



Zastosowanie różnych teorii ludzkiej intuicji w szachach

Stanisław Kaźmierczak



Agenda

- Intuicja
- Teoria holistyczna
- Teoria analityczna
- 'Nowa' teoria
- Postępy prac nad projektem



Intuicja a wgląd

- Intuicja (ang. *intuition*) – proces myślowy polegający na szybkim dopasowaniu danej sytuacji, problemu, zagadnienia do znanych już szablonów i zależności
- Wgląd (ang. *insight*) – nagła, nieoczekiwana zmiana percepcji problemu, prowadząca do nowego, głębszego i pełniejszego rozumienia problemu



Wprowadzenie

- niektórzy wskazują intuicję jako definiującą cechę procesu ekspertyzy
- istotne teorie intuicji różniące się przede wszystkim:
 - rolą procesu przeszukiwania
 - naturą intuicji (holistyczna i analityczna)
- obie posiadają empiryczne wady
- nowa teoria obejmująca kluczowe cechy intuicji:
 - szybkość działania
 - percepcyjna natura
 - mechanizm uczenia
 - powiązanie percepcji z działaniem i emocjami



Intuicja

- przykłady:
 - radiolog momentalnie diagnozujący chorobę
 - arcymistrz 'widzący' natychmiastowo dobry ruch
 - inne rutynowe czynności
- dwa główne nurty:
 - holistyczna – Hubert Dreyfus (Dreyfus 1972; Dreyfus i Dreyfus 1988)
 - analityczna – Herbert Simon (Chase i Simon 1973; Simon 1989)



Intuicja

- elementy wspólne:
 - prędkość działania
 - płynność
 - czas nabywania
 - procesy percepcyjne jako źródło
- elementy różniące:
 - sztuczna inteligencja – mit czy rzeczywistość
 - użycie symboli w zapisie procesu ludzkiego poznania
 - znaczenie heurystyk w procesie decyzyjnym
- analiza mocnych i słabych stron obu teorii doprowadziła do powstania nowej... (Gobet i Simon 1996, 2000)

Kilka badań

- najczęściej danych eksperymentalnych dla szachów
- mocni gracze selektywnie przeszukują przestrzeń szybko skupiając się na ważnych ruchach
- pierwszy ruch jest przeważnie wystarczająco dobry
- 10 s. pozwala arcymistrzom rozwiązać prawie 50% zadań, słabym graczom klubowym – niecałe 5%
- ruchy wykonane po 5 s. namysłu w 81 % pokrywają się z ruchami wykonanymi po 180 s. namysłu
- umiejętność szybkiego odtwarzania pozycji
- ruchy oczu szybko koncentrują się wokół kluczowych elementów
- empiryczne dowody dotyczą również innych dziedzin

Teoria Dreyfus' a

- 1972 – *What Computers Can't Do*
 - krytyka podejścia do AI przy użyciu symboli
- ludzkie poznanie jest ucieleśnione, usytuowane i oparte na doświadczeniach
- ludzie (w przeciwieństwie do klasycznej AI) nie używają symboli w procesie poznania, ale postrzegają środowisko i podejmują decyzje przy użyciu holistycznych (całościowych) procesów
- procesy holistyczne są charakterystyczne dla ekspertów w danej dziedzinie
- krytykuje filozoficzne założenia sztucznej inteligencji (badania nad AI porównuje do alchemii)



Teoria Dreyfus' a

- krytykował podejście do inteligencji poprzez manipulowanie symbolami fizycznymi zgodnie z pewnymi zasadami
- inteligencja jest wynikiem nieświadomych instynktów, a nie świadomej manipulacji symbolami
- naukowcy i specjaliści rozwiązują problemy metodą intuicji, a nie drogą prób i błędów
- nie da się opisać nieświadomych umiejętności za pomocą formalnych reguł
- krytyka AI oparta na fenomenologii, mniej naukowych teorii czy danych eksperymentalnych

Teoria Dreyfus' a



- poziomy rozwoju intuicji:

- *novice*

- *advanced beginner*

- *competence*

- *proficiency*

- *expertise*

Teoria Dreyfus' a

- sposoby, za pomocą których podejmowane jest intuicyjne działanie oparte na doświadczeniu:
 - umysł jako holograficzny rozpoznawacz wzorców (*Mind over Machine*, 1st edition)
 - użycie mechanizmów odkrytych w badaniach nad sieciami neuronowymi (*Mind over Machine*, 2nd edition)
 - pomysł został odrzucony (*What Computers Still Can't Do*, 1992)
 - uczenie ze wzocnieniem (Tesauro, 1992); wciąż wiele praktycznych i teoretycznych problemów (Dreyfus, 1992); bardziej optymistyczna ocena (S.E. Dreyfus, 2004)



