

Analiza statystyczna czasów na wykonywanie ruchów w szachach

Piotr Rogula

Politechnika Wrocławska

10 października 2021

pod promotorstwem prof. dr hab. inż. Marcina Magdziarza

Spis treści

1. wstęp
 - 1.1 motywacja
 - 1.2 kluczowe wyniki innych autorów
 - 1.3 potrzebne oznaczenia
2. wyniki własne
 - 2.1 sformułowanie problemu
 - 2.2 dane
 - 2.3 analiza problemu
3. podsumowanie

Motywacja

1. Szachy jako hobby
2. popularny temat
3. niedosyt literatury opisującej dane zagadnienie

Kluczowe wyniki innych autorów

- ▶ System Elo [**cite**] (Arpad Elo)

System Elo

- ▶ przyznawanie punktów bazujące na różnicy rankingu graczy
- ▶ pierwszy system mający podłoże probabilistyczne

Kluczowe wyniki innych autorów

- ▶ System Elo [**cite**] (Arpad Elo)
- ▶ System Glicko-2 [**cite**] (Mark Glickman)

System Glicko-2

- ▶ ulepszenie systemu Elo.
 - ▶ wzięcie pod uwagę przedziału ufności rankingu każdego z graczy.
- ▶ używany w dużej liczbie gier MMO.

Kluczowe wyniki innych autorów

- ▶ System Elo **[cite]** (Arpad Elo)
- ▶ System Glicko-2 **[cite]** (Mark Glickman)
- ▶ Silnik Stockfish **[cite]**

Potrzebne oznaczenia

- ▶ **ruch** składa się z dwóch posunięć - 1 białych i 1 czarnych
 - ▶ wyjątkiem może być ostatni ruch, gdy po posunięciu białych nastąpił koniec partii.
- ▶ oznaczenia posunięcia jako „błąd” i „duży błąd” są tożsame
- ▶ oznaczenie „pomyłka” jest rozróżnialne od oznaczenia „błąd” – drugie jest wg silnika gorszym posunięciem

Silnik Stockfish

► funkcja oceny

wynik liniowej funkcji ważonej sumy cech, na którą składają się między innymi:

f_b, f_c – wartość figur odpowiednio białych i czarnych

k_b, k_c – bezpieczeństwo króla odpowiednio białych i czarnych

m_b, m_c – mobilność figur odpowiednio białych i czarnych

z_b, z_c – potencjalne zagrożenia wykonane odpowiednio białych i czarnych

$$f(f_b, f_c, k_b, k_c, m_b, m_c, \dots) = c_1(f_b - f_c) + c_2(k_b - k_c) + c_3(m_b - m_c) + \dots$$

gdzie: c_i są stałymi określającymi wagę danej pary zmiennych.

Silnik Stockfish

- ▶ rodzaje błędów szachowych
 - ▶ ?? – błąd (ang. *blunder*)
 - ▶ ? – pomyłka (ang. *mistake*), posunięcie błędne w mniejszym stopniu niż „błąd”
 - ▶ ?! – niedokładność (ang. *innacuracy*), posunięcie, które można zastąpić zdecydowanie lepszym.

sformułowanie problemu

- ▶ zbadanie zależności pomiędzy czasem poświęconym na wykonanie ruchu, a jego dokładnością
- ▶ zbadanie zależności między numerem ruchu, a czasem na jego wykonanie oraz jego dokładnością
- ▶ ~~próba wyznaczenia optymalnego czasu na wykonanie ruchu~~
~~minimalizacja ryzyka wystąpienia błędu~~

dane

- ▶ baza danych **Lichess.com** - 1 plik 72Gb
- ▶ zbadanie 2 najczęściej granych formatów (600+0, 300+0)
- ▶ stworzenie bazy ok. 7% gier ocenionych przez silnik
- ▶ stworzenie bazy wszystkich ruchów ze wszystkich gier
 - ▶ 17,52 mln posunięć z 275,94 tys gier

