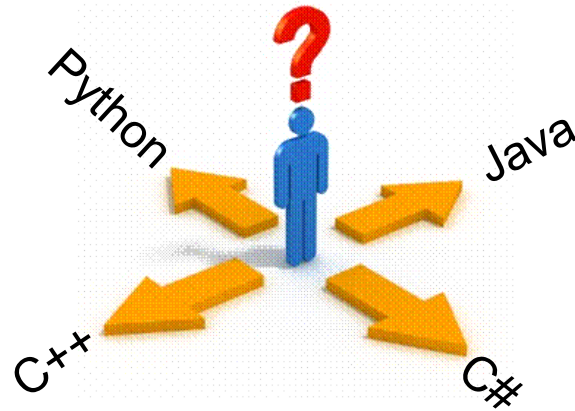


תורת המשחקים

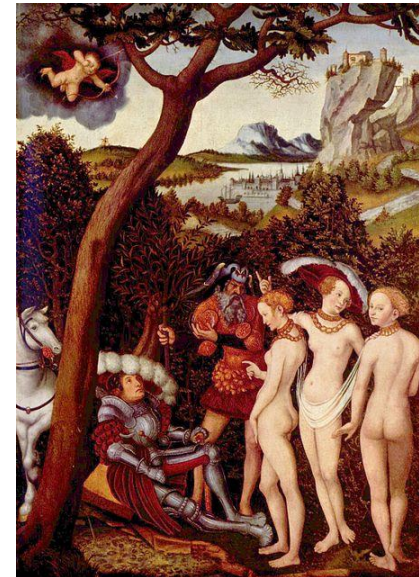
מהו משחק?

תורת המשחקים

קבלת החלטות היא תהליך קוגניטיבי של בחירה מבין מספר אפשרויות



משפט שלמה



בחירתו של פאריס
מי האלה היפה ביותר:
הרה, או אתנה או אפרודיטה.

תורת המשחקים

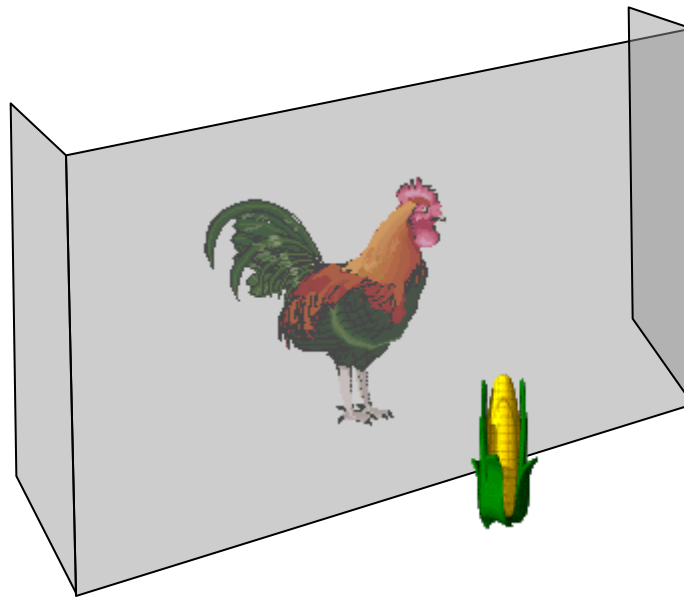
תועלת צפויה

- ❖ התייחסות לדרכים שונות שבאמצעותן נשיג את המטרה.
- ❖ הבחירה בין כמה אפשרויות נעשית על-ידי בחירת האפשרות בעלת הערך (התועלת) הגבוה ביותר.
- ❖ רוב מההחלטות אותן אנו מבצעים בחיים דורשות מאיתנו להשוות בין תועלת לטווח קצר לתועלת לטווח ארוך (תועלת עתידית).

לדוגמה: אנו צריכים להחליט האם לבזבז כסף היום או להשקיע אותו כדי שיהיה לנו יותר כסף לבזבז בעתיד.

תורת המשחקים

תועלת צפויה לטווח קצר



חשיבה לתווך קצר- מבחינת התרנגול התירס כאילו בהישג יד מאחורי הזכוכית.

חשיבה לתווך ארוך- יש להתרחק מהאוכל על-מנת להשיגו.

תורת המשחקים

מהו משחק ומה נכלל בתוכו?



- ❖ שחקנים המשתתפים במשחק.
- ❖ כללי המשחק הידועים מראש באופן חד-משמעי.
- ❖ המהלכים האפשריים לכל שחקן בהתאם לכללי המשחק.
- ❖ מצב התחלתי.
- ❖ המשחק הוא סופי, כלומר המשחק אמור להסתיים לאחר מספר סופי של מהלכים.
- ❖ במשחקים עקבים כל שחקן בתורו בוחר פעולה עם ידיעה מלאה.
- ❖ במשחקים סימולטניים השחקנים מחליטים על פעולותיהם באופן סימולטני עם ידיעה חלקית.
- ❖ אסטרטגיה היא תוכנית פעולה המגדירה לשחקן איך לשחק בכל מצב נתון.

תורת המשחקים

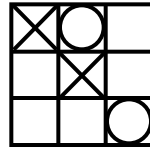
משחק סכום אפס



- ❖ הוא משחק בין שחקנים בעלי אינטרסים מנוגדים.
- ❖ הוא משחק עוקב - המהלכים מתבצעים בצורה סדרתית ולא בו זמנית.
- ❖ הוא משחק שבו הרווח של כל שחקן מאוזן במדויק על-ידי ההפסד של האחרים.

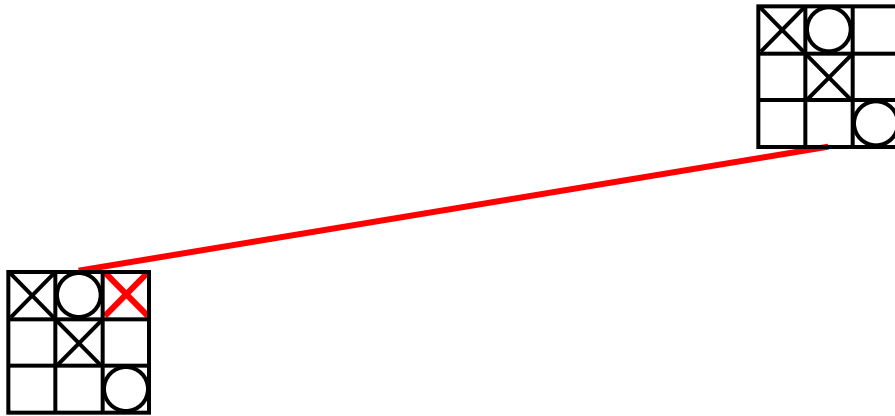
המשחק איקס-עיגול הוא משחק סכום אפס לשני שחקנים

דוגמה: בחירת מהלך באיקס-עיגול

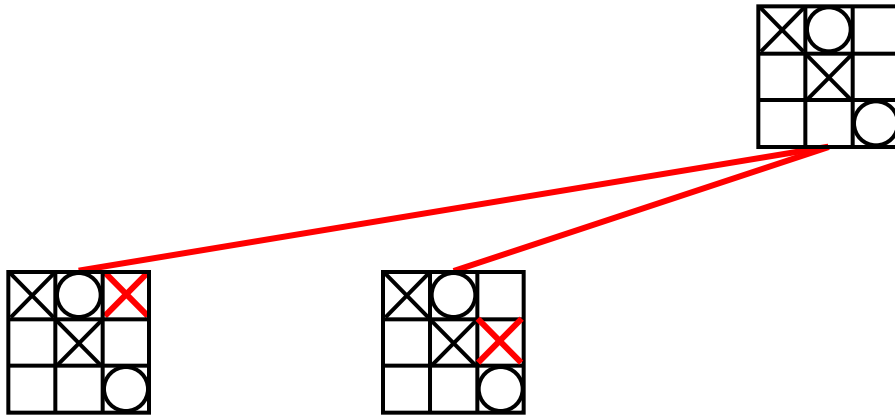


במצב זה קיימים חמשת המהלכים האפשריים של X

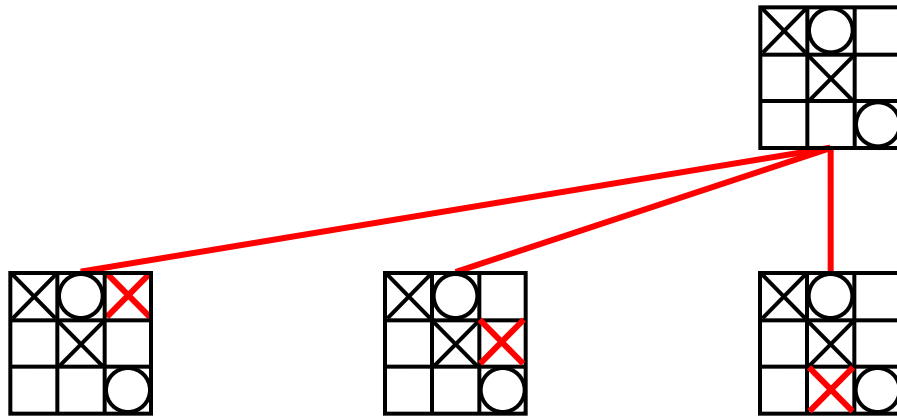
דוגמה: בחירת מהלך באיקס-עיגול



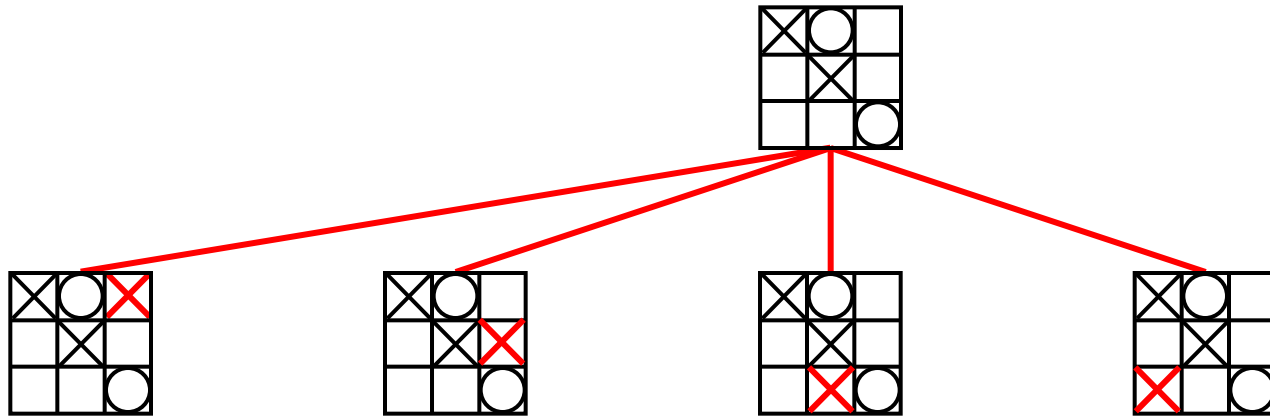
דוגמה: בחירת מהלך באיקס-עיגול



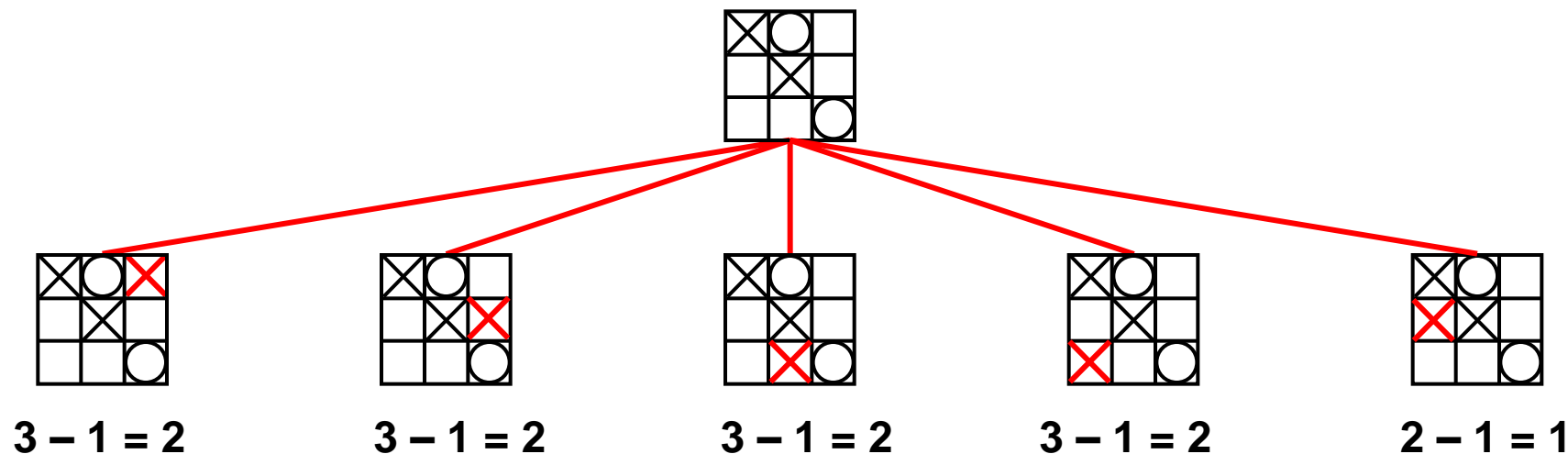
דוגמה: בחירת מהלך באיקס-עיגול



דוגמה: בחירת מהלך באיקס-עיגול



דוגמה: בחירת מהלך באיקס-עיגול



- ❖ מעבר ממצב נתון למצב הבא יקבע לפי **התועלת המקסימאלית**.
- ❖ **שיקולים היוריסטיים** (לא דטרמיניסטיים) הם **תועלת לטווח קצר**.
- ❖ התועלת מתאימה לכל מצב ערך מספרי.
- ❖ לדוגמה, התועלת עבור בחירה של **X** היא מספר השורות+העמודות+האלכסונים שנותרו פתוחים בשביל **X**, פחות מספר אלה שנותרו פתוחים בשביל יריבו **O**.
- ❖ **התועלת המקסימאלית לטווח קצר, אינה בהכרח הטובה ביותר.**

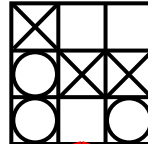
דוגמה: בחירת מהלך באיקס-עיגול

תועלת צפויה לטווח ארוך

- ❖ ניתן לתאר את המשחק בעזרת **עץ משחק**.
 - **שורש העץ** מהווה את המצב הנוכחי של המשחק.
 - **צמתי העץ** מתארים מצבי המשחק.
 - **קשתות העץ** מתארות מהלכים במשחק.
 - **עלי העץ** מתארים מצבים סופיים של המשחק: ניצחון, הפסד או תיקו.
- ❖ עץ המשחק מאפשר לחזות קדימה את כל המהלכים האפשריים ולבחור את המהלך הטוב ביותר.

דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

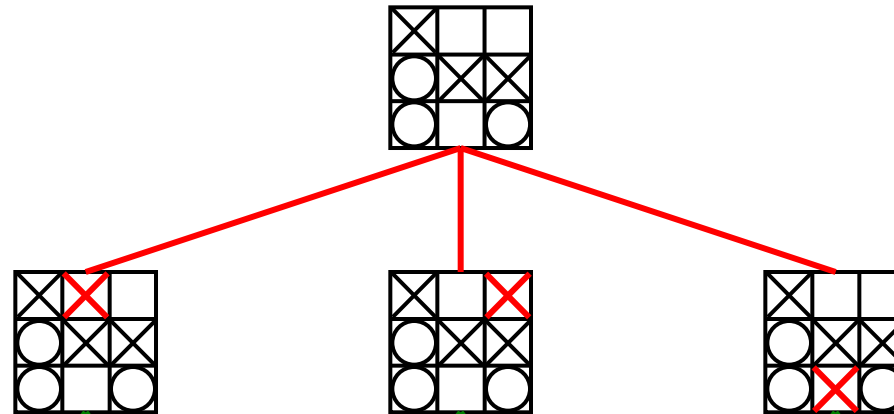
× תורו של



דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

× תורו של

○ תורו של

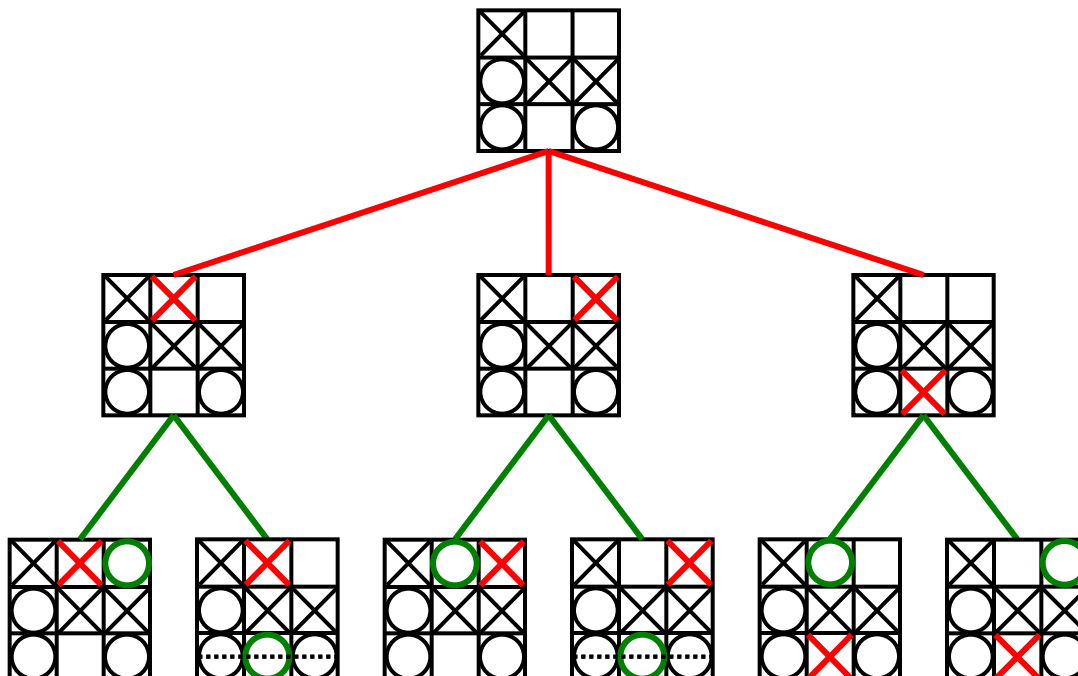


דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

× תורו של

○ תורו של

× תורו של



דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

אלגוריתם MaxiMin

- ❖ כדי להבחין בין השחקנים נסמן את השחקן שאמור לבצע את המהלך מהמצב הנתון שבשורש העץ "מקס", ואת יריבו נסמן "מין".
- ❖ האלגוריתם מחפש את המהלך הטוב ביותר בשביל ה-"מקס".
- ❖ הצמתים בעץ יסומנו כצמתי "מקס" או צמתי "מין", על-פי התור של השחקן שצריך לבצע מהלך מהמצב שבצומת מסוים.

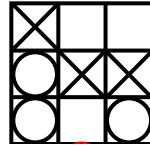
דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

אלגוריתם MaxiMin

- ❖ כל שחקן בתורו רוצה למקסם את התועלת של עצמו, ולמזער את התועלת של יריבו.
- ❖ השחקן "מקס" שואף למקסם את הרווח של עצמו, לכן בוחר ערך **מקסימאלי**.
- ❖ השחקן "מין" שואף למזער את הרווח של "מקס", לכן בוחר בערך **מינימאלי**.
- ❖ כל המצבים הסופיים מתוארים עבור השחקן "מקס":
 - מצבי הניצחון של השחקן "מקס" מקבלים את הערך **1**.
 - מצבי הפסד של השחקן "מקס" מקבלים את הערך **-1**.
 - המצבים שמהווים תיקו מקבלים את הערך **0**.

דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

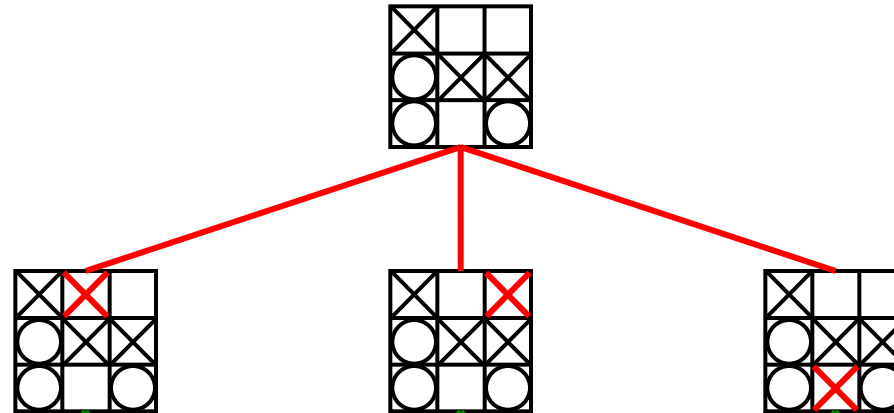
× תורו של



דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

× תורו של

○ תורו של

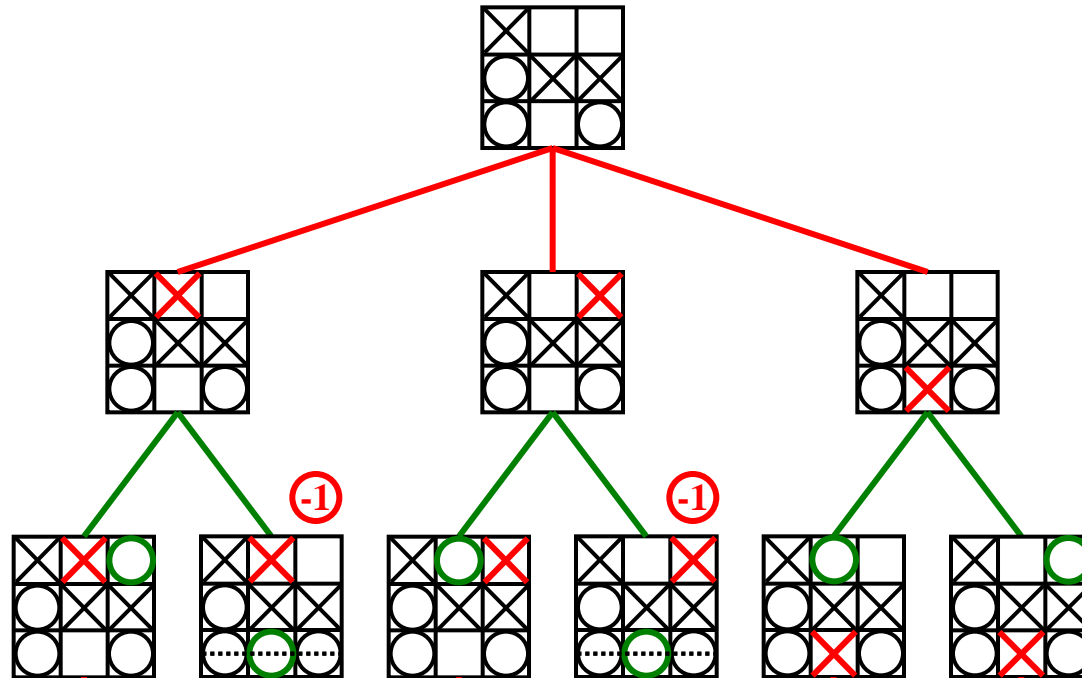


דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

× תורו של

○ תורו של

× תורו של



שחקן 'מין'

דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

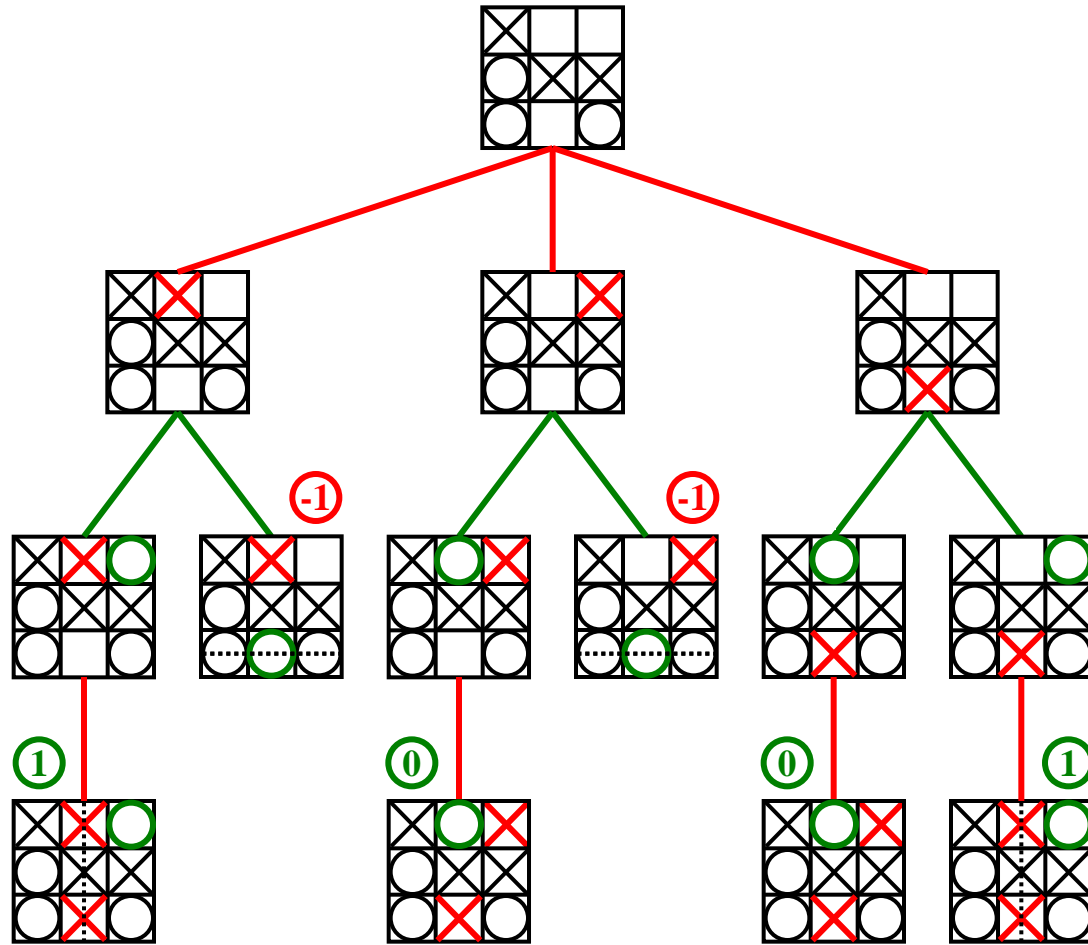
× תורו של

○ תורו של

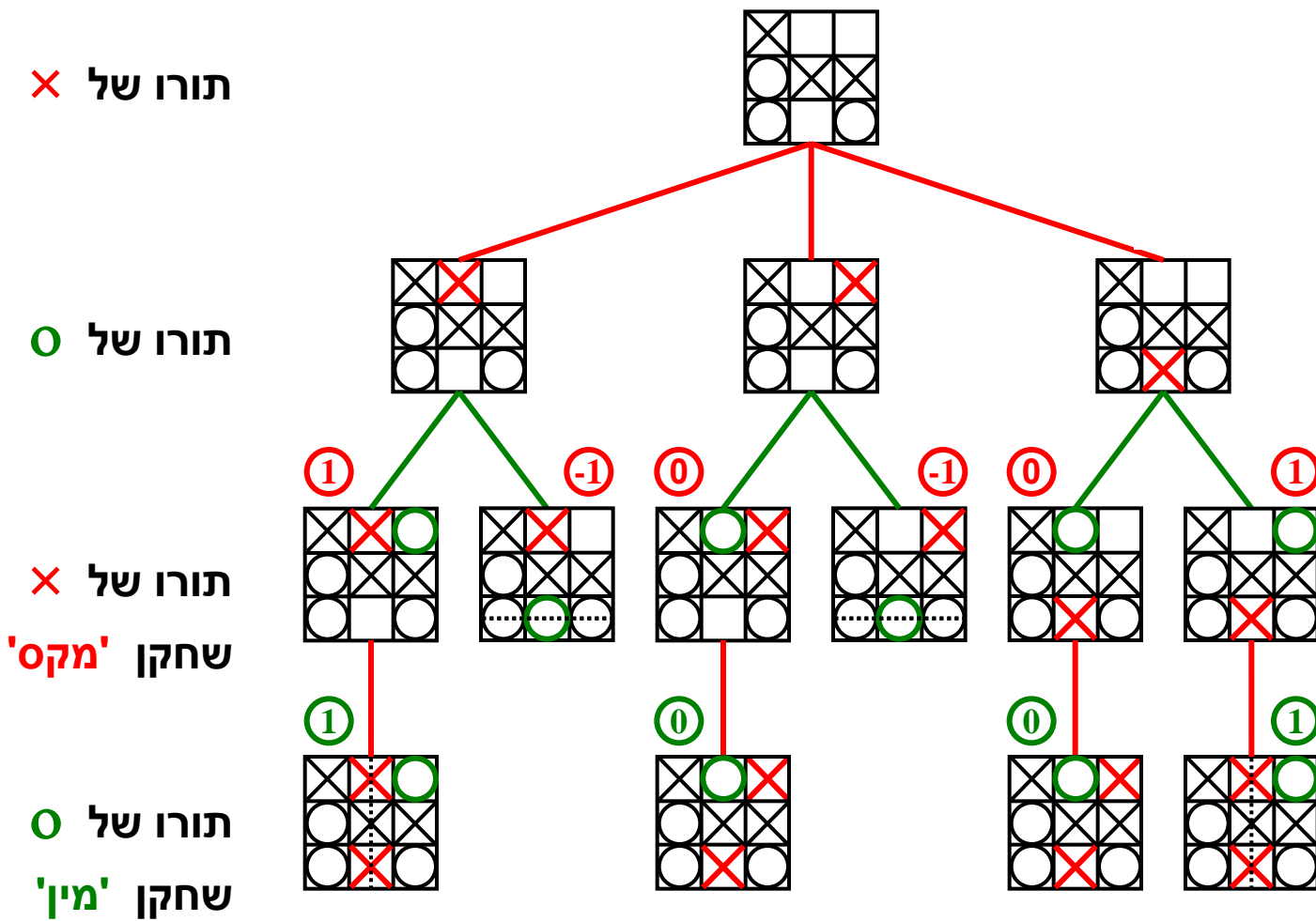
× תורו של

○ תורו של

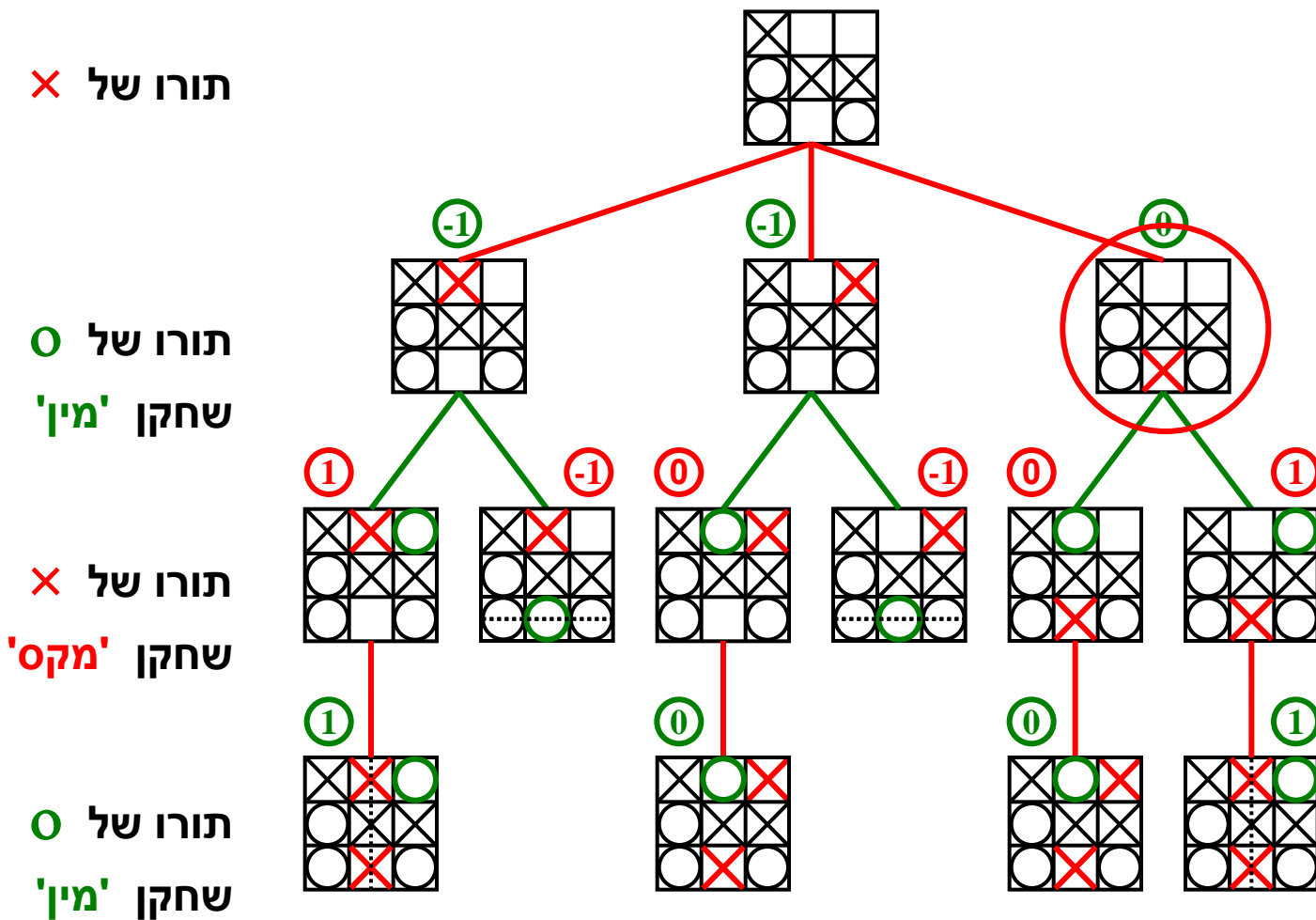
שחקן 'מין'



דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



דוגמה: עץ משחקה עבור איקס-עיגול



דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

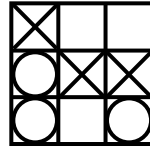
אלגוריתם NegaMin

אלגוריתם NegaMin הוא גרסה אלטרנטיבית ל-MaxiMin, אשר מתעלם מן ההבדל בין המצבים השייכים לשחקן שתורו לשחק וליריבו.

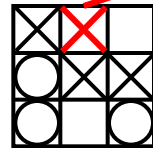
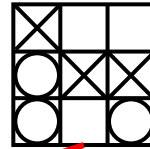


- ❖ האלגוריתם חוסך את ההבחנה בין השחקנים "מקס" ו-"מין".
- ❖ לכל המצבים הסופיים נייחס אחד משני ערכים:
 - המצב שמהווה ניצחון של שחקן כלשהו מקבל את הערך -1 , כי השחקן הבא בתור מפסיד.
 - המצב שמהווה תיקו מקבל את הערך 0 .
- ❖ כל צומת מחפש את ערך המינימום שבין ערכי ילדיו, ולאחר מכן הופך את סימן התוצאה.
- ❖ האלגוריתם מוצא את המהלך הכי טוב על-ידי מעבר אחורה מהמצבים הסופיים עד הנקודה בה אמורה להתבצע ההחלטה (backtracking).

דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

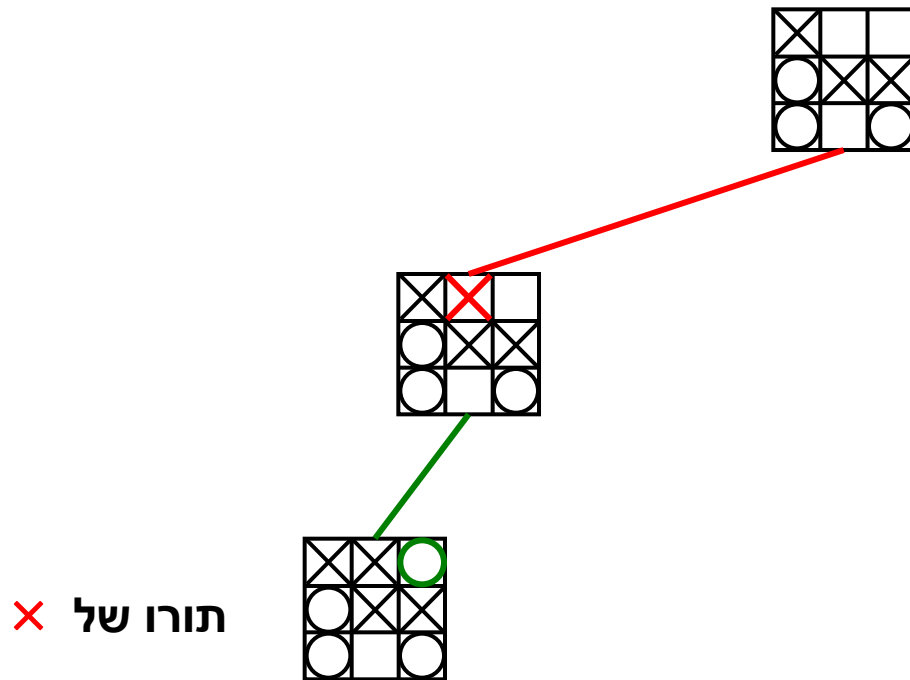


דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

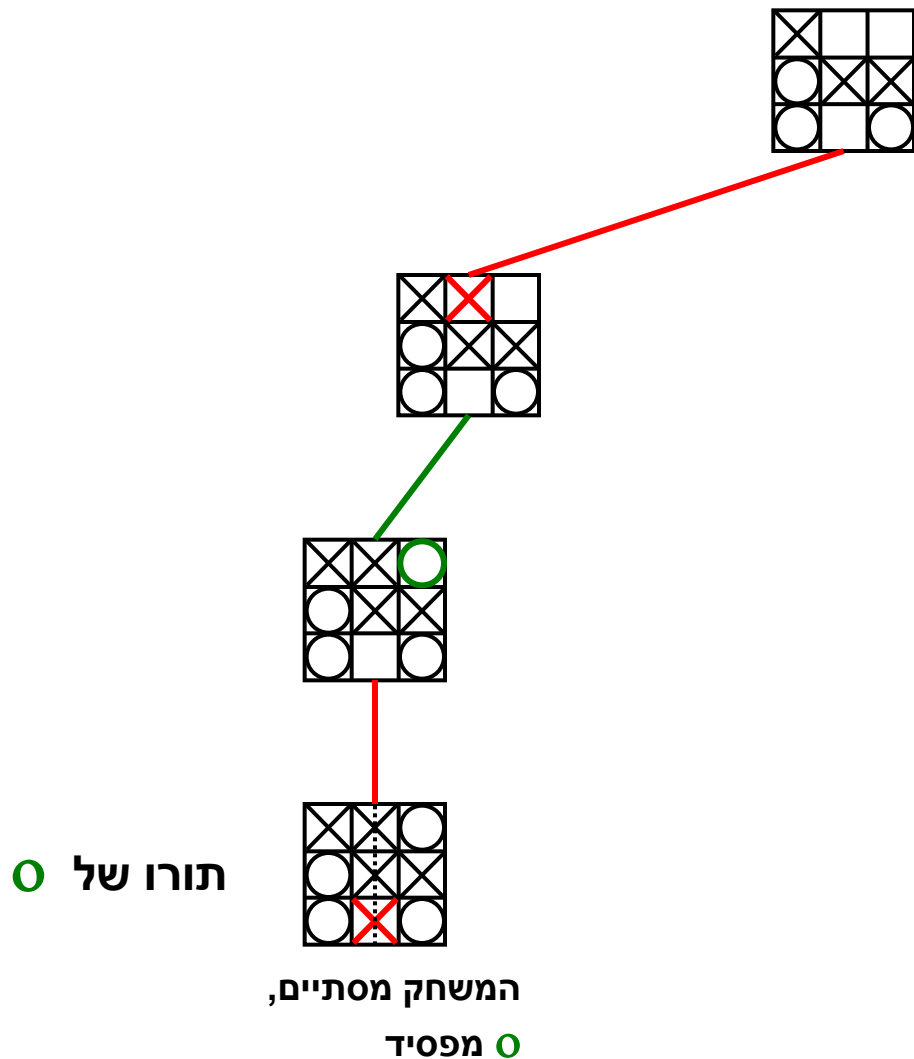


○ תורו של

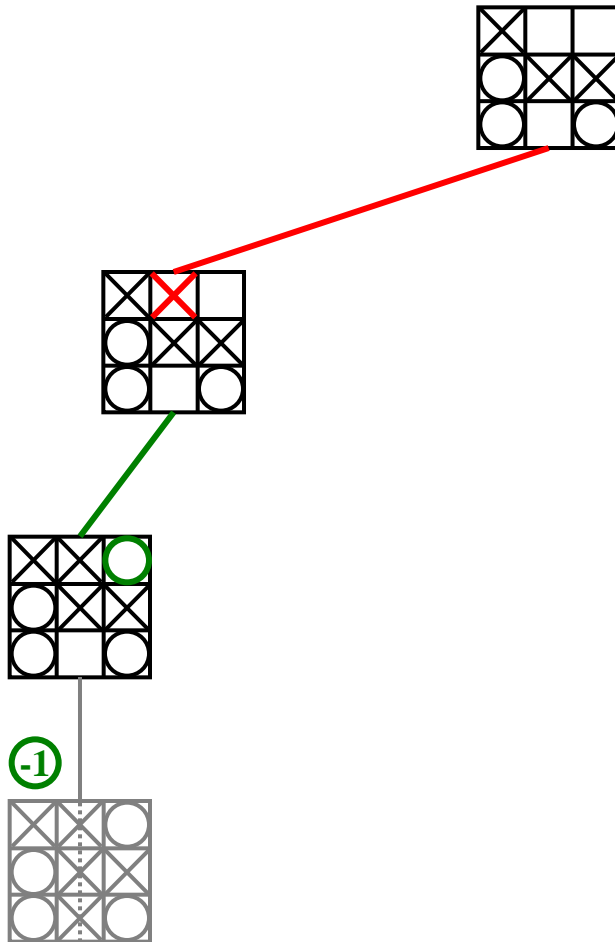
דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



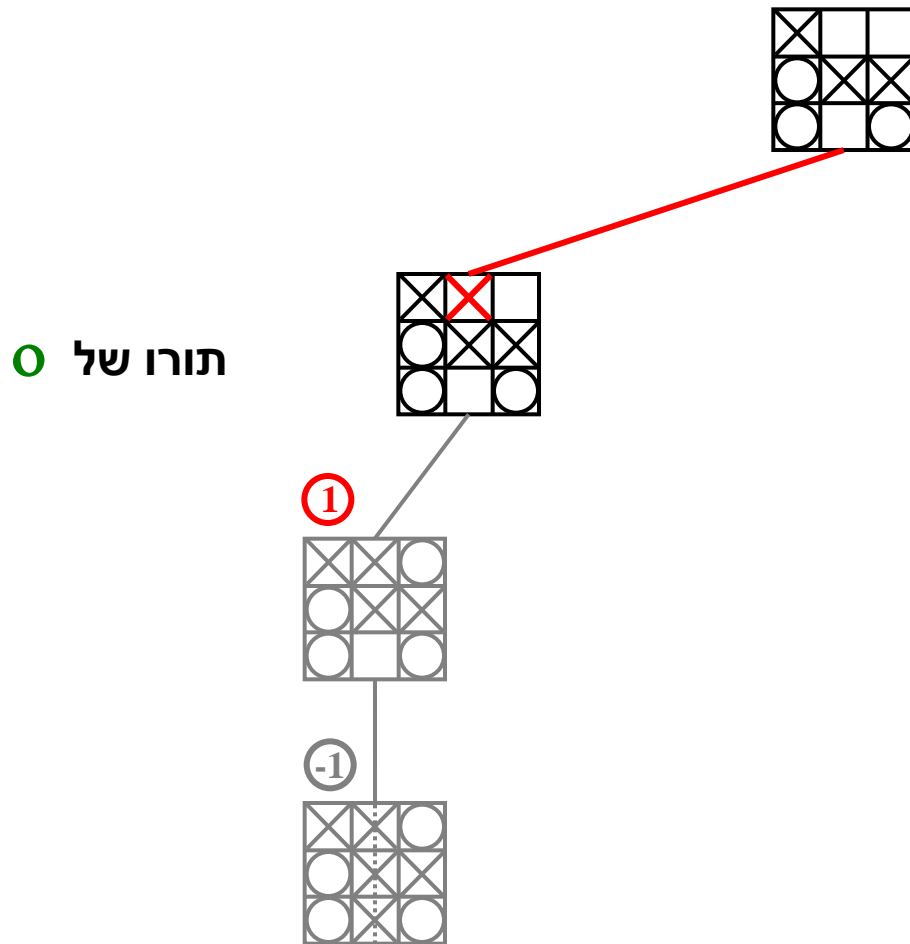
דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



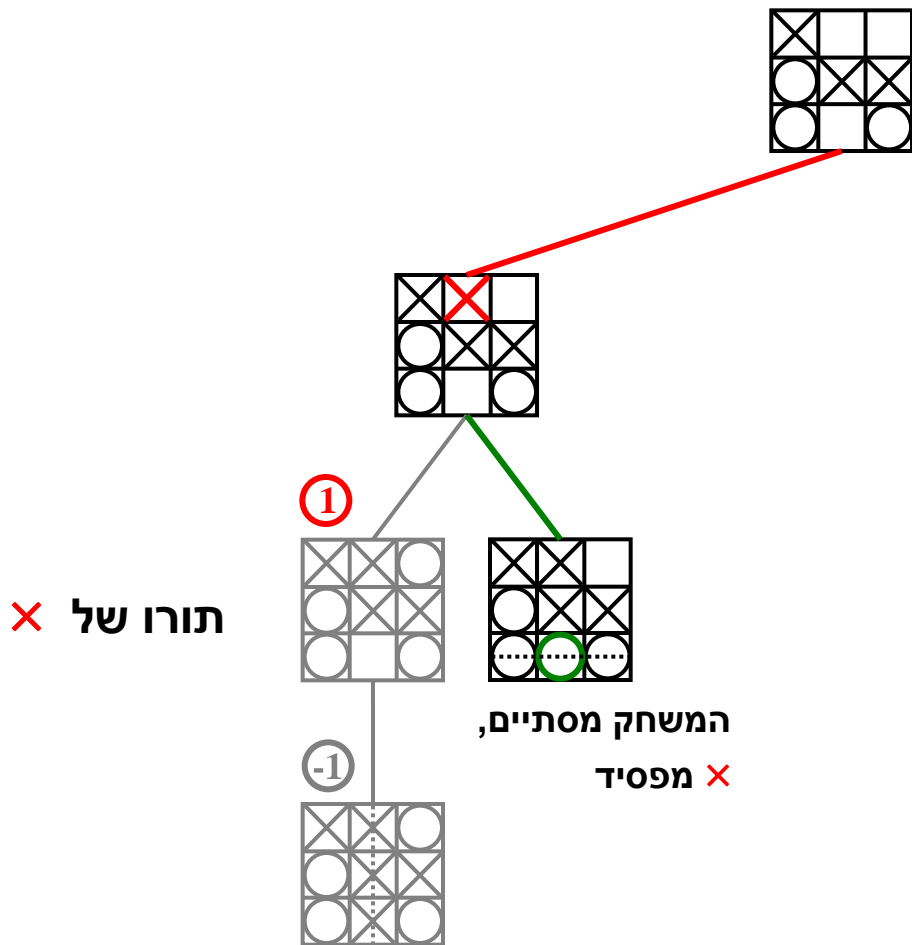
דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