Teoria Dreyfus' a

- również inni badacze wskazywali holistyczne cechy intuicji:
 - H. Dreyfus i S.E. Dreyfus, 1988
 - De Groot, 1986
 - De Groot i Gobet, 1996
 - Linhares, 2005
- na poziomie opisowym jest zgodna z teoriami poznawczymi, wg. których nowicjusze zaczynają z wiedzą analityczną i powoli przechodzą do poziomu, gdzie wiedza zaczyna stawać się nieświadoma
- zyskała spore uznanie, ale...



Teoria Dreyfus' a

... stoi w sprzeczności ze sporą liczbą empirycznych eksperymentów:

- słabo udokumentowane istnienie wspomnianych etapów rozwoju intuicji
- w złożonych, 'inteligentnych' problemach intuicja jest niezbędna do osiągnięcia poziomu eksperta
- analityczny, używający heurystyk program nie jest w stanie osiągnąć tego poziomu
- nawet eksperci mogą potrzebować przeprowadzić analityczne myślenie (H. Dreyfus i S.E. Dreyfus);
ale jak informacja dostarczona z holistyczną intuicją może być użyta w zadaniach wymagających głębokiego przeszukiwania, np. szachy?

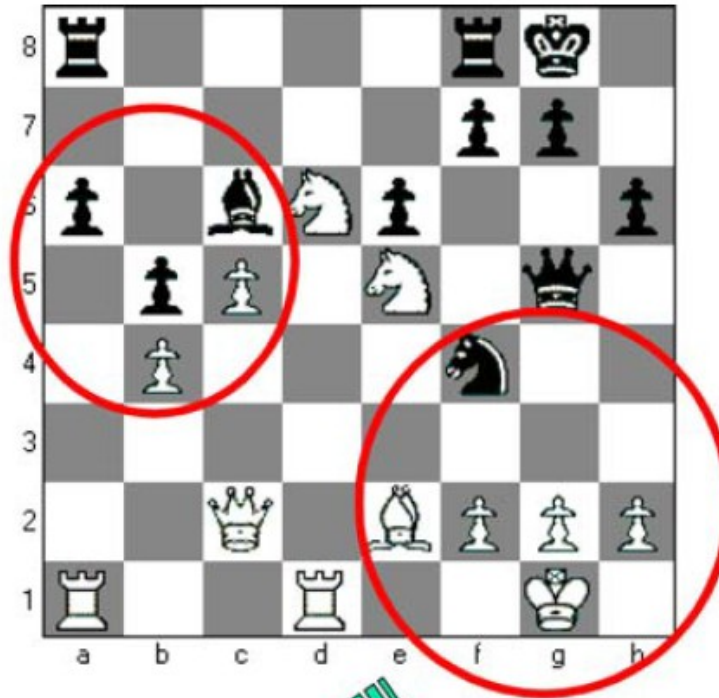
Teoria Simon' a

- opiera się na mechanistycznych wyjaśnieniach empirycznego zjawiska z bezpośrednim odniesieniem do danych eksperymentalnych (podejście Dreyfus' a było bardziej natury filozoficznej)
- punkt startowy teorii: eksperci mają te same poznawcze ograniczenia jak nowicjusze (Chase i Simon, 1973)
- możliwość skupienia uwagi na jednej rzeczy
- pamięć krótkoterminowa (STM) ograniczona do kilku elementów
- w trakcie procesu nauki jednostka uczy się dużej liczby wzorców (ang. *chunk*, *template*), z którymi skojarzone są możliwe działania (*produkcje*: pary warunek-akcja)

Teoria Simon' a

- przykład struktury pionowej wokół króla
- intuicja jako dopasowanie pewnej produkcji
- wiele eksperymentów potwierdzających naturę intuicji
 - silni szachiści dostrzegają na szachownicy grupy powiązanych ze sobą figur, a nie każdą z osobna
 - łączone są również sekwencje ruchów
- wiązanie ze sobą akcji jest również widoczne np. w układaniu wieży Hanoi (Anzai i Simon, 1979)
- teoria podparta jest symulacjami komputerowymi
- kształtowanie intuicji w danej dziedzinie polega na nabieraniu (latami) doświadczenia poprzez praktykę

Teoria Simon' a



Teoria Simon' a



- Krytyka:

- kilka wzorców na szachownicy – kilka wskazanych ruchów (H. Dreyfus i S.E. Dreyfus, 1988)
- typy wzorców są zdefiniowane bez odniesienia do innych aspektów pozycji
- kodowanie w pamięci długoterminowej jest szybsze niż zaproponowane przez teorię wzorców (Holding, '85)
- rozmiary wzorców są za małe do praktycznego użycia
- rozpoznawanie wzorców ma zastosowanie tylko do pozycji początkowej i nie jest używane podczas przeszukiwania
- brak powiązań pomiędzy intuicją a emocjami

Gobet i Chassy

- *template theory*
- teoria łącząca mocne strony modelu Dreyfus' a i modelu Simon' a
- ma na celu poprawienie słabości występujących w *chunking theory* (Chase i Simon, 1973)
- dobrzy szachiści używają większych wzorców/szablonów (*templates*)
- praktyczną realizacją teorii jest program CHREST (*Chunk Hierarchy and Retrieval Structures*) (Gobet i Simon 2000; Gobet i Waters 2003)

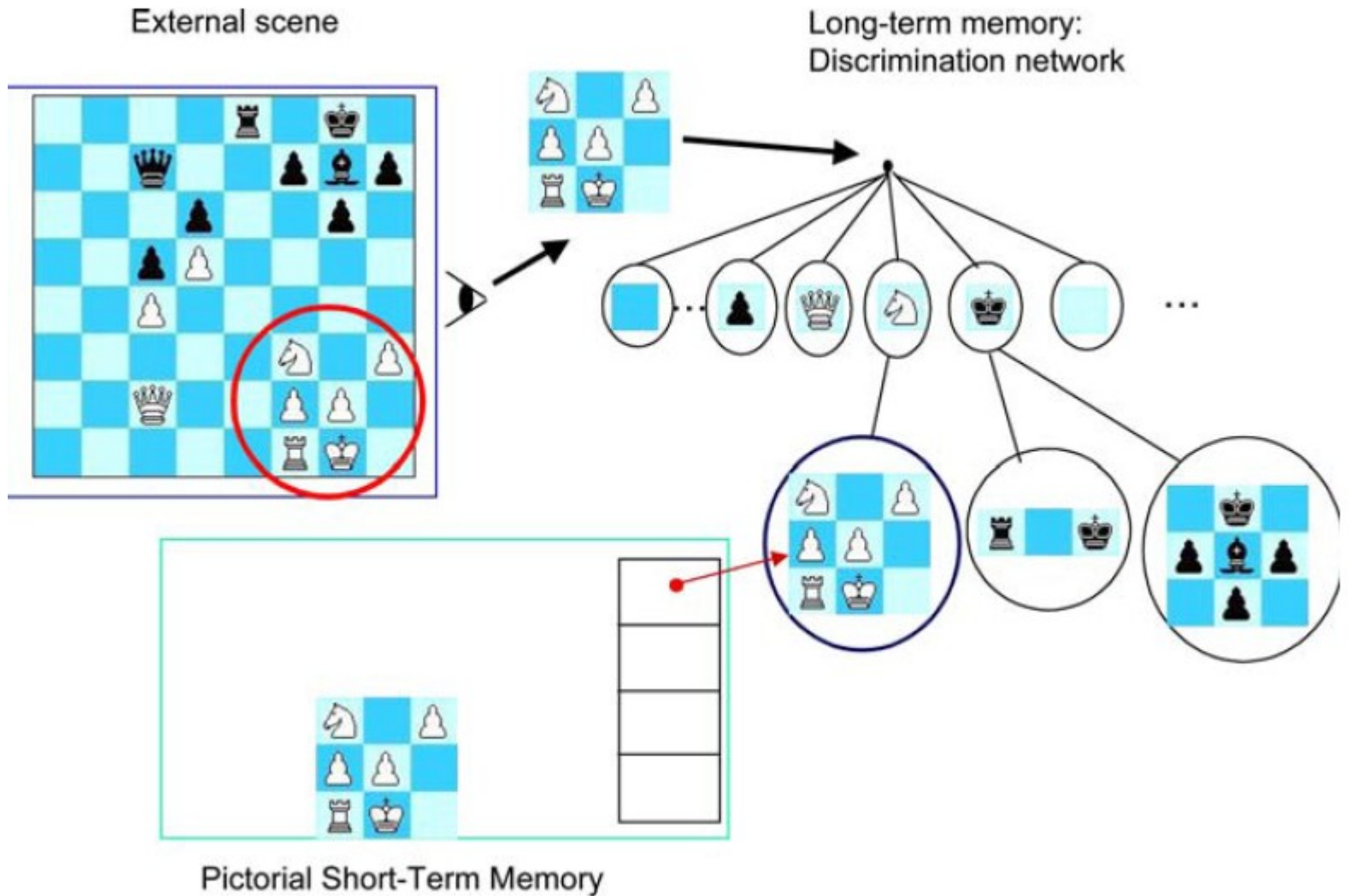
CHREST

- ekspertyza staje się możliwa przez nabywanie dużej liczby wzorców i kojarzenie z nimi możliwych akcji
