

חלק א'

1. כל state של המשחק מכיל את הלוח- כלומר מיקומי כלי המשחק והסוג שלהם, את השחקן שתורו לשחק, ואת מספר התורות שעברו מאז הקפיצה האחרונה (עבור בדיקת "תיקו").

2. כדי לייצג כל מהלך (אופרטור) צריך לדעת את:

- סוג הכלי עבורו מתבצע המהלך (חייל/מלך) וצבעו (שחור/אדום)
- מיקום תחילת הצעד
- מיקום סוף הצעד (בכמה קפיצות זהו היעד הסופי)
- רשימת הכלים שקפצנו מעליהם

בפעולה רגילה רשימת הכלים שקפצנו מעליהם תהיה ריקה. בפעולת/פעולות קפיצה רשימה זו תכיל לפחות כלי 1.

חלק ב'

3. השחקן הפשוט מחלק את מספר השניות שנותרו במספר התורות שנותרו (מתוך K). זהו הזמן שיינתן עבור כל תור (t/k). לדוג' אם הזמן המוקצב ל $K=5$ התורות הבאים הוא 10 שניות- בהתחלה יוקצב $10/5=2$ שניות. לאחר מכן נותר 8 שניות- ויוקצה $8/4=2$ שניות עבור התור הבא, וכו'.
* השחקן מוריד 0.05 שניות באופן קבוע מהזמן של כל תור על מנת להימנע מזליגה (אפילו מזערית) בזמן.

4. הבעיה בשיטה בה חלוקת הזמן מתבצעת בצורה אחידה היא שלא תמיד כדאי להשקיע את הזמן בצורה אחידה- שהרי ישנם מהלכים פשוטים יחסית שאין בהם הרבה אפשרויות ועומק העץ לא יהיה גדול בהם או שאפשר לפסול חלק גדול ממנו בצורה מהירה, ומצד שני ישנם מהלכים מורכבים יותר הדורשים חשיבה רבה (כלומר זמן רב) מכיוון שיש הרבה אופציות ועץ ענק. נניח למשל שהמשחק מתחיל במהלך מורכב שלצורך חישובו צריך להשקיע יותר מ2 שניות, אך התורות הבאים הרבה יותר פשוטים ולצורך חישובם צריך כמה מילישניות בלבד- אזי כל זמן החישוב עבור התור השני והלאה "בזבז" מכיוון שאין צבירה שלו לא התורות הבאים, והיינו

יכולים להשקיע אותו כזמן חישוב לתור הראשון.
 שחקן חכם יותר יכול לתת יותר זמן למהלכים שיש להם יותר אופציות ופחות זמן למהלכים הפשוטים יותר וכך השחקן היה מבצע מהלכים יותר טובים כי הוא היה מנצל את הזמן בצורה יותר אופטימלית על פני מספר מהלכים (גם אם למהלך בודד כלשהו הוא היה מקצה פחות זמן).
 בצורה קיצונית יותר- אם שחקן חכם היה יכול לנחש או לחזות את עומק העץ אליו לרוב מגיע השחקן הפשוט (עקב הזמן הקבוע שהוא מקצה לכל תור)- הוא היה יכול לטמון לו מלכודת בעומק הגדול ב-1 מעומק זה.

5. ההפרש בין utility שלי לשל היריב. utility של כל שחקן מחושב ע"י מספר הכלים שלו כאשר משקל חייל רגיל הוא 1 ומשקל מלך הוא 1.5 (מלך "שווה" פי 1.5 מחייל רגיל).
 אם אין ליריב כלים (=ניצחון) יוחזר מספר עצום (6000), ואם לשחקן עצמו אין (=הפסד) יוחזר - 6000.

המוטיבציה: מלך יכול לעשות יותר מהלכים משחקן רגיל, לכן הוא אכן "שווה" (פוטנציאלית) יותר מחייל רגיל. ככל שיש יותר חיילים על הלוח יש לי יותר כלים לעבוד איתם ולאכול בעזרתם, וככל שיש פחות כלים ליריב כך יותר קל לי לנצח כי יש לי פחות חיילים שאני חייב לאכול כדי להגיע לניצחון.

ההפרש בין החישוב הזה עבורי לבין היריב יכול לתת אומדן לכמה אני במצב טוב יותר (פוטנציאלית) לעומת היריב.
 בנוסף, כדי להימנע מהפסד – ניתן משקל שלילי עצום על state בו השחקן יפסיד את כל הכלים, וכדי לנצח ניתן משקל חיובי עצום על state בו היריב יפסיד את כל הכלים.

