Spider monkey optimization for traveling salesman problem

Antoni Zajko, Dawid Płudowski, Franciszek Szczepaniak, Kamil Kisiel, Maciej Szpetmański

Warsaw University of Technology

2023

Reprezentacja rozwiązania

- Rozwiązanie jest reprezentowane jako permutacja wierzchołków grafu.
- Permutacja - swap sequence (SS) - może być reprezentowana jako lista transpozycji - swap operation (SO)
- $SS = (SO_1, SO_2, \ldots, SO_k)$

Operatory

$$\begin{aligned} SS_1 + SS_2 &= (SO_1^1, SO_2^1, \ldots, SO_{k_1}^1) + (SO_1^2, SO_2^2, \ldots, SO_{k_2}^2) \\ &= (SO_1^1, SO_2^1, \ldots, SO_{k_1}^1, SO_1^2, SO_2^2, \ldots, SO_{k_2}^2) \end{aligned}$$

Operatory

$$SS_1 - SS_2 = (SO_1, SO_2, \dots SO_k)$$

Gdzie:

$$SS_2 + (SO_1, SO_2, \dots SO_k) = SS_1$$

Operatory

$$
\begin{aligned}
U(0,1)SS_1 &= U(0,1)(SO_1, SO_2, \dots SO_k) \\
&= (SO_{i_1}, SO_{i_2}, \dots SO_{i_s})
\end{aligned}
$$

Gdzie:

$$
\begin{aligned}
s &\sim U([1,k]) \\
i_1, i_2, \dots, i_s &- \text{losowe indeksy z } [k], i_1 < i_2 < \dots < i_s
\end{aligned}
$$

Algorytm SM wysokopoziomowo

Inicjalizacja:

Zainicjalizuj populację małp

Znajdź globalnego lidera populacji

Utwórz grupę małp g_1 składającą się z całej populacji.

Ustaw globalnego lidera grupy na lokalnego lidera.

Algorytm:

Dopóki kryterium stopu nie zostanie spełnione:

Faza lokalnego lidera

Faza globalnego lidera

Faza uczenia lokalnego lidera

Faza uczenia globalnego lidera

Faza decyzji lokalnego lidera

Faza decyzji globalnego lidera

Algorytm SM wysokopoziomowo

Hiperparametry algorytmu:

- G_{max} - dozwolona maksymalna liczba grup
- p - perturbation rate
- LC_{max} - local leader limit
- GC_{max} - global lider limit
- N - rozmiar populacji

Algorytm SM wysokopoziomowo

Oznaczenia:

- f - funkcja kosztu, która mapuje małpę reprezentującą cykl Hamiltona na jego koszt
- LL_g - lokalny lider grupy g
- LC_g - licznik lokalnego lidera grupy g
- GL - globalny lider całej populacji
- GC - licznik globalnego lidera
- G_c - ilość grup

Faza lokalnego lidera

Dla każdej grupy małp g:
  Dla każdej małpy m w grupie g:
    Jeżeli $U(0,1) \geqslant p$:
      $m_r =$ losowa małpa z g
      $m_{new} = m + U(0,1)(LL_g - m) + U(0,1)(m_r - m)$
      Jeżeli $f(m_{new}) \leqslant f(m)$ to:
        $m = m_{new}$

Faza globalnego lidera

Dla każdej grupy małp g:

Dla każdej małpy m w grupie g:

$p_m = 0.9 * \frac{f(GL)}{f(m)} + 0.1$

Jeżeli $U(0,1) \leqslant p_m$ to:

$m_r =$ losowa małpa z populacji

$m_{new} = m + U(0,1)(GL - m) + U(0,1)(m_r - m)$

Jeżeli $f(m_{new}) \leqslant f(m)$ to:

$m = m_{new}$

Faza uczenia lokalnego lidera

Dla każdej grupy małp g:

$LL_{g,new}$ = małpa w grupie posiadająca najmniejszą wartość f

Jeżeli $f(LL_{g,new}) < f(LL_g)$ to:

$LL_g = LL_{g,new}$

$LC_g = 0$

W przeciwnym przypadku:

$LC_g = LC_g + 1$

Faza uczenia globalnego lidera

GL_{new} = Lokalny lider o najmniejszym f
Jeżeli $f(GL_{new}) < f(GL)$:
    $GL = GL_{new}$
    $GC = 0$
W przeciwnym wypadku:
    $GC = GC + 1$

Faza decyzji lokalnego lidera

Dla każdej grupy małp g:
    Jeżeli $LC_g > LC_{max}$:
        $LC_g = 0$
        Dla każdej małpy m w g:
            Jeżeli $U(0,1) \geqslant p$:
                $m =$ losowe rozwiązanie
            W przeciwnym wypadku:
                $m = m + U(0,1)(GL - m) + U(0,1)(LL_g - m)$

Faza decyzji globalnego lidera

Jeżeli $GC > GC_{max}$:
  $GC = 0$
  Jeżeli $G_c < G_{max}$:
    Podziel losową grupę małp na 2 grupy
    $G_c = G_c + 1$
  W przeciwnym wypadku:
    Złącz wszystkie grupy w jedną grupę
    $G_c = 1$

Zalety

- Jeden z najlepszych algorytmów rojowych do tego problemu
- Możliwe duże zrównoleglenie przetwarzania grup
- Szybko osiąga relatywnie dobre rozwiązania
- Stabilny

Wady

- Wypada kiepsko przy innych algorytmach optymalizacyjnych
- Wymaga relatywnie dużo osobników do dobrej eksploracji przestrzeni
- Wolna zbieżność do optimum globalnego
- Wpada w minima lokalne

Bibliografia

[1] M.A.H. Akhand and Safial Islam Ayon and S.A. Shahriyar and N. Siddique and H. Adeli (2020) *Discrete Spider Monkey Optimization for Travelling Salesman Problem*, Applied Soft Computing.