

Algorytmy przeszukiwania BFS do rozwiązania problemu n -hetmanów

Joanna Kołodziejczyk

1 Cel laboratoriów

Celem laboratorium jest implementacja algorytmu wszerz (breadth-first search) w celu znalezienia rozwiązania dla zadania n -hetmanów.

2 Definicja problemu

Problem z n -hetmanów można sformułować następująco: „Biorąc pod uwagę szachownicę $n \times n$, znajdź sposób na umieszczenie n hetmanów na planszy tak, aby wzajemnie się nie atakowały”. Nie istnieją rozwiązania dla $n = 2$ i $n = 3$.

Bicia/atak pomiędzy dwoma hetmanami następuje, jeżeli spełnione są trzy warunki:

- Oba zajmują ten sam wiersz (indeksy wierszy mają tę samą wartość).
- Oba zajmują tę samą kolumnę (indeksy kolumn mają tę samą wartość).
- Oba zajmują tę samą przekątną (bezwzględna różnica w indeksach wierszy jest równa bezwzględnej różnicy w indeksach kolumn).

Możliwe jest sformułowanie problemu n -hetmanów jako problem przeszukiwania (search).

3 Reprezentacja problemu Wektor

W zadaniu trzeba użyć reprezentację wektorową wykorzystując wiedzę o separacji w kolumnach.

Efektywną reprezentacją jest uporządkowanie hetmanów, tak aby hetman z pierwszej kolumny był umieszczany jako pierwszy, hetman z drugiej kolumny jako drugi itd. Reprezentacja może być wektorem długości n , a element wektora przyjmuje wartość od $1 - n$, lub *null*. np dla problemu 4×4 . (1,3,1,null) hetmany umieszczone są w pozycjach (1,1), (2,3), (3,1), (4,nieznany) - indeks w wektorze to numer kolumny, a wartość to numer wiersza. Cztery składowe problemu przeszukiwania:

1. Stan: Wektor.
2. Stan początkowy: Pusty wektor.

3. Funkcja generująca potomka: Zwróć wszystkie wektory z dodanym jednym hetmanem umieszczonym w kolejnej kolumnie i wierszu na szachownicy.
4. Test osiągnięcia celu: Zwróć TRUE iff n hetmanów na planszy tak, że żadne dwa nie atakują się.

Ta reprezentacja mając n wyborów dla każdego hetmana, ma całkowitą przestrzeń stanów n^n (16, 777, 216 dla 8-hetmanów). Możliwość znalezienia rozwiązania dla większego n .

4 Algorytmy BFS

Algorytm przeszukiwania wszerz (Breadth First Search - BFS) przeszukuje po kolei wszystkie węzły w drzewie(grafie) przeszukując po kolei poziomami. Innymi słowy można go zaimplementować jako kolejkę FIFO.

Procedurę rozwiązywania n hetmanów z pomocą BFS można opisać następującymi krokami:

1. Utwórz pustą kolejkę wektorów na listę stanów do przeszukania.
2. Dodaj do listy stan początkowy.
3. W pętli wykonuj dopóki lista stanów do przeszukania nie jest pusta:
 - (a) Pobierz z **początku** listy stan (najstarszy stan)
 - (b) Sprawdź warunek osiągnięcia celu. Jeżeli został osiągnięty możesz przerwać procedurę i wyświetlić pierwsze znalezione rozwiązanie (opcjonalnie można kontynuować do znalezienia wszystkich rozwiązań). W przeciwnym wypadku kontynuuj.
 - (c) Wygeneruj wszystkich potomków (wektory reprezentujące ustawienie hetmanów na szachownicy) aktualnego stanu i dodaj ich na końcu listy stanów do przeszukiwania.

Strategię wizualizuje rysunek 1 ¹.

