

# Algorytmy grania w gry logiczne

SZTUCZNA INTELIGENCJA – GRUPA CZW 18.55

PIOTR CHOROŚCIN

## Założenia implementacyjne

Przyjęto następujące założenia:

- Język implementacji: Kotlin 1.3
- Środowiska uruchomieniowe:
  - JVM – wersja konsolowa,
  - przeglądarka internetowa – wersja z GUI,
- Środowisko testowe (pomiar): JVM
- Zaimplementowane algorytmy:
  - mini-max,
  - alfa-beta,
- Zaimplementowane heurystyki:
  - *totalStrikeHeuristics* - wedle sumy liczby wystąpień żetonów w częściowo uzupełnionych i możliwych do zapełnienia czterema żetonami linii (wierszy, kolumn lub przekątnych),
  - *possibleRcdHeuristics* - wedle łącznej liczby „wolnych” z punktu widzenia gracza linii (kolumn, wierszy, przekątnych, w których gracz może jeszcze potencjalnie umieścić 4 żetony),
- liczba powtórzeń przy badaniach: 5,
- parametry przeciwników dobierano identycznie – tzn. zawsze badano parami rywalizację przeciwników o identycznych parametrach

## Wyniki badań

Badanie wpływu heurystyki na średni czas wykonania ruchu i średnią liczbę ruchów

Zmienne:

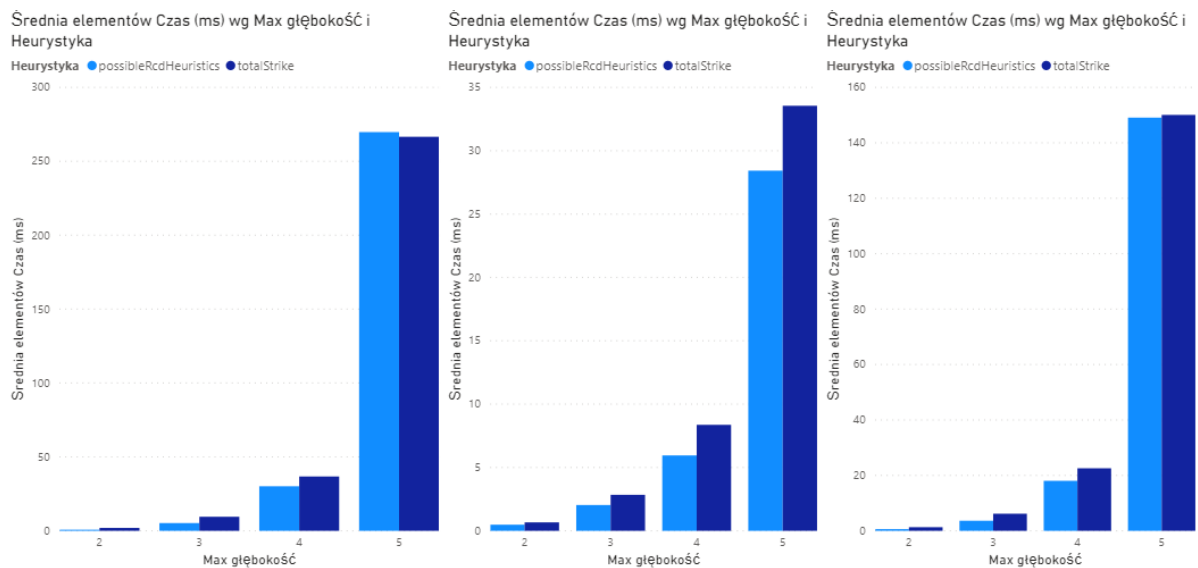
- heurystyka = *totalStrikeHeuristics*, *possibleRcdHeuristics*

Parametry (grupowanie po):

