

Sprawozdanie
Wprowadzenie do Sztucznej Inteligencji
Laboratoria 1

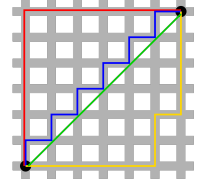
Kamil Matejuk

11.11.2021r

Opis heurystyk

Algorytmy oceny heurystycznej, które przetestowałem, opierały się na dystansie manhatańskim. W łamigłówce dystans ten jest liczony jako suma różnicy kolumn i różnicy wierszy.

x_curr = kolumna w której znajduje się puzzel układanki
 x_target = kolumna w której powinien znajdować się puzzel układanki
 y_curr = wiersz w której znajduje się puzzel układanki
 y_target = wiersz w której powinien znajdować się puzzel układanki



$$manhattan\ distance = abs(x_curr - x_target) + abs(y_curr - y_target)$$

Heurystyka 1

Pierwsza heurystyka zliczała odległości każdego elementu do jego miejsca docelowego.

$$manhattan(Puzzle\ p) = abs(p.x - p.expected.x) + abs(p.y - p.expected.y)$$

$$h1 = \sum_{p \in Puzzle} manhattan(p)$$

Heurystyka 2

Druga heurystyka dodaje wagę do każdego dystansu na podstawie kolejności elementów, w taki sposób aby element 1 w największym stopniu wpływał na wartość, natomiast element 15 w najmniejszym. Celem takiego zabiegu było nakierowanie przeszukania tak, aby zacząć układać łamigłówkę od lewego-górnego rogu.

$$h2 = \sum_{p \in Puzzle} manhattan(p) * (16 - p.value)$$

Heurystyka 3

Heurystyka 3 wykorzystuje wartość $h2$, natomiast dodaje odległość pustej kratki do pierwszego nie ustawionego na swoim miejscu elementu. Celem było preferowanie rozwiązań, które zbliżają się do ustawienia kolejnego elementu.

$$h3 = \sum_{p \in Puzzle} \left(manhattan(p) * (16 - p.value) \right) + manhattan(first\ not\ ordered)$$

Metodyka testów

Na początku testu generowana jest prawidłowo ułożona łamigłówka. Następnie jest ona mieszana wykonując 256 poprawnych ruchów (rozmiar łamigłówki podniesiony do 4 potęgi). W ten sposób zapewnione jest, że łamigłówkę da się rozwiązać.

Następnie po kolei uruchamiany jest algorytm A^* z odpowiednią wersją algorytmu oceny heurystycznej. Każde uruchomienie rozpoczyna od tej samej łamigłówki początkowej, oraz ma ograniczony czas na rozwiązanie jej - 4 godziny. Z tego też względu nie każdy test zakończył się znalezieniem ścieżki, natomiast można go użyć do wyznaczenia dolnej granicy poszukiwanych wartości, ponieważ rzeczywiste wartości byłyby większe gdyby nie ograniczenia czasowe. Każdy test został wykonany 10-krotnie.

Wyniki

Ukończone testy

Średnie wartości z testów które ukończyły się we wskazanym czasie.

Wartości	h1	h2	h3	
Ilość testów ukończonych w czasie	8/10	3/10	9/10	
Długość ścieżki	77	164	186	mediana
	77.75	184.66	190.88	średnia
	9.24	75.72	29.26	odchylenie standardowe
Liczba odwiedzonych stanów	8549	3517	5155	mediana
	8397.25	8725.33	10643.00	średnia
	4449.07	8358.31	10801.06	odchylenie standardowe
Czas wykonania	15m 23s	2m 33s	6m 35s	mediana
	18m 13s	28m 49s	43m 49s	średnia
	15m 41s	38m 12s	1h 12m 44s	odchylenie standardowe

Dolna granica

Dolna granica wartości, wliczająca nieukończone testy. Dla testów które nie zakończyły się w czasie, jako długość ścieżki brana jest długość ścieżki (kandydata na rozwiązanie) ostatnio sprawdzanego stanu.

Wartości	h1	h2	h3	
Długość ścieżki	77	155	184	mediana
	78.90	166.70	186.90	średnia
	9.06	47.60	30.23	odchylenie standardowe
Liczba odwiedzonych stanów	9578	35364	7013	mediana
	13395.40	27639.80	13193.20	średnia
	10774.49	13211.72	12787.82	odchylenie standardowe
Czas wykonania	18m 14s	4h	11m 33s	mediana
	1h 2m 34s	2h 56m 38s	1h 3m 26s	średnia
	1h 29m 48s	1h 39m 1s	1h 30m 41s	odchylenie standardowe

Porównanie

Porównanie na mniejszych danych - dla łamigłówki 3x3. Pozwala to na puszczenie większej liczby testów - 100 iteracji na każdą heurystykę.

Wartości	h1	h2	h3	
Długość ścieżki	28	49	52	mediana
	28.60	50.00	53.20	średnia
	4.38	10.88	18.63	odchylenie standardowe
Liczba odwiedzonych stanów	466	605	253	mediana
	746.10	807.90	440.20	średnia
	704.09	524.26	412.44	odchylenie standardowe
Czas wykonania	1.2s	2.0s	0.4s	mediana
	5.6s	5.0s	1.9s	średnia
	10.3s	5.4s	2.4s	odchylenie standardowe

Wnioski

Da się zauważyć bardzo dużą różnorodność w wynikach (odchylenie standardowe jest bardzo duże). Mimo to, korzystając ze średniej oraz mediany można stwierdzić, iż algorytm 1 (najprostszy) pozwala na znalezienie najkrótszej ścieżki (około 77 ruchów przy 256 ruchach mieszających łamigłówkę). Algorytm 2 znajduje ścieżkę dłuższą, jednak nadal krótszą niż pomieszenie łamigłówki (około 190 ruchów przy 256 ruchach mieszających łamigłówkę). Algorytm 2 jest znacznie dłuższy niż pozostałe 2, ponieważ większość uruchomień sprawdzało ponad 35000 stanów i trwało ponad 4h, mimo to nie znajdując rozwiązania.

Ponadto algorytm 1 jest znacznie bardziej stabilny niż algorytm 3. Odchylenie standardowe ilości odwiedzonych stanów algorytmu 1 wynosi 53%, natomiast algorytmu 3 ponad 101%.

Zatem najlepszym z porównywanych algorytmem oceny heurystycznej jest algorytm 1.