

Sztuczna Inteligencja i Inżynieria Wiedzy

Problem spełniania ograniczeń - sprawozdanie

Krzysztof Ruczkowski

19 kwietnia 2021

Spis treści

| | |
|--|----------|
| Zbadanie wpływu zastosowania heurystyk na liczbę przeszukanych stanów | 2 |
| Cel badania | 2 |
| Parametry badania | 2 |
| Wyniki i wykresy | 2 |
| Wnioski | 4 |
| Porównanie metod sprawdzania wprzód oraz przeszukiwania z powrotami | 5 |
| Cel badania | 5 |
| Parametry badania | 5 |
| Wyniki i wykresy | 5 |
| Wnioski | 6 |
| Podsumowanie | 7 |

Zbadanie wpływu zastosowania heurystyk na liczbę przeszukanych stanów

Cel badania

Celem badania jest zbadanie wpływu zastosowania heurystyk na liczbę przeszukanych stanów.

Parametry badania

Badanie przeprowadzone jest na problemie kolorowania mapy dla 4 kolorów.

Wyniki i wykresy

| Nodes | Forward checking - default variable selector | | | | | | | | | |
|----------------------|--|------|------|------|------|------|------|--------|-------|--------|
| | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 | 13 | 14 |
| First solution nodes | 16 | 40 | 88 | 319 | 1150 | 996 | 1870 | 1360 | 1330 | 1479 |
| First solution time | 0,04 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 |
| All solutions nodes | 16 | 40 | 88 | 1596 | 1228 | 3260 | 3796 | 171956 | 56884 | 498324 |
| All solutions time | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 1,62 | 0,46 | 5,69 |

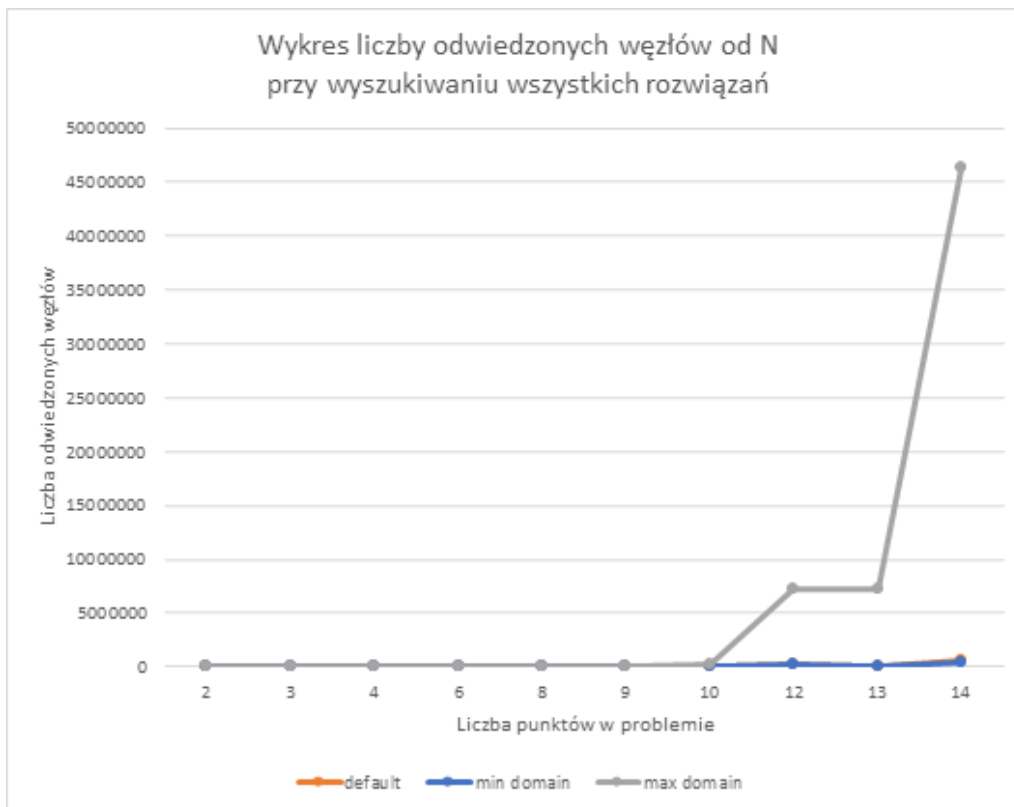
Tabela 1: Pomiary domyślnego wybierania zmiennej

| Nodes | Forward checking - min domain variable selector | | | | | | | | | |
|----------------------|---|------|------|------|------|------|------|--------|-------|--------|
| | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 | 13 | 14 |
| First solution nodes | 16 | 40 | 88 | 976 | 856 | 1840 | 2037 | 1703 | 1341 | 1330 |
| First solution time | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| All solutions nodes | 16 | 40 | 88 | 976 | 856 | 1840 | 2584 | 163840 | 12376 | 339064 |
| All solutions time | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 1,41 | 0,16 | 4,18 |

Tabela 2: Pomiary wybierania zmiennej po najmniejszej dziedzinie

| Nodes | Forward checking - max domain variable selector | | | | | | | | | |
|----------------------|---|------|------|------|-------|-------|--------|---------|---------|----------|
| | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 | 13 | 14 |
| First solution nodes | 18 | 58 | 203 | 3989 | 4442 | 4831 | 5268 | 4099 | 3441 | 3601 |
| First solution time | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| All solutions nodes | 20 | 72 | 253 | 4905 | 25700 | 98730 | 268306 | 7239540 | 7228954 | 46399187 |
| All solutions time | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,08 | 0,24 | 0,66 | 20,68 | 20,89 | 141,36 |

Tabela 3: Pomiary wybierania zmiennej po największej dziedzinie



Rysunek 1: Porównanie liczby odwiedzonych węzłów



Rysunek 2: Porównanie czasu wyszukiwania wszystkich rozwiązań

Wnioski

Heurystyka wyboru zmiennej, która ma najmniej możliwych dostępnych wartości do przybrania, okazała się nieznacznie lepsza od domyślnego wybierania.

