

METODY SZTUCZNEJ INTELIGENCJI 2

ZASTOSOWANIE UTC DO STWORZENIA SZTUCZNEJ INTELIGENCJI GRAJĄCEJ W TAIFHO

Przemysław Chojecki & Paulina Przybyłek

AGENDA PREZENTACJI

GRA TAIFHO
ALGORYTMY AI
HIPOTEZY
WYNIKI EKSPERYMENTÓW
WNIOSKI
PREZENTACJA GRY

TAIFHO DLA 2 GRACZY

PLANSZA GRY

- plansza 8x10
- 8 pionków, po dwa tego samego typu: trójkąt, koło, kwadrat, romb

ZASADY

- wygrana = ustawienie swoich bierek na linii startowej przeciwnika
- wszystkie pionki pozostają na planszy do końca
- ruch zwany "skokiem"
- zasada "fair-play"

Możliwe ruchy bierka

0 | ▼●◆■◆●▼
1 |
2 |
3 |
4 |***.
5 |*○*.
6 |***.
7 |
8 |
9 | △·◆□◆○□△
 ABCDEFGH

0 | ▼●◆■◆●▼
1 |
2 |
3 |
4 |*.*.
5 |◇..
6 |*.*.
7 |
8 |
9 | △○·□◆○□△
 ABCDEFGH

0 | ▼●◆■◆●▼
1 |
2 |
3 |
4 |*..
5 |*□*.
6 |*..
7 |
8 |
9 | △○◆·◆○□△
 ABCDEFGH

0 | ▼●◆■◆●▼
1 |
2 |
3 |
4 |*.*.
5 |△..
6 |*..
7 |
8 |
9 | ·○◆□◆○□△
 ABCDEFGH

0 | ·●◆■◆●▼
1 |
2 |
3 |
4 |*..
5 |▼..
6 |*.*.
7 |
8 |
9 | △○◆□◆○□△
 ABCDEFGH

MONTE-CARLO TREE SEARCH (MCTS)



SELEKCJA

Wybór kolejnego ruchu.

Etap, w którym stosuje się strategię UCT bądź jego modyfikacje!



EKSPANSJA

Dodanie nowego węzła do drzewa gry.



SYMULACJA

Symulowanie losowych ruchów obu graczy aż do pozycji terminalnej.



PROPAGACJA

Zwrócenie wyniku gry do korzenia drzewa rozważonych pozycji.

Zaimplementowane algorytmy AI

- MCTS z UCT
- MCTS z PUCT
- MCTS z UCT i heurystyką h
- MCTS z UCT i heurystyką h_G
- MCTS z PUCT i heurystyką h
- MCTS z PUCT i heurystyką h_G

UPPER CONFIDENCE BOUND APPLIED TO TREES (UCT)

Jeśli jakieś dziecko węzła nie było jeszcze odwiedzone, to odwiedź je. Jeśli wszystkie dzieci były już odwiedzone, to wybierz to dziecko a , które maksymalizuje wartość:

$$g(a) = \hat{a} + C \cdot \sqrt{\frac{\ln(N)}{N(a)}}$$

gdzie \hat{a} z daszkiem to estymacja wartości dziecka a , N jest liczbą odwiedzin rozważanego węzła, $N(a)$ jest liczbą odwiedzin dziecka a , natomiast $C > 0$ jest parametrem metody.

PUCT = "PREDICTOR" + UCT

$$g(a) = \hat{a} + C \cdot \sqrt{\frac{\ln(N)}{N(a)}} - m(N, a)$$

$$m(N, a) = \begin{cases} \frac{2}{M_a} \cdot \sqrt{\frac{\ln(N)}{N}} & \text{gdyn } N > 1, \\ \frac{2}{M_a} & \text{wpp} \end{cases}$$

$$M_a = \frac{\exp(\frac{1}{K} x_a)}{\sum_{i=1}^K \exp(\frac{1}{K} x_i)} \quad \sum_{a \in \{\text{dzieci}\}} M_a = 1$$

gdzie K to liczba dzieci węzła, a wartości x_i związane są z ruchem bierki.

Heurystyki zastosowane do etapu symulacji MCST

Heurystyka h

$$h(p) = \left[\sum_{i \in \{\text{bierki gracza}\}} b_i \right] - \left[\sum_{j \in \{\text{bierki przeciwnika}\}} b_j \right]$$

b_i oznacza odległość bierki od linii startowej

Heurystka h_G

$$h_G(p) = \left[\sum_{i \in \{\text{bierki gracza}\}} \frac{b_i \cdot \log(9 + G)}{\log(b_i + G)} \right] - \left[\sum_{j \in \{\text{bierki przeciwnika}\}} \frac{b_j \cdot \log(9 + G)}{\log(b_j + G)} \right]$$

b_i oznacza odległość bierki od linii startowej, a $G \in (1, \infty)$ jest parametrem, który im mniejszy, tym bardziej karane jest zostawianie bierek „z tyłu”.

