

Opis narzędzia IT:

Algorytm Marszrutyzacji (VRA) dla optymalizacji sieci transportowych

AI4IN4
AI for INDUSTRY4.0

Dostawca:
pSci Marcin Zientara
ul. Wąwozowa 33/4
02-796 Warszawa
www.psci.eu

Warszawa
1.06.2019

Dodatkowe informacje

Merytorycznych informacji i wyjaśnień dotyczących prezentowanego narzędzia udziela dr Marcin Zientara: marcin.zientara@pSci.eu.

*Koncepcje, idee, pomysły i informacje, a także kontekst, w jakim te informacje zostały przedstawione w tym dokumencie, są poufną informacją handlową firmy **pSci Marcin Zientara** i bez jej pisemnej zgody nie mogą być wykorzystane ani powielane.*

AI4IN4
AI for INDUSTRY4.0

Spis treści

I. Wstęp.....	4
II. O dostawcy.....	4
III. Opis ogólny algorytmu VRA.....	4
IV. Scenariusze użycia algorytmu VRA, jakie problemy pomaga on rozwiązać.....	5
V. Kto może wykorzystywać algorytm VRA.....	6
VI. Dane wejściowe i wynik działania Algorytmu.....	6
VII. Najważniejsze cechy Algorytmu.....	6
VIII. Testy Algorytmu.....	7
IX. Podsumowanie.....	7

AI4IN4
AI for INDUSTRY4.0

I. Wstęp

Prospekt ten przedstawia krótką informację o narzędziu informatycznym oferowanym przez firmę pSci Marcin Zientara przeznaczonym do rozwiązywania i optymalizacji Problemu Marszrutyzacji.

Algorytm Marszrutyzacji (VRA) jest to narzędzie informatyczne przeznaczone do optymalizacji sieci transportowej w układzie: wielu odbiorców, wiele magazynów i wiele środków transportu. Opisujący Algorytm rozwiązuje Zagadnienie Marszrutyzacji stanowiące uogólnienie Problemu Komiwojażera.

II. O dostawcy

pSci Marcin Zientara jest firmą R & D. Nieformalne początki firmy sięgają roku 2010, a formalnie - od stycznia 2015 r. Firmę założył fizyk dr Marcin Zientara, wieloletni pracownik naukowy polskich i niemieckich instytucji naukowych. pSci tworzy zaawansowane algorytmy do analizy i modelowania danych, zjawisk i procesów. W swojej pracy pSci stosuje metody Big Data, Sztucznej Inteligencji i Data Science. Produkty firmy są wynikiem własnych prac badawczo-rozwojowych i współczesnej wiedzy naukowej z dziedziny fizyki, matematyki i pokrewnych nauk przyrodniczych. Więcej szczegółów [tutaj](#).

III. Opis ogólny algorytmu VRA

Algorytm Marszrutyzacji (VRA) jest to zestaw oryginalnych bibliotek programistycznych wykorzystujący algorytm genetyczny do optymalizacji sieci transportowej w układzie N-magazynów, K- odbiorców i M – środków transportu. Rozwiązuje on Zagadnienie Marszrutyzacji dla wielu opcji Problemu. W wyniku działania Algorytm wylicza optymalną siatkę tras koniecznych do efektywnego i czasowego dostarczenia towarów z magazynów do odbiorców. VRA może być wykorzystany zarówno do bieżącego planowania tras w trybie statycznym lub dynamicznym jak i analiz strategicznych związanych np. z rozmieszczeniem magazynów i liczbą koniecznych magazynów. Dzięki opracowaniu oryginalnego sposobu zapisu informacji o trasach w chromosomach algorytmu genetycznego analizowana jest równocześnie cała sieć powiązań (magazyny – odbiorcy – auta – cechy dostawy) a nie niezależnie poszczególne kolejne elementy tej struktury. Takie podejście pozwala uzyskać maksimum efektywności przy minimum kosztów. Funkcjonalność VRA znakomicie wpisuje się w koncepcję **Przemysłu 4.0** oraz **ekologicznego transportu**.

