

Sprawozdanie – CSP

Parametry returns uwzględniają nawroty po odnalezieniu poprawnego wyniku.

1. Badanie porównawcze metod rozwiązywania CSP dla Sudoku

Dla obu metod użyto heurystyki doboru wg kolejności dla zmiennych jak i wartości

Nr instancji (trudność)	Parametr	Backtracking	Forward
11 (2.0)	Time to find 1st	00:00.0200440	00:00.1355835
	No of nodes to find 1st	1679	469
	No of returns to find 1st	1623	413
	Total time	00:00.0294187	00:00.2824233
	Total nodes	4157	1169
	Total returns	4158	1170
	No of results	1	1
21 (4.0)	Time to find 1st	00:00.0938502	00:00.5235118
	No of nodes to find 1st	20101	2679
	No of returns to find 1st	20045	2623
	Total time	00:00.3064866	00:00.6394600
	Total nodes	61619	10008
	Total returns	61620	10009
	No of results	1	1
36 (7.0)	Time to find 1st	00:00.0756583	00:00.4973476
	No of nodes to find 1st	14622	4405
	No of returns to find 1st	14566	4349
	Total time	00:00.0912199	00:00.5968473
	Total nodes	17608	5277
	Total returns	17609	5278
	No of results	1	1
42 (8.0)	Time to find 1st	00:00.5043605	00:03.2858069
	No of nodes to find 1st	92529	31816
	No of returns to find 1st	92508	31795
	Total time	00:00.5304906	00:03.4932455
	Total nodes	97235	33789
	Total returns	97275	33829
	No of results	40	40
45 (9.0)	Time to find 1st	00:00.00	00:00.00
	No of nodes to find 1st	0	0
	No of returns to find 1st	0	0
	Total time	00:00.0532561	00:00.6896714
	Total nodes	10913	6531
	Total returns	10913	6531
	No of results	0	0

Można zauważyć, że w każdym przypadku podstawowa metoda z nawrotami radzi sobie lepiej (ze względu na czas wykonania), ale odwiedza znacznie więcej zmiennych. Metoda z sprawdzaniem wprzód traci dużo czasu na zmiany dziedzin. Można się spodziewać, że dla bardziej skomplikowanego problemu role znacznie się odwrócą – ograniczenie odwiedzanych zmiennych stanie się ważniejsze im bardziej rośnie ilość zmiennych i rozmiar ich dziedzin.

2. Badanie porównawcze metod rozwiązywania CSP dla Jolki

Dla obu metod użyto heurystyki doboru wg kolejności dla zmiennych jak i wartości

Nr instancji	Parametr	Backtracking	Forward
1	Time to find 1st	00:04.8787939	00:00.0239361
	No of nodes to find 1st	1115145	35
	No of returns to find 1st	1115128	18
	Total time	00:11.5318944	00:00.0239361
	Total nodes	2880216	35
	Total returns	2880218	37
	No of results	2	2
2	Time to find 1st	10:00.0+	00:00.00
	No of nodes to find 1st	-	32
	No of returns to find 1st	-	0
	Total time	10:00.0+	00:00.0009963
	Total nodes	-	32
	Total returns	-	33
	No of results	-	1
3	Time to find 1st	10:00.0+	00:00.0478703
	No of nodes to find 1st	-	232
	No of returns to find 1st	-	148
	Total time	10:00.0+	00:00.1047206
	Total nodes	-	368
	Total returns	-	369
	No of results	-	1
4	Time to find 1st	10:00.0+	00:00.0254461
	No of nodes to find 1st	-	127
	No of returns to find 1st	-	4
	Total time	10:00.0+	00:00.0543688
	Total nodes	-	127
	Total returns	-	128
	No of results	-	1

Jak przypuszczałem wcześniej role znacznie się odwróciły i to bardzo szybko. Już w pierwszej instancji widać gigantyczną przewagę czasu jak i liczby odwiedzonych zmiennych – podstawowa metoda z nawrotami przestaje tak dobrze działać. Dla następnych instancji podstawowa metoda nawet nie znajduje wyniku w sensownym czasie – po przekroczeniu 10 minut nadal nie zostają odnalezione wszystkie rozwiązania. W przeciwieństwie do metody ze sprawdzaniem wprzód, gdzie czas wyszukiwania wszystkich rozwiązań nie przekracza 0,2s a liczba odwiedzonych węzłów jest mniejsza od 400.

