משחקים דטרמיניסטיים

...

משאבים מוגבלים

מה קורה אם יש עץ יותר מדי גדול? עדיין רוצים לעשות minmax, אבל לא לפתח את העץ עד הסוף.

יש שני חוקים שאפשר לבחור ביניהם:

1. הגבלת עומק העץ שמפתחים
2. הגבלת זמן החיפוש - בשביל זה לא נעשה DFS, כי אנחנו רוצים לתעדף רוחב על פני עומק.

קודקודים שלא מפתחים, נתייחס אליהם כאל עלים - למרות שהם לא סוף המשחק. זה אומר שצריך יוריסטיקה.

יוריסטיקה יכולה להיות משקלים על פיצ'רים:

$$h(s) = w_1 f_1(s) + \cdots + w_n f_n(s)$$

היוריסטיקה חייבת להיות מונוטוניות - כלומר לשמר את הסדר בין הבחירות. אבל הסדר חשוב רק בין אפשרויות שיש ביניהם בחירה.

משחקים לא דטרמיניסטיים

במשחקים לא דטרמיניסטיים אי אפשר לבצע minmax רגיל כי יש הסתברות בכל שלב. עכשיו צריך לעשות minmax לתוחלת - כלומר להשתמש באלגוריתם expect-minmax.

אי אפשר לעשות pruning, כי אנחנו לא יודעים לאן נגיע (בגלל ההסתברויות)

בגלל שכאן מסתכלים על תוחלות, היוריסטיקה חייבת לקיים שתי תכונות:

1. לינארית - כדי לשמר את התוחלת בכפל.
2. חיובית - כדי לשמר את המונוטוניות.

הערה: יש מקרים לא לינאריים שעדיין משמרים את התוחלת. למשל במקרים ספציפיים יכול להיות שהעלאה בשלישית משמרת את התוחלת.

מקליד: עידן אריה
מתרגל: דוד יצחקי
תאריך: 2026-06-04

בינה מלאכותית
89-5570-10

חיפוש בעץ עם Monte Carlo

משתמשים באלגוריתם UCT (פיתוח של UCB) עם selection rule:

$$\text{score}_i = Q_i + c \cdot \sqrt{\frac{\ln\left(N_{\text{parent}}\right)}{n_i}}$$

כאשר:

Q_i	התגמול הממוצע של הקודקוד הבן i.
n_i	מספר הפעמים שביקרנו בקודקוד הבן i.
N_{parent}	מספר הפעמים שביקרנו בקודקוד ההורה.
c	exploration constant

הרעיון: בוחרים קודקוד עם score הכי גבוה, שעוד לא פיתחנו לו את כל הילדים, ומפתחים לו ילד חדש. מסמלצים משחק מאותו ילד - כלומר משחקים כאשר בוחרים פעולה בכל שלב לפי התפלגות אחידה.

הרעיון:

- בכל איטרציה מתחילים מהשורש.
  - אם אפשר לפתח לו ילד (כלומר לא פיתחנו את הכל) - מפתחים.
  - אם אי אפשר - בוחרים את הילד שלו עם הscore הכי גבוה, ושוב בודקים אם אפשר לפתח לו ילד.
- בכל פעם שמפתחים ילד, מריצים עליו סימולציה (למשל - בוחרים כל פעולה בהתפלגות אחידה) כדי לראות מי ניצח.
- שומרים לכל קודקוד כמה פעמים שיחקנו דרכו וכמה פעמים ניצחנו. זה כולל את הילדים שלו.
- בסוף עושים minmax על העץ שקיבלנו.