תרגיל בית 2

ספי עזמי [saf.azmi@campus.technion.ac.il](mailto:saf.azmi@campus.technion.ac.il) 204511414

אופיר מנור [ofir.manor@campu.technion.ac.il](mailto:ofir.manor@campu.technion.ac.il) 316084623

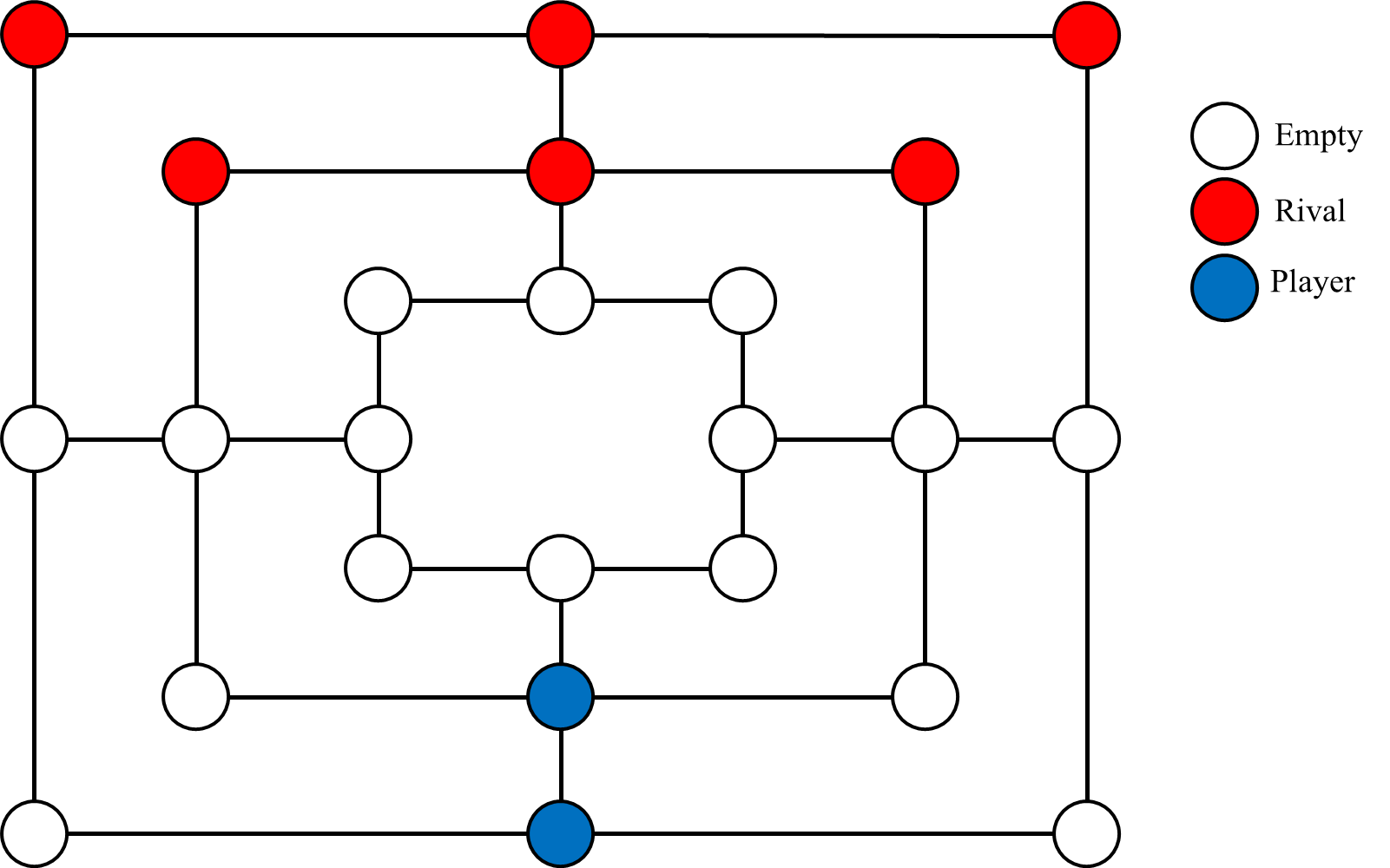
­שאלה 1)

יתרונות: ההיוריסטיקה עוזרת למנוע מצבים בהם היריב יוכל להשלים "טחנה" ולהוריד חייל של השחקן מהלוח. היא עושה את זה דרך כך שהיא מורידה מערכה בכל פעם שהיריב קרוב להשלים "טחנה". בשלב הראשון זה חזק במיוחד מכיוון שכל עוד היריב יכול להשלים תחנה בתור הבא ההיוריסטיקה תעלה אפשרות לבלום אותו.