3. Badanie wpływu doboru heurystyk na działanie metody

- Backtracking

Sudoku		NodePick/ValuePick			
Nr	Parametr	Order/Order	DomainSize/Order	Order/Random	DomainSize/Random
21.	Time to find 1st	00:00.0938502	00:00.3870908	00:00.2126476	00:00.8646945
	No of nodes to find 1st	20101	17706	25433	33597
	No of returns to find 1st	20045	17650	25377	33541
	Total time	00:00.3064866	00:01.2776272	00:00.5349298	00:01.5460168
	Total nodes	61619	60051	61619	60051
	Total returns	61620	60052	61620	60052
	No of results	1	1	1	1
36.	Time to find 1st	00:00.0756583	00:01.2310580	00:00.0668206	00:01.6004332
	No of nodes to find 1st	14622	81114	8686	93133
	No of returns to find 1st	14566	81058	8630	93077
	Total time	00:00.0912199	00:02.6587520	00:00.1277643	00:03.0108632
	Total nodes	17608	179595	17608	179595
	Total returns	17609	179596	17609	179596
	No of results	1	1	1	1
42.	Time to find 1st	00:00.5043605	00:16.5148168	00:00.6948487	00:18.6136209
	No of nodes to find 1st	92529	976732	92612	978601
	No of returns to find 1st	92508	976711	92591	978580
	Total time	00:00.5304906	00:17.4395306	00:00.7269680	00:19.3848771
	Total nodes	97235	1019694	97235	1019694
	Total returns	97275	1019734	97275	1019734
	No of results	40	40	40	40

Jolka		NodePick/ValuePick			
Nr	Parametr	Order/Order	DomainSize/Order	Order/Random	DomainSize/Random
1.	Time to find 1st	00:04.7808339	00:00.0292100	00:13.1098114	00:00.0389968
	No of nodes to find 1st	1115145	337	2146808	397
	No of returns to find 1st	1115128	320	2146791	380
	Total time	00:11.1015021	00:00.0316047	00:172224257	00:00.0415922
	Total nodes	2880216	507	2880216	507
	Total returns	2880218	509	2880218	509
	No of results	2	2	2	2
2.	Time to find 1st	Nie udało się znaleźć rozwiązania (zbyt długi czas)	00:05.6126639	Nie udało się znaleźć rozwiązania (zbyt długi czas)	00:12.0849450
	No of nodes to find 1st		499358		885322
	No of returns to find 1st		499326		885290
	Total time		00:11.9619808		00:15.2057082
	Total nodes		1127733		1127733
	Total returns		1127734		1127734
	No of results		1		1
3.	Nie udało się znaleźć rozwiązania (zbyt długi czas)				
4.	Nie udało się znaleźć rozwiązania (zbyt długi czas)				

- Forward

Sudoku		NodePick/ValuePick			
Nr	Parametr	Order/Order	DomainSize/Order	Order/Random	DomainSize/Random
21.	Time to find 1st	00:00.5892431	00:00.0768094	00:01.1941270	00:00.1274580
	No of nodes to find 1st	2679	334	5880	567
	No of returns to find 1st	2623	278	5824	511
	Total time	00:01.8711216	00:00.2199202	00:02.0729031	00:00.2750953
	Total nodes	10008	1145	10008	1145
	Total returns	10009	1146	10009	1146
	No of results	1	1	1	1
36.	Time to find 1st	00:00.5539592	00:00.0925658	00:00.3604835	00:00.1416212
	No of nodes to find 1st	4405	435	2699	662
	No of returns to find 1st	4349	379	2643	606
	Total time	00:00.6593903	00:00.2744861	00:00.6610869	00:00.2857670
	Total nodes	5277	1300	5277	1300
	Total returns	5278	1301	5278	1301
	No of results	1	1	1	1
42.	Time to find 1st	00:00.5043605	00:01.7184870	00:03.4312966	00:01.7414927
	No of nodes to find 1st	92529	11598	32140	11247
	No of returns to find 1st	92508	11577	32119	11226
	Total time	00:00.5304906	00:01.7238591	00:03.6249227	00:01.7855805
	Total nodes	97235	11621	33789	11621
	Total returns	97275	11661	33829	11661
	No of results	40	40	40	40

