**מבוא לבינה – יבש :**

אופיר כיל – 206629966

גיל קפל - 305323776

1. שאלה 1:
   1. **יתרונות**: ככל שיהיו לשחקן יותר "טחנות" לא שלמות אל מול היריב, כך ליריב יהיה קשה יותר לחסום אותו מלהשלים טחנה להרוג ליריב חייל ולהתקדם לעבר הניצחון והשחקן יוכל להרוס ליריב יותר בקלות בניית טחנה משל עצמו לכן ההיורסטיקה הזאת מספקת מידע שאשר מקרב את השחקן לעבר הניצחון.
   2. **חסרונות**: לשחקן אין שום אינטרס להשלים טחנה ולהרוג את היריב כך שלמעשה אף פעם לא ינצח.
2. שאלה 2:

היוריסטיקה המלאה תשקלל את היוריסטיקות הנ"ל לפי פונקציית משקל שתוגדר בהמשך ותהיה תלויה בשלב.   
השאיפה שלנו כדי לנצח במשחק היא להגיע למצב בו ליריב יש פחות מ 3 חיילים או שכל חייליו יהיו חסומים. ולכן בחרנו יוריסטיקות אשר ישקפו מצבים שיקטינו את מס' החיילים של היריב וכן את מספר החיילים החסומים שלו.

* היורסטיקה המעודכנת רשומה למטה ( בחלק של הרטוב)
  1. היתרון בגיזום הוא חסיכת משאבים, נחסוך זמן וזיכרון אם נוותר על פיתוח צמתים אשר אנחנו כבר יודעים שאינם יכולים להיות הפתרון ( כאשר מקסימום בוחר אז קטנים מצומת אחר, כאשר מינימום בוחר אז כאשר גדולים מצומת אחר)
  2. על מנת לקבל גיזום מקסימלי, נרצה שכאשר מקסימום בוחר – נמיין ע"פ סדר יורד  
     וכאשר מינימום בוחר – נמיין ע"פ סדר עולה.
  3. Chart

     Description automatically generated with medium confidence

1. שקר. הוא לא אופטימלי מכיוון שלא יורדים עד מצב סופי, אלא מוגבלים עד עומק מסויים בגלל חוסר במשאבים, הכיוון אילו נלך הוא הכיוון הכי טוב שאנו יכולים לשערך אבל הוא אינו הכיוון האידיאלי.  
   לדוגמא – אילו עבור depth+1 היה מצב סופי, לא היינו מגלים אותו והיורסטיקה לא הייתה בהכרח משקפת אותו.  
     
   1. פונקציית ה - utility תביא 1 עבור מצבים מנצחים לשחקן ו – 0 עבור מצבים מנצחים ליריב.  
      השחקן ינסה למקסם את ה utility שלו ולכן תמיד ייבחר במצבים מנצחים (1)  
      והיריב תמיד ינסה למזער את ה utility ולכן תמיד ייבחר מצבים שהוא מנצח (0)
   2. A picture containing chart

      Description automatically generatedפונקציית ה - utility תביא 1 עבור מצבים מנצחים לשחקן ו – 2 עבור מצבים מנצחים ליריב.  
      max יעדיף לבחור את הערך 2 שזהו הערך שאומר שהיריב שלו ניצח  
      min יעדיף לבחור את הערך 1 שזהו הערך שאומר שהיריב שלו ניצח  
      בשתי האפשרויות האלגורתים בוחר בדיוק את הצומת ההפוכה משאמור לבחור ולכן לא אופטימלי.
   3. אלגוריתם alpha-beta אינו מפריד בין מצבים מנצחים שונים ולכן ייבחר את המצב המנצח הראשון בו ייתקל, אם הוא היה בעומק גדול מ – 1 נבחר בו למרות שיש מצב מנצח בעומק נמוך יותר.
   4. שמירת אורך מסלול של כל ערך MinMax. אם קיים שיווין בין שני ערכים בבחירת min/max נבחר את הערך בעל המסלול הקצר ביותר.

A picture containing chart

Description automatically generated

* 1. כפי שניתן לראות, הפעולה שתיבחר היא a3.
  2. לא, מכיוון שבחישוב expectimax אנו מחשבים את הסכום של כל הבנים כפול הסתברותם, לא ניתן לדעת את ערך העלה עד שנחשב את כולם ולכן לא ניתן לגזום.  
     עבור הדוגמא ב- a אם נגזום את הצומת בעץ בעלת הערך 4 (כיוון שיש אלפא = 5)  
     למרות שאקספקטימקס דווקא יירצה לבחור בצומת a3 וגיזום זה ייפגע בסיכוי זה.
  3. עבור maxValue: נשנה להיות   
     עבור minValue: נשנה את התנאי

* 1. Chart, bubble chart

     Description automatically generated

1. שאלה 9:
   1. מכיוון שניתן לדעת את פעולת היריב ללא עלות בזמן נוכל להעמיק בחיפוש פי 2 באותו זמן T – לכן - כלומר לבצע חיפוש רגיל בעץ ללא צמתי הmin.
   2. מכיוון שאם נשתמש בפרוצדורה ייתכן שהיריב יבצע מהלך שאינו האידיאלי עבורו ולכן נקבל תוצאה גבוהה יותר.
2. שאלה 10:
   1. מכיוון שכמות המצבים בגרף החיפוש גדול בהרבה מכמות הבדיקות שהסטודנט ביצע, לא ניתן להגיד בוודאות כי הערך הגבוהה ביותר אותו קיבל הינו האופטימום הגלובלי. ניתן לומר כי ייתכן שהפתרון של הסטודנט הינו המקסימום הגלובלי בהסתברות גבוהה אך אי אפשר להגיד שהוא בוודאות צודק.
   2. כדי לוודא את תוצאות הסטודנט נבצע ניסוי המשתמש באלגוריתם סכוטסטי – Simulated annealing אשר בהסתברות מסוימת יכול לבצע צעד מריע / זהה בהיבט הערך הבא – כך נוכל לשפר את וודאות התשובות עבור 1000 הבדיקות המתבקשות.
   3. נשתמש בדוגמא מהתרגול רק נשנה את מרחב החיפוש ל במקום 5, בSAHC נמצא את המקסימום הגלובלי רק אם נקבל מס' מסויים בהסתברות אפסית