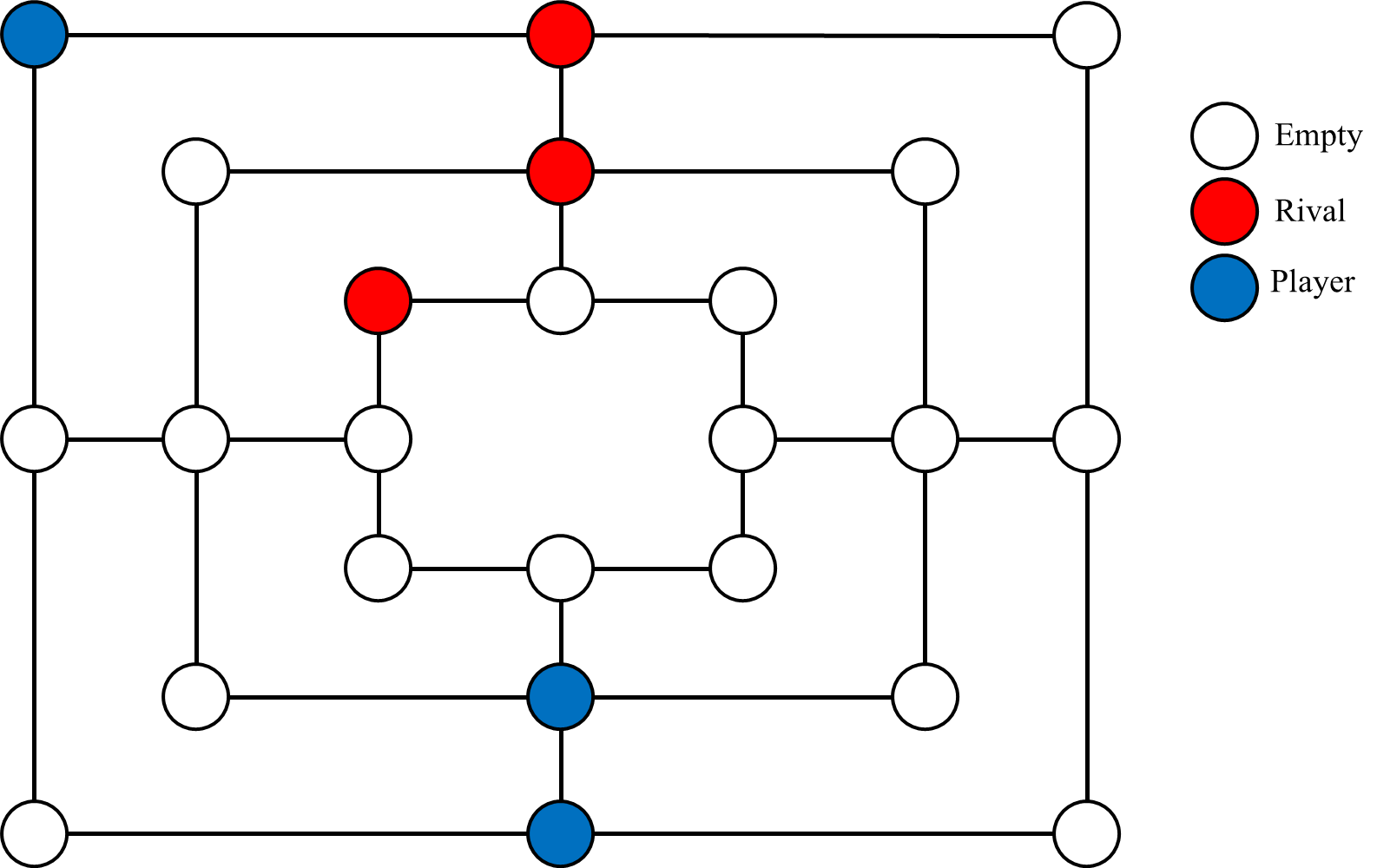
חסרונות:

1. ההיוריסטיקה אינה לוקחת בחשבון את כמות החיילים על הלוח. נציג שתי לוחות אשר בשניהם ההיוריסטיקה תחזיר אפס, אבל באחד כמות החיילים שנותרו ליריב הינה גדולה יותר ולכן יש לו יתרון.

Background pattern

Description automatically generated

1. ההיוריסטיקה אינה לוקחת בחשבון את המרחק שאותו חייל יצטרך לעבור על מנת להשלים "טחנה." נציג דוגמה של לוח בה ההיוריסטיקה מחזירה 0 למרות שליריב חסר תור אחד מלנצח בזמן שלשחקן חסרים 5 תורות.



