

# Seminarium IO



## Zastosowanie algorytmu UCT w Dynamic Vehicle Routing Problem

Michał Okulewicz 05.11.2013



# Plan prezentacji



- Przypomnienie
  - Problem DVRP
  - Algorytm UCT
- Zastosowanie algorytmu UCT/PSO w DVRP
- Zastosowanie algorytmu MC/PSO w DVRP
- Wstępne wyniki
- Otwarte zagadnienia



# DVRP



- Pojazd
  - Ładowność
- Magazyn
  - Położenie
  - Godziny otwarcia
- Zamówienie
  - Położenie
  - Wielkość
  - Godzina zamówienia
  - Czas wyładunku



# DVRP



- Znalezienie sumarycznie najkrótszej trasy dla pojazdów
- Zrealizowanie każdego zamówienia w ciągu dnia roboczego
- Powrót pojazdów do magazynu przed jego zamknięciem
- Znalezienie  $f(n)$  oraz  $\pi_i(j)$ 
  - $f : POJAZDY \rightarrow 2^{ZAMÓWIENIA}$
  - $(\pi_{|POJAZDY|})$

# UCT



- UCT jest algorytmem typu Monte Carlo i stanowi uogólnienie algorytmu UCB
- UCT odpowiada za sposób wyboru sekwencji akcji w kolejnych symulacjach mając za zadanie równoważenie pomiędzy eksploracją a eksploatacją
- Sekwencje akcji reprezentowane są w formie drzewa
- W liściu drzewa UCT przeprowadzane są wielokrotne symulacje metodą Monte Carlo w celu uzyskania kolejnych przybliżeń wyników do jakich prowadzi sekwencja akcji reprezentowana przez ten liść
- W każdym wierzchołku przechowywana jest liczba symulacji  $T_i$ , w których została wykonana dana akcja  $i$  oraz średni końcowy wynik  $\bar{X}_i$  tych symulacji
- Gdy dany wierzchołek odwiedzany jest po raz  $t$ -ty wykonywana jest akcja, która

ma największą wartość wyrażenia  $\bar{X}_i + \sqrt{\frac{2 \ln t}{T_i}}$



# Zastosowanie UCT/PSO w DVRP



- Przed rozpoczęciem dnia roboczego
  - Zbudowanie modelu  $M_o$  z którego będą generowane nieznane zamówienia w oparciu o
    - wielkości zamówień znanych na początku dnia roboczego
    - średnią częstotliwość pojawiania się zamówień
    - granice obszaru w jakim pojawiają się zamówienia
  - Wygenerowanie  $n(=25)$  przypadków z zamówień znanych na początku dnia roboczego oraz sztucznych zamówień z modelu  $M_o$
  - Rozwiązanie każdego z  $n$  przypadków przy użyciu istniejącego algorytmu (np. 2PSO+2OPT)
  - Przeanalizowanie każdego z uzyskanych rozwiązań i wybranie zbiorów zamówień najczęściej występujących wspólnie



# Zastosowanie UCT/PSO w DVRP



- W trakcie dnia roboczego
  - Wygenerowanie zaktualizowanego modelu  $M_i$  generującego zamówienia
  - Po pojawieniu się kolejnego zamówienia rozpatrujemy jego przydzielenie do każdego z pojazdów, do którego są już przydzielone zamówienia (oraz do pustego pojazdu jeżeli jest dostępny)
  - Przydziały w kolejnych symulacjach są wybierane za pomocą algorytmu UCT (wielkość drzewa UCT jest zdeterminowana przez liczbę jednocześnie pojawiających się zamówień – w praktyce nie więcej niż 3 a zwykle 1)
  - Reszta zamówień w każdej z symulacji jest generowana z modelu  $M_i$  i przydzielana do pojazdów w sposób losowy (zamówienia są umieszczane na trasie pojazdu w sposób zachłanny)
  - Ostateczna trasa dla każdego z pojazdów w każdej symulacji jest poprawiana algorytmem 2-OPT i suma długości tych tras jest wynikiem symulacji



# Zastosowanie MC/PSO w DVRP



- Przed początkiem dnia roboczego identycznie jak dla UCT
- W trakcie dnia roboczego
  - Wygenerowanie zaktualizowanego modelu  $M_i$  generującego zamówienia
  - (analogicznie jak na początku dnia roboczego) wygenerowanie  $n(=25)$  zamówień z modelu  $M_i$  i rozwiązanie ich algorytmem 2PSO+2OPT
  - (analogicznie jak na początku dnia roboczego) wybór zamówień najczęściej występujących wspólnie