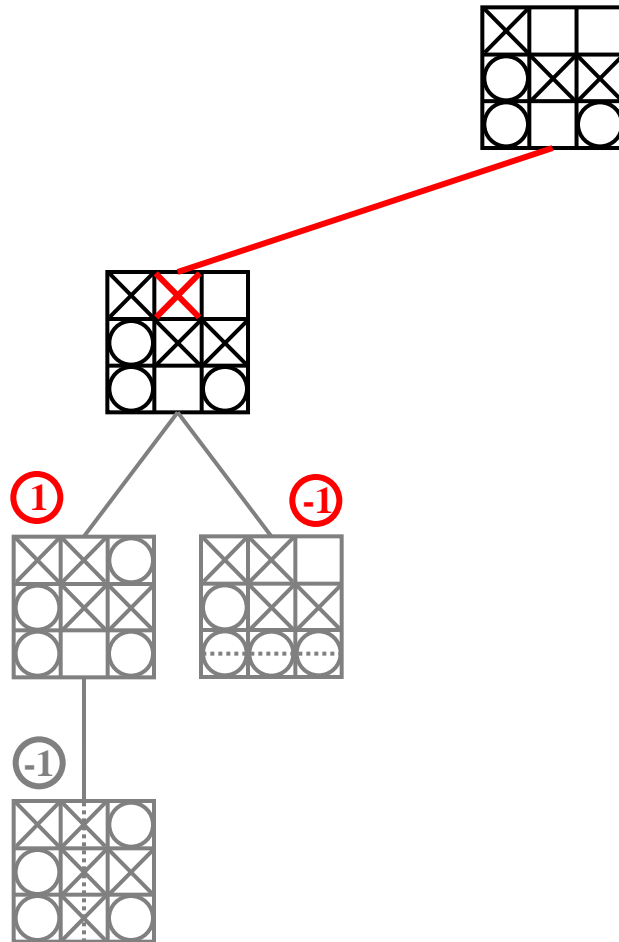
דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



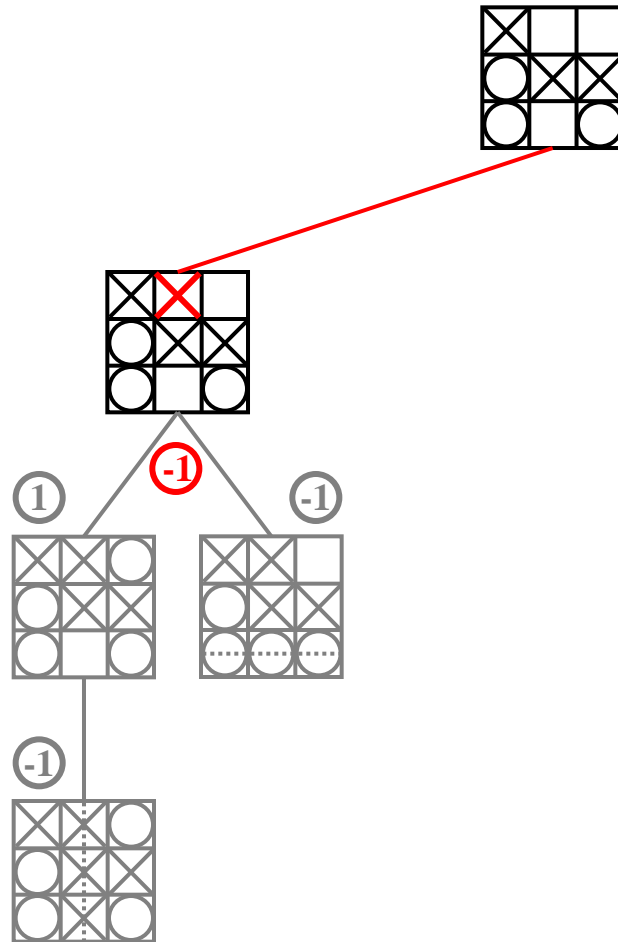
דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

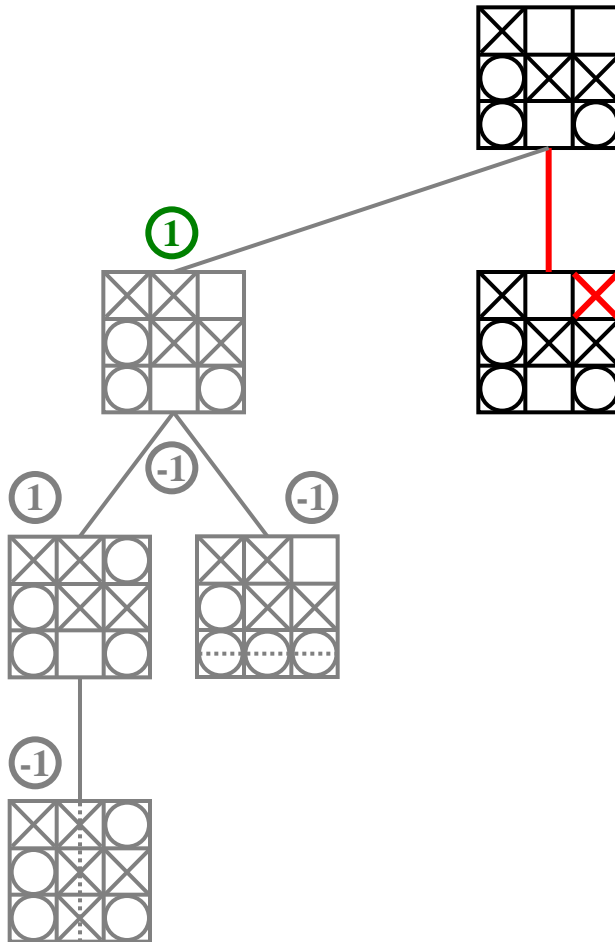


דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

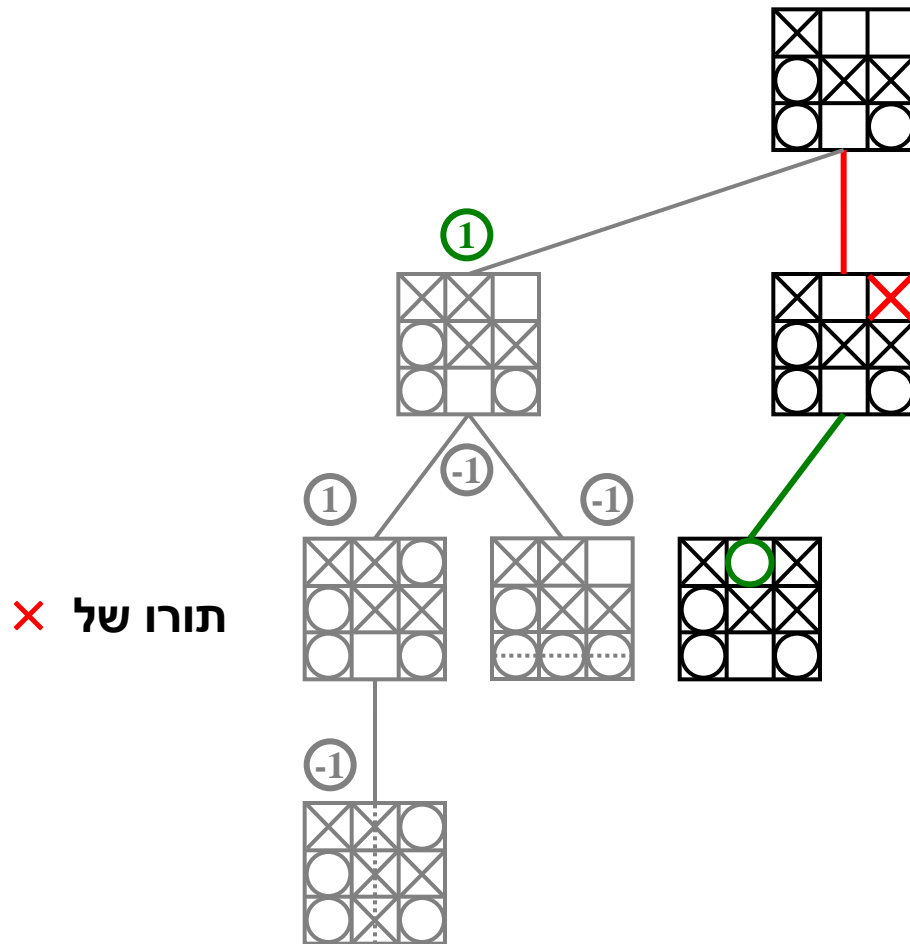


דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

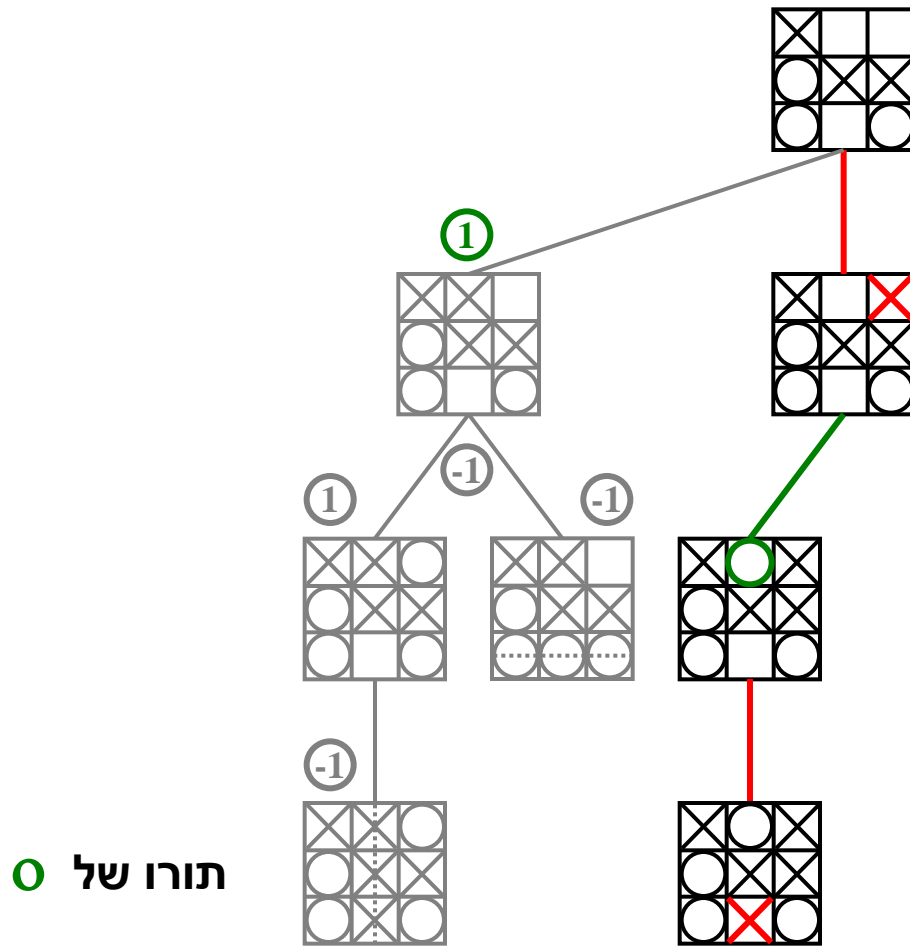
○ תורו של



דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



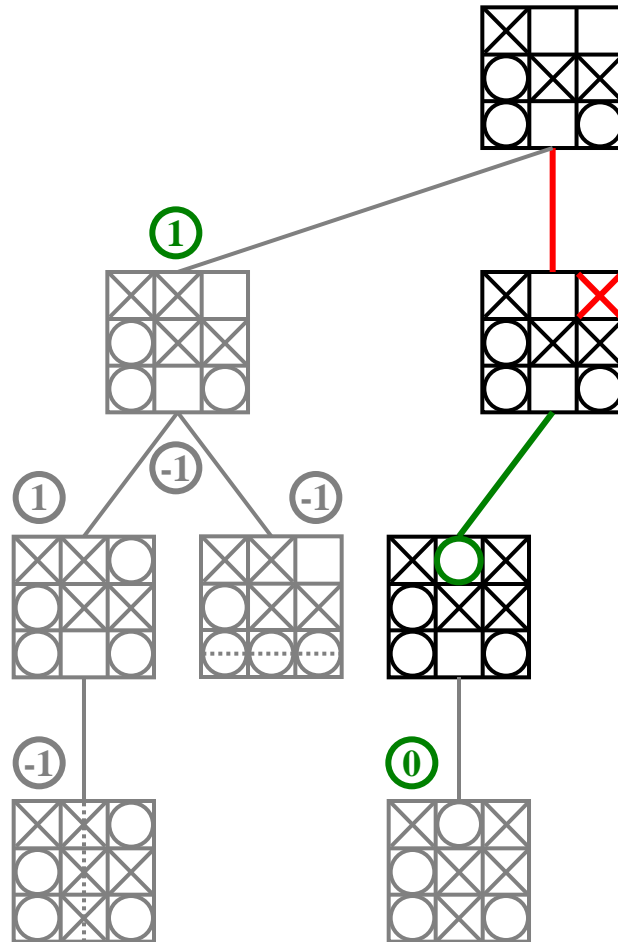
דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