1. ההיוריסטיקה אינה מעודדת השלמת "טחנות" על מנת להוריד חיילים של היריב, למרות שזאת מטרת המשחק. זה נובע מחיסרון א.

שאלה 2)

נגדיר את הפרמטרים הבאים:

* חיילים שנותרו ליריב – number of rival soldiers
* חיילים שנותרו לשחקן – number of player soldiers
* מספר הקונפדרציות בהן לשחקן יש השלישיה 2 חיילים ותא ריק – number of player incomplete mills
* מספר הקונפדרציות בהן ליריב יש השלישיה 2 חיילים ותא ריק – number of rival incomplete mills

נגדיר את ההיוריסטיקה הבאה:

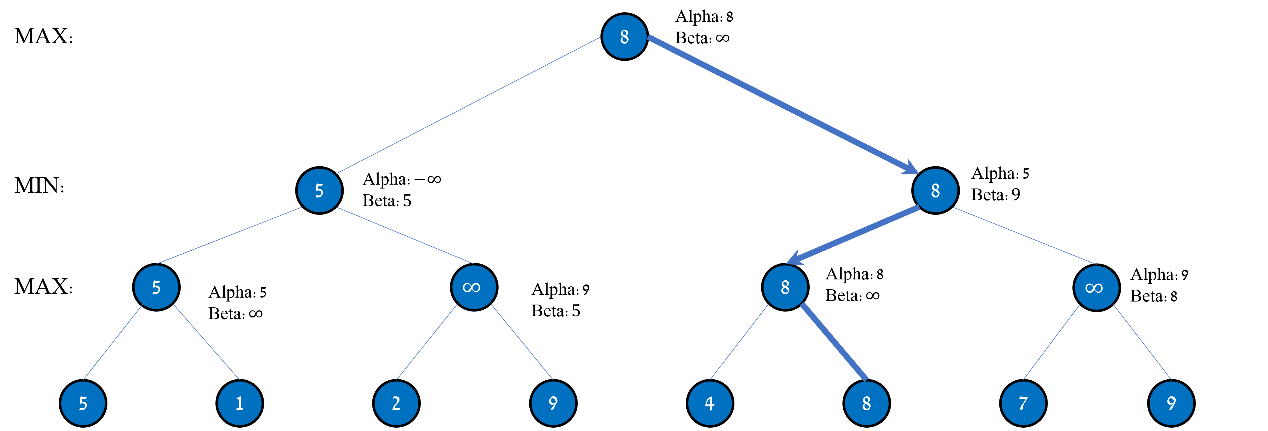
ההיוריסטיקה שלנו מחשבת את ההפרש בין כמות החיילים שיש לשחקן ליריב וגם את הפרש כמות ה"טחנות" הכמעט שלמות בין השחקן ליריב. בנוסף היא נותנת משקל כבד יותר להפרש החיילים מאשר הפרש ה"טחנות" הכמעט שלמות.

האינטואיציה מאחורי ההיוריסטיקה היא כזאת:

* מטרת המשחק היא להישאר עם לפחות 3 חיילים בזמן שהיריב יורד לפחות. ככל שההפרש יותר גדול ככה היריב צריך להוריד יותר חיילים של השחקן על מנת לנצח בזמן שלשחקן יש פחות חיילים של היריב להוריד.
* על מנת להוריד חייל ולהתקדם במשחק על השחקן להשלים "טחנה" כמעט שלמה, ולכן יש יתרון בלהגיע למצב שבה השחקן כמעט מוריד חייל של היריב.
* אם השחקן נמצא במצב בה הוא צריך לבחור בין להוריד חייל של היריב או ליצור "טחנה" כמעט שלמה, עדיף שהוא יוריד חייל וכך יתקדם במשחק. על זה נוסיף שאם לשחקן יש את האפשרות להוריד חייל של היריב ובנוסף לכך להוריד ליריב "טחנה" כמעת שלמה משמע שהשחקן גם התקדם וגם הפריע ליריב להתקדם.

