

# Ігри з обмеженим горизонтом і нульовою сумою на прикладі гри в «ГО»

ФЕДЧУК АНАСТАСІЯ

---

Травень 2019 р.

# Вступ

---

Гра «ГО» одна з найскладніших ігор для комп'ютера. Людство займається дослідженням цієї задачі тривалий час та на сьогоднішній день існує вже декілька достатньо ефективних методів, які розробники використовують в свої застосунках. А у 2015 році з появою програми AlphaGo відбувся справжній прорив в розвитку комп'ютерного «ГО».

# Основні правила «ГО»

---

- В грі бере участь 2 гравця
- Один гравець ходить білими каменями, інший - чорними
- Камені ставляться на точки перетину на дошці
- Територія – кількість незайнятих каменями пунктів
- Даме – вільні сусідні пункти відносно каменю чи групи каменів. На Рис.1 у чорного каменю 2 даме, а у білого - 4.

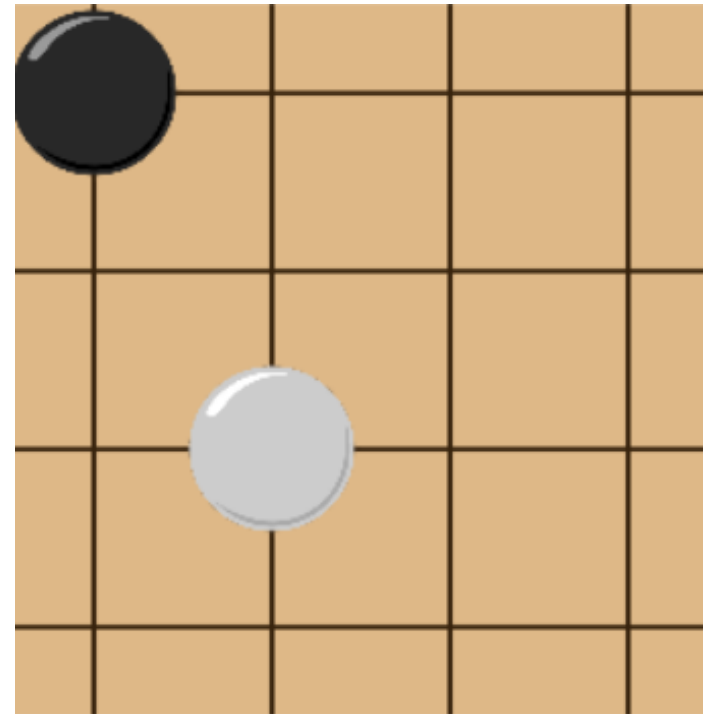


Рис. 1

# Основні правила «ГО»

---

- Основна задача гравця захопити більше території ніж опонент
- Можна оточувати камені супротивника – таким чином вони стають полоненими та забираються з дошки, а оточений пункт – територією супротивника
- (Рис. 2 Білий камінь оточений чорними)
- Якщо у каменю чи групі залишається вільне даме – вони залишаються на дошці.