- często powtarzające się wzorce przekształcają się w bardziej złożone struktury (*templates*)
- *template* posiada stałą (*core*) oraz zmienną informację (*slot*)
- *chunks* i *templates* indeksowane są przy pomocy sieci rozróżniającej
- pozwala ona uzyskać dostęp do pamięci długoterminowej (LTM)
- uczenie jest długie (ok. 10 s. na stworzenie wzorca)
- sortowanie wzorców z użyciem sieci rozróżniającej i dostęp do nich jest szybki (mniej niż sekunda)

CHREST

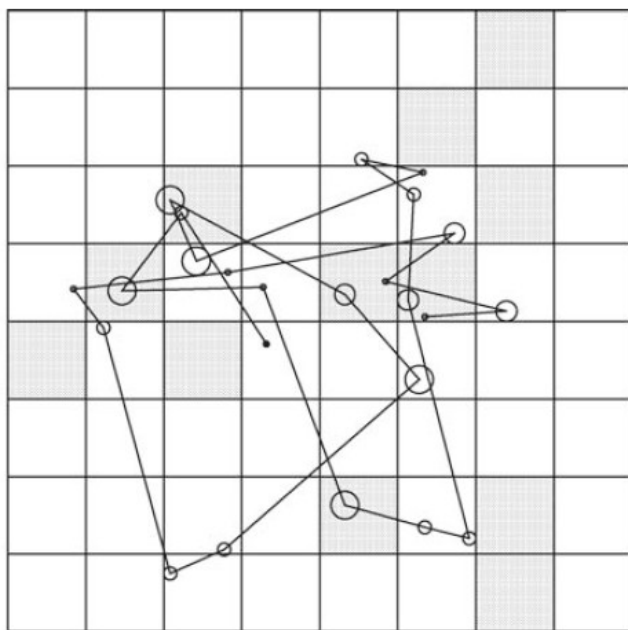
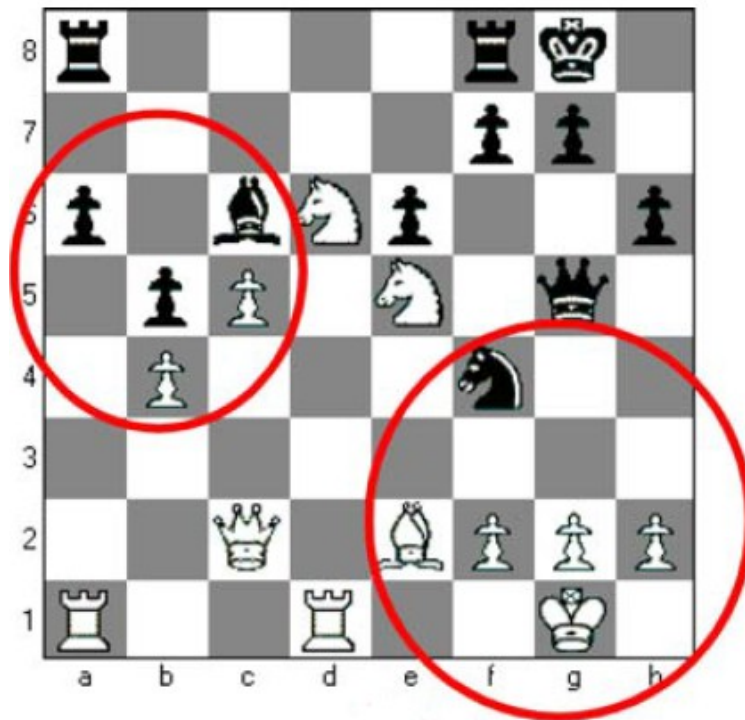
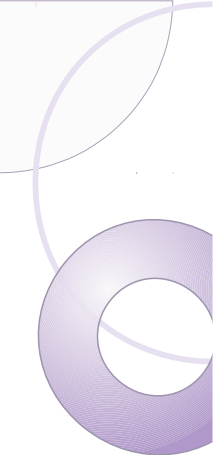
- podobne wzorce posiadają połączenie między sobą
- model składa się z:
 - pamięci długoterminowej (LTM)
 - 'wizualnej' pamięci krótkoterminowej (visual STM)
 - '*mind*' s *eye*'
- LTM: *chunks*, produkcje, schematy
- STM: kolejka trzech *chunks*
- '*mind*' s *eye*' – krótkotrwała informacja na temat miejsca gdzie np. liczone jest przecięcie figur
- zadania: zajmowanie się fiksacjami 'oka', zarządzanie STM, utworzenie LTM, aktualizacja '*mind*' s *eye*'
- był zastosowany również w innych dziedzinach!

