תרגיל בית 2 | Gobblet Gobblers

30 בדצמבר 2022

חלק א'

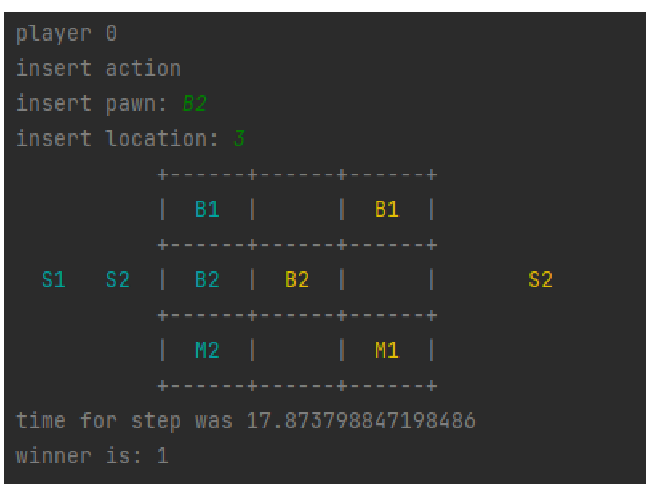
1. הדפסה של מצב סופי במשחק שנגמר בניצחון:

2. מצב זה ייתכן כאשר אחד הגובלינים של השחקן שתורו לשחק (בדוגמה זה שחקן 1) מכסה את אחד הגובלינים של השחקן השני (בדוגמה גובלין B1 צהוב מכסה M1 כחול) ואותו שחקן מחליט להזיז את הגובלין המכסה (ייתכן שאין לו ברירה או שלא זכר מה יש הוא מכסה) ולמעשה חושף את הגובלין של השחקן היריב מה שגורם לרצף כלשהו ולכן לניצחון.

3. מספר מקסימלי של אפשרויות לפעולות מתקבל בתור הראשון כאשר כל הלוח פנוי ואין אף הגבלה על פעולה כלשהי. במצב זה לשחקן יש 9 גובלינים שניתנים להזזה וכל אחד מהם ניתן למקם על כל משבצת על הלוח, כלומר לכל גובלין יש 9 אפשרויות מיקום. לכן בסך הכל יש 81 אפשרויות לפעולות שונות (9 לכל אחד מ-9 הגובלינים).

חלק ג'

1. יתרונות: ב- min-max מוגבל משאבים יש הגבלה על זמן הריצה של האלגוריתם, היוריסטיקה קלה לחישוב לוקחת פחות זמן ריצה ולכן חסכונית יותר במשאבים לעומת היוריסטיקה קשה לחישוב. כדי לחסוך בזיכרון מריצים את האלגוריתם כל פעם



איור 1:

```
player 0
insert action
insert pawn: B2
insert location: 2
           +------+------+------+
           |  B1  |  B1  |  B2  |
           +------+------+------+  M1   M2
  S1   S2  |      |  M2  |      |       S2
           +------+------+------+
           |      |  B2  |      |
           +------+------+------+
time for step was 21.27796220779419
player 1
insert action
insert pawn: B1
insert location: 6
           +------+------+------+
           |  M1  |  B1  |  B2  |
           +------+------+------+  M1   M2
  S1   S2  |      |  M2  |      |       S2
           +------+------+------+
           |  B1  |  B2  |      |
           +------+------+------+
time for step was 30.176507234573364
winner is: 1
```

איור 2 :

שחקן 1 (צהוב) מבין הוא חייב למקם גובלין במשבצת 6 כדי לחסום את האלכסון, בוחר להזיז את B1 (אם היה מזיז גובלין אחר בכל מקרה השחקן הכחול היה מנצח בתור הבא) ובכך חושף את M1 הכחול שגורר רצף בשורה העליונה ועל כן ניצחון לשחקן הכחול.

שהגיע תורנו ולכן זה יכול להיות חיסכון משמעותי בזמן ריצה.

חסרונות: היורסטיקה קלה לחישוב נותנת אינפורמציה טובה יותר לגבי השאלה מהו מצב טוב ועל כן תוביל לבחירה נכונה ומדוייקת יותר על הפעולה הכדאית לביצוע על מנת להגיע לניצחון. היוריסטיקה פחות מיודעת יכולה להוביל לבחירת פעולה אחרת שפחות כדאית בדרך לניצחון.

2. אין בהכרח טעות באלגוריתם שדני כתב וסיטואציה זו יכולה לנבוע מאופן בחירת הצעד של אלגוריתם min-max. בכל תור האלגוריתם בוחר צעד הבא לביצוע בו ייתקבל הניקוד הכי טוב בהינתן שהיריב בוחר לבצע את הפעולה שתפגע בנו בצורה מקסימלית.