Postawione hipotezy

Etap symulacji MCTS w podstawowym algorytmie UCT będzie działała na tyle długo, że podstawowy UCT będzie niepraktycznym algorytmem AI do gry Taifho.

Algorytm UCT będzie grał podobnie niezależnie, czy w implementacji będzie istnieć zasada „fair-play”, czy też nie.

AI będzie grało najlepiej z wartością parametru C inną niż teoretycznie najlepsze $C = \sqrt{2}$.

Najlepsza wartość parametru G dla heurystyki h_G będzie w przedziale $[2, 5]$.

Skuteczność zaimplementowanych AI będzie następująca: podstawowy UCT, UCT z heurystyką h , UCT z heurystyką h_G , modyfikacja PUCT.

Algorytmy AI będą w stanie pokonać ludzkiego gracza amatora.

EKSPERYMENTY

ODZIELNIE DLA KAŻDEJ HIPOTEZY
POWTÓRZONA KILKUKROTNI
WYNIKI

Działanie podstawowego MCTS

Etap symulacji

Now move: Green								Now move: Green							
0|.	.	.	.	.	.	○	.	0|.	.	.	.	.	.	△	.
1|.	.	.	.	.	■	.	.	1|.	.	.	.	.	.	.	.
2|.	.	.	.	◆	□	.	.	2|◆	.	.	.	△	.	.	.
3|.	.	.	.	●	.	.	.	3|◇	○	.	.	.	.	.	.
4|.	.	.	◇	.	●	.	.	4|.	.	.	□	.	.	.	.
5|▼	.	.	■	△	.	○	.	5|■	■	.	.	.	◆	.	.
6|◆	.	.	.	.	.	.	.	6|.	.	.	.	.	◇	▼	.
7|.	.	.	.	◇	.	.	.	7|.	.	.	.	.	▼	○	.
8|.	.	.	.	▼	.	.	.	8|.	.	.	.	.	.	.	.
9|.	.	□	.	.	△	.	.	9|●	.	□	●	.	.	.	.
A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H

14000

losowych ruchów

14500

losowych ruchów

Zastosowanie zasady "fair-play"

Stan przed

Stan po

Now move: Green								Now move: Blue							
0|.	.	.	.	.	.	.	.	0|.	.	.	.	.	.	.	.
1|.	.	.	.	.	.	.	.	1|.	.	.	.	.	.	.	.
2|.	.	.	.	.	.	.	.	2|.	.	.	.	.	.	.	.
3|.	.	.	.	.	.	.	.	3|.	.	.	.	.	.	.	.
4|.	.	.	.	.	.	.	.	4|.	.	.	.	.	.	.	.
5|.	.	.	.	.	.	.	.	5|.	.	.	.	.	.	.	.
6|▼	●	◆	.	.	.	.	.	6|▼	●	◆	◇	.	.	.	.
7|○	□	△	.	.	.	.	.	7|○	□	△	.	.	.	.	.
8|△	◇	◇	.	.	.	.	.	8|△	.	◇	.	.	.	.	.
9|.	○	□	■	◆	●	■	▼	9|.	○	□	■	◆	●	■	▼
A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H

Wykonano:

branching factor = 15
num_of_rollouts = 3109

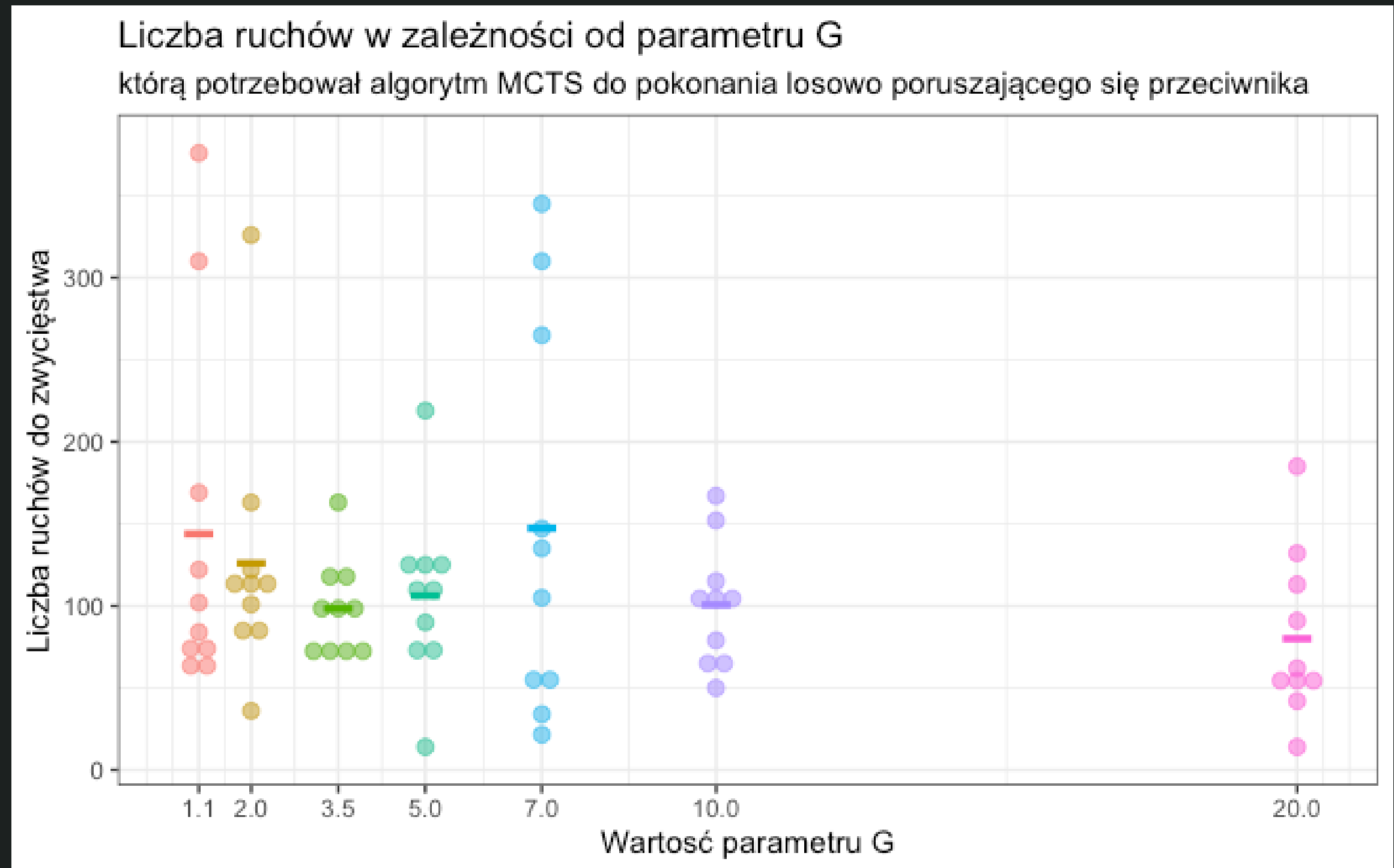
Wybór parametru C



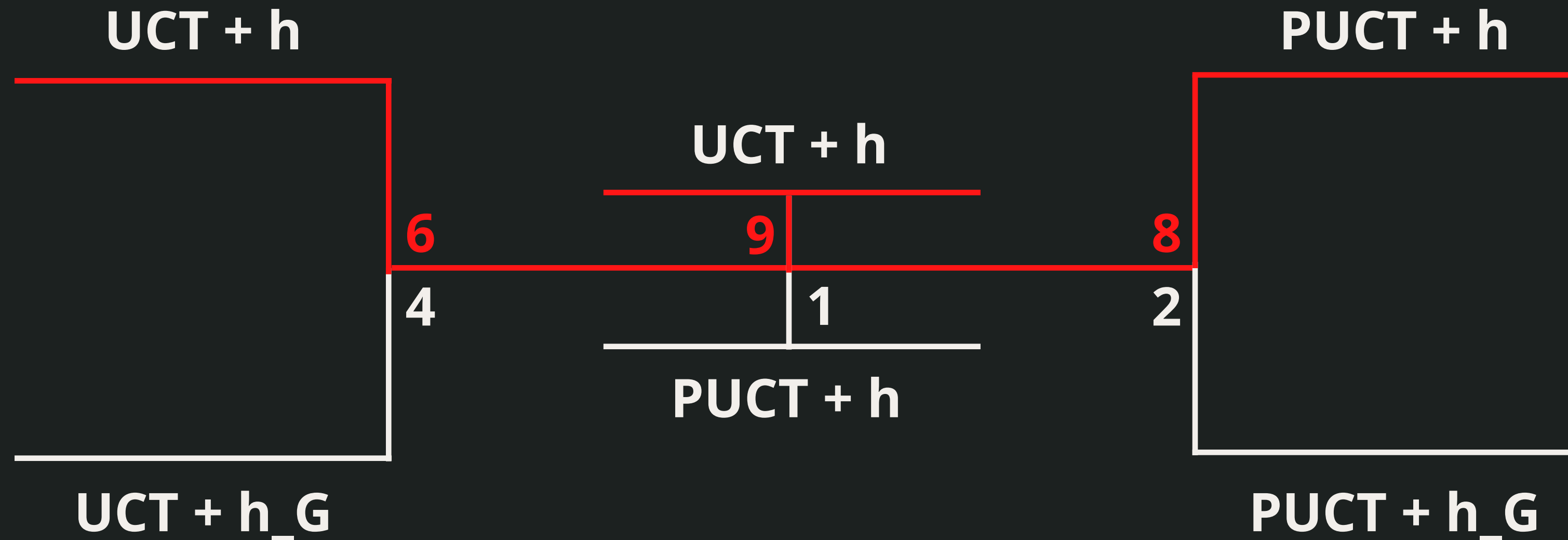
Porównanie najlepszych wartości C -> $\sqrt{2}$ oraz 3.5, zakończyła się wygraną 6/10 gier przez AI używającego wartości pierwiastka z 2 jako parametru C.