CHREST

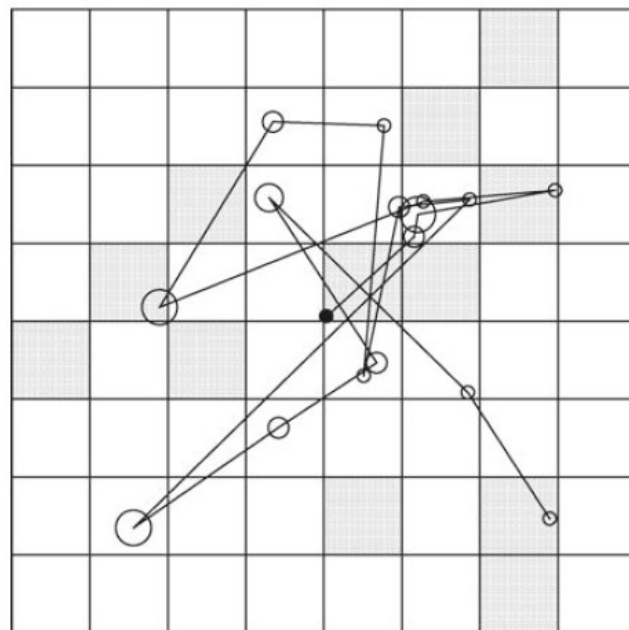


CHREST

- pola, na których skupia się program są ustalane przy użyciu fiksacji 'oka'
- na początku program skupia się na największym wzorcu
- program posiada realizuje główne cechy ludzkiej fiksacji:
 - średnia długość
 - niska wariancja trwania fiksacji
 - proporcje pokrycia szachownicy
 - proporcje pokrycia ważnych pól



Human Master



CHREST Master

CHREST

- nauka:

- przy każdej fiksacji informacja z 'pola widzenia' jest filtrowana przez sieć rozróżniającą
- pole widzenia jest ograniczone do dwóch pól w każdym kierunku od punktu fiksacji
- wzorzec jest kodowany jako lista figur i pól
- duża baza pozycji wzięta z partii mistrzów szachowych
- przyrostowa, nienadzorowana

- Mechanizmy uczenia:

- familiaryzacja
- rozróżnianie



Human-like chess playing system



Motywacja

- intuicyjne rozwiązywanie problemów jest cechą charakterystyczną ludzkiego myślenia
- zdolność ta jest słabo osiągalna przez systemy AI
- celem projektu jest zmniejszenie przepaści pomiędzy człowiekiem i maszyną w tym obszarze:
 - poszerzenie istniejącej wiedzy intuicyjnego rozwiązywania problemów przez maszyny, naśladowanie ludzkich zdolności poznawczych
 - zaprojektowanie systemu bazującego na intuicji w dziedzinie szachów



Wstęp

- pomimo różnorodnych osiągnięć w tradycyjnym AI wydaje się być uzasadnione przeniesienie nacisku na systemy poznawcze
- dodanie ludzkich umiejętności do istniejących systemów AI znacząco zwiększyłoby ich możliwości
- ludzka intuicja pozwala podejmować optymalne decyzje bez potrzeby analizy wszystkich możliwych działań
- stworzenie systemu AI (w dziedzinie szachów) pozwalającego podejmować decyzje bez eksploracji wszystkich możliwości może stanowić znaczący krok w kierunku naśladowania ludzkiego myślenia przez komputer w ogólności



Projekt

- realizowany projekt będzie łączył ze sobą dotychczas zaproponowane rozwiązania z całkiem nowymi pomysłami
- istotne będą aspekty, które w znacznej części nie zostały uwzględnione we wcześniejszych podejściach:
 - znaczenie współdziałania figur i ich zdolność do kontroli / wywierania wpływu na poszczególne części szachownicy
 - większe znaczenie częściowo nadzorowanego procesu uczenia w przypadku graczy nie będącymi ekspertami
 - bazujący na sekwencjach ruchów proces uczenia uwzględniający różnice we właściwościach pozycji podczas przechodzenia z jednej do drugiej