Jolka		NodePick/ValuePick			
Nr	Parametr	Order/Order	DomainSize/Order	Order/Random	DomainSize/Random
1.	Time to find 1st	00:00.0299203	00:00.0410921	00:00.0221387	00:00.0293160
	No of nodes to find 1st	35	35	35	35
	No of returns to find 1st	18	18	18	18
	Total time	00:00.0305195	00:00.0412916	00:00.0223357	00:00.0293160
	Total nodes	35	35	35	35
	Total returns	37	37	37	37
	No of results	2	2	2	2
2.	Time to find 1st	00:00.0005984	00:00.0005985	00:00.0011964	00:00.0005987
	No of nodes to find 1st	32	32	32	32
	No of returns to find 1st	0	0	0	0
	Total time	00:00.0017947	00:00.0009946	00:00.0019936	00:00.0015961
	Total nodes	32	32	32	32
	Total returns	33	33	33	33
	No of results	1	1	1	1
3.	Time to find 1st	00:00.0839052	00:00.0048903	00:00.0715166	00:00.0069810
	No of nodes to find 1st	232	84	219	84
	No of returns to find 1st	148	0	135	0
	Total time	00:00.1527667	00:00.0070838	00:00.1423286	00:00.0093765
	Total nodes	368	85	368	85
	Total returns	369	86	369	86
	No of results	1	1	1	1
4.	Time to find 1st	00:00.0139626	00:00.0275265	00:00.0123663	00:00.0153591
	No of nodes to find 1st	127	123	125	123
	No of returns to find 1st	4	0	2	0
	Total time	00:00.0301194	00:00.0347077	00:00.0301194	00:00.0243356
	Total nodes	127	123	127	123
	Total returns	128	124	128	124
	No of results	1	1	1	1

Z powyższych badań można zauważyć, że dla metody podstawowych nawrotów dla prostego problemu (Sudoku), „brute force” (wybór wg kolejności) działa najlepiej. Bardziej skomplikowane heurystyki zwiększają czas trwania metody a w niektórych przypadkach nawet liczbę odwiedzonych zmiennych (wybór zmiennej wg rozmiaru dziedziny). Dla bardziej skomplikowanego problemu (Jolka) dobranie dobrej heurystyki doboru zmiennej jest kluczowe – z samą heurystyką wyboru wg kolejności udaje się otrzymać wynik tylko z pierwszej Instancji, a z heurystyką bazującą na rozmiarze dziedziny już też i z drugiej.

Metoda ze sprawdzaniem w przód sama dobrze sobie radzi w porównaniu do podstawowej. Dobierając heurystykę wyboru zmiennej wg rozmiaru dziedziny można nieznacznie poprawić wynik metody – liczba odwiedzonych zmiennej się zmniejszy i często też czas wykonania.

Dla obu metod heurystyka wyboru zmiennej ma jedynie wpływ na odnalezienie pierwszego rozwiązania – wyszukując wszystkie rozwiązania i tak przejdzie przez całą przestrzeń rozwiązań. Wybór losowo wartości jak to losowanie ma niespodziewane efekty i czasem wybiera dobrą wartość – pierwsze poprawne rozwiązanie zostaje szybciej znalezione, ale też czasem na odwrót – o wiele wolniejsze niż w przypadku wyboru wg kolejności.