  - עונשי סוף משחק לכל כדור נשאר מצבע מסוים, במילון הזה המפתח הוא צבע והערך הוא העונש להביא על כל כדור מאותו הצבע. - color_not_finished_punishment
  - תגמול סוף משחק ניתנת רק כאשר הסתיים המשחק עם שורה ריקה זה מיוצג במספר - finished_reward
  - מספר הנותן לשחזר תוצאות אקראיות, אם תרוצו את אותו מספר כל הפעולות האקראיות יפעלו בול אותו הדבר בהינתן אותו קלט. - seed
- האיבר החמישי הוא משתנה בוליאני של להדליק הדפסת דיבאג בשביל לנוחיותכם, זה מתאר את התוצאה של ההגרלה לכל פעולה שקיימת לה אקראיות.

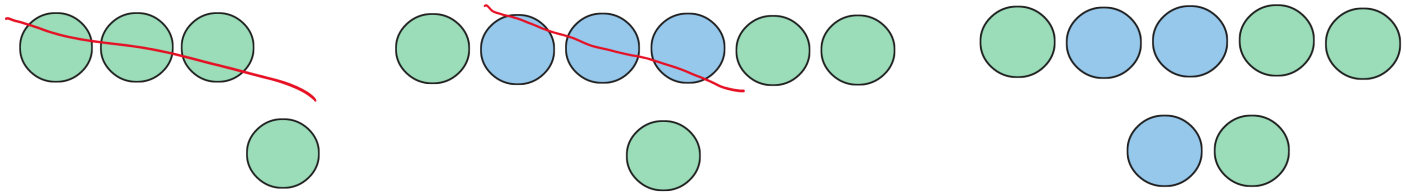
<u>הערה:</u> אין לכם יכולת להשתמש בseed כדי "לחזות את העתיד". אתם כן יכולים לשנות אותו כדי לקבל כמה דגימות משחק (אפיסודות). הseed נועד כדי לשחזר תוצאות למען דיבאג.

אופן וחוקיות התזוזה

לרשותכם n+2 פעולות כאשר n מייצג אורך השורה:

- יש n+1 פעולות של להכניס את הכדור המתקבל בין כל שני כדורים בשורה או בקצוות השורה
- יש פעולה אחת של לדלג על הכדור המתקבל לעבור לכדור הבא (נזרק ולא משומש יותר)

כל פעולה יכולה לגרום לשורה להצטמצם ויכולה לגרום לתגובת שרשרת של צמצום, כלומר אם אחרי שהכנסנו כדור ונוצר 3 או יותר ברצף מאותו הצבע נוציא את הרצף ואז נצטרך לעשות את הבדיקה שוב פעם כי יכולה להיווצר מצב שבו קיים רצף נוסף לאחר הוצאת רצף. לדוגמה מצב משחק כזה:



נכניס את הכדור הכחול ככה שיווצר רצף של 3 כדורים כחולים, הכדורים מצטמצמים ואז אחר בדיקה נוספת קיימת רצף חדש של 3 כדורים ירוקים ומצמצמים אותם גם, לכן לאחר פעולה אחת צמצמנו את השורה.

שימו לב, שהמצב ההתחלתי **יכול** להתחיל עם רצפים גדולים מ2.

<u>הערה</u>: כדורים מצטמצמים רק כאשר נזרק כדור ליד/בתוך הרצף מאותו הצבע (שהיה קיים או שנוצר מהזריקה) ואחרי צמצום הראשון בזריקה אם קיים עוד רצפים באיזור הזריקה (בודקים את אינדקס של תחילת הרצף שצומצם).

<u>הערה:</u> אם השורה אחרי זריקה נהיית יותר ארוכה מאורך מקסימלי של שורה שהוגדר מראש הכדור האחרון נופל ומתקבל עונש לפי צבע הכדור.

דגשים

- שימו לב שקיבלתם חלק מהמידע על המשחק כבר בקובץ ex3 וקיים עוד 3 פונקציות שמותר לכם להשתמש בתוך ex3 למען לימוד המדיניות שלכם ושליפת הפעולה הבאה.