# Wybór rozwiązania początkowego



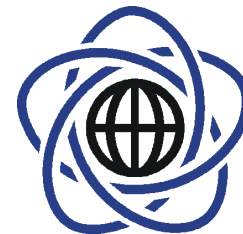
- Zliczenie wspólnego występowania par zamówień we wszystkich wygenerowanych rozwiązaniach
- Odrzucenie par, które wystąpiły razem w mniej niż połowie rozwiązań
- Wybranie (w sposób zachłanny – jednokrotna iteracja po zamówieniach) istniejącego rozwiązania, które maksymalizuje sumę wag krawędzi

# Usprawnienia

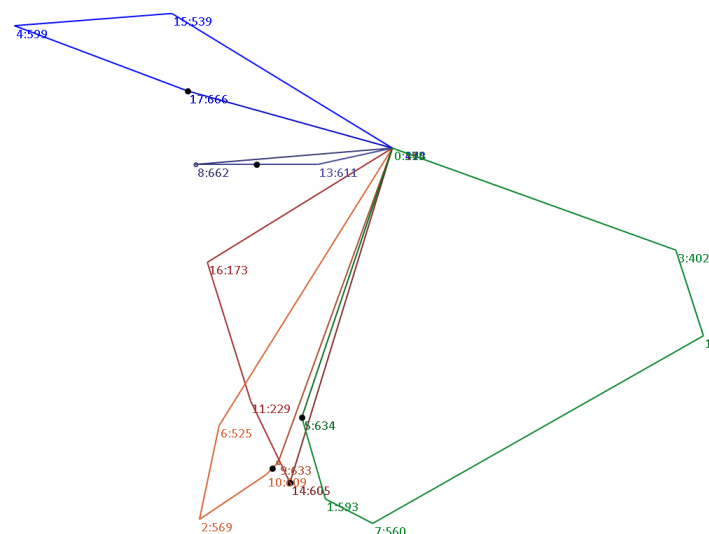
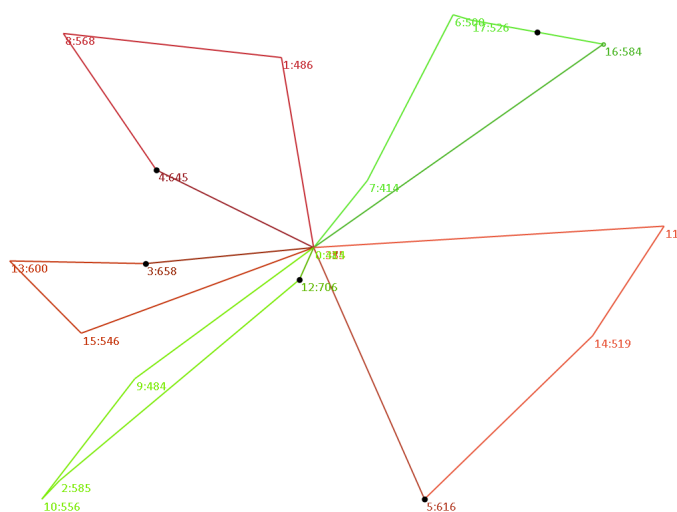


- W algorytmie UCT wraz z postępem dnia roboczego kolejne zamówienia pozostają na stałe przydzielone do danego pojazdu, w związku z czym po połowie dnia roboczego, kiedy znane są już wszystkie zamówienia rozwiązanie jest poprawiane algorytmem PSO
- Aktualny najlepszy znany wynik powstaje poprzez przydział aktualnie znanych zamówień zgodnie z przydziałem dla węzła drzewa UCT o najlepszym średnim wyniku z trasą dla tych zamówień zoptymalizowaną algorytmem PSO+2OPT

