



Algorytmy heurystyczne w UCB dla DVRP

Seminarium IO na MiNI 24.03.2015

Michał Okulewicz





Plan prezentacji

- Definicja problemu DVRP
- UCB na potrzeby DVRP
- Algorytmy heurystyczne dla VRP
- Wyniki i wnioski



WPROWADZENIE

2015-03-24

The research was financed by the National Science Centre in Poland,
based on the decision DEC-2012/07/B/ST6/01527





DVRP Dane

- Flota pojazdów
 - Ładowność
- Magazyn
 - Położenie
 - Godziny otwarcia
- Lista zamówień
 - Położenie
 - Wielkość
 - Godzina pojawienia się zamówienia
 - Czas wyładunku



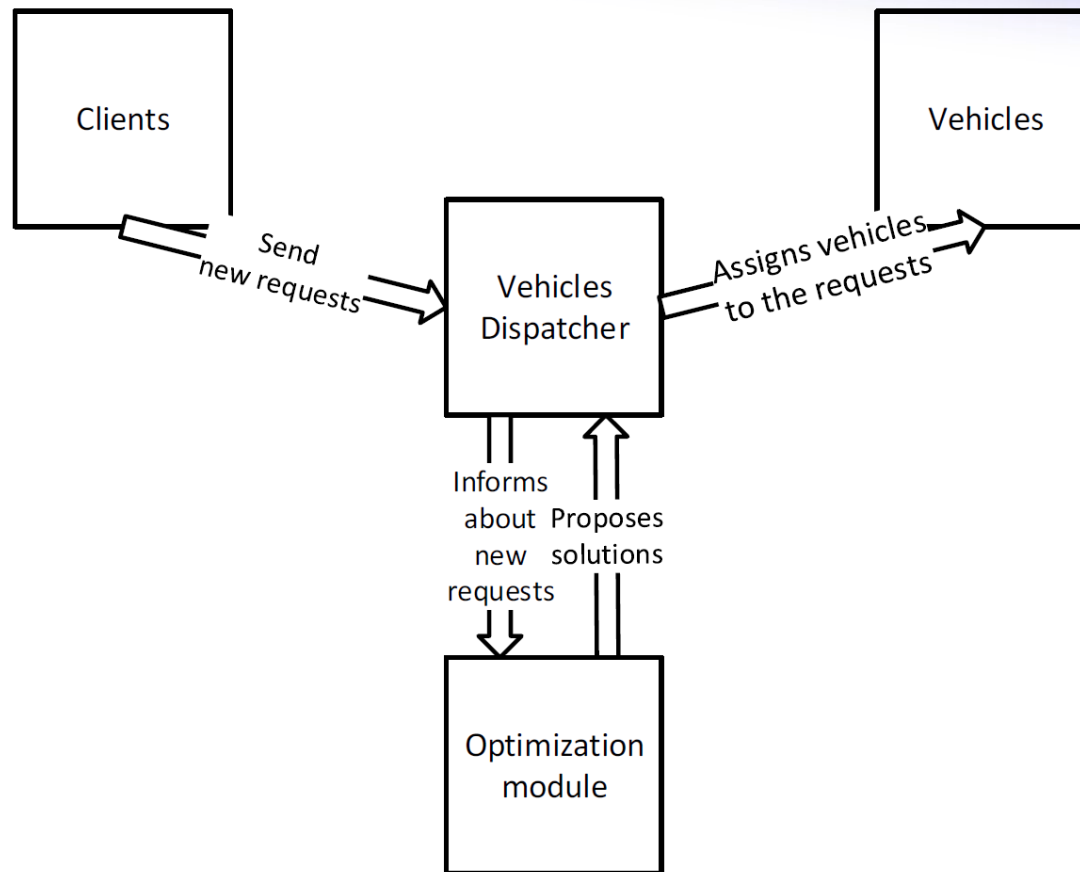
DVRP Cel



- Znalezienie sumarycznie najkrótszej trasy dla floty pojazdów
- Zrealizowanie każdego zamówienia w ciągu dnia roboczego
- Powrót pojazdów do magazynu przed jego zamknięciem