wstępna analiza

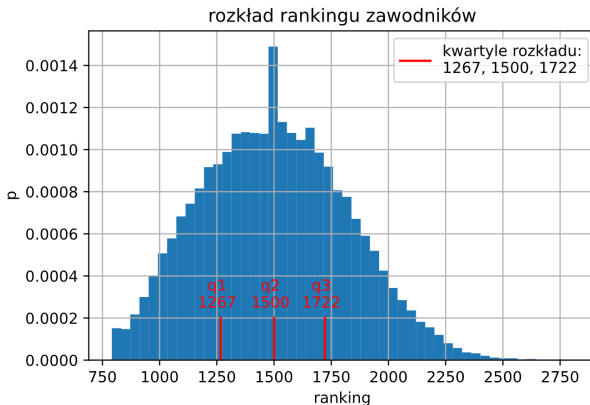
game_ID	score	delta_time	WhiteElo	BlackElo	TimeControl	color	move	Result
510	9	0	0	1192	1204	300+0	w	23 0-1
511	9	0	9	1192	1204	300+0	b	23 0-1
512	9	0	2	1192	1204	300+0	w	24 0-1
513	9	0	18	1192	1204	300+0	b	24 0-1
514	9	0	7	1192	1204	300+0	w	25 0-1
515	9	0	10	1192	1204	300+0	b	25 0-1
516	9	blunder	8	1192	1204	300+0	w	26 0-1
517	9	blunder	8	1192	1204	300+0	b	26 0-1
518	9	mistake	4	1192	1204	300+0	w	27 0-1
519	9	0	2	1192	1204	300+0	b	27 0-1
520	9	0	29	1192	1204	300+0	w	28 0-1

Rysunek: Fragment bazy zawierającej ruchy z gier o formatach czasowych „300+0” i „600+0”.

dane

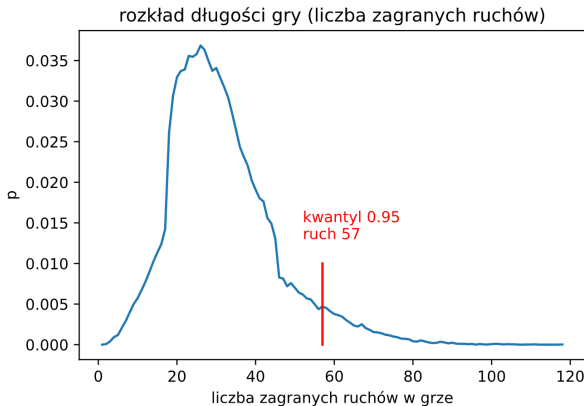
- ▶ czego nie ma w danych?
 - ▶ digitalizacja czasu – czas na posunięcie zaokrąglony do pełnych sekund
 - ▶ brak informacji i odpowiedniej miary dotyczącej skomplikowania sytuacji na szachownicy

Analiza problemu - wstępny przegląd danych



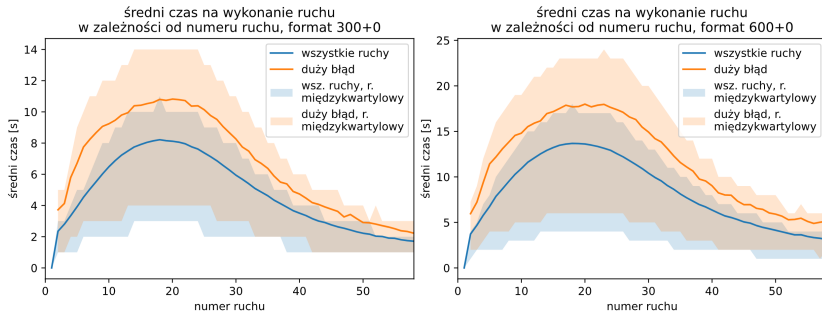
Rysunek: rozkład rankingu zawodników wraz z zaznaczonymi kwartylami

Analiza problemu - wstępny przegląd danych



Rysunek: rozkład długości gier wraz z zaznaczonym kwantylem rzędu 0.95, dla gier z formatu 300+0 oraz 600+0.

Zależność między indeksem ruchu, a poświęconym czasem



Rysunek: Średni czas na wykonanie ruchu dla analizowanych formatów czasowych wraz z zaznaczonym rozstępem międzykwartylowym. Osobno wszystkie ruchy i ruchy oznaczone przez silnik jako błąd.