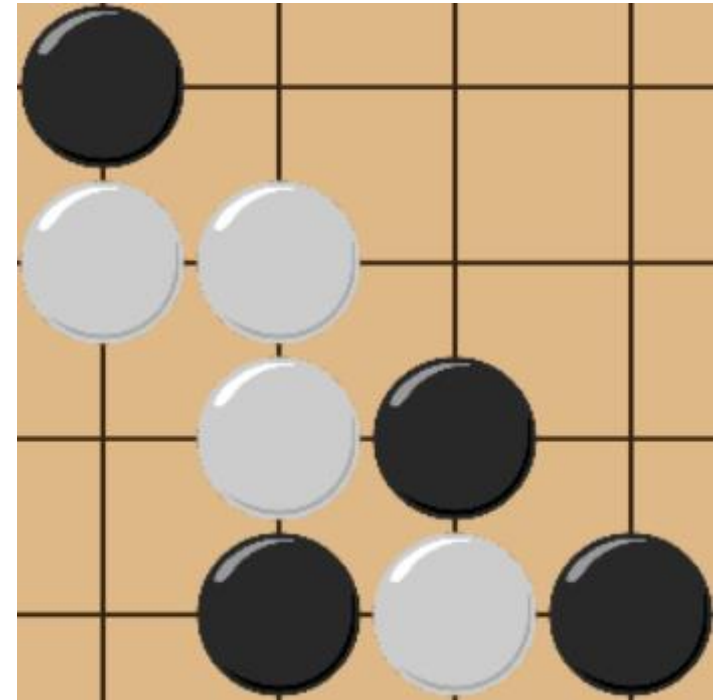


Рис. 2

# Заборонені ходи в «ГО»

---

- Не можна робити «самовбивчий хід» - хід при якому камінь чи група каменів стають полоненими супротивником. На Рис.3 не можна ставити білий камінь в лівий верхній пункт.
- Правило Ко – повторення позицій. Це позиція, при якій захоплюється лише один камінь супротивника та він може захопити лише один камінь в тому ж пункті.

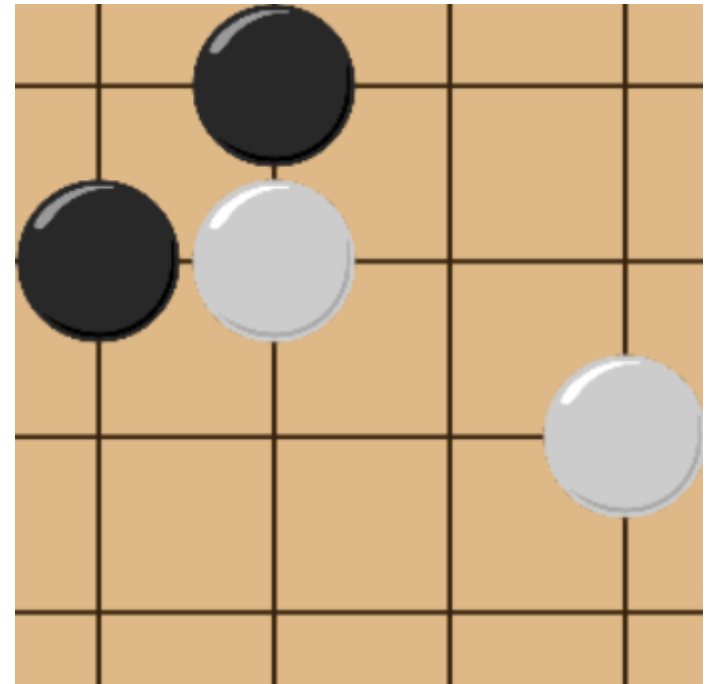


Рис. 3

# Підрахунок очок в «ГО»

---

- Гра закінчується коли обидва гравці пасують підряд.
- Якщо в ході гри були захоплені камені, то в кінці гри вони виставляються на захоплену територію супротивника.
- В кінці гри територія ділиться на захоплену чорними каменями, захоплену білими та нейтральну. Гравець з більшою кількістю очок перемагає.

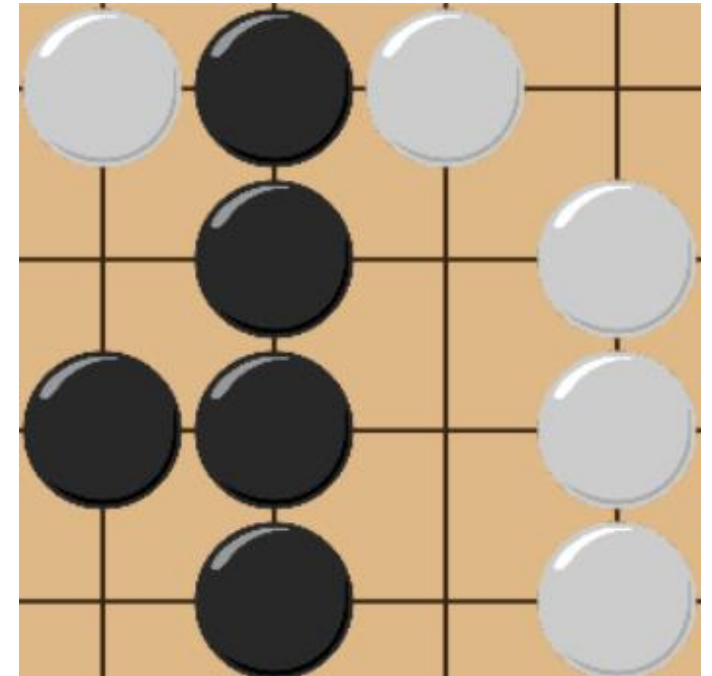


Рис. 4

# Підрахунок очок в «ГО»

---

На Рис.4 чорні камені захопили 2 пункти, а білі 1 пункт. 3 пункти між чорними та білими каменями це нейтральна територія. В даному випадку переміг гравець з чорними каменями з перевагою в 1 очко.