Ogólny schemat rozwiązywania





Rozwiązywanie DVRP metodą MC

- W kolejnych krokach czasowych generujemy kilkakrotnie nieznane zamówienia na podstawie znajomości:
 - obszaru, na którym mogą pojawiać się zamówienia
 - rozmiaru części zamówień
 - częstotliwości pojawiania się zamówień
- **Znajdujemy rozwiązania problemów sztucznych algorytmem heurystycznym**
- Z najlepszego rozwiązania odrzucamy zamówienia sztuczne i optymalizujemy trasy
- Wybieramy najlepsze spośród najlepszych



ALGORYTMY HEURYSTYCZNE



Hierarchiczna analiza skupień



- 3 rodzaje *linkage-criterion*:
 - **Najbliższe elementy skupisk (=min. las rozpinający)**
 - Średnia odległość elementów w skupiskach
 - Największa odległość elementów w skupiskach
- Opcja:
 - **Nie łączenie skupisk znajdujących się dalej od siebie nawzajem niż każde z nich od zajezdni**
- Zasada:
 - **Nie łączenie skupisk , których suma wielkości zamówień przekracza pojemność pojazdu**



Zachłanne wstawianie

- Dla każdego zamówienia na liście i dla każdego pojazdu
 - Znajdź miejsce w trasach, które spowoduje najmniejsze wydłużenie trasy
 - Wstaw tam zamówienie



λ -interchange(k, l)

- Dla każdej pary pojazdów:
 - Wyjmij k zamówień z pierwszego pojazdu
 - Wyjmij l zamówień z drugiego pojazdu
 - Wstaw zachłannie l zamówień do pierwszego pojazdu
 - Wstaw zachłannie k zamówień do drugiego pojazdu
 - Jeżeli suma tras się skróciła, pozostaw nowy przydział
- Wykorzystuję (w kolejności):
 - λ -interchange($1, 0$)
 - λ -interchange($1, 1$)



2-OPT



- Dla każdej pary niezatwierdzonych zamówień w pojeździe
 - Zamień połączenia parami tak, aby nie rozspójnić trasy
 - Jeżeli trasa się skróciła – pozostaw nową kolejność



WYKORZYSTANIE HEURYSTYK

2015-03-24

The research was financed by the National Science Centre in Poland,
based on the decision DEC-2012/07/B/ST6/01527





Schemat rozwiązywania DVRP



- Do połowy dnia roboczego:
 - k razy dogeneruj sztuczne zamówienia
 - Dla każdego zestawu zamówień znajdź najlepsze rozwiązanie z wykorzystaniem
 - hierarchicznej klasteryzacji, 2-OPT i wymian
 - Dla każdego z k rozwiązań i dla każdego z k zestawów zamówień
 - Rozwiąż problem przyjmując za ustalone zamówienia znane
 - Jako rozwiązanie zwróć przydział zamówień, który średnio dawał najlepszy wynik
 - Usuń zamówienia sztuczne
 - Optymalizuj trasy algorytmem 2-OPT
- Po połowie dnia:
 - Optymalizuj trasy z wykorzystaniem np. algorytmu 2MPSO lub hierarchicznej klasteryzacji



Wyniki

	Tree2OPT		MC Tree2OPT		MCx10 Tree2OPT		MCx10 2MPSO 2OPT (10)		2MPSO 2OPT	
	Min.	Śr.	Min.	Śr.	Min.	Śr.	Min.	Śr.	Min.	Śr.
Średnia	1,11	1,17	1,12	1,14	1,10	1,13	1,06	1,05	1,00	1,00
Suma	49142	52906	49368	51728	48561	51491	46176	47395	44523	46065
c100b	829	830	829	830	829	831	825	828	826	847
c100	1091	1205	1127	1208	1040	1112	1023	1047	910	946
c120	1079	1123	1069	1125	1071	1095	1059	1066	1065	1099
c150	1289	1430	1319	1430	1251	1437	1210	1255	1119	1154
c199	1649	1785	1616	1709	1670	1768	1476	1542	1371	1425
c50	684	762	651	730	641	699	653	670	568	591
c75	1054	1145	1024	1107	1018	1070	964	1000	884	917
f134	13317	13703	13403	13746	13271	13618	11992	12129	11984	12229
f71	328	391	347	397	322	375	308	332	280	299
tai100a	2403	2839	2478	2599	2465	2720	2357	2455	2172	2275
tai100b	2302	2568	2304	2498	2270	2446	2215	2295	2079	2158
tai100c	1680	1840	1673	1779	1626	1764	1577	1647	1531	1564
tai100d	2073	2280	2073	2212	1973	2136	1824	1921	1697	1769
tai150a	3591	3914	3619	3732	3534	3684	3648	3709	3417	3583
tai150b	3234	3557	3208	3344	3141	3422	3107	3189	2999	3088
tai150c	2767	2872	2771	2897	2742	2852	2608	2693	2578	2708
tai150d	3267	3445	3166	3330	3116	3370	3015	3117	2996	3088
tai75a	1891	2131	1962	2062	1954	2146	1853	1909	1746	1817
tai75b	1594	1641	1597	1634	1512	1650	1483	1541	1440	1503
tai75c	1588	1876	1701	1863	1681	1842	1552	1605	1447	1546
tai75d	1432	1569	1432	1493	1434	1453	1429	1447	1413	1459