המשחק מסתיים
בתיקו

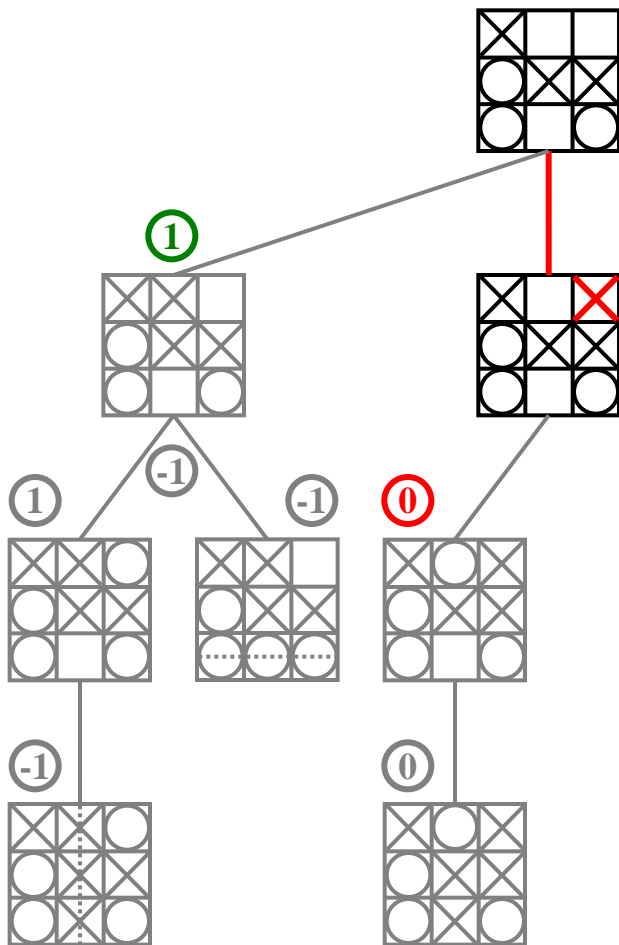
פקר ולרי

דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

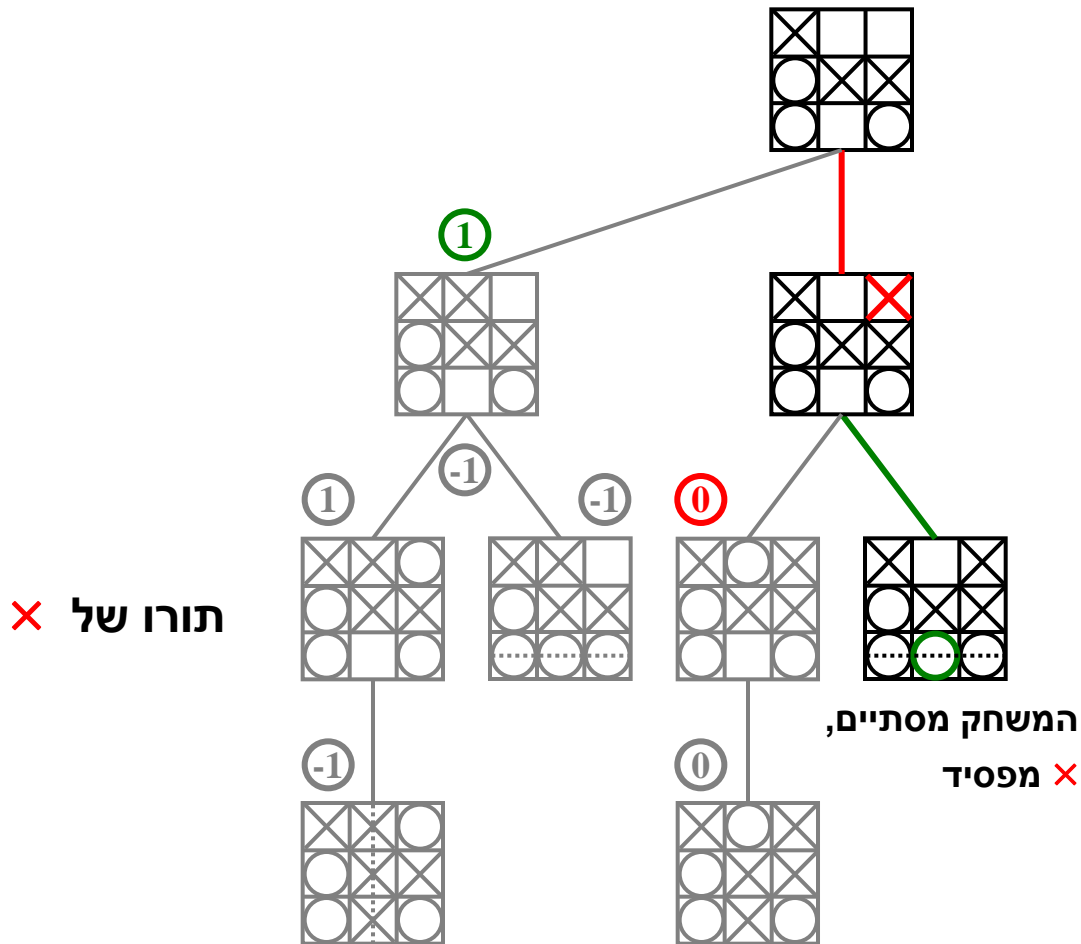


דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

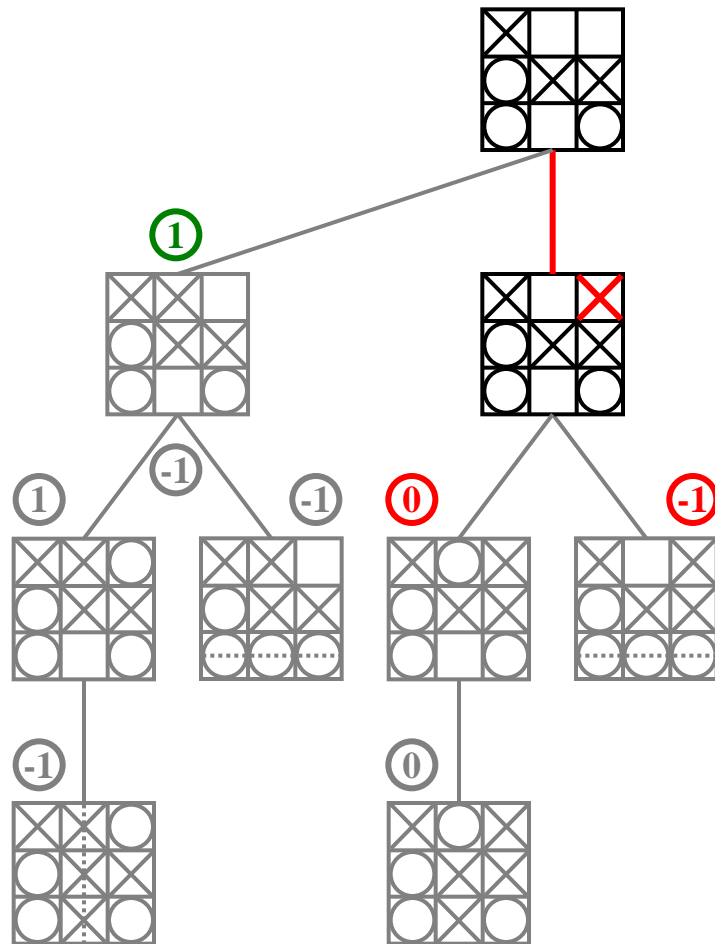
○ תורו של



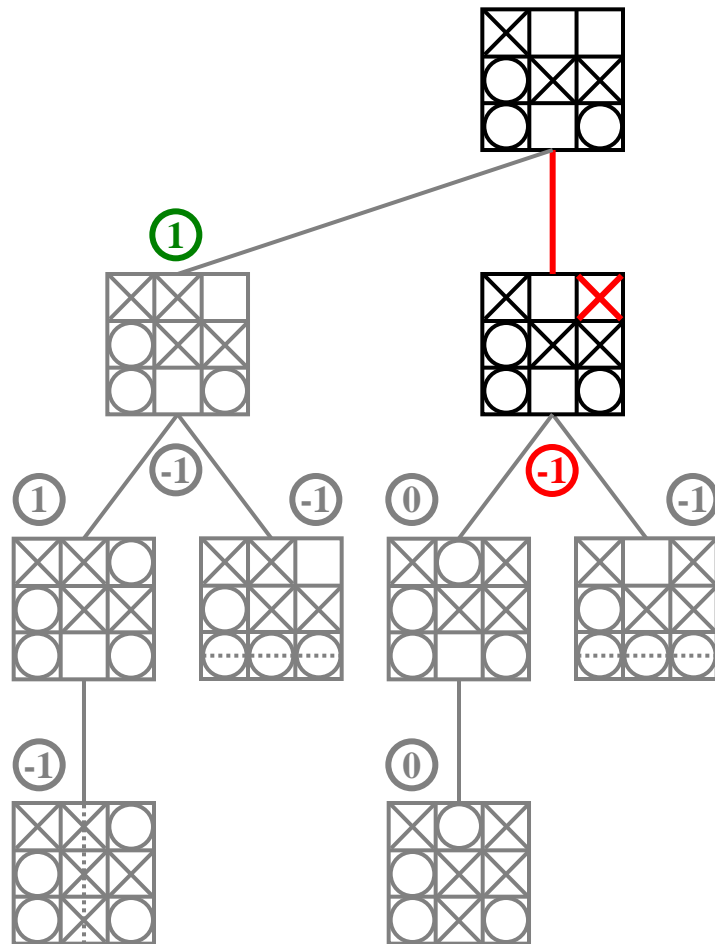
דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