- הפונקציות שבתוך game שמותר לכם להשתמש זה get_current_state (מחזיר לך זוג סדור כאשר האיבר הראשון הוא השורה הנוכחית, האיבר השני הכדור הנוכחי, האיבר השלישי זה כמות הצעדים שבוצע עד כה, האיבר הרביעי זה כמות הצעדים שהוקצה למשחק עד סיומו),
submit_next_action (מקבל פעולה שהיא אינדקס לזריקת הכדור הנוכחי, ומחזירה את השורה אחרי צמצומים, את הכדור הבא, את התגמול מהפעולה הנוכחי והאם המשחק נגמר או לא),
reset (מאפס את המשחק לתנאי התחלה ויש לו פרמטר לאפשר לייצר שורה חדשה),
play_game (מאפשר לכם לשחק משחק שלם ולקבל את התגמול השלם למשחק).

- שימו לב שאתם לא יכולים לשנות את המודל של המשחק המקורי ולא לגשת לערכים במודל שלו.

- אמנם ייצוג המצב הוא בחירה שלכם אולם יש להקפיד על ייצוג הפעולות בדיוק כפי שכתוב – אותיות גדולות/קטנות, קווים תחתונים, ייצוג הפעולות נכון וכו. הבדיקה אוטומטית, ולכן אם תטעו כאן תקבלו ציון נמוך מאד, וחבל.

בדיקת התרגיל

התרגיל המוגש ייבדק באופן אוטומטי, ולכן חשוב להקפיד על שמות מדויקים של קבצים, מחלקות ופעולות. הבדיקה תיבדק על אוסף קלטים בגדלים שונים ולכן חשוב שחישוב על מדיניות שלכם תהיה בזמן סביר. לאחר מכן הפתרון ייבדק צעד אחר צעד על מנת לוודא שהפתרון אכן תקין.

הקובץ check.py המצורף מריץ את המשחק עם הקלט לדוגמה ומחזיר את התגמול הממוצעת של המשחק ואת זמני הרצה שלה. קובץ זה לא מבצע בדיקת נכונות של הפתרון המוחזר, ולכן זוהי אחריות שלכם לוודא שהפתרונות שלכם נכונים.

הרצת הקובץ באמצעות הפקודה:

```
python3 check.py
```

<u>הערה:</u> לא יהיה הרצות קוד על שרת מצידי, אם תצטרכו להריץ תעשו עצמאית דרך הלינק, זה מיועד לווינדוס אבל תוכלו למצוא איך להתחבר עם לינוקס, או תריצו עצמאית. הצפי זה לריצת בעיה מתחת לדקה וקובץ מדיניות שלא עולה על 50MB (אלה גבולות מערכת סאבמיט בבקשה להתאים את הגדלים בהתאם).

הסבר קצר על הקוד המצורף

הקוד מורכב מחמישה קבצי פייתון:

1. Ex3.py – קובץ שבו נעשית העבודה העיקרית שלכם, והקובץ היחיד שעליכם לשנות. אמור להכיל את ה-class של policy המכיל את כל הפונקציות כפי שמתואר בסעיף "תיאור משימה". הקובץ כולל את חתימות של הפונקציות שעליכם לממש. **התרגיל יבדק עם קובץ ex3.py שלכם, ושאר הקבצים כפי שהם מופיעים במצבם המקורי ולכן אין טעם לשנות קבצים אחרים** (למעט הבעיות השונות שנבדוק עליהם את הקוד).
2. check.py – קובץ המכיל פונקציות מעטפת המנסות לפתור את הבעיה, ומכיל בעיה קטנה לדוגמא שאפשר לפתור. זה הקובץ שעליכם להריץ לבדיקת הפתרון שלכם.
3. zuma.py – מכיל את אלגוריתמי המשחק ואופן הפעולה שבה המשחק מתנהגת.

הגשה

- תאריך ההגשה עד ה 20.01.25
- הגשה ביחידים בלבד
- את הת.ז. של המגיש יש לרשום במשתנה id בקובץ ex3.py וכן לצרף קובץ details.txt המכיל את שם ות.ז של המגיש, ואת הקובץ מדיניות שלכם שהיצרתם בעזרת save_policy.
- שאלות על התרגיל יש לשאול בפורום שאלות ותשובות יעודי ב"למדה". שאלות יענו אחת ליומיים - שלושה במרוכז.
- הגשת התרגיל תהיה דרך מערכת ה submit. יש להגיש רק את הקובץ ex3.py וקובץ details.txt. אין להגיש קבצי עזר המצורפים לתרגיל. אין להגיש קובץ בפורמט אחר (לדוגמא zip או rar). התוצאות שהשרת מחזיר לכם לא רלוונטי,
לכן אין מה להתרגש מהציון 0 כי זה לא הציון העדכני ולא תהיה פלט לקוד.