Zależność między indeksem ruchu, a poświęconym czasem

Po oznaczeniu:

D jako zmienną określającą skomplikowanie pozycji,

T - zmienną określającą czas na wykonanie ruchu w danej pozycji,

B - zdarzenie polegające na tym, że posunięcie jest błędne

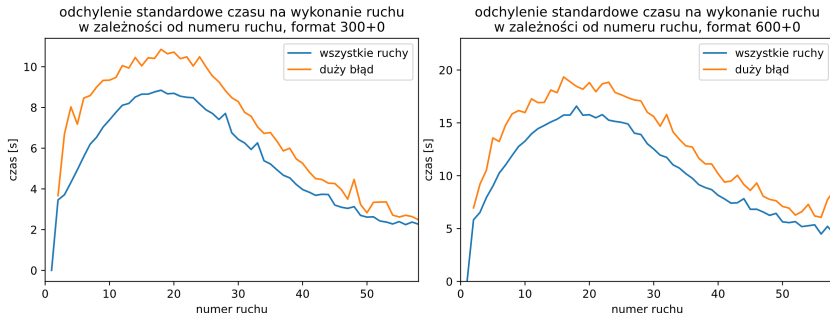
i przy założeniu, że T jest silnie dodatnio skorelowane z R , według prawdopodobieństwa otrzymujemy:

$$P(B|D > d_0) > P(B|D \leq d_0) \rightarrow P(B|T > t_0) > P(B|T \leq t_0)$$

gdzie d_0 i t_0 określają punkty, od których według wybranej miary można określić, że pozycja jest skomplikowana ($D > d_0$) i czas na wykonanie posunięcia jest długi ($T > t_0$).

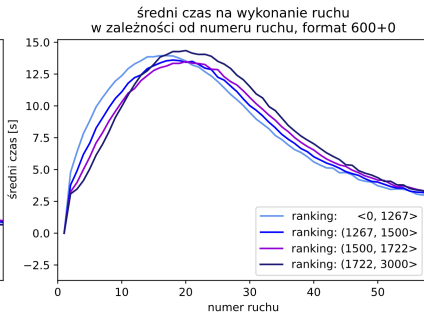
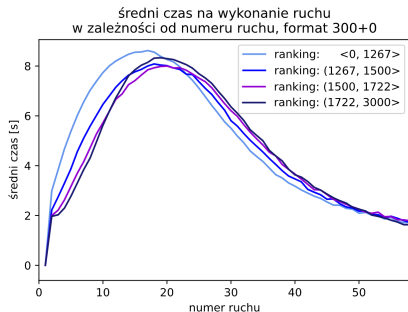
Może to tłumaczyć wyższą średnią czasu na wykonanie błędnego posunięcia w porównaniu do zbioru wszystkich posunięć.

Zależność między indeksem ruchu, a poświęconym czasem



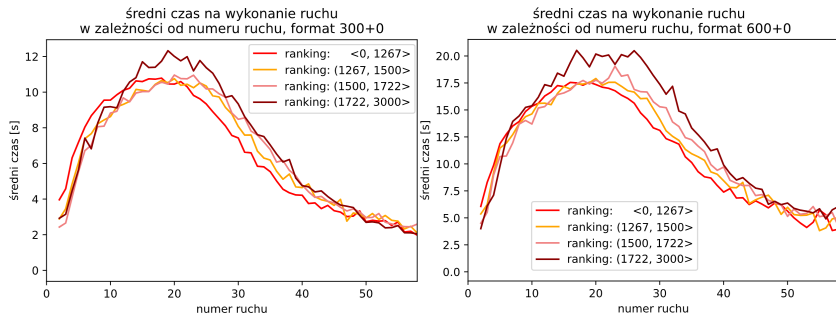
Rysunek: Odchylenie standardowe czasu na wykonanie ruchu dla analizowanych formatów czasowych. Osobno wszystkie ruchy i ruchy oznaczone przez silnik jako błąd.

Zależność między indeksem ruchu, a poświęconym czasem



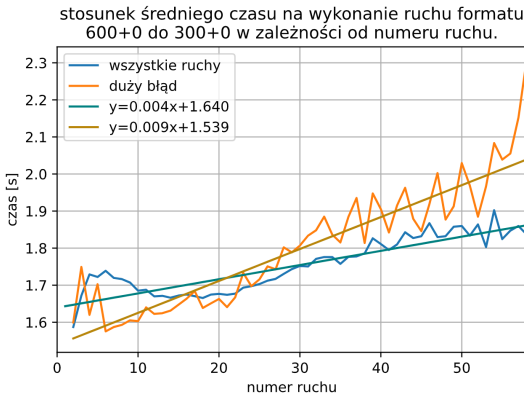
Rysunek: Średni czas na wykonanie ruchu dla dla graczy z różnych przedziałów rankingowych. Wszystkie posunięcia.