Szczegóły

- ludzka intuicja bazuje głównie na doświadczeniu i ekspertyzie, co pozwala na podejmowanie decyzji bez potrzeby szerokiej analizy wszystkich możliwości i ich potencjalnych skutków
- wiedza nabywana jest podczas różnorodnych doświadczeń i gromadzona w postaci hierarchicznie uporządkowanych wzorców
- projekt ma na celu zweryfikować powyższe badania w odniesieniu systemu AI w dziedzinie szachów
- *The Drosophila of Artificial Intelligence*
- program naśladowujący człowieka nie ma szans w potyczce z programem bazującym na tradycyjnym AI, ale maksymalizacja siły gry nie jest jedynym celem

Wzorce

- solidny mechanizm ekstrakcji istotnych wzorców jest jedną z kluczowych części systemu
- wzorce są ekstrahowane z partii silnych graczy (ELO > 2400) głównie na podstawie trajektorii ruchu figur oraz ich szacowanej wartości
- początkową wiedzę systemu stanowią tylko zasady i cel gry oraz aproksymowana waga figur
- wszystkie wzorce występujące w jednej partii są połączone ze sobą, co być może pozwoli na generowanie prostych planów taktycznych

Działanie systemu

- o sile intuicyjnej gry systemu stanowić będzie jego zdolność do wskazywania optymalnego ruchu z płytkim przeszukiwaniem (1 pełny ruch) lub bez żadnego przeszukiwania
- system będzie docelowo wskazywać 2 – 3 najbardziej obiecujące ruchy, wśród których przypuszczalnie znajduje się ruch optymalny
- tego typu wybór ruchów charakteryzuje silnych graczy
- *branching factor* = 35
- pełne drzewo do głębokości 3 pełnych ruchów ma ponad miliard liści
- dla *branching factor* = 3 miliard liści osiągnany jest po ponad 9 ruchach



Działanie systemu

1. System ekstrahuje wszystkie istotne wzorce z danej pozycji
 2. Porównuje je z bazą wzorców stworzoną w fazie nauki
 3. Najlepiej dopasowane wzorce będą wskazywały pozycję, z której zostały wyekstrahowane
 4. Ruchy zagrane w tych pozycjach będą kandydatami do zagrania
- powyższy proces może być ulepszony przez płytkie wyszukiwanie
 - w tym przypadku wzorce zostaną użyte jako ograniczenia w procesie przeszukiwania zostawiając tylko kilka gałęzi do eksploracji
 - do benchmarku systemu użyty zostanie GNU Chess



Realizacja projektu

- implementacja logiki szachów
- parser gier z formatu PGN
- algorytm wyszukiwania pól, wokół których tworzony jest wzorzec
- ekstrahowanie wzorców z pozycji
- stworzona baza wzorców
- 2 sposoby generowania ruchów
- próby ich sortowania

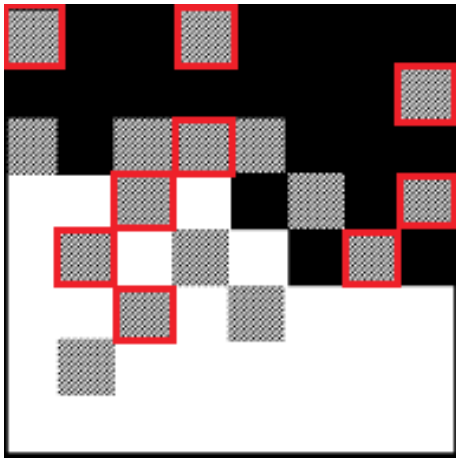


Wyszukiwanie kluczowych pól

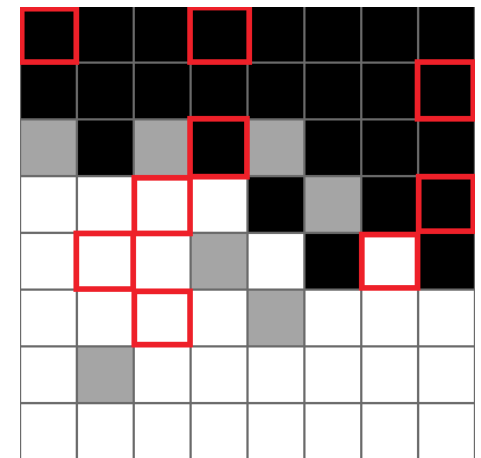
Ocena pola tworzona jest z punktu widzenia gracza mającego wykonać ruch. Mają na nią wpływ następujące czynniki (z różnymi wagami):