- algorytm = mini-max, alfa-beta, oba
- maksymalna głębokość = 2, 3, 4, 5

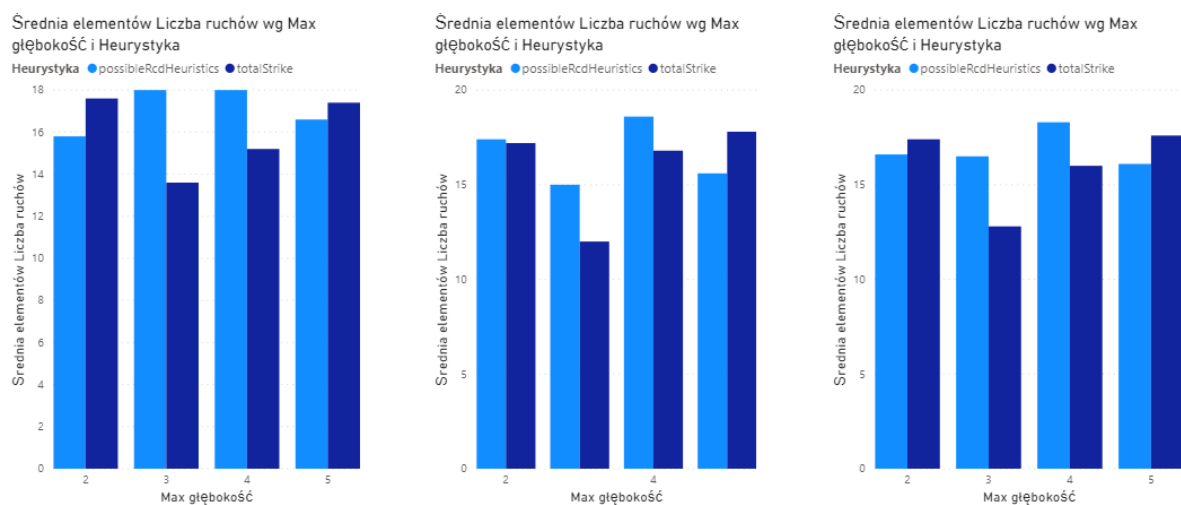
Wartości mierzone (miara):

- średni czas ruchu (ms), średnia liczba kroków



Rysunek 2.1: Badanie wpływu heurystyki na średni czas wykonania ruchu

- dla algorytmu mini-max
- dla algorytmu alfa-beta
- bez względu na algorytm (oba uwzględnione)



Rysunek 2.2: Badanie wpływu heurystyki na średnią liczbę ruchów

- dla algorytmu mini-max
- dla algorytmu alfa-beta
- bez względu na algorytm (oba uwzględnione)

## Badanie wpływu algorytmu na czas i liczbę ruchów

Zmienne:

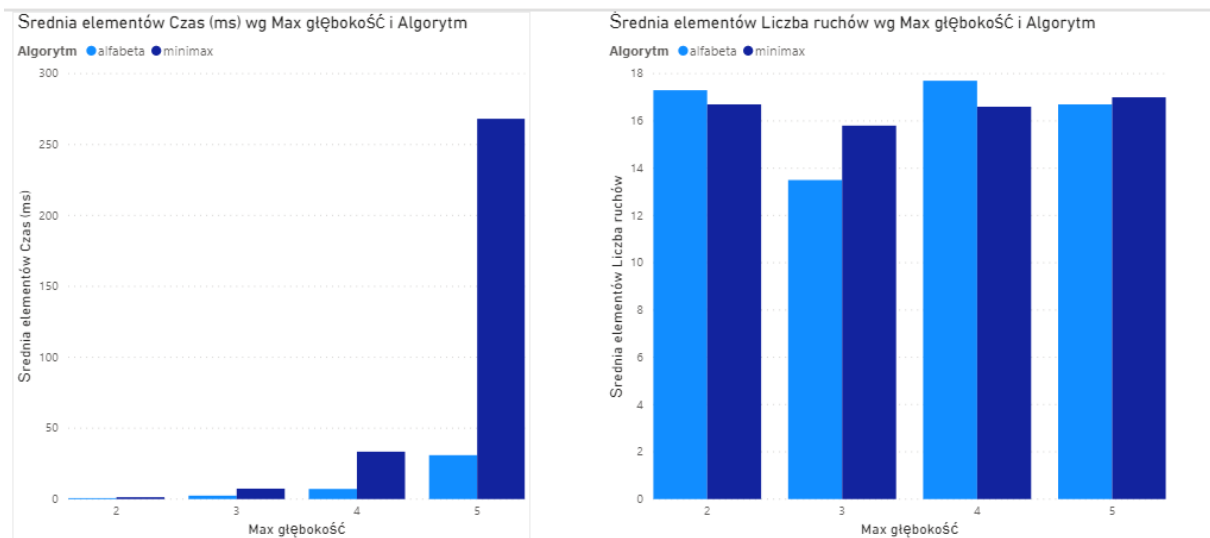
- algorytm = mini-max, alfa-beta, oba

Parametry (grupowanie po):

- maksymalna głębokość = 2, 3, 4, 5

Wartości mierzone (miara):

- średni czas ruchu (ms),
- średnia liczba kroków.



Rysunek 2.3: Badanie wpływu heurystyki na średni czas ruchu i średnią liczbę ruchów

- średni czas ruchu (ms)
- średnia liczba ruchów

## Podsumowanie i wnioski

- Zwiększenie głębokości przeszukiwania znacząco wydłuża czas oczekiwania na ruch (możliwe że nawet wykładniczo),
- Liczba ruchów w zasadzie nie wykazała wpływu na głębokość przeszukiwania,
- Heurystyka *possibleRcdHeuristics* okazała się nieco szybsza od *totalStrikeHeuristics*,
- Nie zaobserwowano wyraźnego wpływu heurystyki na liczbę ruchów do wygranej,
- Algorytm alfabeta pozwolił na znaczące skrócenie czasu obliczeń w stosunku do minimax,
- Oszczędność alfabeta zależy od kolejności przeszukiwania (sortowania dzieci w drzewie przeszukiwania).