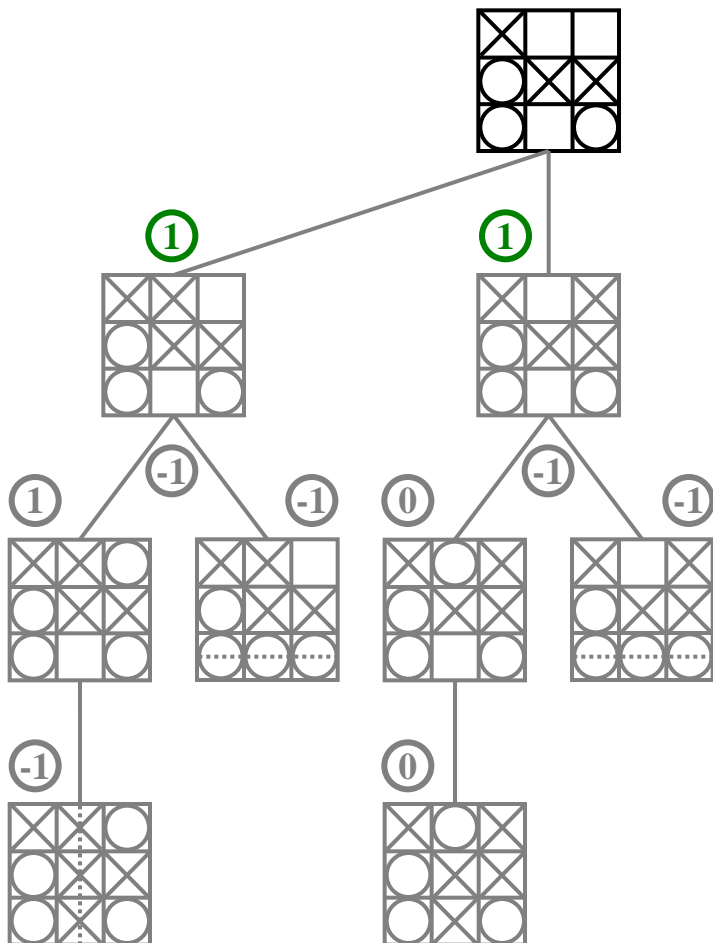


דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

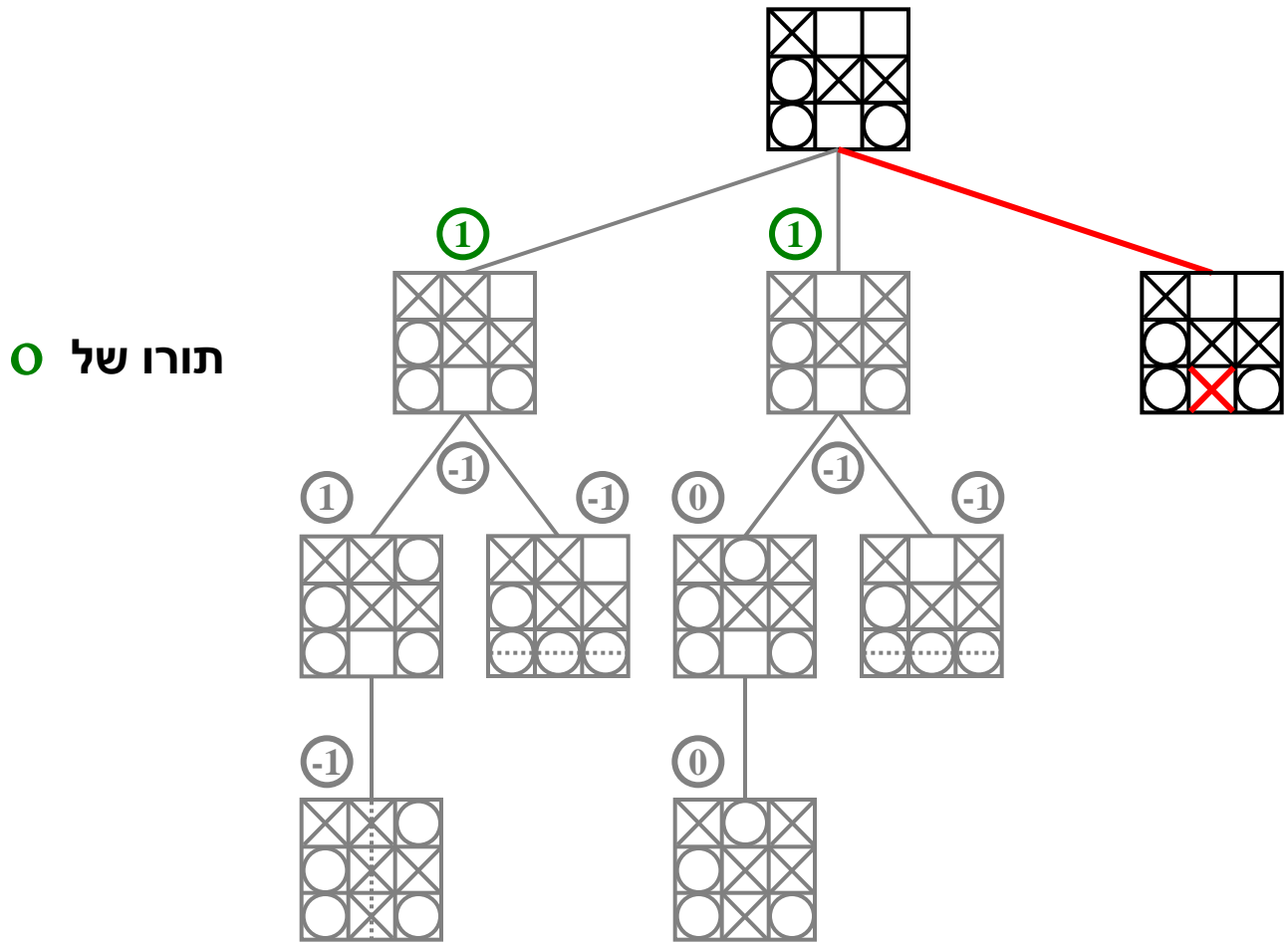


דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

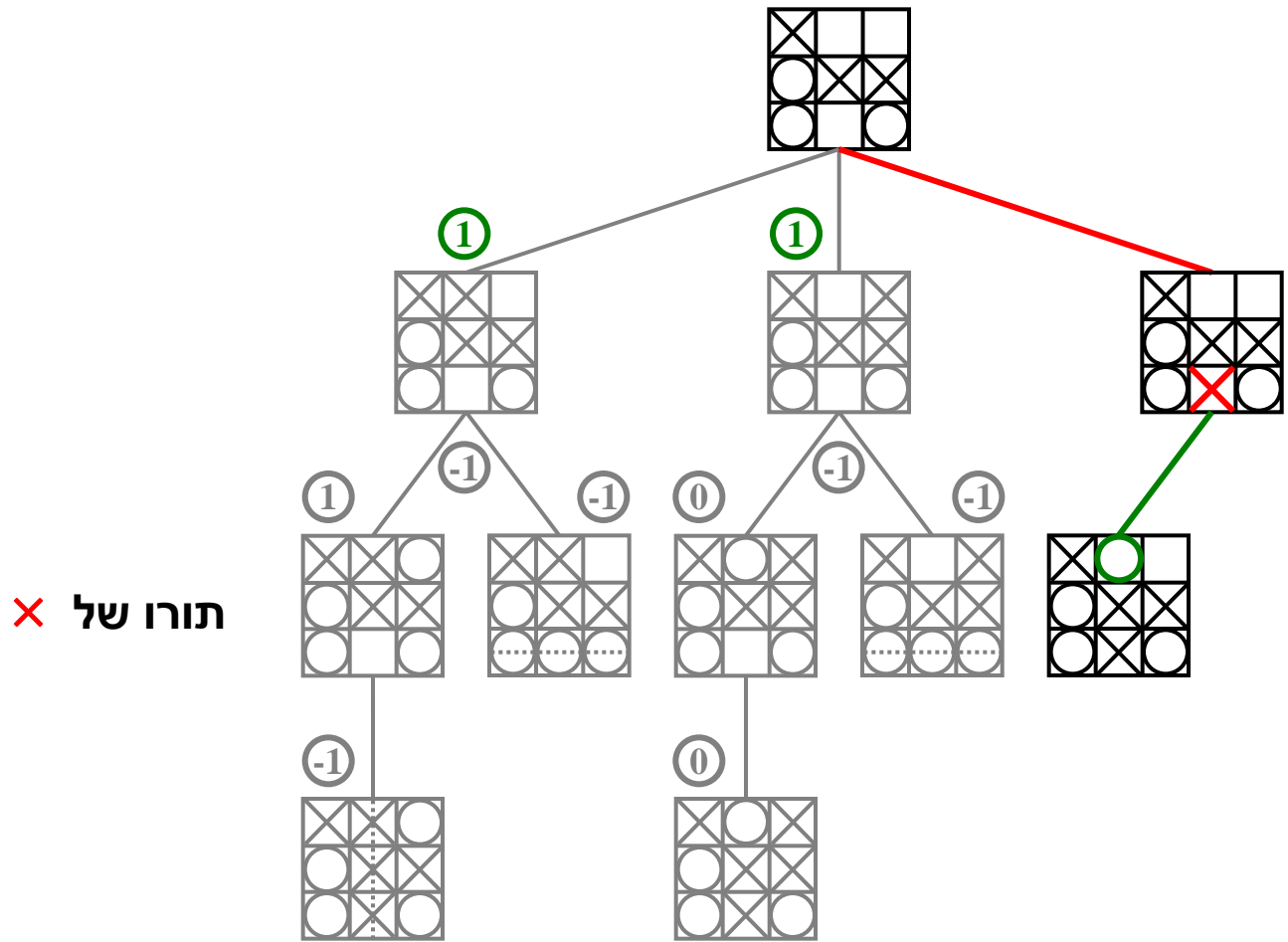
תורו של X



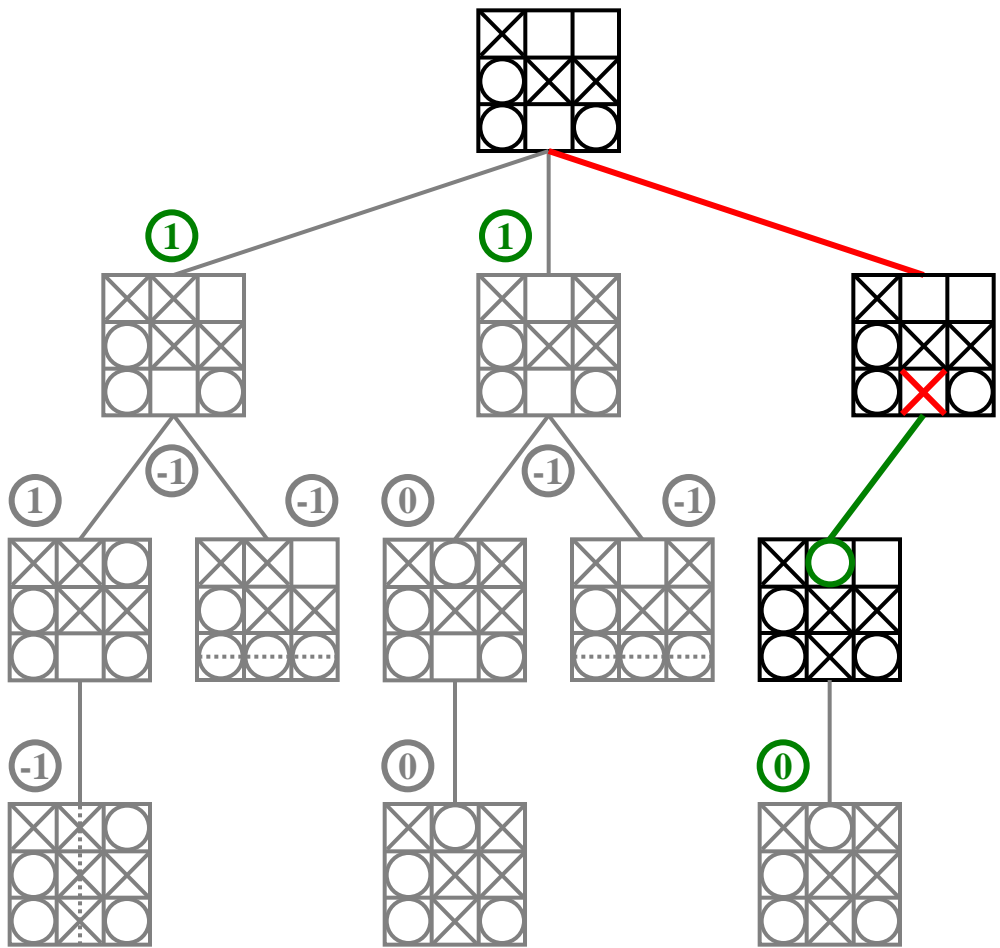
דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