Zależność między indeksem ruchu, a poświęconym czasem



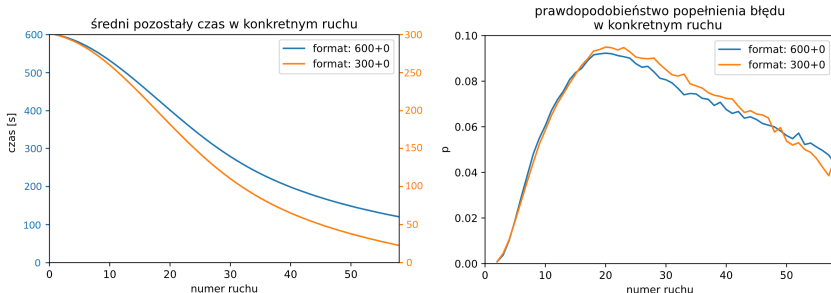
Rysunek: Średni czas na wykonanie ruchu dla dla graczy z różnych przedziałów rankingowych. Posunięcia oznaczone przez silnik jako błąd.

Zależność między indeksem ruchu, a poświęconym czasem



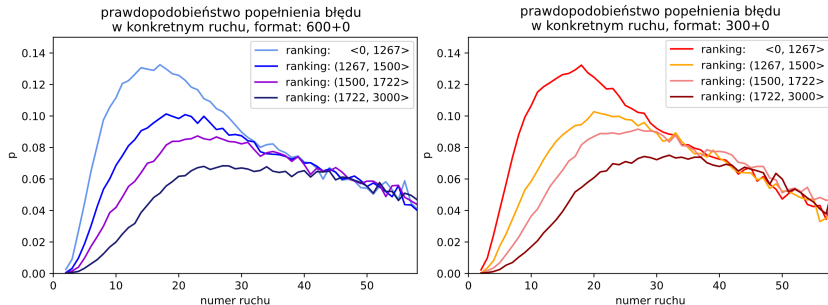
Rysunek: Stosunek średniego czasu na wykonanie ruchu w formacie 600+0 do czasu w formacie 300+0. Zaznaczone proste regresji obrazujące trend.

Zależność między indeksem ruchu, a poświęconym czasem



Rysunek: Pierwszy wykres – zestawienie średniego pozostałego czasu w formatach 600+0 oraz 300+0. W celu lepszego porównania zastosowane osobne osie dla każdego formatu. Drugi wykres – empiryczne prawdopodobieństwo popełnienia błędu w konkretnym ruchu.

Zależność między indeksem ruchu, a poświęconym czasem



Rysunek: Prawdopodobieństwo popełnienia błędu w konkretnym ruchu dla różnych przedziałów rankingowych.

Zależność między indeksem ruchu, a poświęconym czasem

$$X_i = \begin{cases} 1, & \text{gdy w } i\text{-tym ruchu został popełniony błąd} \\ 0, & \text{gdy w } i\text{-tym ruchu nie został popełniony błąd} \end{cases}$$

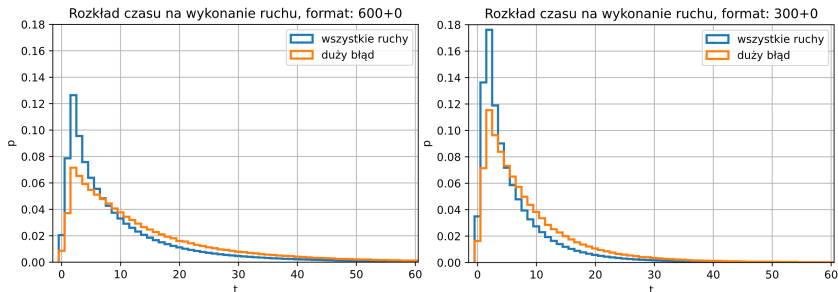
$$\begin{aligned} P(X_1 = 1 \vee X_2 = 1 \vee \dots \vee X_n = 1) &= \\ &= 1 - P(X_1 = 0, X_2 = 0, \dots, X_n = 0) = \\ &= P(X_1 = 0)P(X_2 = 0) \dots P(X_n = 0) = \\ &= \prod_{i=1}^n P(X_i = 0) \end{aligned}$$

Zależność między indeksem ruchu, a poświęconym czasem

Tabela: Szansa na popełnienie błędu w pierwszych n ruchach dla gracza z określonego przedziału rankingowego z rozdzieleniem na formaty „600+0” i „300+0”