אך אם נבצע Simulated annealing נגיע לנק' שבא תהיה ירידה ובהסתברות מסויימת נבחר בה ונצליח להגיע למקסימום גלובלי.  
Chart

Description automatically generated

חלק ה'

1. היוריסטיקה שכתבנו מחלוקת לשני שלבים בהם אנו משכללים משקל שונה לכל מרכיב.  
   המרכיבים אותם בחרנו הם :
   1. הפרש בין כמות הטחנות שלנו ליריב (טחנות שלמות)
   2. הפרש בין כמות "כמעט הטחנות" שלנו ליריב
   3. הפרש בין כמות החיילים (כאשר יש עדיפות שלנו יהיו יותר מאשר שליריב יהיה פחות)
   4. הפרש בין כמות חיילים חסומים
   5. מהלך מנצח (שלנו = 10000 ושל היריב = -10000)
   6. הפרש בין קונפיגורציית 3 ( קונפיגורציית 3 זהו מצב בו יש לשחק 2 או יותר "כמעט טחנות – כלומר בהכרח בתור הבא הוא יעשה טחנה)
   7. הפרש בין טחנות כפולות ( טחנה כפולה אלו שתי טחנות בעלות תא משותף)

אילו המרכיבים הכי טובים שמצאנו על מנת להעריך את מצב המשחק.

1. שחקן התחרות שלנו הוא למעשה GlobalTimePlayer שביצענו.  
   הוא משתמש באלגוריתם אלפא בטא עם מגבלת זמן כללית והיוריסטיקה שהוגדרה בסעיף 1.
2. שחקן GlobalTimePlayer שמימשנו יעקוב אחרי הזמן שנותר לו ( ייעדכן בסוף כל מהלך)  
   וכך יחליט על מגבלת זמן לכל תור :
   1. כאשר בחמשת התורות הראשונים אנו נשקיע כ – 3אחוז מהזמן הנותר בmove כיוון שאלו תורות שלא צורכים הרבה מחשבה.
   2. מכאן והלאה נשקיע בכל תור כ- 10% מהזמן הנותר כיוון שמשמעות התורות גדולה יותר בשלבים המוקדמים ( נשים לב שזהו טור הנדסי יורד – כלמור לתור 6 יושקע הרבה יותר זמן מתור 15).
   3. נמשיך במדיניות זו עד שישארו לנו כ- 2 שניות, ולאחר מכן נעבור למדיניות simple\_player שפשוט תיבחר את המקום הבא הכי קטן מבחינת אינדקס – הסיבה לכך היא כיוון שכאשר נותר לנו זמן קצר מאוד, נרצה לבצע כמה שיותר מהלכים כדי לא להפסיד על זמן , בתקווה שיריבינו לא חשב על כך.

1. התוצאות :

עבור הגבלת זמן של 1-4 שניות לתור השחקן ששיחק ראשון ניצח בכל מקרה  
כאשר הגדלנו את ההגבלה ל 5 שניות ומעלה שחקן alpha-beta ניצח תמיד ( ראשון/שני)

הסבר אפשרי למצב זה, הינו שהגיזום של alpha-beta לא היה מספיק משמעותי עבור מגבלת זמן קטנה, שכן שני האלגוריתמים הצליחו לחפש עד אותו עומק ואילו כאשר הגדלנו את מגבלת הזמן alpha-beta הצליח לרדת לעומק גדול יותר כיוון שהיו לו פחות צמתים לבקר בהם (בעזרת הגיזום).  
מכיוון שalpha-beta הצליח לרדת יותר עמוק בזמנים גבוהים, הוא קיבל תמונה יותר טובה של המשחק ובכך הצליח לנצח תמיד את ה – minmax.

1. Chart, bar chart

   Description automatically generated

כחול – עומק 2

כתום – עומק 3

ניתן לראות, שעבור עומק 2 של HeavyABPlayer כמעט ואין שוני בינו לבין השחקן LightABPlayer, ועל כן רוב התוצאות ביניהם הם תיקו. (אמנם לא רואים זאת בגרף)

עבור עומק 3, השחקן בעל היורסטיקה המשמעותית כמעט תמיד מנצח חוץ מ – 2 בהם Light מצליח לעשות תיקו.  
לסיכום, נראה שעבור עומק 2 היורסטיקה לא כל כך משנה בגלל שרוב האפשרויות הטובות מתגלות רק אם מסתכלים כמה צעדים קדימה ולכן רוב המשחקים בעומק זה הסתיימו בתיקו.  
עבור עומק 3, היורסיטיקה המשמעותית מראה את הפער בינה לבין יורסטיקה פשוטה ועל כן כמעט ולא מפסידה למעט 2 משחקי תיקו.

\*הבדיקה נעשתה עבור כמה יורסטיקות פשוטות שונות.