מקרה אחד שמסביר את אופן פעולת האלגוריתם הוא מצב בו למרות שקיימת פעולה בודדת עד ניצחון קיים רצף פעולות שמוביל לערך מינימקס שווה או גדול ממנו (בגלל השימוש בהיורסטיקה בשל הגבלת המשאבים יכול להיות ערך גדול יותר) ואז האלגוריתם ייבחר לבצע פעולה אחרת שאמנם תדרוש מספר גדול יותר של צעדים עד הניצחון אבל מספקת ערך מינמקס גדול יותר מאותה פעולה בודדת.

3. בגישה זו במקום להחזיר את הפעולה הכי טובה לביצוע, מחזירים את הפעולה הכי טובה לביצוע תחת הגבלת זמן של t שניות. מריצים בצורה איטרטבית את אלגוריתם min-max עם הגבלה על העומק ,כאשר בכל איטרציה מעלים את הגבלת העומק בשכבה אחת. מחזירים את הפיתרון שמתקבל מההרצה של האלגוריתם עם העומק הכי גדול שמסתיים תחת הגבלת הזמן של t שניות. כך האלגוריתם מחזיר את הפיתרון הכי טוב שניתן למצוא תחת אותה הגבלת זמן. מכיוון שהאלגוריתם רץ עד שמגיע למגבלת זמן t, הוא נעצר באמצע איטרציה כלשהי ולכן מוחזר הפיתרון שהתקבל מהאיטרציה האחרונה שהסתיימה במלואה. עד שהאיטרציה האחרונה מגיעה לסיומה למעשה האלגוריתם רץ ומחפש פיתרון למרות שהפיתרון שיוחזר כבר ידוע לנו (התקבל מהאיטרציה האחרונה). יש פה מצב של בזבוז משאבים, ההבדל בזמן הריצה בין כל איטרציה יכול להיות משמעותי ולכן עלול להיווצר מצב שבו הרוב הגדול של החישוב מיותר לגמרי (בדוגמה בהרצאה שמתייחסת לשחמט יש בזבוז של 94% מהמשאבים).

4. (א) אלגוריתם minimax מניח יריב הפועל באופן רציונלי כלומר מנסה למקסם את הניקוד שלו, זה בא לידי ביטוי בשכבת ה-min של היריב באלגוריתם (בגלל שזה משחק סכום אפס ויש רק 2 סוכנים אז min על היריב זה בהכרח max על הניקוד שלך). בסעיף זה יש הנחה של השחקנים במשחק פועלים בצורה רציונלית,כלומר מנסים למקסם את הניקוד שלהם. עבור מספר גדול משני שחקנים קיימת השפעה גם משחקן שתורו לא לפנייך, לכן נחזיק ווקטור באורך k המתאר את התועלת לכל שחקן ובכל תור נבחר את הפעולה שממקסמת את התועלת של השחקן שעכשיו תורו (במקום min על היריב כמו באלגוריתם המקורי) ונניח שזו הפעולה שהוא ייקח בהינתן המצב.

   (ב) בסעיף זה יש הנחה שהיריב לא פועל בצורה רציונלית, אלא בוחר בפעולה שתפגע בנו. ניתן להתייחס אל כל היריבים כיריב בודד בעל k תורות רצופים, כלומר לאחר כל תור מקסימום מתבצעים k תורות מינימום (במקום אחד באלגוריתם המקורי) וזה למעשה השינוי הדרוש באלגוריתם.

חלק ה

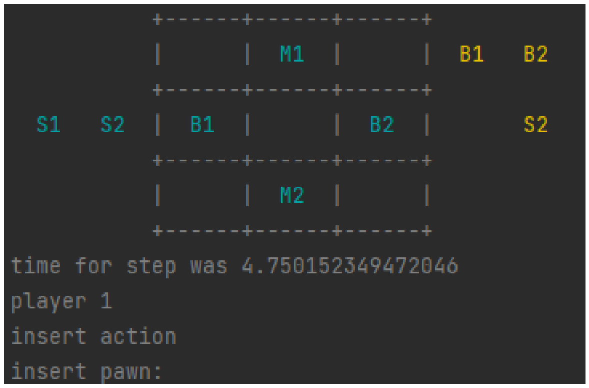
1. הבעיה בגישה המניחה כי היריב בוחר בכל צעד בפעולה האופטימילית עבורו היא ההתעלמות מגורמים מעשיים שמובילים לכך שלא בהכרח כך המצב. גורמים כמו: התנהגות רנדומית או בלתי צפויה של סוכן או בן אדם - לא בהכרח היריב יהיה מודע