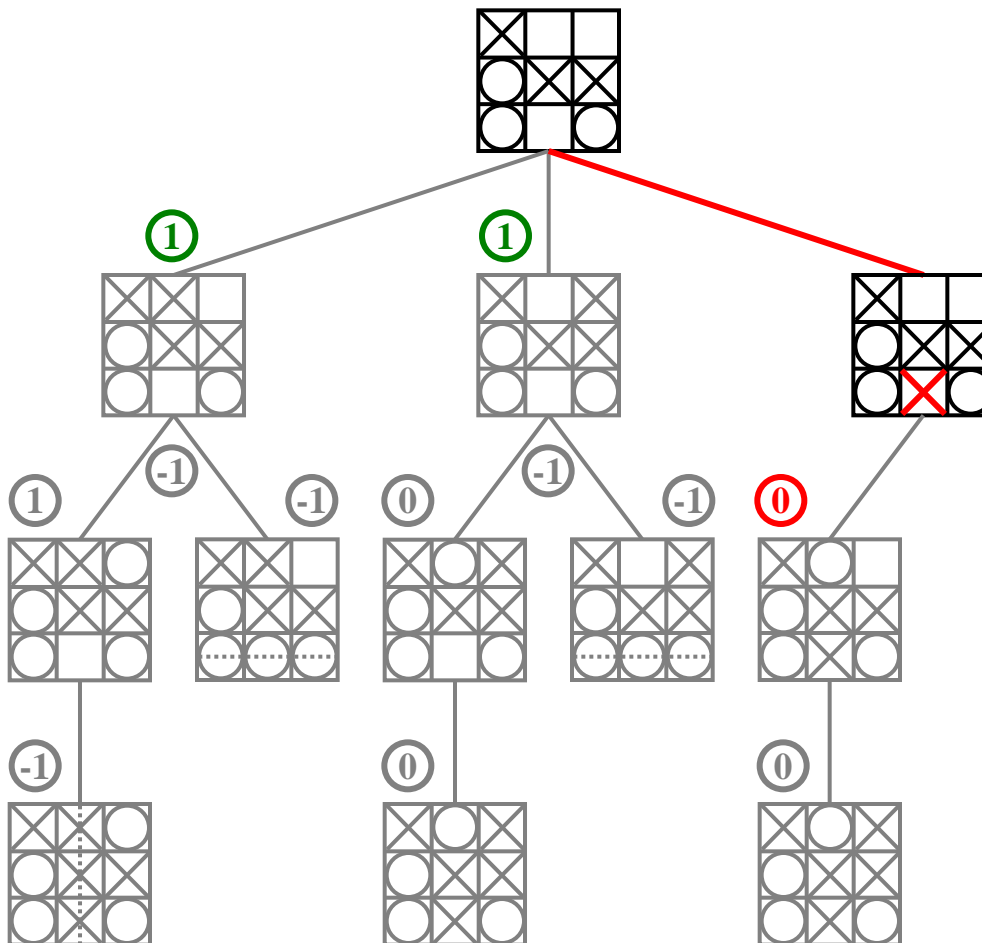


דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

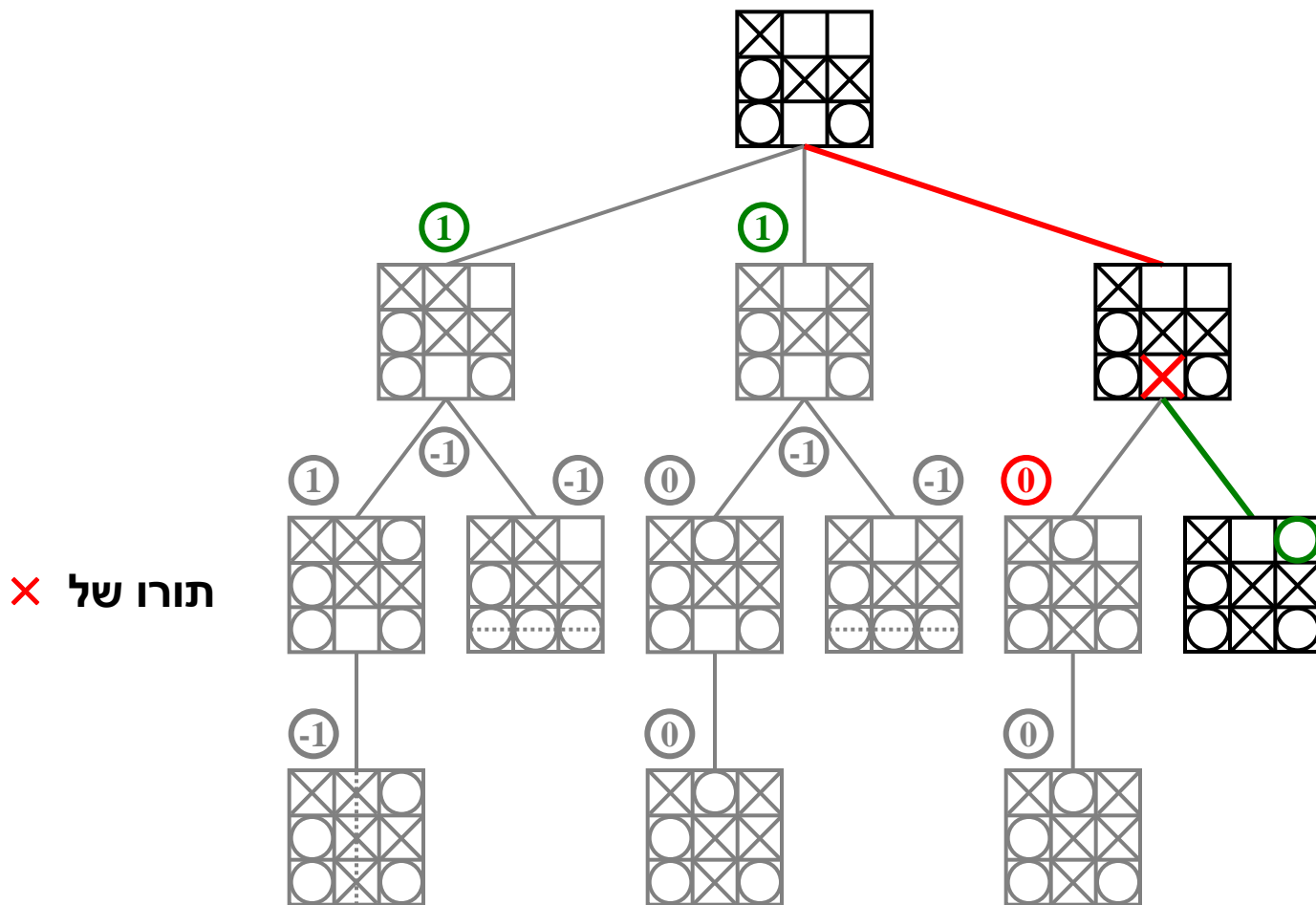


דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

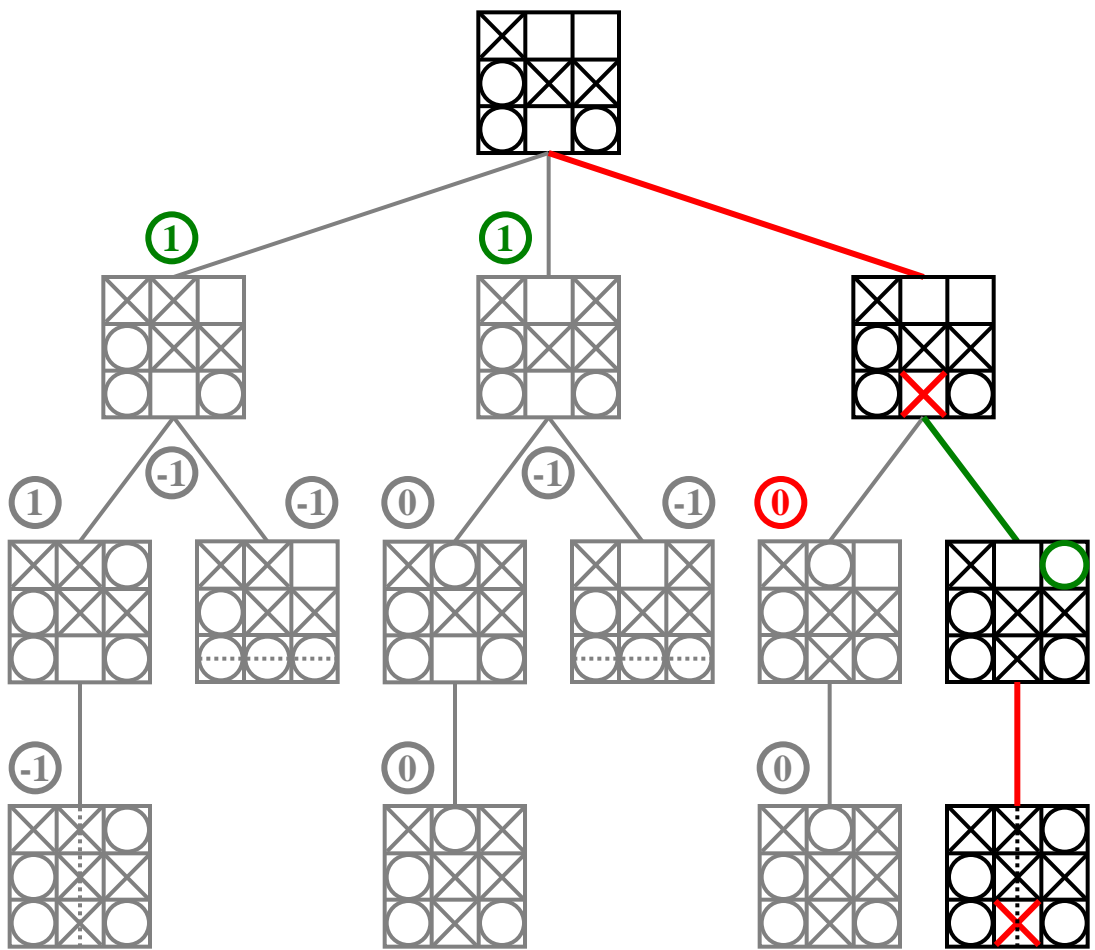
○ תורו של



דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

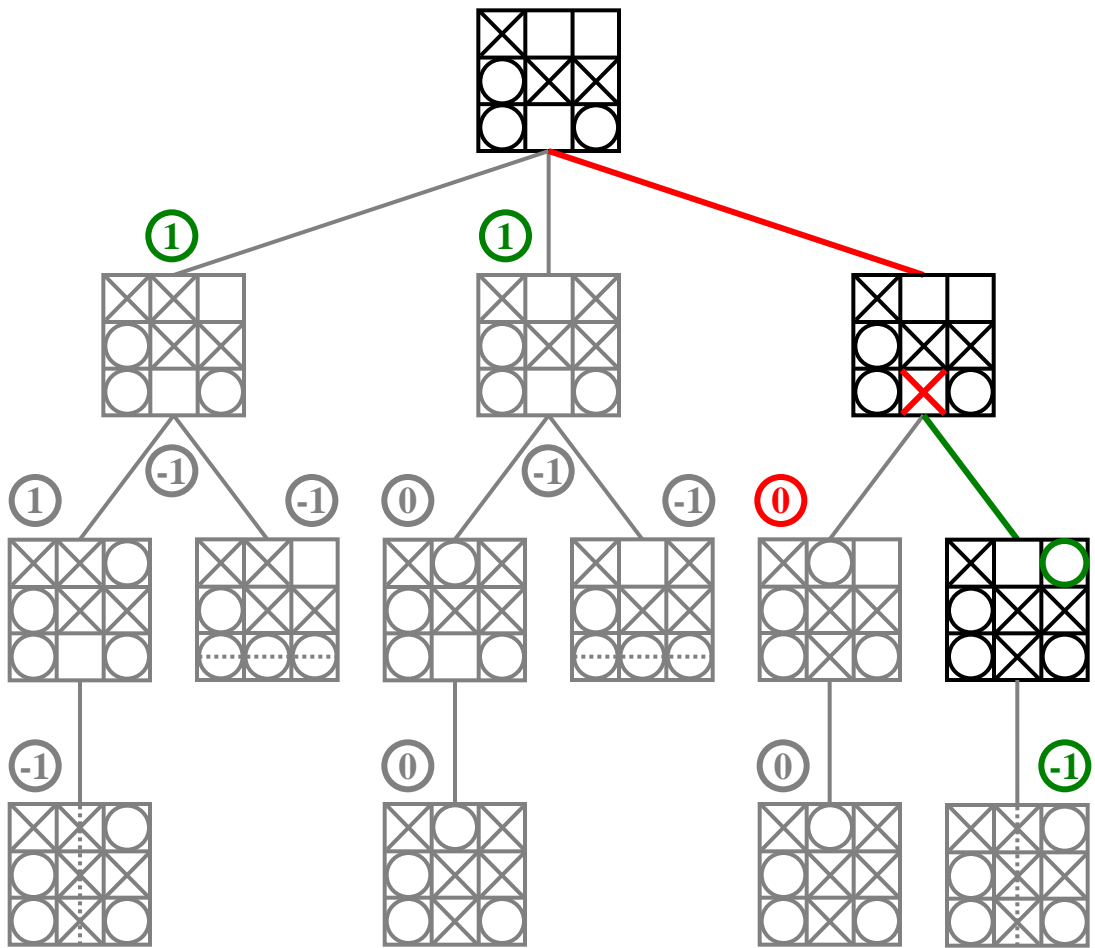


○ תורו של

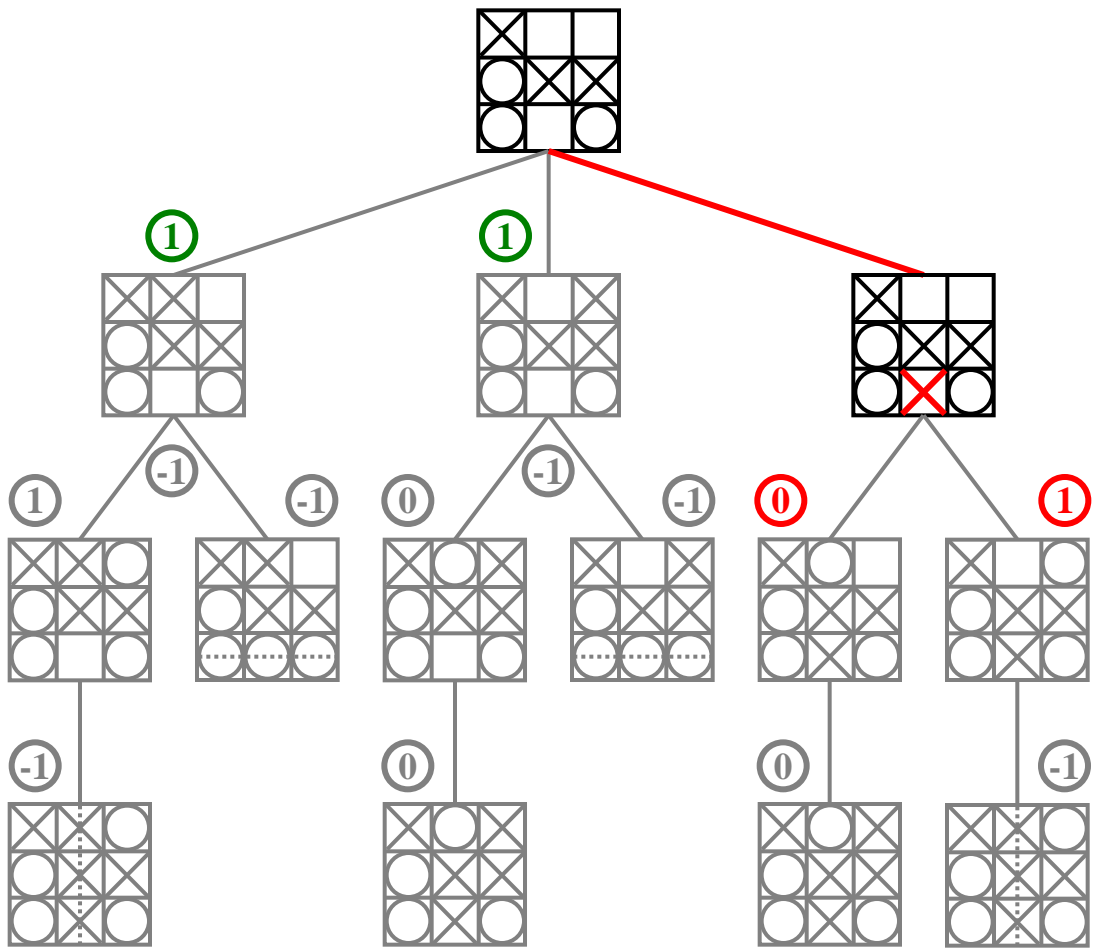
המשחק מסתיים,

○ מפסיד

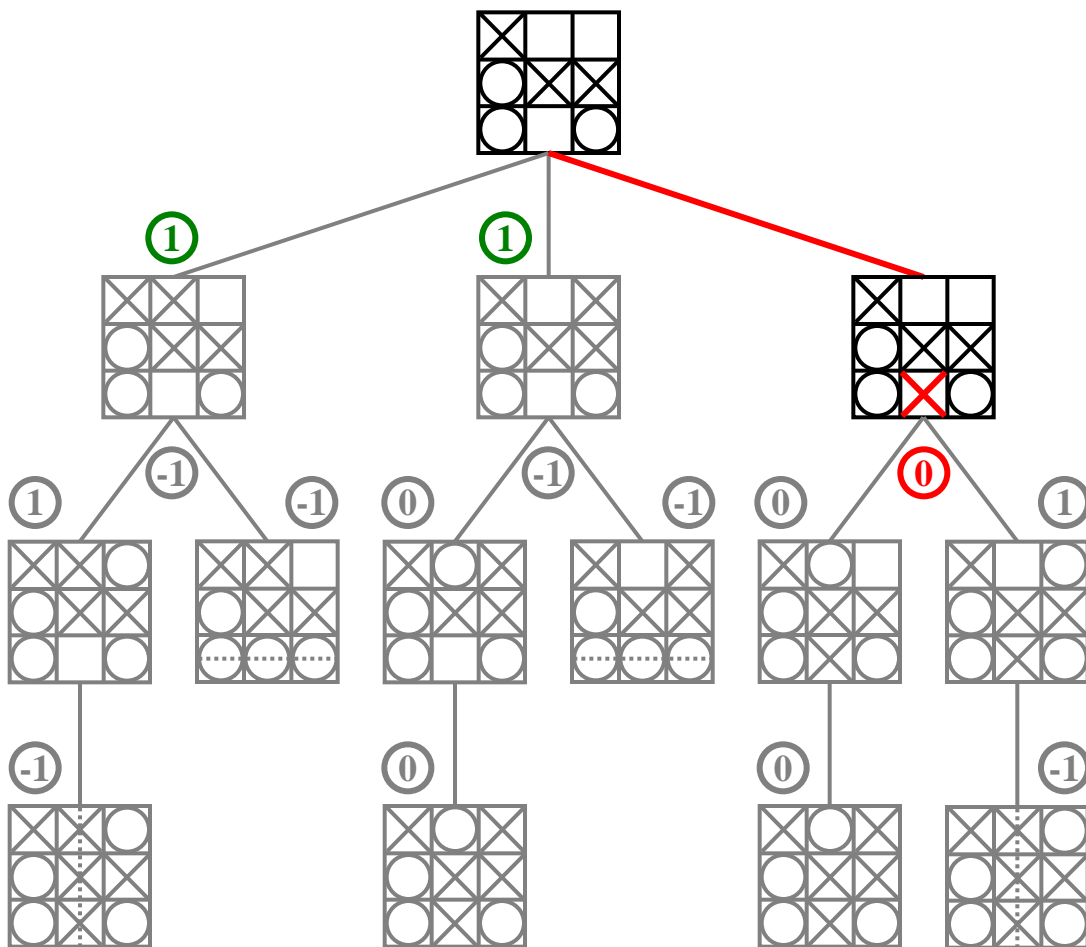
דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



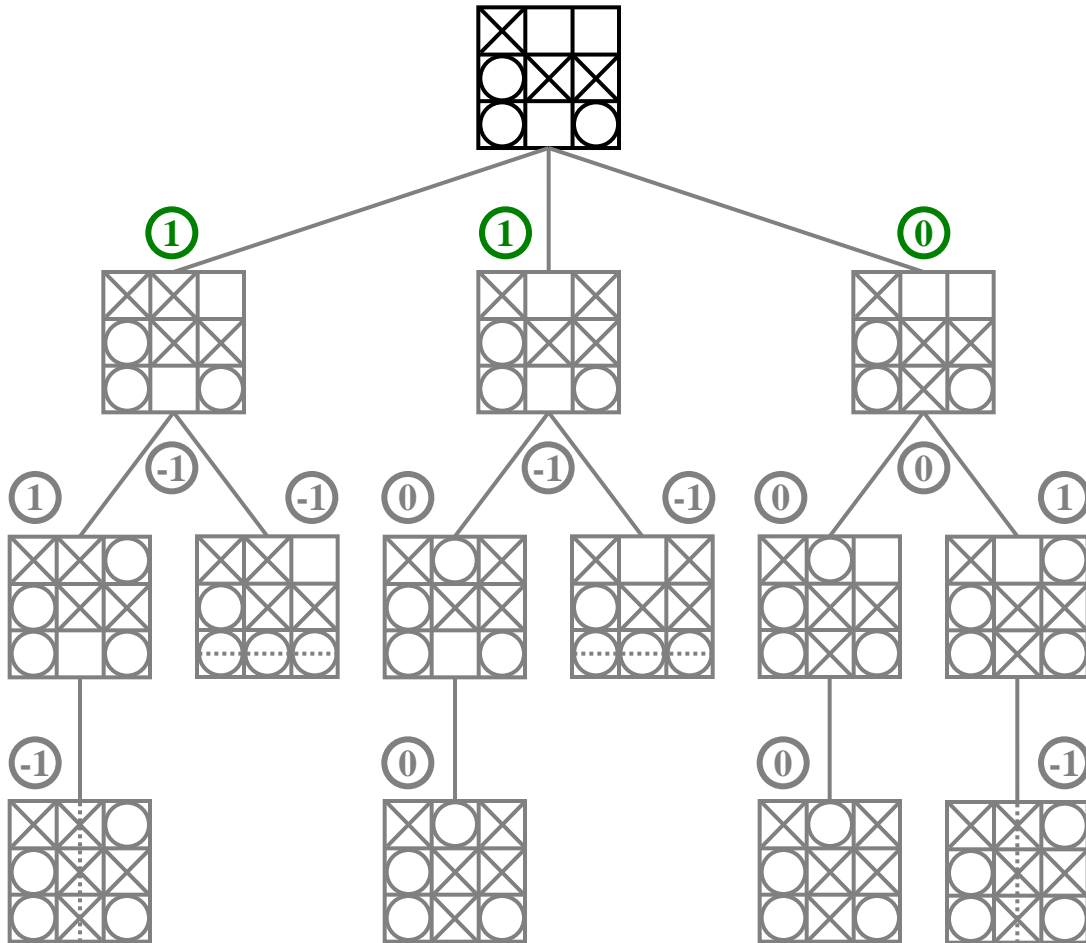
דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



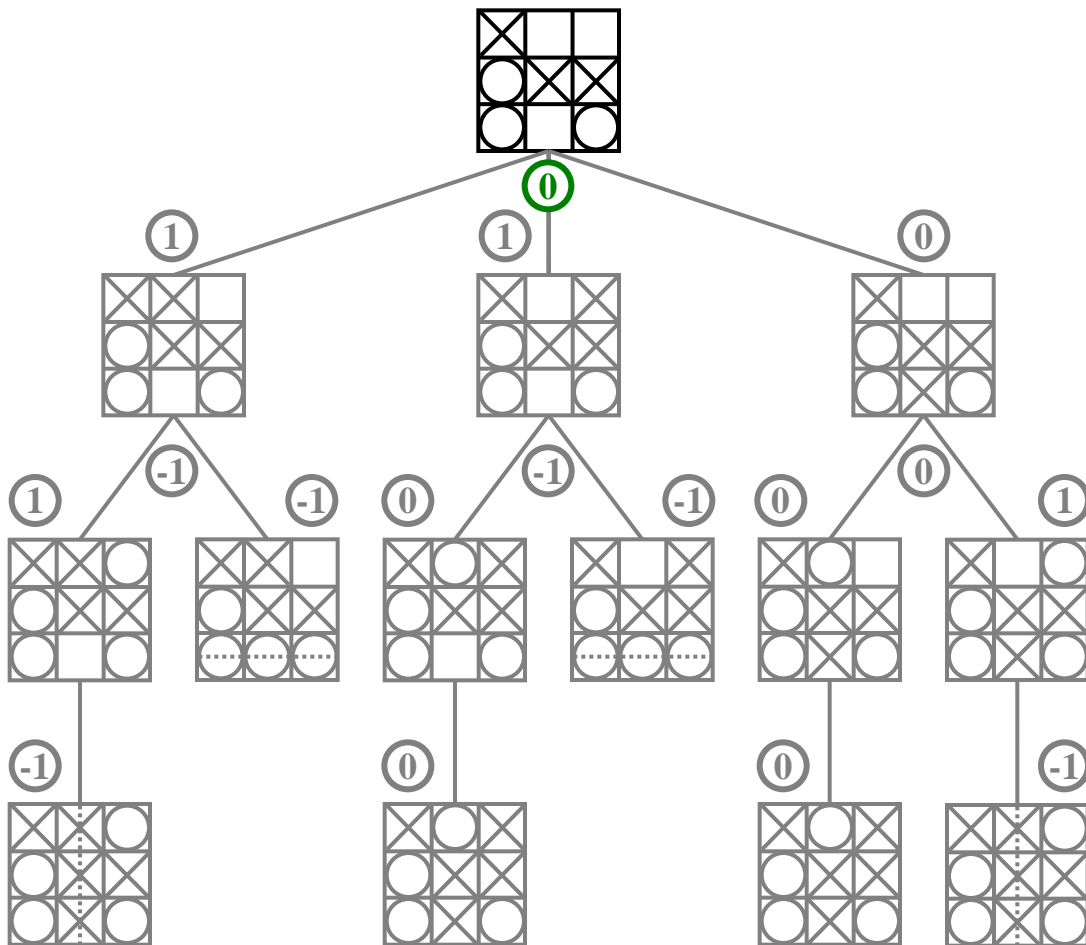
דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