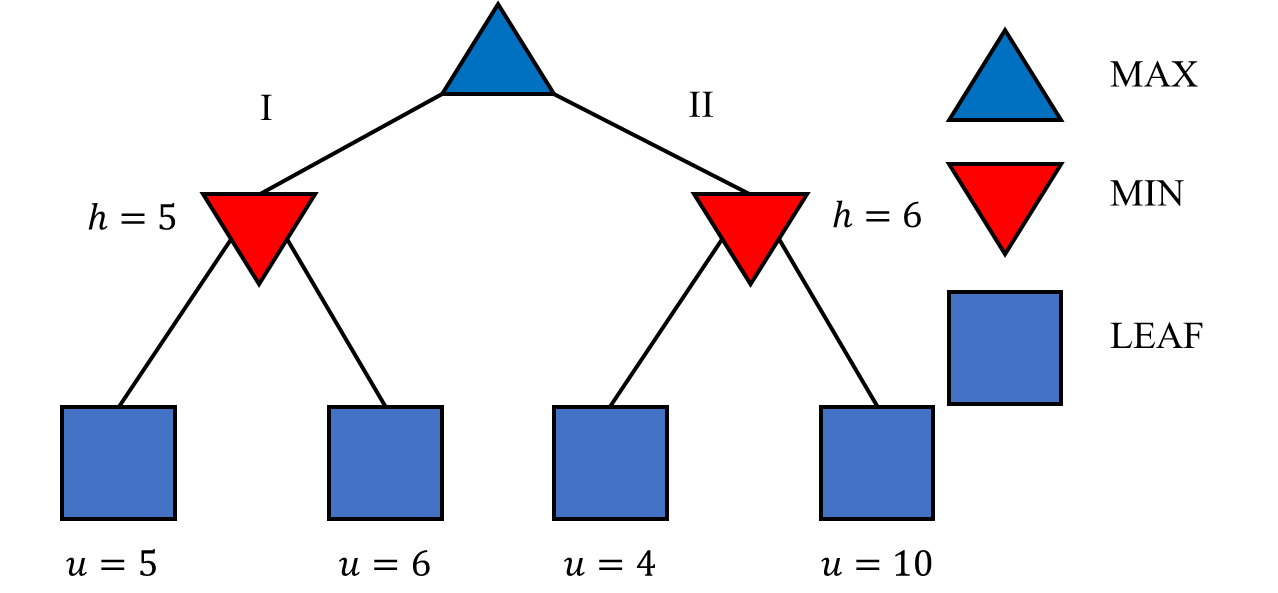
שאלה 3)

1. גיזום אלפא-בטא מאפשר לאלגוריתם מינימקס לא לעבור על צמתים ועלים שכבר ידוע לה שלא יניבו תוצאות טובות יותר מאשר הצמתים ועלים שהיא כבר עברה אליהם. זה נעשה על ידי כך שצמתים שומרים את אצלם את המשתנים אלפא ובטא. כל צומת אשר מחפש מקסימום משווא את הערכים של ילדיו לבטא. אם נמצא מקסימום שהוא גדול מהבטא אז אין טעם בלהמשיך לחפש מכיוון שהורה( או אב קדמון) של הצומת אשר מחפש מינימום כבר מתא תוצאה קטנה יותר ולכן לא תבצע את הפעולה אשר תביא אותה לצומת הנוכחית. כל צומת אשר מחפש מינימום ישווה את ערכי ילדיו לאלפא, ואם נמצא ערך אשר קטן מהאלפא אז אין צורך בלהמשיך לבדוק את שאר ילדים מכיוון שהורה(או אב קדמון) של הצומת הנוכחי, אשר מחפש מקסימום, כבר מצא ערך טוב יותר.
2. על מנת להשיג את היעילות האופטימלית מגיזום אלפא-בטא יש לסדר את העלים כך שעבור צמתים אשר מחפשים מקסימום נסדרם בסדר יורד, ועבור צמתים שמחפשים מינימום נסדרם בסדר עולה.
3. העץ לאחר ביצוע אלגוריתם מינימקס עם גיזום אלפא-בטא



שאלה 4)

לא, אין הבטחה שההיוריסטיקה היא זאת שתוביל אותך לפתרון האופטימלי, נראה דוגמה בה ההיוריסטיקה מובילה את השחקן, על הסיבוב הראשון לבחור אפשרות אשר אינה אופטימלית. נסמן ב את הערך ההיוריסטי של צומת וב את ערך התועלת של עלה. נניח שאנו מתחילים מתורו של max