## Dodatek A – surowe wyniki badań

Algorytm	Max głębokość	Heurystyka	Liczba ruchów	Czas
alfabeta	2	possibleRcdHeuristics	20	0,50
alfabeta	2	possibleRcdHeuristics	13	0,46
alfabeta	2	possibleRcdHeuristics	21	0,57
alfabeta	2	possibleRcdHeuristics	21	0,38
alfabeta	2	possibleRcdHeuristics	12	0,50
alfabeta	3	possibleRcdHeuristics	14	1,79
alfabeta	3	possibleRcdHeuristics	15	2,33
alfabeta	3	possibleRcdHeuristics	14	2,71
alfabeta	3	possibleRcdHeuristics	14	1,57
alfabeta	3	possibleRcdHeuristics	18	1,78
alfabeta	4	possibleRcdHeuristics	19	5,79
alfabeta	4	possibleRcdHeuristics	17	5,06
alfabeta	4	possibleRcdHeuristics	18	8,11
alfabeta	4	possibleRcdHeuristics	21	4,90
alfabeta	4	possibleRcdHeuristics	18	5,89
alfabeta	5	possibleRcdHeuristics	12	21,67
alfabeta	5	possibleRcdHeuristics	21	35,10
alfabeta	5	possibleRcdHeuristics	17	34,24
alfabeta	5	possibleRcdHeuristics	16	26,81
alfabeta	5	possibleRcdHeuristics	12	24,33
alfabeta	2	totalStrike	19	0,68
alfabeta	2	totalStrike	19	0,63
alfabeta	2	totalStrike	19	0,63
alfabeta	2	totalStrike	19	0,68
alfabeta	2	totalStrike	10	0,70
alfabeta	3	totalStrike	14	2,36
alfabeta	3	totalStrike	7	3,00
alfabeta	3	totalStrike	13	2,38
alfabeta	3	totalStrike	13	3,23
alfabeta	3	totalStrike	13	3,23
alfabeta	4	totalStrike	18	5,94
alfabeta	4	totalStrike	18	8,06
alfabeta	4	totalStrike	14	10,07
alfabeta	4	totalStrike	18	5,94
alfabeta	4	totalStrike	16	11,81
alfabeta	5	totalStrike	21	41,43
alfabeta	5	totalStrike	19	29,58
alfabeta	5	totalStrike	10	20,07
alfabeta	5	totalStrike	21	41,29
alfabeta	5	totalStrike	18	35,39
minimax	2	possibleRcdHeuristics	17	1,00
minimax	2	possibleRcdHeuristics	12	0,67

minimax	2	possibleRcdHeuristics	12	0,83
minimax	2	possibleRcdHeuristics	17	0,59
minimax	2	possibleRcdHeuristics	21	0,57
minimax	3	possibleRcdHeuristics	17	5,41
minimax	3	possibleRcdHeuristics	18	5,61
minimax	3	possibleRcdHeuristics	20	5,00
minimax	3	possibleRcdHeuristics	17	4,88
minimax	3	possibleRcdHeuristics	18	5,28
minimax	4	possibleRcdHeuristics	18	32,72
minimax	4	possibleRcdHeuristics	18	29,33
minimax	4	possibleRcdHeuristics	18	28,33
minimax	4	possibleRcdHeuristics	18	28,17
minimax	4	possibleRcdHeuristics	18	32,11
minimax	5	possibleRcdHeuristics	16	287,00
minimax	5	possibleRcdHeuristics	17	295,41
minimax	5	possibleRcdHeuristics	13	313,62
minimax	5	possibleRcdHeuristics	18	170,94
minimax	5	possibleRcdHeuristics	19	281,79
minimax	2	totalStrike	21	6,24
minimax	2	totalStrike	19	0,84
minimax	2	totalStrike	10	1,02
minimax	2	totalStrike	19	1,00
minimax	2	totalStrike	19	0,63
minimax	3	totalStrike	16	18,69
minimax	3	totalStrike	13	7,08
minimax	3	totalStrike	13	7,38
minimax	3	totalStrike	13	7,31
minimax	3	totalStrike	13	7,08
minimax	4	totalStrike	18	41,44
minimax	4	totalStrike	12	37,17
minimax	4	totalStrike	12	36,67
minimax	4	totalStrike	18	27,28
minimax	4	totalStrike	16	41,25
minimax	5	totalStrike	14	233,43
minimax	5	totalStrike	21	260,71
minimax	5	totalStrike	21	248,90
minimax	5	totalStrike	21	242,81
minimax	5	totalStrike	10	347,10