5 Wymagania dla implementacji

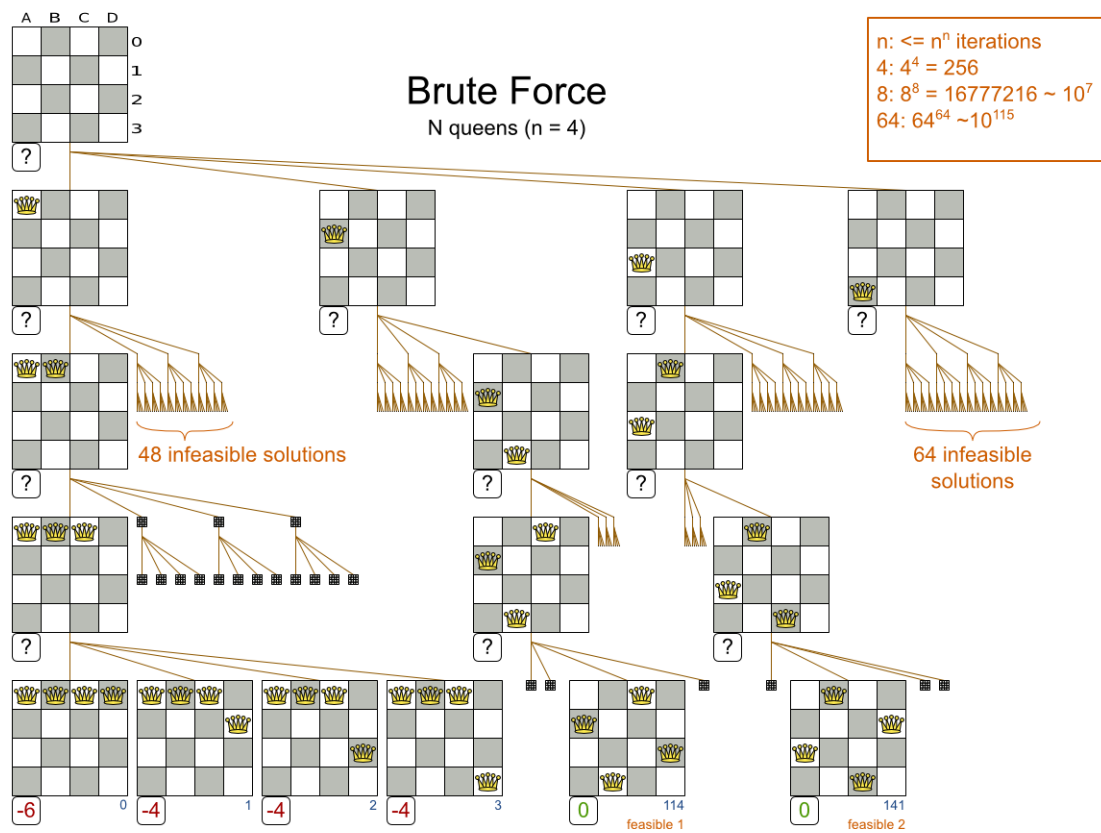
Język implementacji dla zadania jest dowolny.

Celem implementacji jest porównanie względnej efektywności różnych strategii przeszukiwania do rozwiązania problemu n -hetmanów. Aby osiągnąć ten cel, wszystkie strategie powinny zostać zaimplementowane przy użyciu tego samego kodu bazowego (jest to uwaga dotycząca kolejnych zadań). Wyszukiwanie powinno być realizowane przy użyciu kolejki (FIFO).

Zadania:

1. Wykorzystać reprezentację szachownicy wykonaną na poprzednich zajęciach.

¹<https://docs.drools.org/6.0.0.Final/optaplanner-docs/html/exactMethods.html>



Rysunek 1: Wizualizacja podejścia z wykorzystaniem kodowania wektorem

2. Zaimplementować funkcję generującą potomka. Funkcja przyjmuje na wejściu stan z liczbą hetmanów x a na wyjściu zwraca listę wszystkich stanów z liczbą hetmanów $x + 1$.
3. Zaimplementować algorytmy BFS zgodnie z instrukcją z punktu 4. (Punkt 1, 2 i 3 na oceną do dst+)
4. Program po wykonaniu powinien wyświetlać:
 - stan, który został wskazany przez program jako rozwiązanie, czyli współrzędne hetmanów na planszy,
 - statystyki (mają uzasadnienie dla pierwszego znalezionej rozwiązania):
 - liczbę stanów wygenerowanych (z funkcji generującej potomka),
 - liczbę stanów sprawdzonych (dla których wykonany został test osiągnięcia celu),
 - względny czas wykonania.
 - Wykonać eksperymenty obliczeniowe dla n zmieniającego się od 4 do 7 (jeżeli jest możliwe, to proszę próbować więcej).
 - Zademonstrować wyniki eksperymentu w postaci wykresów pokazujących zmienność statystyk w zależności od liczby hetmanów. Na osi odciętych powinny być przyrastające wartości n a na osi rzędnych wartości statystyk.

Wykonanie statystyk i eksperymentu do maksymalnej oceny bdb.

5.1 Przekazanie programu

- Kod z rozwiązaniem proszę podpiąć w Teams do wyznaczonego zadania. Proszę w nazwach plików źródłowych zawierać swoje nazwisko celem łatwiejszej identyfikacji.