Obecna postać algorytmu **VRA** rozwiązuje takie zagadnienia:

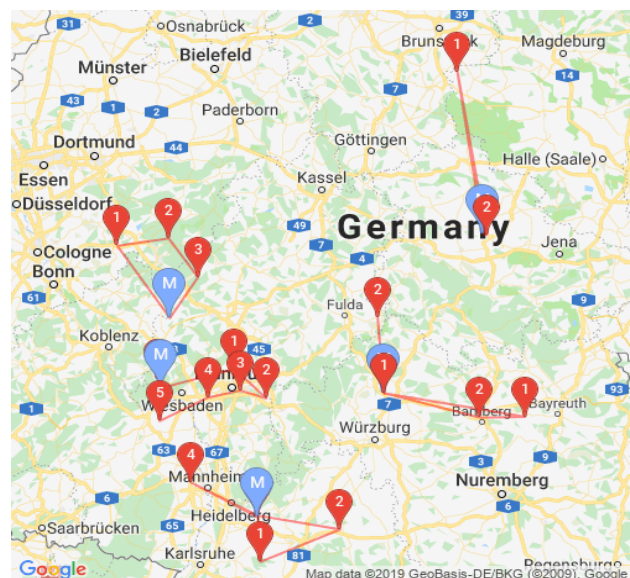
- dostawy w zadanych oknach czasowych (VRPTW)
- kontrola pojemności aut i długości czasu trasy (CVRPTW)
- dobór niezbędnej liczby środków transportu i optymalne przypisanie ich do dostępnych magazynów (kilka możliwych trybów przypasania – MDVRP)
- określenie optymalnej lokalizacji magazynów

Inne funkcjonalności Algorytmu są możliwe do wdrożenia poprzez modyfikację funkcji celu.

Przykładowy film z działaniem Algorytmu, dla przypadku bardzo prostej sieci, można obejrzeć tu <https://www.psci.eu/ai-dla-przemyslu40/>.

IV. Scenariusze użycia algorytmu VRA, jakie problemy pomaga on rozwiązać.

VRA można wykorzystywać w bieżącej działalności do planowania optymalnej siatki tras jak i do projektowania – strategicznego - siatki tras np. do analizy optymalnego rozmieszczenia magazynów. W pierwszym przypadku na bazie bieżącej listy dostaw/zamówień oraz dostępnych danych o zasobach VRA wyznacza optymalną sieć tras pod kątem minimalizacji kosztów dostaw i ich czasowości (kryteria dla podstawowej funkcjonalności, które mogą być rozszerzone). Takie planowanie można realizować dynamicznie dostosowując się na bieżąco do zmieniających się warunków np. z dnia na dzień lub statycznie planując



Prosta sieć tras – scenariusz 1.



Klasy odbiorców – scenariusz 2.

trasy na dłuższe okresy czasu użytkowania. W drugim przypadku na bazie informacji o sieci odbiorców, zasobach środków transportu można wskazać lokalizacje optymalnych skupisk odbiorców. Następnie bazując na tych lokalizacjach przetestować różne konfiguracje liczby i rozmieszczenia magazynów w celu określenia ich optymalnego układu.

Prezentowane rozwiązanie wspierające aranżowanie tras sieci transportowej **jest również pomocne w rozwiązaniu i optymalizacji czasu pracy kierowców znajdujących się w trasie**, szczególnie w odniesieniu to regulacji Wspólnej Europejskiej (**rozporządzenie 561/2006** i inne).

Na koniec warto podkreślić, że **takie narzędzia jak opisywane tutaj będą nieodzowne w zbliżającej się szybko epoce transportu autonomicznego, autonomicznych tirów. Automatyczne, optymalne planowanie tras takich pojazdów będzie konieczne aby efektywnie wykorzystać ich duży potencjał i zracjonalizować koszty i eksploatacji.**

Dzięki elastycznemu sposobowi zapisu chromosomu Algorytmu oraz jego konstrukcji logicznej można go w prosty sposób adaptować do realizacji różnych innych zadań optymalizacyjnych rozszerzając jego funkcjonalność oraz kryteria optymalizacji.

V. Kto może wykorzystywać algorytm VRA

Algorytm VRA może być stosowany przez firmy z obszaru TSL, których podstawą działania jest sieć połączeń transportowych. Im sieć ta jest rozleglejsza, bardziej złożona tym korzyści ze stosowania VRA są większe.

Domyślnie Algorytm jest dedykowany firmą zajmującym się transportem towarów jednak po niewielkich zmianach funkcji celu może być wykorzystany też przez firmy zajmujące się przewozem osób do planowania siatki połączeń i umiejscowienia jej punktów węzłowych. VRA może być wykorzystywany przez firmy zajmujące się transportem lądowy, morskim, powietrznych oraz intermodalnym. Uniwersalność stosowania algorytmu związana jest z jego logiczną konstrukcją i elastycznością adaptacji funkcji celu do zadanych potrzeb.

VI. Dane wejściowe i wynik działania Algorytmu

W działaniu VRA korzysta z:

- macierzy odległości odległości opisującej odległości pomiędzy poszczególnymi jej punktami;
- macierzy czasów określającej czasy przejazdów pomiędzy punktami sieci – macierz ta jest spójna z macierzą odległości;
- tabeli dostawa zawierającej charakterystykę dostawy do punktu odbioru;
- tabeli środków transportu zawierającą charakterystykę wszystkich dostępnych środków transportu.

