

Sprawozdanie 2 - Wprowadzenie do Sztucznej Inteligencji

Michał Kallas

24 kwietnia 2025

1 Algorytm A*

Algorytm A* (czyt. A-star) to algorytm wyszukiwania ścieżki, który znajduje zastosowanie w problemach znajdowania najkrótszej drogi, takich jak układanka Piętnastka. Jest to algorytm informowany, który korzysta z funkcji oceny $f(n) = g(n) + h(n)$, gdzie $g(n)$ oznacza koszt dotarcia do węzła n , a $h(n)$ to heurystyczne oszacowanie kosztu dotarcia do celu z n . A* gwarantuje znalezienie najkrótszej ścieżki, jeśli użyta heurystyka jest dopuszczalna (nigdy nie przecenia kosztu dotarcia do celu).

2 Heurystyka: Misplaced Tiles

Pierwszą zastosowaną heurystyką była liczba błędnie ułożonych płytek (*misplaced tiles*). Heurystyka ta zlicza liczbę płytek, które nie znajdują się na swoim miejscu. Jest prosta do implementacji i dopuszczalna, lecz nie uwzględnia rzeczywistej odległości płytek od ich celu.

3 Heurystyka: Manhattan Distance + Linear Conflict

Druga zastosowana heurystyka opiera się na sumie odległości Manhattan, uzupełnionej o tzw. konflikt liniowy (*linear conflict*).

Odległość Manhattan dla każdej płytki jest obliczana jako suma wartości bezwzględnych różnic rzędów i kolumn między jej aktualną pozycją a pozycją docelową. Można to zapisać wzorem:

$$\text{Manhattan}(n) = \sum_{i=1}^n |x_i - x_i^*| + |y_i - y_i^*|$$

gdzie (x_i, y_i) to aktualna pozycja płytki i , a (x_i^*, y_i^*) to jej pozycja docelowa.

Konflikt liniowy występuje wtedy, gdy dwie płytki znajdują się w tej samej linii (wierszu lub kolumnie), co ich pozycje docelowe, ale są ustawione w odwrotnej kolejności względem swojego celu, co oznacza, że wzajemnie się blokują i przynajmniej jedna z nich musi opuścić linię, aby ustąpić drugiej miejscy.

Dla każdej pary takich płytek dodajemy do wartości heurystyki dodatkowy koszt 2, ponieważ co najmniej dwa ruchy są wymagane do rozwiązania konfliktu: jedna płytka musi ustąpić drugiej, aby umożliwić jej poprawne ustawienie.

Złożona heurystyka $h(n) = \text{Manhattan}(n) + 2 \times \text{LinearConflict}(n)$ pozwala lepiej ocenić rzeczywisty koszt dotarcia do celu niż sama odległość Manhattan. Choć jej obliczenie jest nieco bardziej czasochłonne, w praktyce znacząco zmniejsza liczbę odwiedzanych stanów i poprawia wydajność całego algorytmu.

4 Wyniki: Układanka 3x3 - przypadki losowe

Tabela 1: Misplaced Tiles

Test Index	Ilość kroków	Liczba odwiedzonych stanów	Czas (s)
1	20	4978	0.0092
2	22	11851	0.0204
3	24	26663	0.0504
4	24	24148	0.0418
5	22	11941	0.0213
6	20	4849	0.0082
7	22	10493	0.0190
8	16	820	0.0020
9	22	12005	0.0213
10	16	946	0.0020
Średnia	20.8	10869.4	0.0195

Tabela 2: Manhattan Distance + Linear Conflict

Test Index	Ilość kroków	Liczba odwiedzonych stanów	Czas (s)
1	20	119	0.0019
2	22	955	0.0032
3	24	1331	0.0036
4	24	903	0.0031
5	22	525	0.0023
6	20	370	0.0020
7	22	940	0.0036
8	16	51	0.0016
9	22	237	0.0021
10	16	130	0.0017
Średnia	20.8	556.1	0.0025

5 Wyniki: Układanka 4x4 z cofaniem ($k = 20$)

Tabela 3: Misplaced Tiles

Test Index	Ilość kroków	Liczba odwiedzonych stanów	Czas (s)
1	20	1607	0.0051
2	20	3019	0.0083
3	20	4295	0.0096
4	18	1393	0.0039
5	20	9593	0.0221
6	20	7148	0.0168
7	20	3036	0.0073
8	20	3394	0.0082
9	18	4400	0.0118
10	20	4065	0.0094
Średnia	19.6	4195.0	0.0103

Tabela 4: Manhattan Distance + Linear Conflict

Test Index	Ilość kroków	Liczba odwiedzonych stanów	Czas (s)
1	20	116	0.0021
2	20	304	0.0028
3	20	185	0.0014
4	18	95	0.0019
5	20	167	0.0023
6	20	73	0.0016
7	20	115	0.0021
8	20	182	0.0023
9	18	260	0.0027
10	20	113	0.0019
Średnia	19.6	161.0	0.0021

6 Wyniki: Układanka 4x4 losowa

Tabela 5: Manhattan Distance + Linear Conflict

Test Index	Ilość kroków	Liczba odwiedzonych stanów	Czas (s)
1	56	1012511	3.4200
2	50	1798560	6.4828
3	52	995734	3.1266
4	42	125194	0.3416
5	52	1030333	3.0526
6	62	3656408	14.6329
7	48	2133428	6.8089
8	46	1795761	5.7958
9	48	14036	0.0387
10	56	3031262	11.9864
Średnia	51.2	1559322.7	5.5686