Wybór parametru G

Porównanie najlepszych wartości G - 20 oraz 3.5, zakończyła się wygraną 6/10 gier przez AI używającego wartości 20 jako parametr G.



Porównanie algorytmów: rozgrywki turniejowe



Rozgrywki przeciwko człowiekowi

You (Blue) won after 36.0 moves! You (Blue) won after 42.0 moves!

0|	○	◇	·	◇	△	○	□	·
1|	·	△	·	□	·	·	·	·
2|	·	·	·	·	·	·	·	·
3|	·	·	·	·	·	·	·	·
4|	·	·	·	·	·	·	·	·
5|	·	·	·	·	·	·	·	·
6|	·	·	·	·	·	·	·	·
7|	·	·	·	·	·	·	·	·
8|	·	·	·	·	·	·	·	·
9|	▼	◆	■	⊙	■	▼	⊙	◆
	A	B	C	D	E	F	G	H

0|	·	·	□	□	△	△	○	◇
1|	·	○	·	·	·	·	·	·
2|	·	·	·	·	·	·	·	·
3|	·	·	·	·	·	·	·	·
4|	·	·	·	◇	·	·	·	·
5|	·	·	·	·	·	·	·	·
6|	·	·	·	·	·	·	·	·
7|	·	·	·	·	·	·	·	·
8|	·	·	·	·	·	·	·	·
9|	⊙	■	▼	◆	■	⊙	▼	◆
	A	B	C	D	E	F	G	H

Żaden algorytm sztucznej inteligencji nie był w stanie pokonać człowieka.

Jednak potrafił grać na swoją korzyść i mimo wygranej gracza kierowanego przez człowieka on również był blisko zakończenia gry.

Potwierdzone czy obalone hipotezy?

Etap symulacji MCTS w podstawowym algorytmie UCT będzie działała na tyle długo, że podstawowy UCT będzie niepraktycznym algorytmem AI do gry Taifho.

Algorytm UCT będzie grał podobnie niezależnie, czy w implementacji będzie istnieć zasada „fair-play”, czy też nie.

AI będzie grało najlepiej z wartością parametru C inną niż teoretycznie najlepsze $C = \sqrt{2}$.

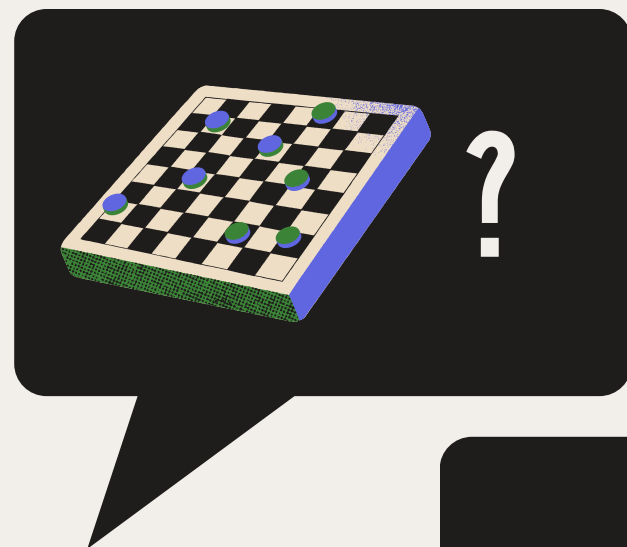
Najlepsza wartość parametru G dla heurystyki h_G będzie w przedziale $[2, 5]$.

Skuteczność zaimplementowanych AI będzie następująca: podstawowy UCT, UCT z heurystyką h , UCT z heurystyką h_G , modyfikacja PUCT.

Algorytmy AI będą w stanie pokonać ludzkiego gracza amatora.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

ALGORYTMY AI GRAJĄ W MIARĘ INTELIGENTNIE,
JEDNAK MAJĄ PROBLEM W KOŃCOWEJ FAZIE GRY



Chętnie!

Prezentacja gry Taifho z zaimplementowanymi AI

Aplikacja zawierająca pojedynczą rozgrywkę człowiek vs komputer

DZIĘKUJEMY ZA UWAGĘ

Czas na pytania