חלק ג'

6. בדומה לשחקן הפשוט נסתכל על ההפרש בין utility שלי לשל היריב. את utility של השחקן בstate מסויים נחשב ע"י מספר פרמטרים:

- מספר הכלים שלו כאשר משקל חייל רגיל הוא 1 ומשקל מלך הוא 1.5 (כמו השחקן הפשוט)
- מספר הכלים במרכז הלוח (שליטה במרכז)
- מספר הכלים בשורה התחתונה שלו (שורת הבית)

* ההיוריסטיקה תהיה הסכום שלהם. ניסיון לשנות את המשקולות ביניהם לא הוביל לביצועים טובים יותר. לדוגמא הכפלה של ההפרש של מספר הכלים ב2 הוביל לתיקו ברוב המשחקים

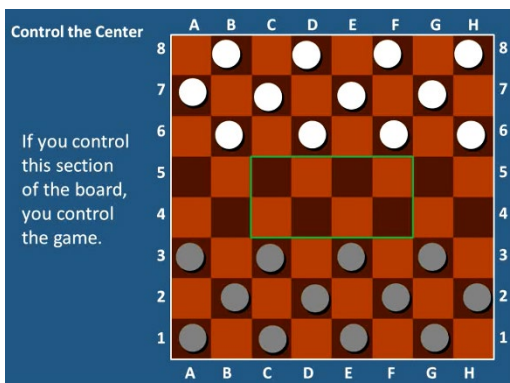
מכיוון שהשחקן ניסה יותר מידי להימנע שיאכלו את כליו והתרחק מכלי היריב עד שעברו 50 מהלכים.

מוטיבציה:

ננסה לשפר את ההיוריסטיקה. ע"י שיפור ההיוריסטיקה אפשר לעשות pruning לעץ בצורה טובה יותר ובכך גם אולי להעמיק יותר ולהגיע לחיזוי טוב יותר עבור המהלך הבא הטוב ביותר.

- המוטיבציה למספר הכלים ולמשקל רב יותר של המלכים על פני החיילים הפשוטים הוסברו בשאלה 5.

- שליטה במרכז הלוח- דמקה הינו משחק התקפי. כלים הנמצאים בשולי הלוח "דחוקים"



לפינה" ומוגבלים ביותר במספר המהלכים האפשריים עבורם (תנועה 1 במקום 2 עבור החייל הפשוט לדוגמא), ובכך הם פחות מועילים (ככלל) ויותר קל לעשות מלכודות עבורם. בנוסף כלים במרכז הלוח יכולים בדר"כ להגיב להתקפה מכל כיוון (כולל משולי הלוח) לעומת כלי משול הלוח שיכול להגן רק באזור השול שבו הוא נמצא.

המרכז נבחר כ4 העמודות האמצעיות ב2 השורות האמצעיות עקב בדיקה מכמה מקורות.

לדוגמא: <https://www.youtube.com/watch?v=Lfo3yfrbUs0>

- מספר הכלים בשורת הבית- נרצה להשאיר את הכלים שבשורה התחתונה כמה שיותר זמן כדי "לשמור על הבית" ובכך למנוע מהיריב להגיע לשם ו"לשדרג" את החיילים הפשוטים שלו למלכים (שכאמור "שווים" יותר עבורו).

7. בדומה לשחקן הפשוט נחלק את הזמן בצורה אחידה, כלומר נחלק את מספר השניות שנותרו במספר התורות שנותרו (מתוך K). זהו הזמן שיינתן עבור כל תור, אבל רק אם מספר המהלכים האפשריים בתור זה הוא 8 ומעלה.

אם מספר המהלכים האפשריים קטן מ-8, נקטין את זמן הריצה המוקצב לתור ב 40%(כלומר נכפיל ב0.6 את הזמן שהיה אמור להיות לתור זה לפי חלוקה יוניפורמית בין שאר התורים מא התורים).

* ההיפר פרמטרים- בכמה להקטין את הזמן המוקצב ועבור איזה מספר של מהלכים אפשריים, נקבעו לאחר ניסיונות רבים. אלו הפרמטרים שהובילו לביצועים הטובים ביותר.

