1 Algorytm świetlika w przestrzeni ciągłej

1.1 Oznaczenia

m – liczba świetlików

I_0 – jasność w źródle (maksymalna)

γ – współczynnik absorpcji światła przez otoczenie

α – wielkość losowego kroku

1.2 Atrakcyjność świetlików

Każdy świetlik ma określoną *atrakcyjność* zależną od możliwej jasności maksymalnej I_0, współczynnika absporpcji światła γ i odległości, w jakiej znajduje się obeserwator d i przedstawiona jest wzorem

$$A(I_0, \gamma, d) = I_0 e^{-\gamma d^2} \tag{1}$$

Dla praktycznych zastosowań używa się przybliżonego wzoru:

$$A(I_0, \gamma, d) = \frac{I_0}{1 + \gamma d^2} \tag{2}$$

1.3 Poruszanie się świetlików

W każdym z ruchów świetlik chce zbliżyć się do najjaśniejszego(najatrakcyjniejszego) świetlika w jego otoczeniu. Najjaśniejszy świetlik porusza się losowo.
Ruch składa się z dwóch etapów:

krok α – *eksploracja* – losowe błądzenie

krok β – *eksploatacja* – zbliżenie się do najlepszego rozwiązania

Przyciąganie świetlika x^i przez x^k:

$$x^i := x^i + A\left(I_0, \gamma, dist\left(x^i, x^k\right)\right)\left(x^i - x^k\right) + \alpha\left(Rand() - \frac{1}{2}\right) \tag{3}$$

oznaczenie: $d_{ik} = dist(x^i, x^k)$

$$= x^i + I_0 e^{-\gamma d_{ik}^2}\left(x^k - x^i\right) + \alpha\left(Rand() - \frac{1}{2}\right) = \tag{4}$$

przyjmując oznaczenie: $\beta = I_0 e^{-\gamma d_{ik}^2}$ otrzymujemy formę ostateczną:

$$x^i := (1-\beta)x^i + \beta x^k + \alpha\left(Rand() - \frac{1}{2}\right) \tag{5}$$

gdzie:

$\gamma \in \langle 0, +\infty)$ **– współczynnik absorpcji** – zdefiniowany przez użytkownika

$I_0 \in \langle 0, +\infty)$ **– jasność świetlika w źródle** – może być zdefiniowany przez użytkownika, zwykle przyjmuje się wartość $I_0 = 1$

α **– maksymalny losowy krok** – zdefiniowany przez użytkownika

Rand() – zwraca wektor $\in [0,1)^n$ o rozkładzie równomiernym

2 Dyskretyzacja FA

W dyskretnym przypadku QAP przestrzenią poszukiwań staje się przestrzeń możliwych permutacji zbioru n-elementowego $\mathbb{S}_n$.

2.1 Inicjalizacja

Na początku świetliki rozrzucone są rownomiernie po przestrzeni poszukiwań. Losujemy więc m permutacji (świetlików) $\in \mathbb{S}_n$.

2.2 Funkcja odległości

W tym miejscu należało zdefiniować metrykę odległości (różnicy) pomiędzy dwiema permutacjami. Wybraliśmy odległość Hamminga (szczególny przypadek tzw odległości redakcyjnej). W tej metryce odległość dwóch pomiędzy dwiema permutacjami równa jest liczbie pozycji, na których one się różnią.
Wzór (5) można podzielić i obliczać dwuetapowo:

(1) $x_i := x_i + \beta(x_k - x_i)$ (β-step)

(2) $x_i := x_i + \alpha\left(Rand() - \frac{1}{2}\right)$ (α-step)

2.2.1 β-step

Zadaniem kroku β w każdej i-tej iteracji jest przybliżenie danego świetlika do najlepszego rozwiązania. Dla rozwiązania ciągłego (powyższy wzór (1)) wsp. β określał jak bardzo świetlik i przybliży się do świetlika k (jaką część odległości między nimi pokona w danym kroku). Dla problemu dyskretnego przybliżanie się rozwiązania i do rozwiązania k równoważne jest z zamienianiem pozycji permutacji występujących w i na te, które występują w k.
Oznaczmy te permutacje (rozwiązania, świetliki) odpowiednio przez π_i i π_k, a permutację powstałą w wyniku kroku β jako $\pi_{i\to k}$. β oznaczać będzie prawdopodobieństwo przybliżenia się do π_k. Po znormalizowaniu:

$$\beta = \frac{1}{1+\gamma d_{\pi_1\pi_2}} \tag{6}$$

KONSTRUKCJA $\pi_{i\to k}$:

Inicjalizacja : elementy wspólne π_i i π_k zostają na swoich miejscach, na pozycjach gdzie się różnią pozostają luki.

foreach losowa_luka **in** $\pi_{i\to k}$:
    if $Rand() \leqslant \beta$:
      if element z π_2 już $\in \pi_{i\to k}$:
        SKIP
      else:
          użyj tego elementu z π_2
    else:
        użyj elementu z π_1

Pozostałe luki wypełnia się losowo pozostałymi wartościami.

2.2.2 α-step

α – maksymalny dozwolony krok permutacji $\in \{1, \ldots, n\}$

Losowy krok (eksploracja) w przypadku dyskretnym polega na wybraniu $\alpha \cdot Rand()$ elementów i przetasowanie ich.