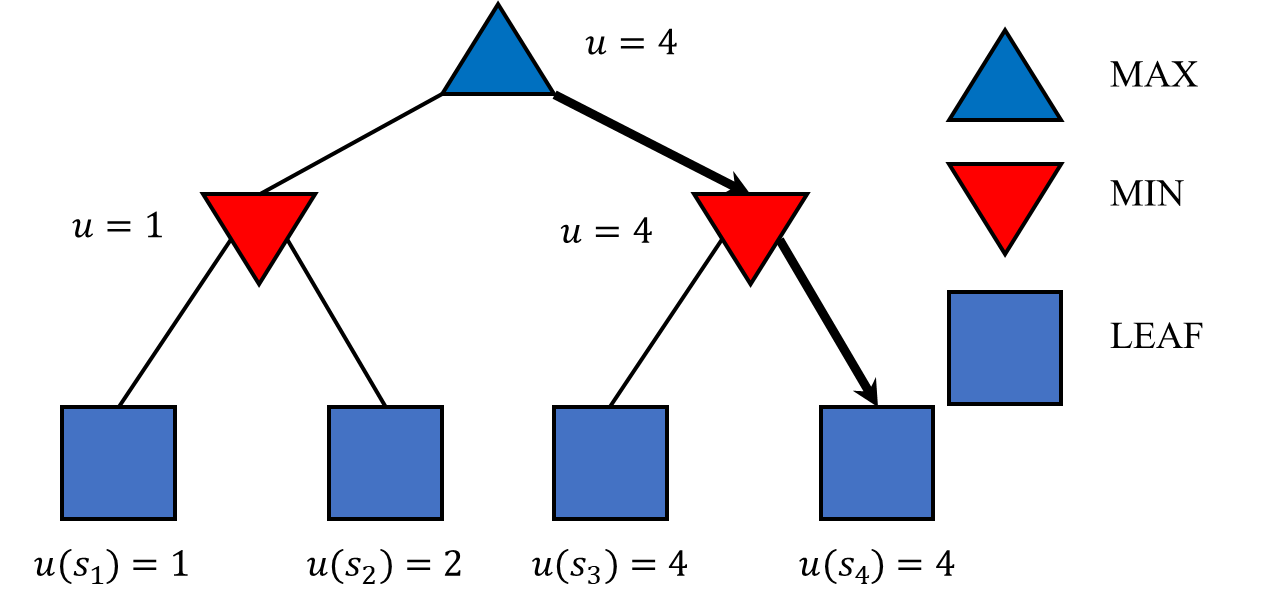


נשים לב שההיוריסטיקה תדרוש שהשחקן הנוכחי (max) יבחר את הצעד מסומן על ידי קשת II. אבל שימוש במינימקס מלא יגלה שביצע הצעד שמסומן על ידי קשר I מבטיח לפחות 5 איפה ששימוש בצעד המסומן על ידי קשת II יכול להטיח רק 4.

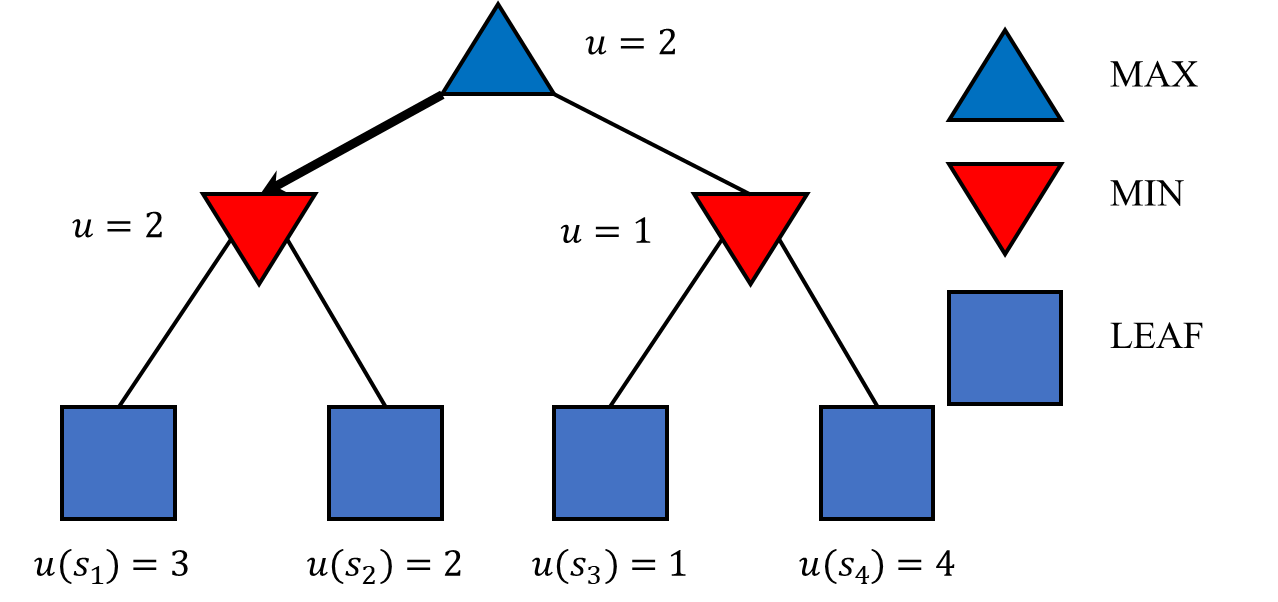
שאלה 5)

נניח משחק שהוא אינו משחק סכום אפס, ונגדיר (למען הדוגמה) שהוא משחק שיתופי לגמרי, משמעו שמטרת כל השחקנים (בדוגמאות שהיתן 2) להגיע למצב סופי בעל תועלת מקסימלית.