Wstępne wyniki dla λ -wymian

	Tree 2OPT		Tree Lambda 2OPT	
Suma	49142	52906	50188	52085
c100b	829	830	830	854
c100	1091	1205	1092	1145
c120	1079	1123	1092	1399
c150	1289	1430	1400	1406
c199	1649	1785	1734	1812
c50	684	762	787	791
c75	1054	1145	1068	1101
f134	13317	13703	12664	12683
f71	328	391	339	365
tai100a	2403	2839	2648	2810
tai100b	2302	2568	2294	2409
tai100c	1680	1840	1825	1978
tai100d	2073	2280	2038	2131
tai150a	3591	3914	3696	3764
tai150b	3234	3557	3206	3465
tai150c	2767	2872	3126	3140
tai150d	3267	3445	3369	3542
tai75a	1891	2131	2026	2099
tai75b	1594	1641	1596	1772
tai75c	1588	1876	1774	1801
tai75d	1432	1569	1584	1619



Wnioski



- Nawet proste sztuczne wygenerowanie zamówień w trakcie dnia roboczego poprawia wyniki finalnych tras
- Wielokrotne generowanie sztucznych zamówień poprawia, ale już niewiele
- Wymiany zastosowane bezpośrednio w problemie dynamicznym mogą pomóc (brak ostatecznych wniosków)



Dalszy rozwój



- **Zbadać:** czy wybierać najlepszy spośród niezależnych propozycji czy ten o najlepszej średniej (średnie nieporównywalne)
- **Rozszerzyć:** Model VRP with Time Windows (przy zamówieniach sztucznych)
- **Zoptymalizować:** Zrezygnować z wielokrotnego przeglądanie tych samych zamówień i pojazdów w algorytmie wymian
- **Rozszerzyć:** UCB sterujące sprawdzeniem większej liczby sztucznych zestawów zamówień
- **Rozszerzyć:** UCT bazujące na zachłannej hierarchii propozycji rozwiązań



Rozwój metod poza MC/UCB

- Hiperheurystyka dla 2MPSO/MEMSO
- Zagęszczenie dnia roboczego do 50 TS
- Techniczna poprawa wydajności (przejście z wątków na procesy – obejście problemu tzw. *false sharing*)
- Usprawnienie poprawiania (2-OPT po wstawieniu zamówienia w przypadku znalezienia rozwiązania niedopuszczalnego)



Literatura



- *Application of Particle Swarm Optimization to Dynamic Vehicle Routing Problem*, Okulewicz and Mańdziuk, 2013, LNAI, vol. 7895, pp. 547-558
- *Multi-Swarm Optimization for Dynamic Combinatorial Problems: A Case Study on Dynamic Vehicle Routing Problem*, Khouadjia et al., 2010, LNCS, vol. 6234, pp. 227-238
- A comparative study between dynamic adapted PSO and VNS for the vehicle routing problem with dynamic requests, Khouadjia et al., Applied Soft Computing 12 (2012) 1426–1439
- *Capacitated clustering problems by hybrid simulated annealing and tabu search*, I. H. Osman and N. Christofides International Transactions in Operational Research, vol. 1, no. 3, pp. 317–336, 1994
- *A method for solving traveling salesman problems*, G. Croes, Operations Res. 6, pp. 791–812, 1958.
- *On the Shortest Spanning Subtree of a Graph and the Traveling Salesman Problem*, J. B. Kruskal, Proceedings of the American Mathematical Society, p. 4850, 1959.
- *DVRP Benchmarks*,
http://www.mini.pw.edu.pl/~mandziuk/dynamic/?page_id=67