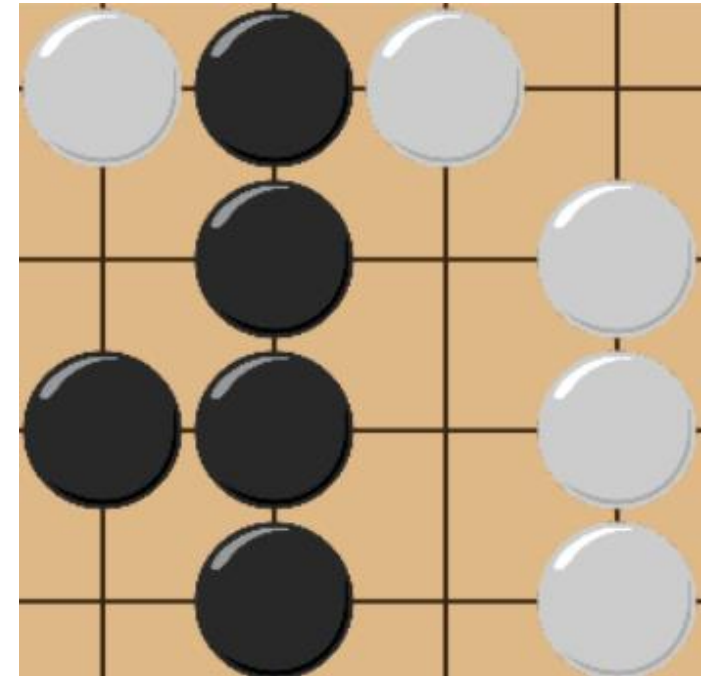


Рис. 4

# Підрахунок очок в «ГО»

---

На Рис.4 чорні камені захопили 2 пункти, а білі 1 пункт. 3 пункти між чорними та білими каменями це нейтральна територія. В даному випадку переміг гравець з чорними каменями з перевагою в 1 очко.

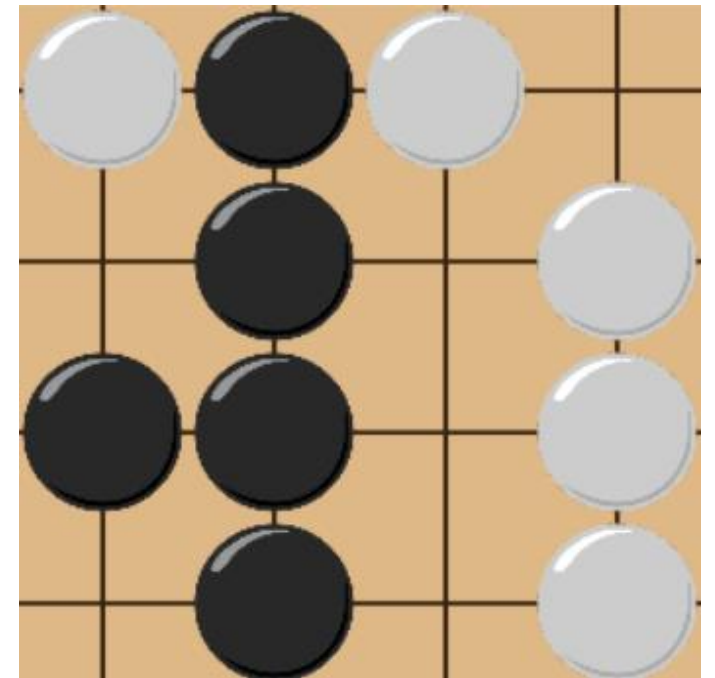


Рис. 4



# Комп'ютерне «ГО»

---

Основні методи збору інформації для програми:

- Використання шаблонів
- Використання пошуку по деревовидним структурам

# Використання шаблонів

---

Шаблони – це опис певних позицій на дошці відносно каменів. Один шаблон може відповідати близько десятка позицій на дошці різних орієнтаціях та в двох кольорових комбінаціях.