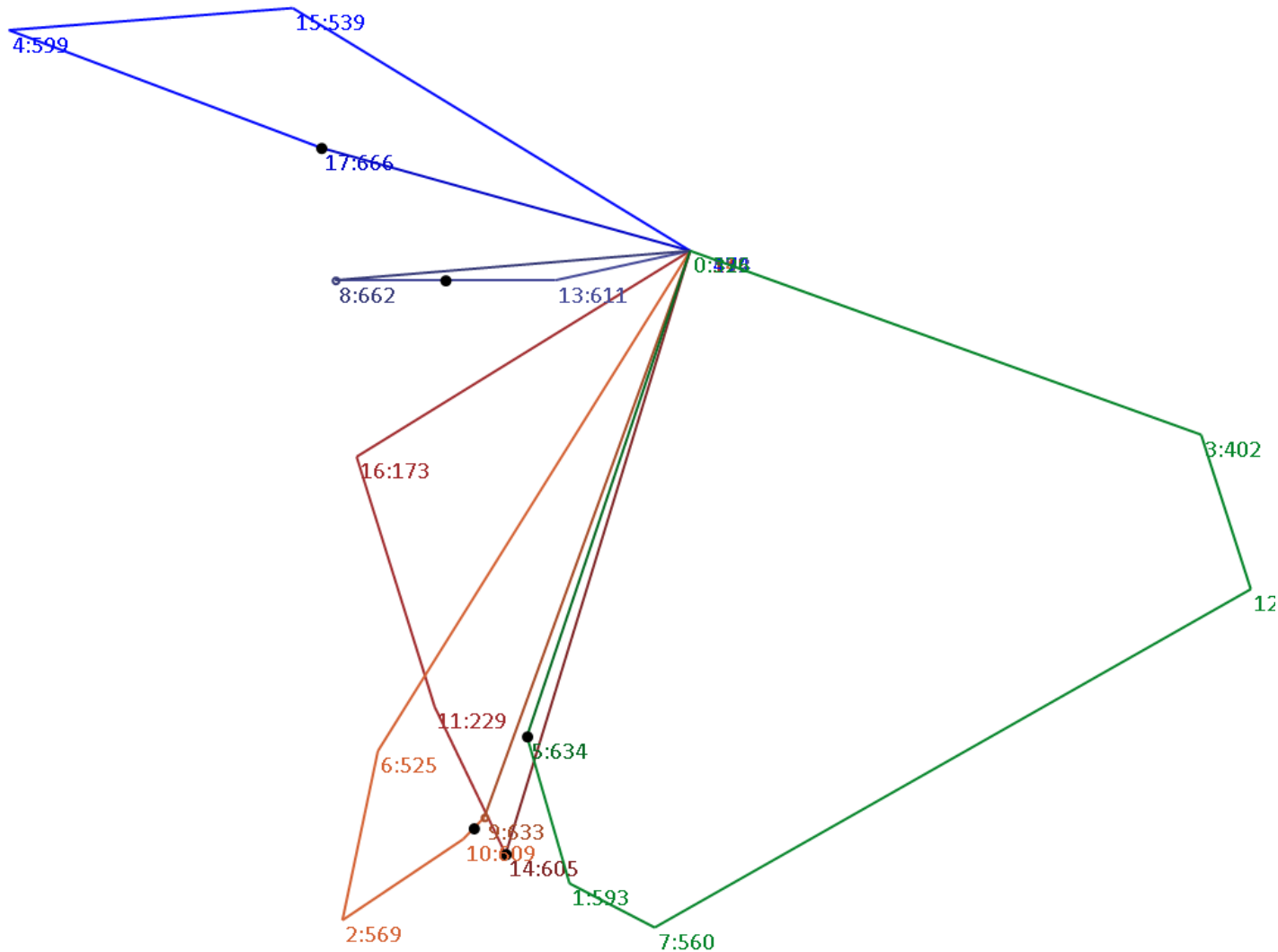
# Wyniki



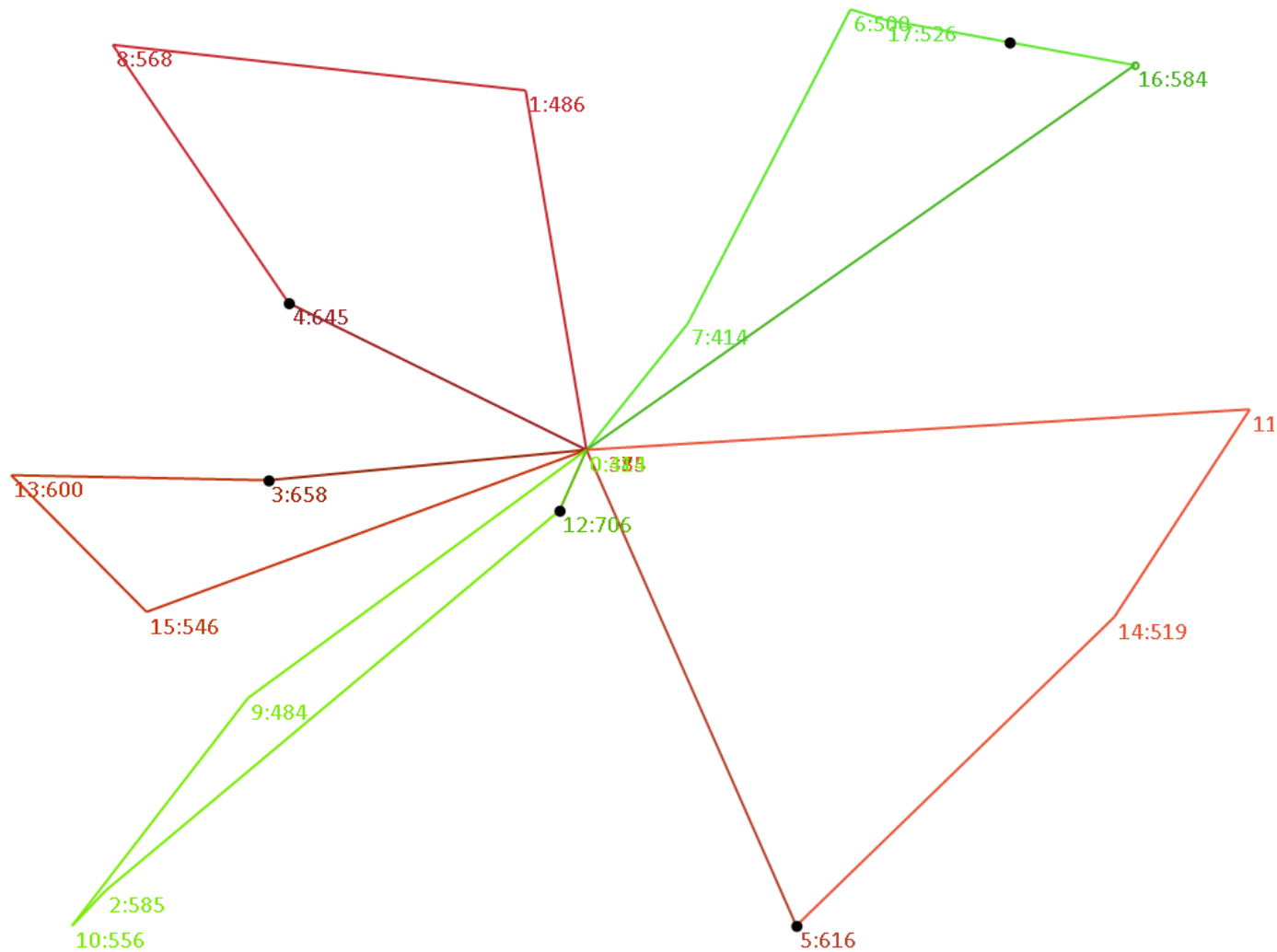
Nazwa	MC 25 PSO 40/250			UCB 10000 PSO 40/250			PSO 100/2500		
	Min	Śr.	Odch.Std.	Min	Śr.	Odch.Std.	Min	Śr.	Odch.Std.
17.clustered	1030,92	1095,96	18,06	1037,77	1104,32	37,12	<b>1014,8</b>	<b>1082,67</b>	28,79
17.plain	<b>1248,52</b>	1266,68	35,32	1270,53	1393,09	116,39	<b>1248,52</b>	<b>1255,8</b>	6,45



# 17. Clustered



# 17.plain



# Zagadnienia do zbadania



- Zbadanie innych sposobów wybierania zamówień najczęściej występujących wspólnie
- Uruchomienie algorytmu na benchmarkach Christofides'a, Taillard'a i Fishera
- Wpływ rozkładu z jakiego losowane są identyfikatory pojazdów w fazie Monte Carlo algorytmu UCT na jakość rozwiązania
- Wpływ głębokości drzewa UCT na jakość rozwiązania
- Zachowanie UCT ze stałym modelem i losowym przydziałem zamówień do pojazdów
- Zachowanie UCT z rzeczywistym modelem i losowym przydziałem zamówień do pojazdów
- Zachowanie UCT ze zmiennym modelem i zachłannym przydziałem zamówień do pojazdów



# Literatura



- Kocsis L, Szepesvári C. Bandit based monte-carlo planning. 2006, LNAI 4212, 282-93
- Benchmarki DVRP,  
[http://www.fernuni-hagen.de/WINF/inhalte/benchmark\\_data.htm](http://www.fernuni-hagen.de/WINF/inhalte/benchmark_data.htm)