1. נראה דוגמה בה לפי אלגוריתם מינימקס מתקבל הפתרון האופטימלי. בדוגמה למטה מופיע משחק בה התועלת הטובה ביותר הינה 4 והיא מתקבלת לפי האלגוריתם:



1. נראה דוגמה בה לפי אלגוריתם מינימקס איננו מקבלים את הפתרון האופטימלי. בדוגמה למטה מופיע משחק בה התועלת הטובה ביותר הינה 4 אבל היא אינה מתקבלת:

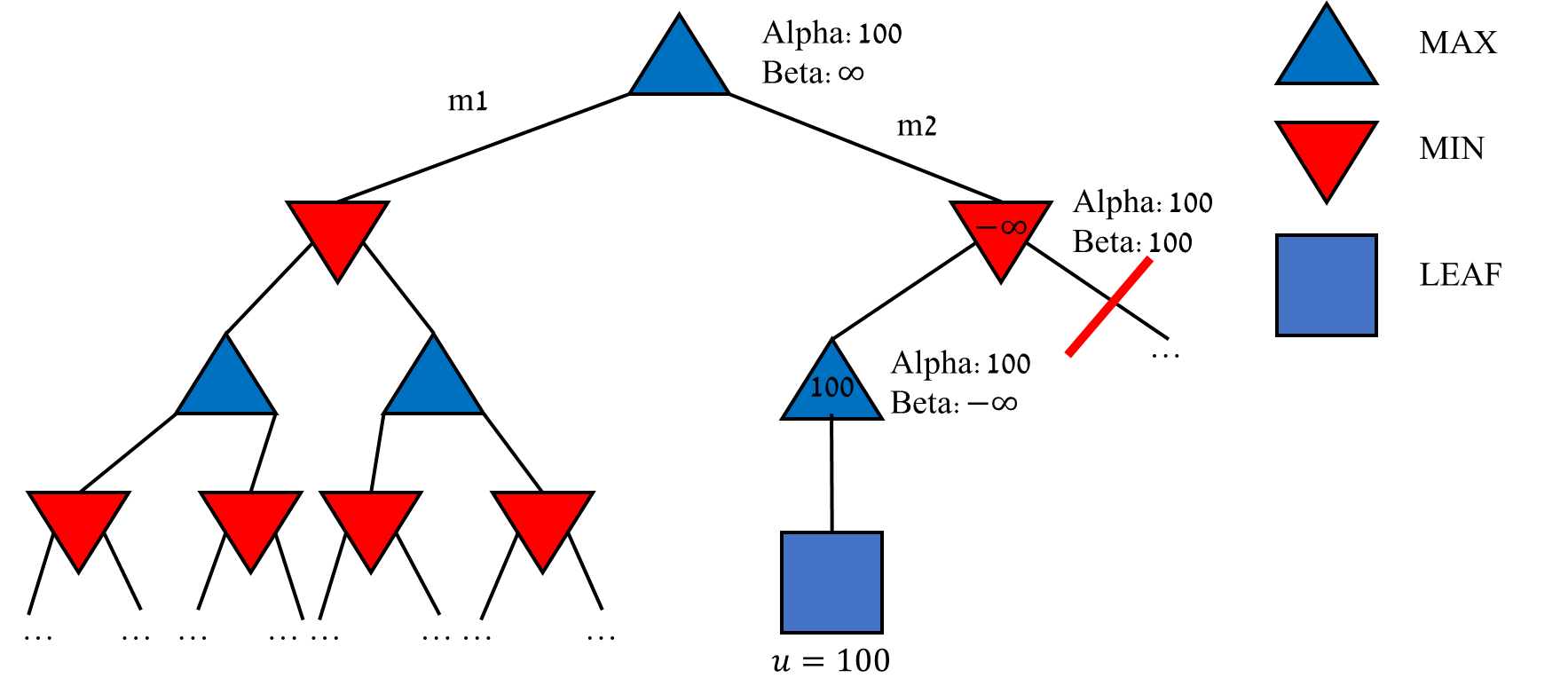


מסומן בגרף את התנועה אשר השחקן הראשון יבצע במשחק לפי תועלת העלים ואלגוריתם מינימקס. הפעולה של השחקן השני לא נרשמה מכיוון שהוא ינסה למקסם את התועלת למשחק לפי רעותו (לאו דווקא לפי החישוב מינימקס של השחקן הראשון) אך זה אינו משנה מכיוון שהתועלת המקסימלית אינה יסיגה לאחר הצעד של השחקן הראשון.