Метод буває дуже ефективним в окремих іграх, проте потребує багато комп'ютерних ресурсів, через великий обсяг збереженої інформації для порівняння.

# Пошук по деревовидним структурам

---

За цим методом визначається тактичний стан блоків, груп та територій. Програма має знаходити всі ходи, які досягають деякої тактичної цілі.

Пошук всіх ходів потрібен, щоб знайти багатоцільові ходи, а також оптимізувати вибір між всіма тактично хорошими ходами, використовуючи вторинні цілі.

# Метод Монте Карло та UCT

---

Основні методи, які використовуються в більшості програм для гри «ГО»

Метод Монте Карло базується на випадкових іграх та легко оцінює кінцеві позиції після в кінці гри. Програма, що реалізовує цей алгоритм шукає ходи, які мають найбільшу долю виграшів.

UCT метод – розширення реалізації пошуку методом Монте Карло, де для кожної гри перші ходи вибираються за допомогою дерева пошуку, що виросло в пам'яті і як тільки кінцевий вузол знайдений, новий хід додається до дерева, а частина гри що залишилася, продовжується випадковим чином.

# Марковські процеси прийняття рішень

---

Для власної реалізації програми для гри «ГО» розглядається ітераційний метод для процесів послідовних рішень.

# Ітераційний метод

---

Метод для знаходження оптимального розв'язку на основі максимізації доходу. Процес пошуку оптимального розв'язку зводиться до обчислення системи лінійних рівнянь.

Складається з двох блоків: визначення ваг та покращення розв'язку.

# Визначення ваг

---

У цьому процесі ваги визначаються як функція розв'язку. В даному блоці циклу знаходяться величини  $g$  та  $V_i$  ( $g$  – це прибуток системи, а  $V_i$  – відносні ваги розв'язку), що відповідають вибору  $p_{ij}$  та  $q_i$ . В цьому блоці використовується система з  $N$  лінійних рівнянь, яка описує цю відповідність.

Отже, потрібно визначити з системи лінійних рівнянь значення  $V_i$ , які використовуватимуться для покращення розв'язку.

Якщо в циклі починати з даного блоку, то потрібно підібрати початковий розв'язок.

# Покращення розв'язку

---

Цей блок визначає розв'язок як функцію ваг. Обчислюються значення  $p_{ij}$  та  $q_i$ , які збільшують прибуток для даного набору  $V_i$ . Процедура блоку полягає в знаходженні стратегії, яка максимізує критерій  $q_i^k + \sum_{j=1}^N p_{ij}^k V_i$  використовуючи відносні ваги, визначені для старого розв'язку.

Якщо цикл методу починається з цього боку, то потрібно задати набір початкових ваг.



# Реалізація

---

- Для реалізації методу розглядається гра з дошкою розміром  $5 \times 5$
- З цього отримуємо всього 25 станів, а отже матриця ймовірності переходу з одного стану в інший розміром  $25 \times 25$
- В якості стратегії береться дві поведінки – ставити камені біля каменів супротивника та ставити камені подалі від супротивника.
- Множина доходів у грі - це множина значень очок, які отримає гравець при переходах в інший стан

# Реалізація

---

- В програмі реалізовано метод, який після кожного ходу генерує нову матрицю ймовірностей переходів у вільні пункти.
- Для підрахунку доходів після кожного ходу викликається функція, яка аналізуючи ситуацію на дошці генерує матрицю доходів. А на основі матриці доходів обраховуються загальні доходи для всіх потенційних переходів з поточного стану.

# Реалізація

---

- Для обчислення ваг та прибутку системи викликається окрема функція. Вона обраховує коефіцієнти та передає ці значення в окрему функцію, яка за допомогою методу Гауса знаходить значення загальний дохід системи та очікувані доходи(ваги).

Для зручності значення "крайнього" за індексом доходу береться нульове.

- На базі отриманих розв'язків рахується значення критерію для кожного стану, за яким буде в подальшому буде вирішуватися, який краще робити хід в даному стані.

# Актуальність та цінність розробки

---

Використання нових методик для розв'язку для певної задачі дає можливість поглянути на неї під новим кутом. Також таким чином розширюється коло можливих стратегій для удосконалення існуючих методів.

Ця робота цінна тим, що є прикладом використання нового алгоритму в актуальній проблемі.

Дякую за увагу!