לדוגמא כשניסינו להקציב פחות מ0.6 מהזמן לכל תור פשוט- ההורדה הייתה משמעותית מידי כך שאפילו התורים הפשוטים הובילו להפסד עקב זמן חישוב קצר מידי. כנ"ל להיפך- יותר מידי

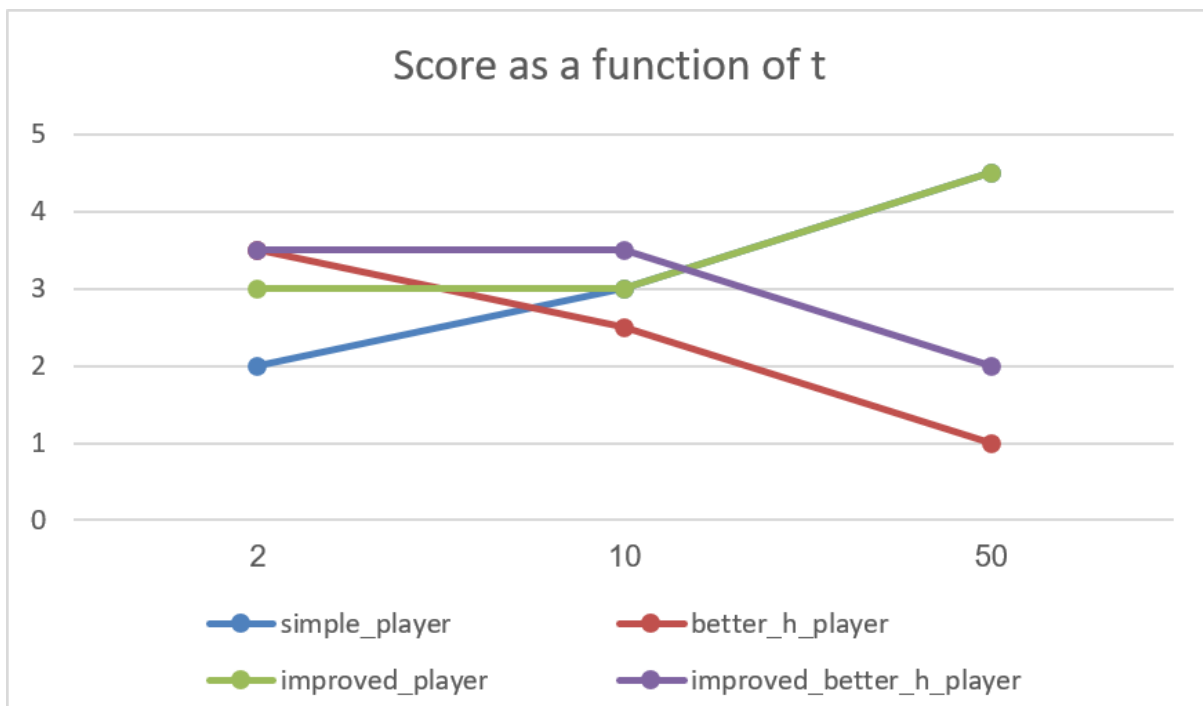
זמן לא הוביל לשיפור משמעותי.
 בדומה לכך, עבור פחות מ-7 מהלכים לא היה שינוי משמעותי במשחק כנראה מכיוון שלרוב המשחק יש 7 ומעלה מהלכים אפשריים. עבור יותר מ-7 נוצר קיצור גם בזמן התורות המסובכים מה שהוריד בביצועים.

מוטיבציה מוסברת בחלק ב' שאלה 4.
 כאשר ישנם יותר מהלכים אפשריים מרחב האפשרויות ותת העץ, הנדרש לפיתוח על מנת לבחור בצעד הטוב ביותר בעזרת פיתוח המרחב הנ"ל, גדול יותר. במקרה זה השיטה משקיעה יותר זמן חיפוש ולהיפך. שיטה זו תאפשר פיתוח של העץ בצורה יותר אופטימלית לאורך K המהלכים מכיוון שהיא מנסה למנוע מצבים בהם דווקא כאשר העץ גדול ועמוק מאוד אנו עוברים רק על חלק קטן מאוד ממנו עקב מגבלות הזמן.

חלק ד'

.10

	t=2	t=10	t=50
simple_player	2	3	4.5
better_h_player	3.5	2.5	1
improved_player	3	3	4.5
improved_better_h_player	3.5	3.5	2



נשווה את ביצועי השחקנים מבחינת ההיוריסטיקות בהתאם למגבלת הזמן:

ניתן לראות שsimple_player- השחקן בעל ההיוריסטיקה הפשוטה וללא שינוי בחלוקת הזמנים, נוטה להפסיד עבור זמן חישוב קטן לא מהלכים, אך ככל שהזמן המוקצב עולה- הביצועים של ההיוריסטיקה הפשוטה הנ"ל גם עולה.