שאלה 6

1. מצב כזה ייתכן כאשר יש ליריב מספר דרכים לנצח את המשחק (כאשר אחת מהם בסיבוב הבא), ודרך אלגוריתם אלפא בטא הוא מוצא דרך ארוכה יותר לניצחון לפני שהוא מוצא את המהלך אשר מוביל לניצחון הסיבוב הבא. במצב כזה בערך האלפא של הקודקוד הראשי בגרף המינימקס יהיה שמור ערך התועלת של ניצחון משחק, וכל דרך אחרת אשר תוביל לניצחון משחק לא תוכל לעלות על אותו ערך אלפא.

נדגים את הרעיון באילוסטרציה הבאה. בה אלגו' מינימקס עובר קודם על המהלך m1 ומקבל שדרכו הו יכול להוביל את השחקן לניצחון, לכן ערך האלפא המתקבל הוא 100 (מוגד להיות תועלת הניצחון בדוגמה הזאת). כאשר הוא עובר לבדוק את מהלך m2 גם דרכו הוא מגלה ניצחון דרך עוד מהלך נוסף, אבל מכיוון שאלפא הוא כבר 100 הוא לא יכניס לתוך צומת הmin את הערך ולא יבחר במהלך m2.

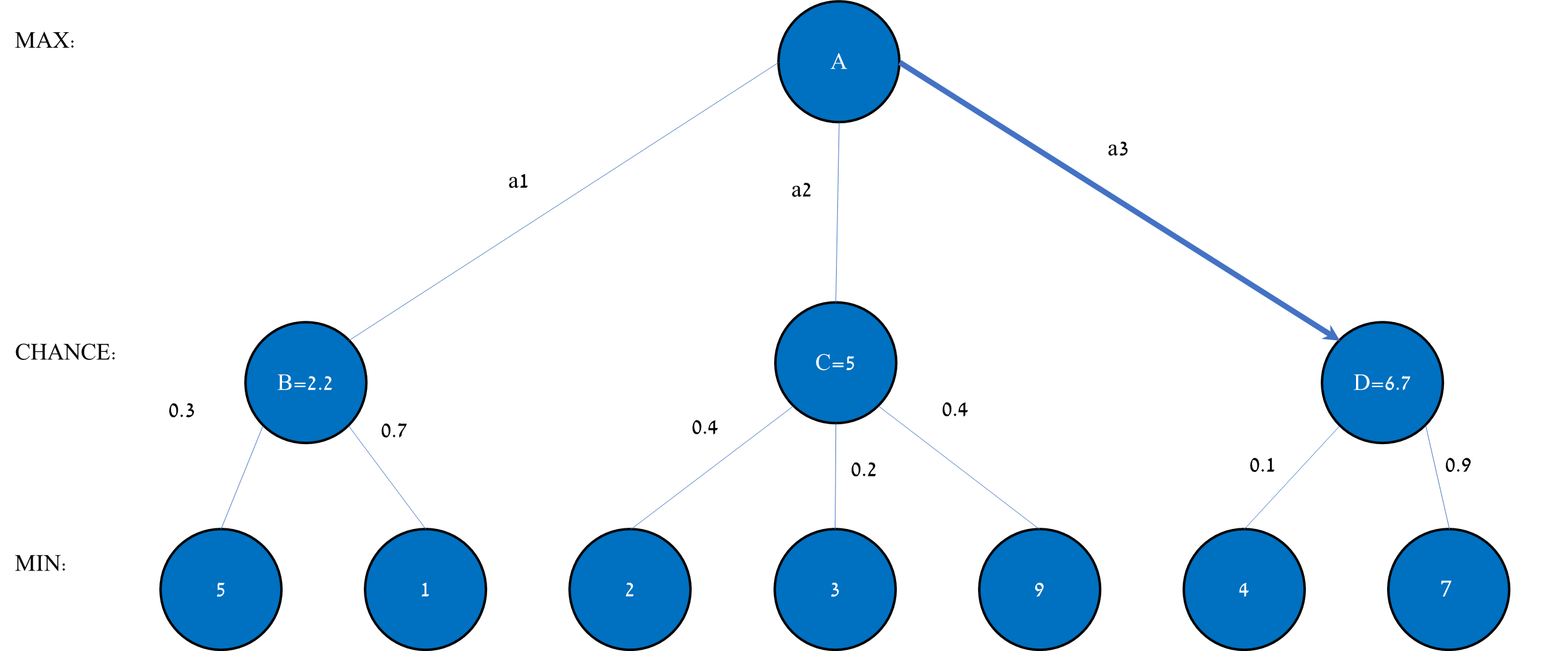


1. על מנת לפתור את הבעיה נבצע את הפעולות הבאות:
   * נשתמש ב Iterative Deepening אלפא-בטא
   * נדאג שהערך של ניצחון אמיתי מיוצג כך שנוכל להבחין בין ניצחון אמיתי לערך היוריסטי בפונקציית התועלת.
   * בכל עומק של Iterative Deepening נבדוק עם הערך של התועלת שהוחזר הוא ערך של ניצחון, אם כן, נפסיק את ריצת החיפוש ונחזיר את המהלך אשר מוביל לניצחון.