Heurystyka wyboru zmiennej, która ma najwięcej możliwych dostępnych wartości do przybrania, okazała się dużo gorsza od domyślnego wybierania.

Porównanie metod sprawdzania wprzód oraz przeszukiwania z powrotami

Cel badania

Celem badania jest porównanie metod sprawdzania wprzód oraz przeszukiwania z powrotami.

Parametry badania

Badanie przeprowadzone jest na problemach Einstein'a⁽¹⁾ i problemie kolorowania map dla 4 kolorów. Użyta została heurystyka wyboru zmiennej, która ma najmniej możliwych dostępnych wartości do przybrania.

Wyniki i wykresy

Einstein CSP

| | Backtracking | Forward checking |
|----------------------|--------------|------------------|
| First solution nodes | 2050 | 80 |
| First solution time | 0,02 | 0,15 |
| All solutions nodes | 4105 | 193 |
| All solutions time | 0,04 | 0,19 |

Tabela 4: Wyniki badania dla problemu Einstein'a

Map Coloring CSP

| | Backtracking | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------|------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|---------|
| Nodes | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 | 13 | 14 |
| First solution nodes | 19 | 65 | 227 | 1422 | 1884 | 7430 | 5890 | 5252 | 4848 | 7084 |
| First solution time | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| All solutions nodes | 20 | 68 | 228 | 1428 | 1892 | 11508 | 27284 | 184596 | 534932 | 1550548 |
| All solutions time | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,08 | 0,74 | 2,21 | 5,34 |

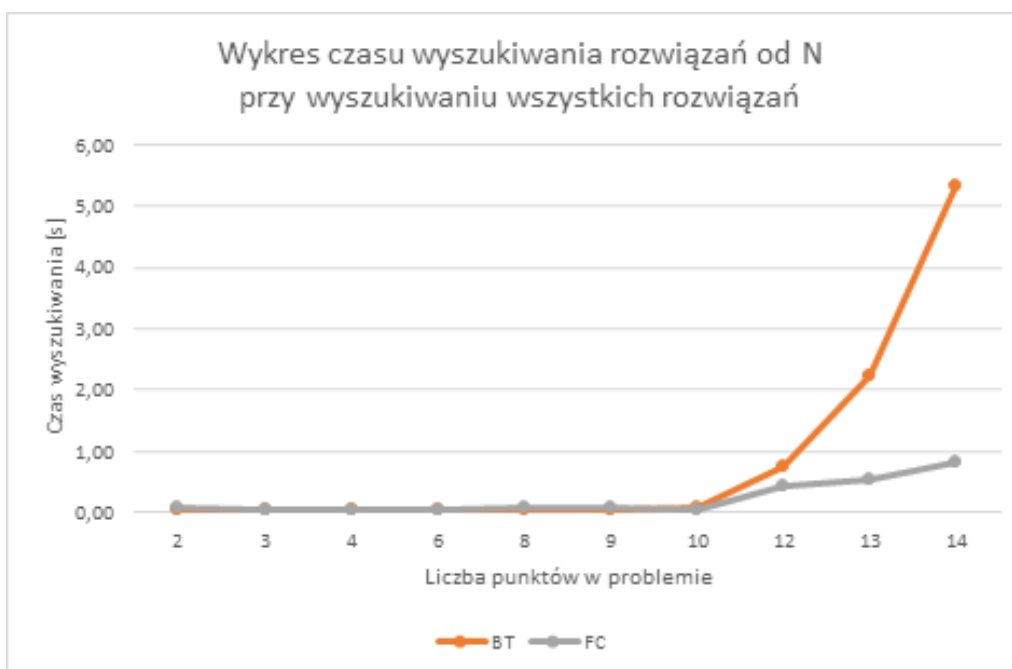
| | Forward checking | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Nodes | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10 | 12 | 13 | 14 |
| First solution nodes | 16 | 40 | 88 | 556 | 2007 | 2645 | 2728 | 2108 | 2117 | 1637 |
| First solution time | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| All solutions nodes | 16 | 40 | 88 | 664 | 3928 | 7864 | 2728 | 43000 | 52984 | 61576 |
| All solutions time | 0,06 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,06 | 0,04 | 0,42 | 0,52 | 0,80 |

Tabela 5: Wyniki badania dla problemu kolorowania mapy

⁽¹⁾https://en.wikipedia.org/wiki/Zebra_Puzzle



Rysunek 3: Porównanie liczby odwiedzonych węzłów



Rysunek 4: Porównanie czasu wyszukiwania wszystkich rozwiązań

Wnioski

Wyszukiwanie w przód pozwala na znaczącą oszczędność czasu dla bardziej skomplikowanych problemów.

Podsumowanie

Heurystyka wybierania zmiennej, która ma najmniej możliwych dostępnych wartości do przybrania, pozwala na niewielkie usprawnienie wyszukiwania rozwiązań. Metoda sprawdzania wprzód działa dużo szybciej i przeszukuje mniej stanów w porównaniu do metody przeszukiwania z powrotami.