לעומתו, better_h_player בעל הפונקציה ההיוריסטית המשוכללת יותר- מתחיל מביצועים גבוהים יותר ממנו עבור הגבלת זמן חישוב קטנה, אך ככל שמוקצה יותר זמן חישוב הביצועים שלו דווקא נהיים נחותים יותר.

הסבר אפשרי לתופעה זו הינה שכאשר יש זמן לחשב המון מהלכים קדימה- השליטה במרכז הלוח פחות חשובה מאשר כמות החיילים על הלוח, מכיוון שאם אני אצליח לחשוב על מהלכים שיגרמו לי לאכול הרבה מכלי היריב, זה לא משנה לי כ"כ אם אעשה אותם ממרכז הלוח או מצדדיו- העיקר שאני מוביל על היריב. כלומר השליטה במרכז הלוח היא אסטרטגיה טובה כאשר לא ניתן לראות יותר מידי קדימה, אך כאשר ניתן – מספר החיילים בלוח הופך להיות יותר חשוב.

כנ"ל למספר החיילים באזור הבית של השחקן- ככלל, זו אסטרטגיה טובה לשמור על הבית ולא לאפשר ליריב להפוך את חייליו הפשוטים למלכים, אבל בפועל אין בעיה עקרונית להזיז אותם אם בטווח הרחוק זה ישתלם כך שנאכל כמה חיילים ליריב.

improved_player אינו שונה מsimple_player מבחינת ההיוריסטיקה ולכן ניתן לראות שגם בגרף הם דומים(וגם השוני שכן יש ביניהם כנראה נוצר בעקבות השינוי בחלוקת הזמנים).

improved_better_h_player גם מתחיל עם ביצועים גבוהים עבור זמן קצר ועובר לביצועים נמוכים עבור זמן ארוך- לכן ניתן להניח שקו מגמה זה נוצר בעקבות ההיוריסטיקות בהן השתמשנו.

נשווה את ביצועי השחקנים מבחינת מדיניות חלוקת הזמנים בהתאם למגבלת הזמן:

ניתן לראות שsimple_player- השחקן בעל חלוקת הזמנים הפשוטה וללא שינוי מבחינת ההיוריסטיקה, נוטה להפסיד עבור זמן חישוב קטן לא מהלכים, אך ככל שהזמן המוקצב עולה- הביצועים של חלוקת הזמנים הפשוטה הנ"ל גם עולה.

לעומתו, improved_player בעל חלוקת הזמנים החדשה- מתחיל מביצועים גבוהים יותר ממנו עבור הגבלת זמן חישוב קטנה, אך ככל שמוקצה יותר זמן חישוב הביצועים שלו נהיים לשל השחקן הפשוט.

הסבר אפשרי לתופעה זו הינה שכאשר יש מעט זמן לחשב- השינוי בחלוקת הזמנים וההורדה מזמן החישוב עבור מהלכים פשוטים יותר הינו יותר משמעותי, אך כאשר יש המון זמן לחשב את המהלכים קדימה-שינוי זה פחות ניכר ואינו משפיע בצורה משמעותית על הביצועים.

better_h_player אינו שונה מsimple_player מבחינת חלוקת הזמנים אך בכל זאת שונה ממנו מאוד

מבחינת הביצועים לאורך הזמנים השונים, לכן ניתן להסיק שהשוני ביניהם כנראה נוצר בעקבות השינוי בפונקציה ההיוריסטית).

improved_better_h_player גם מתחיל עם ביצועים גבוהים עבור זמן קצר, שומר על ביצועים גבוהים יותר מכל השאר עבור זמן בינוני ועובר לביצועים נמוכים עבור זמן ארוך- לכן ניתן להניח שבתחילה(עבור זמן קצר) הוא התחיל כמו improved_player(ואף גבוה יותר, כנראה בזכות השילוב עם השיפור של הפונ' ההיוריסטית), שומר על ביצועים גבוהים עבור זמן בינוני מכיוון שחלוקת הזמנים החדשה טובה בנקודה זו והשילוב שלה עם הפונ' ההיוריסטית החדשה כנראה מכפרת על הירידה בביצועים של הפונ' ההיוריסטית לבדה בנקודה זו, ולבסוף צונח יחד עם ביצועי הפונ' ההיוריסטית עבור זמן ארוך כמו שהוסבר עבורה קודם.