- suma figur atakujących i broniących
- różnica figur atakujących i broniących
- kontrola pola
- odległość od króla przeciwnika
- odległość od hetmana przeciwnika

Algorytm kontroli pola



Greer



projekt



Wzorzec

- pewna abstrakcja istotnych cech wzajemnego układu bierek
- składa się z:
 - pola P , wokół którego jest tworzony
 - pól i figur na nich stojących powiązanych z polem P
 - ruchu, który został wykonany w pozycji, z której wzorzec został zaczerpnięty
- dany wzorzec może posiadać wiele różnych realizacji w konkretnych pozycjach szachowych
- 3 rodzaje zgodności wzorców

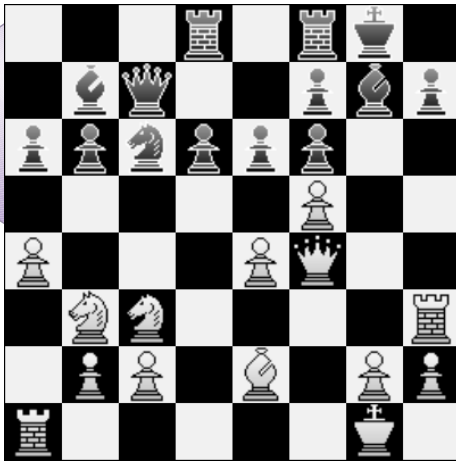
Wzorzec



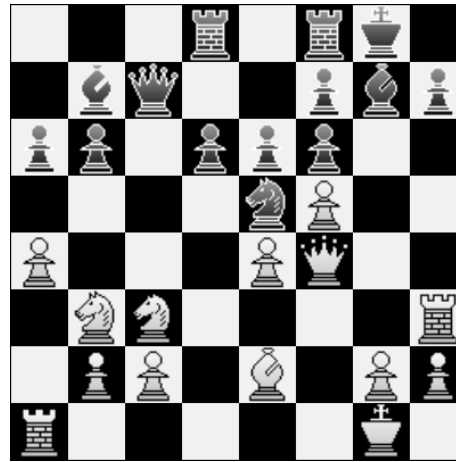
-12	-25	-24	-14	-20	-19	-18	-7
-12	-4	3	-22	-6	-12	-6	-14
7	-25	-5	-23	6	-8	-15	4
-12	46	7	-5	35	-10	22	-11
32	25	19	38	-7	32	-13	32
25	19	32	32	32	12	32	32
45	6	0	32	58	19	19	32
6	32	19	45	32	45	32	6

Dla progu równego 35 tworzone są wzorce wokół pól:
d1, f1, a2, e2, d4, b5, e5

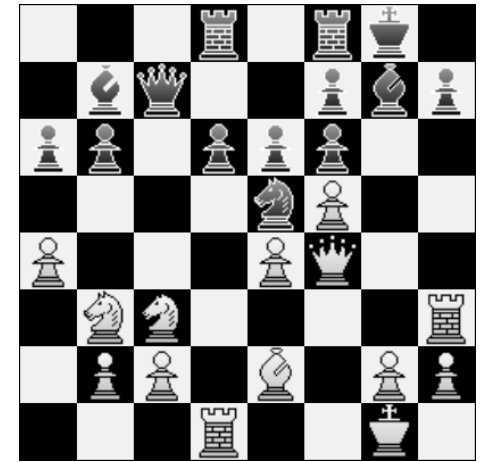
Baza wzorców



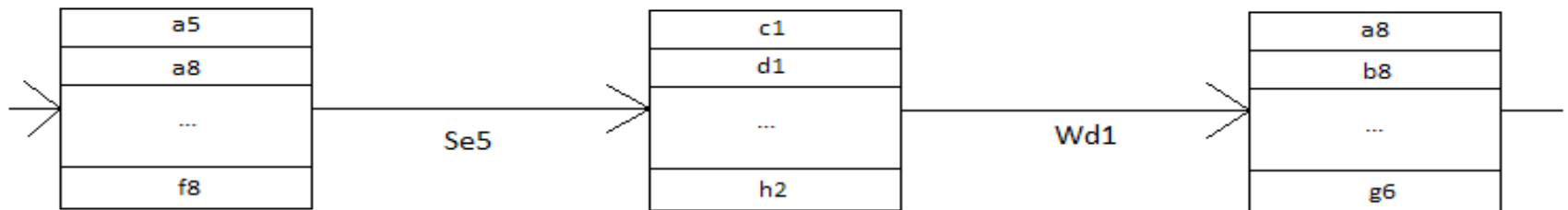
45	58	58	45	32	45	32	32
19	19	9	35	35	48	22	15
12	19	35	31	18	25	25	11
38	-8	22	11	73	2	15	-14
-20	19	-10	12	-11	6	-11	-14
-20	-13	-17	-21	-11	-25	-18	-7
-20	-6	-3	-14	-7	-14	-7	-21
-13	-20	-24	-24	-10	-31	-10	-10