ככה כאשר יש כמה דרכים לנצח, תמיד נבחר בדרך הקרה ביותר.

שאלה 7

1. לפי אלגוריתם Expectimax נקבל ש (ראו אילוסטרציה למטה)
2. הפעולה MAX תבחר את הקשת a3 מכיוון שהיא מובילה לצומת בעל ערך Expectimax הגבוה ביותר (ראו אילוסטרציה למתה)



ג. לא נוכל לגזום ב- expectimax וזה מכיוון שאין לנו מידע על ערכי התועלת אם הם אי שלילים או שלילים ולכן לא ניתן יהיה לחזות האם התוחלת תגדל או תקטן ובגלל זה לא נוכל לבצע את הגיזום.

באלפא ביטא הגיזום התבצע הודות לכך שיהיה לנו מידע על חסם עליון/תחתון לצמתים מקס/מיני אבל את זה אין לנו ב- expectimaxולא נוכל לתת חסם על התוחלת כי היא יכולה להמשיך לגדול או לקטון ולכן אי אפשר לבצע את הגיזום.

**שאלה 8**

1. נשנה את שורה 9:

ונשנה גם את שורה 19:

1. נניח כי

U=4

U=1

u=3

מינימקס יחזיר 3 והאלגוריתם החדש יחזיר 4 והסטייה שווה ל 1.

**שאלה 9**

1. בהנחה שמקדם הסיעוף הוא b ולמדנו בכיתה כי סיבוכיות זמן של מינימקס שמגיע עד עומק היא כלומר . כאשר משתמשים בפונקציית rival\_move אנחנו יודעים החלטת היריב ולא צריך להתייחס לכל המהלכים שהיריב יכול לבצע ולחשב את הטוב ביותר ביניהם, רק נשאר להחליט מה המהלך הכי טוב שהסוכן שלנו יכול לעשות בהינתן מה היריב עושה ולכן גודל העץ הוא כלומר ולכן נקבל
2. הערך מחזירה מינימקס לצומת s עבור עומק d בשימוש בפרוצדורה הינו דגול או שווה לערך שתחזיר מינימקס, תחת אותם תנאים, ללא הפרוצדורה. נראה זאת בחלוקה למקרים:
   * הפונקציה rival\_move מחליטה את הצעד הבא שהיריב יבצע לפי אותה פונקציית תועלת שבה משתמש השחקן: לכן אנו נקבל שאת הצעד שאותה הפונקציה מינימקס ללא הפרוצדורה הייתה משייכת ליריב גם עם הפרוצדורה היא מתקבלת, רק ללא החישוב המפורש. מכאן עבור שתי האפשרויות תתקבל אותו ערך עבור מינימקס
   * הפונקציה rival\_move אינה מחליטה את הצעד הבא שהיריב יבצע לפי אותה פונקציית תועלת שבה משתמש השחקן: לכן היא תבחר צעד אשר לא גורם למינימיזציה של תועלת השחקן. כך יצא שהערך שמוחזר ל s עובר עומק d הינו יותר גדול עם הפרוצדורה מאשר בילעדיה.

**שאלה 10**

1. הסטודנט אינו צודק, יכול להיות שהדרך היחידה להגיע לאופטימום הגלובלי היא מישור שאחריו יש עלייה אז SAHC לעולם לא יוכל להגיע לאופטימום כי הוא נתקע כשאין מצבים משפרים (כלומר במישור).
2. נשתמש ב SAHC Side Ways כדי להימנע מלהיתקע במישור.
3. נבחר מרחב חיפוש כך שיש בו מספר מאוד גדול של מסלולים שמגיעים לאופטימום ע"י עליה שאחריה מישור ואח"כ עוד עליה לאופטימום, לעומת מספר מאד קטן של מסלולים שמגיעים לאופטימום ע"י עליה בלי ירידות או מישור. במרחב המתואר SAHC יש לו הסתברות מאד גבוהה להיתקע במישור לעומת Side Ways שיכול להגיע לאופטימום דרך כל המסלולים שהזכרנו.