W wyniku działania VRA zwraca zastaw tras/liczbę aut koniecznych do obsłużenia sieci odbiorców. Tabela opisując pojedynczą trasę zawiera informacje o magazynie, z którego trasa jest obsługiwana, punktach odbioru, odległościach między nimi, czasach dotarcia do nich oraz samochodzie realizującym dostawy. Tabela jest porządkowana zgodnie z kolejnością odwiedzanych punktów. **Tabele takie uzupełnione o koordynaty geograficzne punktów dostaw mogą stanowić wsad dla systemów kontrolno-nawigacyjnych aut realizujących dostawy.**

VII. Najważniejsze cechy Algorytmu

Podstawowe zalety i korzyści płynące z VRA:

- możliwość pracy w dwóch trybach: 1. bieżące zarządzanie siecią tras; 2. strategiczne modelowanie konfiguracji tras, liczby magazynów oraz koniecznej liczby i rodzaju aut do obsłużenia tej sieci;
- całościowa analiza sieci transportowej – równocześnie badane są wszystkie trasy w danej konfiguracji sieci transportowe a nie trasa po trasie. Takie podejście pozwala na określenie optymalnej liczby magazynów i aut potrzebnej do obsłużenia danej sieci odbiorców;
- możliwość wykorzystania już istniejących konfiguracji tras uzyskanych innymi metodami np. wieloletnie ręcznej optymalizacji metodą prób i błędów;

- uniwersalność kodu optymalizacji pozwala stosować go do rozwiązywania różnych zadań optymalizacji. Specjalizację osiąga się poprzez odpowiednią konstrukcję funkcji celu. Obecnie funkcja celu bierze pod uwagę koszt auta, istotność klienta (lub cenę dostawy), kilometrówkę, czas dostawy, objętość auta co pozwala na optymalizację liczby aut i długości tras. Dorzucenie kosztów utrzymania magazynów pozwoliłoby na optymalizację ich sieci;
- skalowalność rozwiązania - można analizować sieci o dowolnej wielkości;
- możliwość uruchomienia VRA jako oddzielnej aplikacji u klienta lub w chmurze (zalecane);
- otwarta forma VRA, w postaci bibliotek obliczeniowych, pozwalająca na dostarczenie interfejsu użytkownika zgodnego z potrzebami zamawiającego .

VIII. Testy Algorytmu

VRA w obecnej konfiguracji został przetestowany na sieci dostaw jednej z największych polskich hurtowni farmaceutycznych. Sieć ta składa się z kilku magazynów, ponad 1500 punktów obioru i dostępnych kilkudziesięciu autach dostawczych. Uzyskane wyniki były porównywalne z wynikami obecnie funkcjonującej sieci jednak zostały uzyskane w trakcie kilkunastu godzin symulacji (symulacja startowała od zera) wobec kilkuletniej optymalizacji ręcznej uzyskanej metodą prób i błędów. Uzyskano więc znaczną oszczędność czasu w procesie wyznaczania optymalnej sieci dostaw.

Inne testy algorytmu pokazał, że w zależności od trybu optymalizacji Algorytm pozwala uzyskać 100% czasowość dostaw lub zmniejszyć całkowitą długość tras w sieci o rząd 10% w stosunku do układu tras generowanego metodami zachłannymi. W modzie mieszanym Algorytm dokonuje balansu pomiędzy oczekiwanymi kryteriami optymalizacji.



IX. Podsumowanie

Przedstawiony krótko powyżej VRA pozwala efektywnie planować i zarządzać optymalnymi sieciami transportowymi. Dzięki elastycznej konstrukcji logicznej i oryginalnemu i nowatorskiemu zapisowi informacji o trasach można go łatwo adaptować do różnych zadań optymalizacji związanych z bieżącym zarządzaniem siecią jak i jej strategicznym planowaniem.

Wdrażając nasze rozwiązanie jesteście Państwo w stanie rozwiązywać obecne problemy optymalizacyjne jak również, co

bardzo ważne, będziecie przygotowani do rozwiązywania problemów, które wystąpią w przyszłości, w epoce autonomicznych pojazdów ciężarowych.

Należy pamiętać, że wygenerowana przez VRA struktura sieci dostaw jest modelem, do którego w praktyce codziennej należy jak najbardziej się zbliżyć aby osiągnąć założone i wyliczone cele. Należy więc traktować go jako referencję pozwalającą na racjonalne i bliskie optymalnej zarządzanie dostawami.

Nasze rozwiązanie zostało również dostrzeżone przez gremia zajmujące się promocją innowacyjnych technologii.

Przygotował *dr Marcin Zientara*

AI4IN4
AI for INDUSTRY4.0