-25	-24	-31	-15	-14	-20	-12	-14
2	-10	-2	-22	-7	-27	-7	6
2	-10	-24	-15	6	-8	-4	17
1	34	-6	10	-17	28	8	34
33	1	-6	20	26	7	25	32
32	19	25	38	32	51	45	19
32	6	6	32	19	32	19	45
19	32	45	45	19	58	19	19



45	45	58	32	32	45	32	32
0	19	9	48	22	61	22	15
12	19	48	31	18	25	38	11
25	-8	35	17	60	2	15	-14
-13	0	28	-14	2	6	2	-14
-13	-13	-4	-15	-11	-12	-18	-7
-13	-6	-3	-21	-7	-14	-7	-21
-20	-20	-24	-17	-10	-31	-10	-10





Generowanie i sortowanie ruchów

- sposoby generowania ruchów:
 - wokół wzorca
 - prowadzące do powstania nowych wzorców
- sortowanie po liczbie:
 - nowopowstałych wzorców na szachownicy
 - nowopowstałych wzorców w bazie
 - odpowiadających sekwencji w bazie (2 warianty)



Sortowanie ruchów

- idea: nowopowstające wzorce mają potwierdzone 'uzasadnienie' w pozycji poprzedniej
- pozycja P_1 (poprzednik): wzorce $\{w_1, \dots, w_k\}$
- pozycja P_2 (następnik): wzorce $\{w_1, \dots, w_l\}$ ($l \leq k$) oraz nowopowstałe $\{v_1, \dots, v_m\}$
- punktowane jest takie wystąpienie sąsiednich wzorców w bazie, w których w pozycji poprzedzającej występuje jeden z wzorców $\{w_1, \dots, w_k\}$, a w drugiej pozycji jeden z nowych wzorców $\{v_1, \dots, v_m\}$



Sortowanie ruchów: wariant 1

- za każdą znalezioną parę stawiamy plus
- przykład:
 - mamy dwa wzorce w_1 i w_2 i wykonujemy ruch, po którym otrzymujemy wzorce: w_1 i v_1
 - stawiamy plus za odnalezienie w bazie każdej pary pozycji w której mamy w_1 w poprzedniku a v_1 w następniku oraz każdej pary, w której mamy w_2 w poprzedniku i v_1 w następniku
 - w szczególności jeżeli występują w_1 i w_2 jednocześnie to otrzymujemy dwa plusy



Sortowanie ruchów: wariant 2

- stawiamy plus za każdy wzorzec v_i , niezależnie od tego ile wzorców w_j było w pozycji poprzedzającej (co najmniej jeden musi być)
- przykład:
 - mamy dwa wzorce w_1 i w_2 i wykonujemy ruch, po którym otrzymujemy wzorce: w_1 i v_1
 - stawiamy plus za odnalezienie w bazie każdej pary pozycji, w której mamy w_1 lub w_2 w poprzedniku a v_1 w następniku
 - w szczególności jeżeli występują w_1 i w_2 jednocześnie to mamy jeden plus

Wyniki

- wciąż bliskie losowych
- dużym problemem jest liczba generowanych ruchów
- zbiór uczący: Kasparov 1000 partii (60 000 wzorców)
- zbiór testowy: Kramnik 200 partii

Metoda generowania / rodzaj zgodności	Rodzaj 1	Rodzaj 2	Rodzaj 3
Metoda 1	61,46% trafionych 16,53 ruchów	61,83% trafionych 16,74 ruchów	53,98 % trafionych 14,87 ruchów
Metoda 2	-	65,62% trafionych 22,76 ruchów	83,37% trafionych 29,53 ruchów

- sortowanie



Bibliografia

- Gobet. F. & Chassy, P. (2009). Expertise and intuition: A tale of three theories. *Minds and Machines*, 19, 151-180.
- Greer K. Computer chess move-ordering schemes using move influence. *Artificial Intelligence*, Vol. 120, No. 2. (July 2000), pp. 235-250.



Dziękuję za uwagę