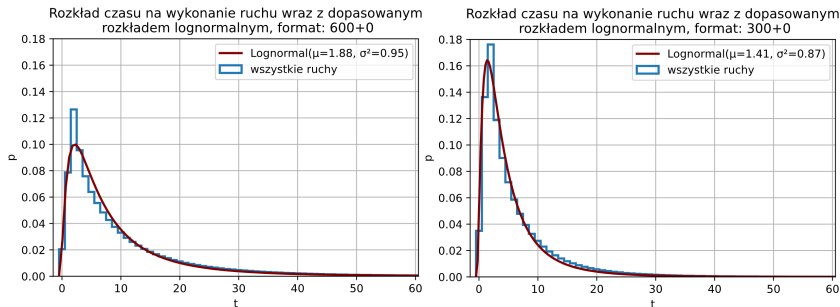
n pierwszych ruchów	n = 10		n = 20		n = 30	
centyl \ format	600+0	300+0	600+0	300+0	600+0	300+0
0-25%	43,36%	40,72%	85,50%	84,33%	95,32%	94,96%
25%-50%	25,52%	22,09%	71,56%	68,63%	89,38%	88,66%
50%-75%	15,58%	12,42%	58,86%	56,27%	83,08%	82,93%
75%-100%	6,76%	5,63%	40,78%	38,66%	70,27%	70,40%

Zależność między czasem poświęconym na ruch, a jego oceną



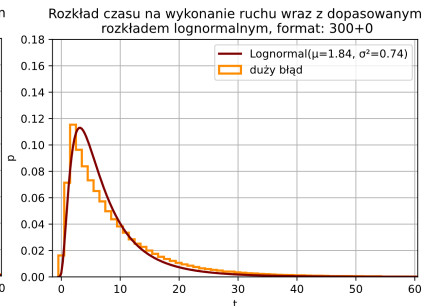
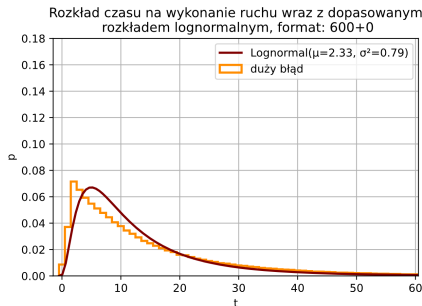
Rysunek: Rozkład czasu poświęconego na wykonanie posunięcia dla formatów „600+0” i „300+0”. Osobno wszystkie posunięcia i posunięcia błędne

Zależność między czasem poświęconym na ruch, a jego oceną



Rysunek: Rozkład czasu poświęconego na wykonanie posunięcia dla formatów „600+0” i „300+0” z dopasowanym rozkładem log-normalnym.

Zależność między czasem poświęconym na ruch, a jego oceną



Rysunek: Rozkład czasu poświęconego na wykonanie posunięcia dla formatów „600+0” i „300+0” z dopasowanym rozkładem log-normalnym. Zestaw ruchów błędnych.

Wnioski

- ▶ 95% gier kończy się w 57 ruchach
- ▶ błąd dla każdego elo dla każdego posunięcia zajmuje średnio dłużej, ma też zawsze większą wariancję
- ▶ wszystkie ruchy: lepsi gracze szybciej wykonują ruchy początkowe, dłużej te z największą szansą na błąd (ok 20)
- ▶ największa szansa na błąd – okolice 20 ruchu
- ▶ odnośnie dwóch poprzednich, lepsi gracze najmniej popełniają błędów w okolicach 20 ruchu
- ▶ największa szansa na błąd – różnice dla elo (dużo błędów na początku dla słabych graczy później się stabilizuje)

Wnioski

- ▶ lepsi gracze DŁUŻEJ wykonują ruchy BŁĘDNE
- ▶ różnice między formatami - w 600+0 ruchy zajmują nieliniowo więcej czasu, w 300+0 gracze są zmuszeni szybko wykonywać ruchy późniejsze.
- ▶ 10 pierwszych ruchów, istotna różnica w popełnieniu rażącego błędu między graczami słabymi a dobrymi

Dalsza praca

- ▶ stworzenie odpowiedniej miary i wzięcie pod uwagę poziomu skomplikowania pozycji
 - ▶ potrzebna dużo większa moc obliczeniowa
- ▶ stworzenie odpowiedniej miary do określania błędów (innej niż Stockfish)
 - ▶ sprawdzenie zgodności wyników
 - ▶ potrzebna dużo większa moc obliczeniowa

Pytania?

całość pracy dostępna pod adresem:
<https://github.com/rogulforce/Chess>