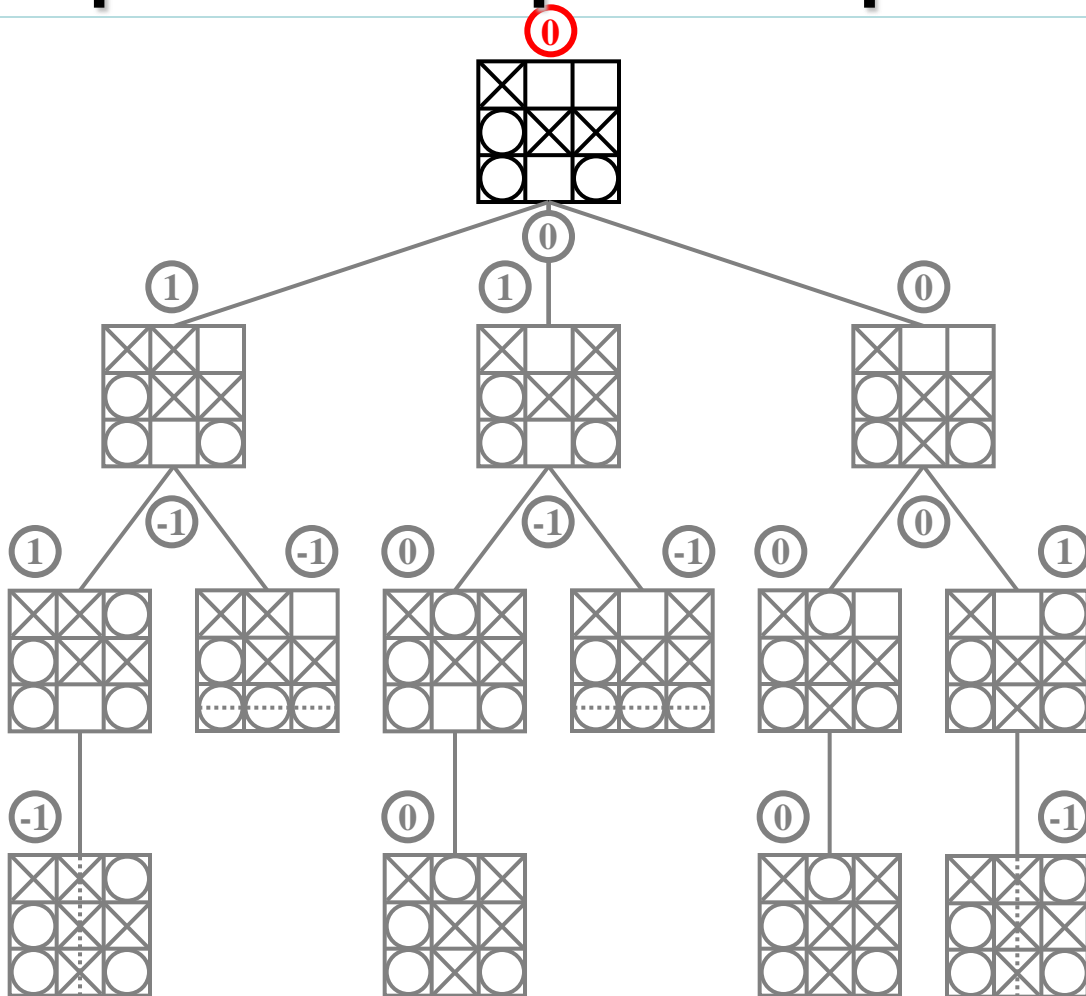
דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



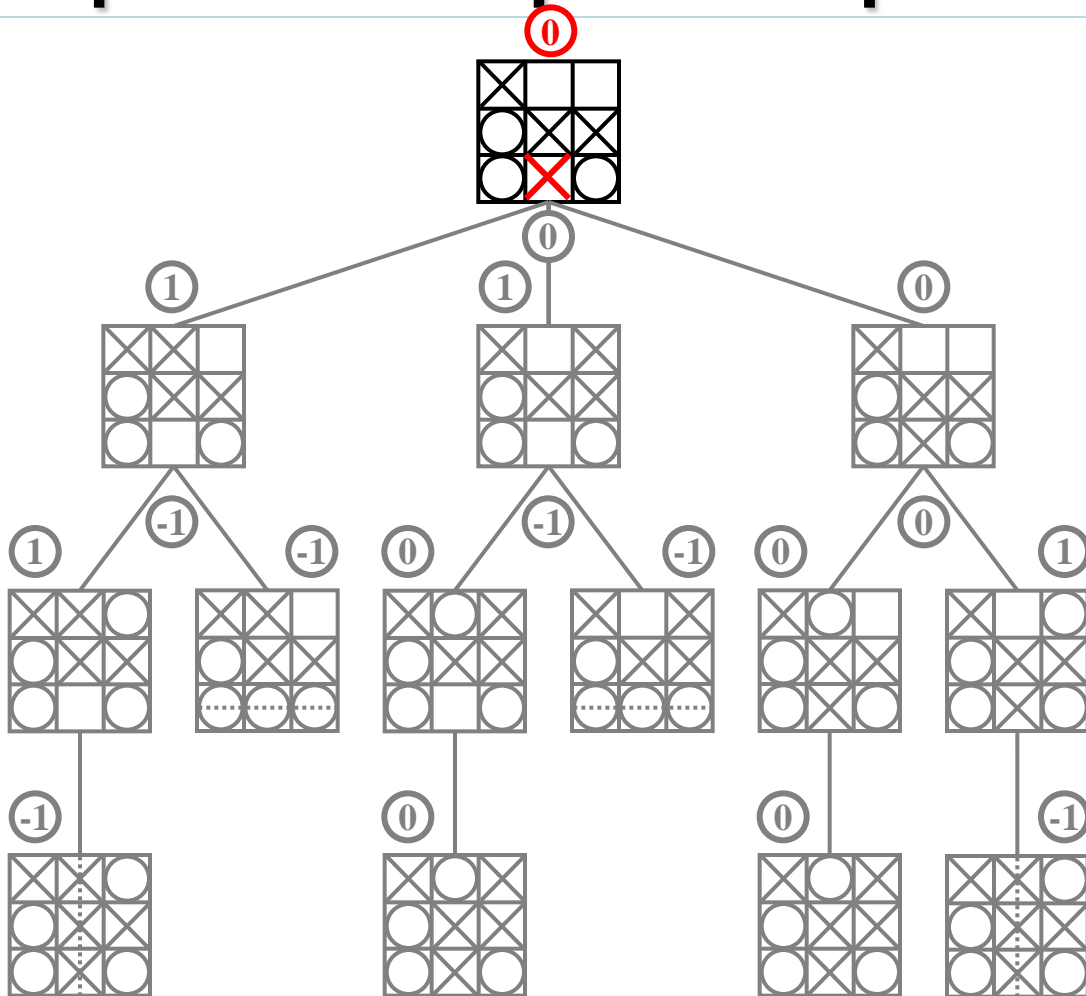
דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול



דוגמה: עץ משחק עבור איקס-עיגול

יעילות אלגוריתם NegaMin

אלגוריתם NegaMin, עבור לוח משחק איקס עיגול 3×3 במהלך הראשון, מחפש מתוך 255,168 אפשרויות שונות:

- ❖ 131,184 אפשרויות מסתיימות בניצחון של **X**.
- ❖ 77,904 אפשרויות מסתיימות בניצחון של **O**.
- ❖ 46,080 אפשרויות מסתיימות בתיקו.

גיזום β - α עבור עץ-משחק

גיזום אלפא-ביתא היא שיטת אופטימיזציה עבור אלגוריתמים מסוג MaxiMin או NegaMin.

אלגוריתם הגיזום אינו משנה את התוצאה של האלגוריתם המקורי, אלא רק מחשב אותה בזמן קצר יותר.

במהלך חיפוש לעומק האלגוריתם מזניח פתרונות חלקיים, כאשר ברור שהם גרועים מהפתרון שכבר התקבל.

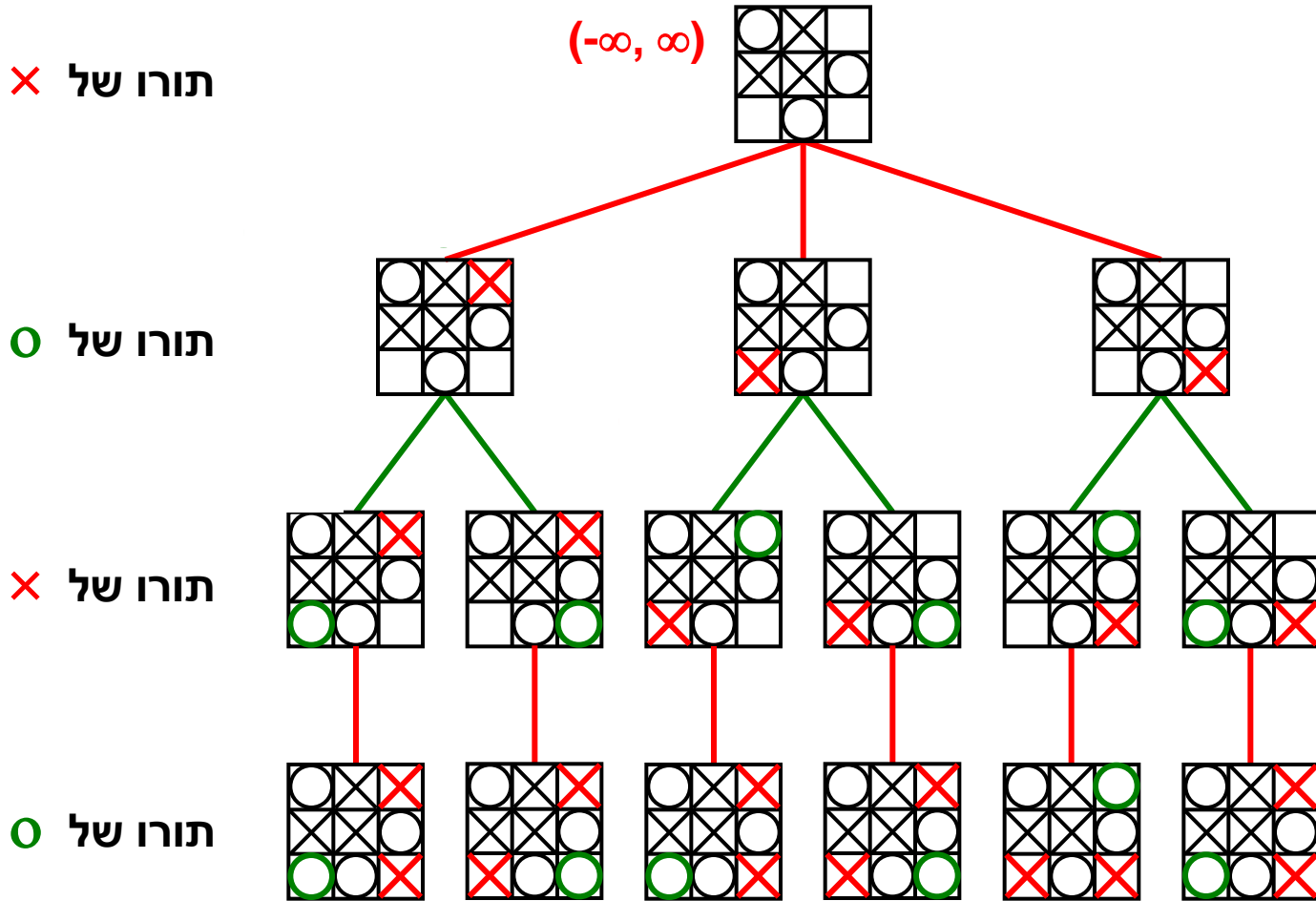
באלגוריתם הגיזום, עבור הלוח 3×3 במהלך הראשון, החיפוש מצטמצם ל-7,330 אפשרויות שונות:

- ❖ 3,656 אפשרויות מסתיימות בניצחון של \times .
- ❖ 2,425 אפשרויות מסתיימות בניצחון של \circ .
- ❖ 1,249 אפשרויות מסתיימות בתיקו.

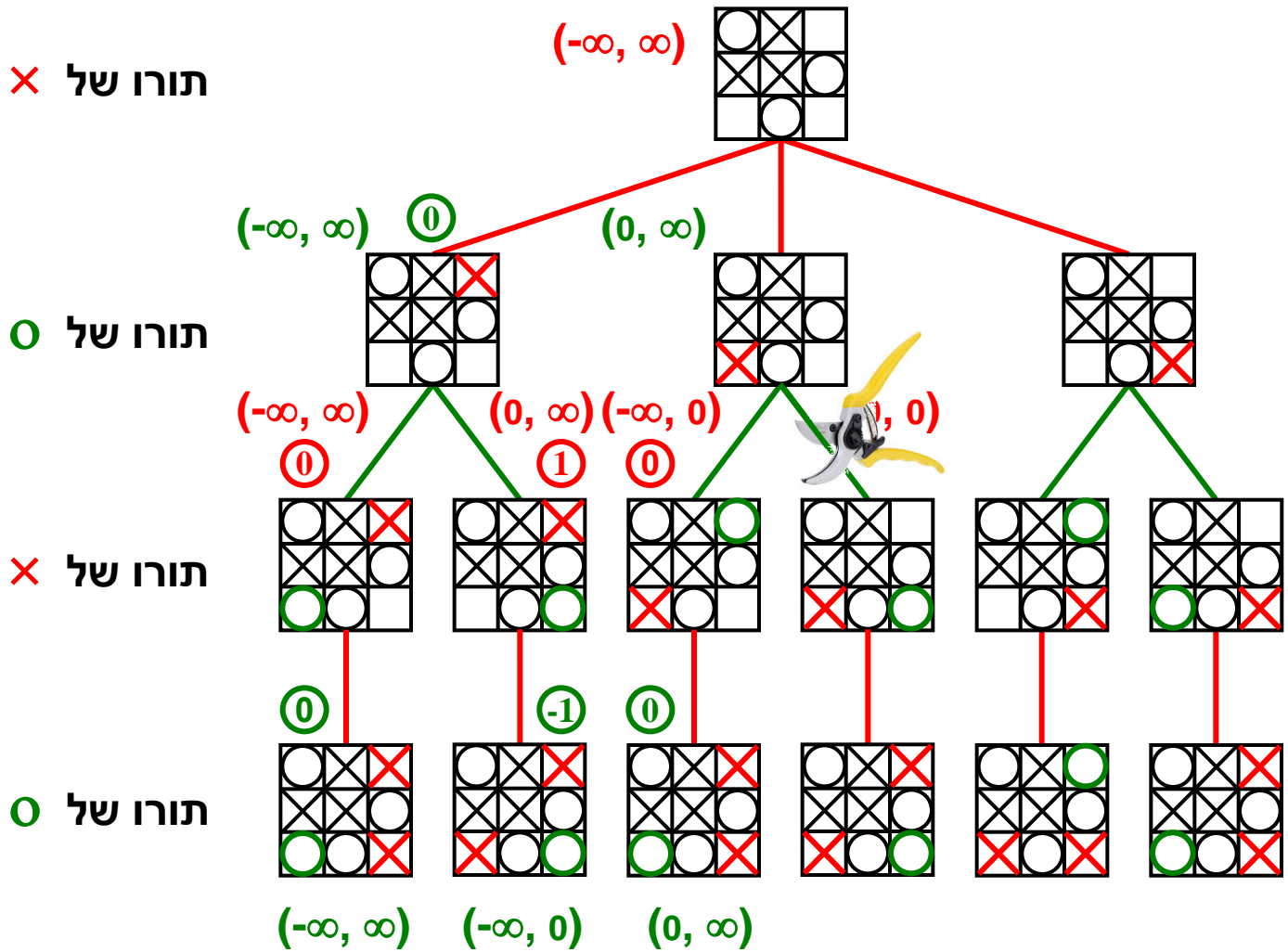
הערה:

במקרה הגרוע ביותר, האלגוריתם עובד בסיבוכיות זהה לזו של חיפוש רגיל.

דוגמה: גיזום β - α עבור איקס-עיגול



דוגמה: גיזום β - α עבור איקס-עיגול



דוגמה: גיזום β - α עבור איקס-עיגול