או ייבחר בפעולה הכי טובה עבורו, במשחקים רבים יש גורם הסתברותי (הטלת קובייה) כלומר הפעולות לא דטרמיניסטיות, מה שאומר שאין פעולה אופטימלית כי עבור אותה פעולה יכול להיות תוצאות שונות וקיימת הסתברות כלשהי שהפעולה תיכשל כלומר הייתה אמורה להתקבל תוצאה אופטימלית אך בפועל התקבל משהו אחר. כל אלו גורמים המאפיינים משחקים וסיטאוציות מעשיות, ההנחה שהלאגוריתם עושה למעשה מתעלמת מכל אלה ומניחה עולם ידוע ואופטימלי ולכן לא מספק תוצאה מדוייקת מספיק בחלק מהמקרים. אלגוריתם Expectimax לוקח בחשבון גורמים אלו ולמעשה מחשב ציון ממוצע שלוקח בחשבון את ההסתברויות השונות (שמושפעות מהגורמים שציינו) לתוצאות שייתקבלו מכל פעולה. אין הנחה על פעולה מדוייק של יריב אלא יש הסתברויות שונות לפעולות שלו, האלגוריתם מחשב תוחלת על הסתברויות אלו ובוחר בפעולה שתוביל לתעולת ממוצעת מקסימלית עבורו. על ידי התחשבות בהסתברויות האלגוריתם מתגבר על הבעיות שנובעות מההתעלמות בגורמים ההסתברותיים.

2. סוכן שמשחק באופן רנדומלי למעשה בוחר את הפעולה לביצוע באופן רנדומלי, כלומר מבחנתנו בכל מצב יש לכל פעולה הסתברות זהה להיבחר על ידי היריב שכן הוא לא מפעיל שום שיקול בבחירה. לכן היינו מדמים מצב זה באלגוריתם ומשתמשים בהתפלגות אחידה בהתאם למספר הפעולות שניתנות לביצוע. בצורה זו לכל פעולה יש הסתברות זהה באופן דומה לצורת הפעולה של הסוכן הרנדומי שבוחר פעולה באקראי ובהסתרות שווה לאחרות.

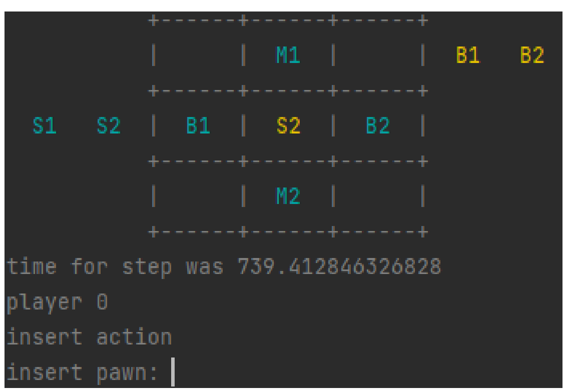
(א) הבעיה בגיזום באלגוריתם Expectimax כללי הוא שלא ניתן לדעת מה הערך שייבחר עד חשיפה מלאה של כל הבנים, זאת מכיוון שמתבצע חישוב תוחלת שדורש את התועלת של כל בן. לא נוכל להניח שום דבר על הערך של צומת הסתברותי (בפרט לא שהערך קטן מערך אחר כלשהו במקה של גיזום) עד שלא נראה את כל הבנים של אותה צומת מה שמייתר את פעולת הגיזום. אם היוריסטיקה חסומה (זה תנאי הגזימה) נוכל לחשב חסם עבור אותו ערך תוך הנחה של ערך יוריסטי גרוע ביותר לכל בן (היוריסטיקה חסומה לכן יש ערך יחיד שמספק זאת) ואם אותו חסם קטן מהערך של צומת max שמעל ראתה נוכל לגזום את הענף של הצומת ההסתברותית. למשל בבעיה הנתונה נניח שהגענו למצב בו יש 2 בנים עם הסתברות שווה ועבור אחד מהם כבר ראינו שהערך של פונקציית התועלת הוא 0, אנחנו יודעים שהערך של הצומת ההסתברותית בהכרח לא יעלה על 3 (כי גם עבור המקרה הטוב ביותר בו הבן השני ייקבל ערך מקסימלי שהוא 6 עדיין נקבל תוחלת 3). לכן אם בצומת הmax שמעל ראינו ערך כלשהו גדול מ-3 ניתן לגזום את הענף הזה.

(ב) נגדיר היוריסטיקה שמכפילה ב-2 את מספר הגובלינים הגדולים (סוג B) שיש חשופים ליריב על הלוח ומוסיפה את מספר הגובלינים הבינוניים (סוג M) החשופים שיש ליריב על הלוח ומחסירה את פי 2 מספר הגובלינים הגדולים (סוג B) שיש לך חשופים על הלוח ועוד מספר הגובלינים הבינוניים (סוג M) שחשופים לך על הלוח.



איור 3 :

פה ניתן לראות כי ליריב של שחקן 1 (שעכשיו תורו) יש 2 גובלינים מכל סוג רלוונטי לחישוב היוריסטיקה (B ו M) חשופים על הלוח, בעוד לשחקן עצמו אין אף כלי על הלוח לכן לפי ההגדרה $h(s) = 6$ במצב זה.



איור 4 :

פה ניתן לראות כי ליריב של שחקן 0 (שעכשיו תורו) יש רק כלי S1 חשוף על הלוח שאינו משפיע על ערך היוריסטיקה. בעוד שלשחקן עצמו יש 2 גובלינים מכל סוג רלוונטי לחישוב. לכן לפי ההגדרה $h(S) = -6$ במצב זה.