Metody Rozmyte i Algorytmy Ewolucyjne

Egzamin, termin 1

11-06-2007

Zadanie 1 (10 pkt.)

Dany jest następujący rozmyty system wnioskujący. Bazę reguł stanowią

$R^{(1)}$: JEŻELI temperatura jest mała I wilgotność jest duża TO podlewaj skromnie

$R^{(2)}$: JEŻELI temperatura jest duża I wilgotność jest mała TO podlewaj obficie

gdzie zbiory „mała" i „duża" dla temperatury są zbiorami rozmytymi o następujących funkcjach przynależności

$$\mu_M(x) = \begin{cases} 1 & \text{dla } x < 10 \\ -0.1x + 2 & \text{dla } 10 \leqslant x < 20 \\ 0 & \text{dla } x \geqslant 20 \end{cases} \qquad \mu_D(x) = \begin{cases} 0 & \text{dla } x < 10 \\ 0.1x - 1 & \text{dla } 10 \leqslant x < 20 \\ 1 & \text{dla } x \geqslant 20 \end{cases}$$

natomiast zbiory „mała" i „duża" dla wilgotności są zbiorami rozmytymi o następujących funkcjach przynależności

$$\mu_M(x) = \begin{cases} 1 & \text{dla } x < 50 \\ -0.05x + 3.5 & \text{dla } 50 \leqslant x < 70 \\ 0 & \text{dla } x \geqslant 70 \end{cases} \qquad \mu_D(x) = \begin{cases} 0 & \text{dla } x < 50 \\ 0.05x - 2.5 & \text{dla } 50 \leqslant x < 70 \\ 1 & \text{dla } x \geqslant 70 \end{cases}$$

Zbiory rozmyte dla operacji podlewania, czyli „skromnie" i „obficie" mają następujące funkcje przynależności

$$\mu_S(x) = \begin{cases} 0 & \text{dla } x < 0 \\ 0.1x & \text{dla } 0 \leqslant x < 10 \\ -0.1x + 2 & \text{dla } 10 \leqslant x < 20 \\ 0 & \text{dla } x \geqslant 20 \end{cases} \qquad \mu_O(x) = \begin{cases} 0 & \text{dla } x < 10 \\ 0.1x - 1 & \text{dla } 10 \leqslant x < 20 \\ -0.1x + 3 & \text{dla } 20 \leqslant x < 30 \\ 0 & \text{dla } x \geqslant 30 \end{cases}$$

Oblicz, jaka będzie decyzja systemu dla zmierzonej temperatury $\bar{x}_T = 19$ oraz wilgotności $\bar{x}_W = 60$ przy założeniu, że blok wyostrzania działa według zasady środka ciężkości.

Zadanie 2 (10 pkt.)

Wykonaj jeden krok algorytmu ewolucyjnego z reprodukcją turniejową (rozmiar turnieju 3), bez krzyżowania oraz mutacją z rozkładem normalnym o wariancji $\sigma^2 = 64$ i ograniczeniu kostkowym na każdy z genów

$$0 \leqslant X_i \leqslant 10$$

stosując metodę uwzględniania ich przy pomocy naprawy do brzegu zbioru. Zakłada się, że populacja bazowa składa się z następujących osobników o kodowaniu rzeczywistoliczbowym

$$X_1 = \begin{bmatrix} 2 & 3 \end{bmatrix} \quad X_2 = \begin{bmatrix} 1 & 2 \end{bmatrix} \quad X_3 = \begin{bmatrix} 2 & 8 \end{bmatrix}$$
$$X_4 = \begin{bmatrix} 9 & 0 \end{bmatrix} \quad X_5 = \begin{bmatrix} 2 & 5 \end{bmatrix} \quad X_6 = \begin{bmatrix} 3 & 1 \end{bmatrix}$$
$$X_7 = \begin{bmatrix} 2 & 9 \end{bmatrix} \quad X_8 = \begin{bmatrix} 3 & 3 \end{bmatrix}$$

Natomiast odpowiadające im oceny wynoszą

$$f(X_1) = 2 \quad f(X_2) = 3 \quad f(X_3) = 5$$
$$f(X_4) = 6 \quad f(X_5) = 0 \quad f(X_6) = 2$$
$$f(X_7) = 4 \quad f(X_8) = 1$$

Generator liczb z rozkładu jednostajnego na odcinku $(0, 1)$ zwróci kolejno liczby

$$u_i = 1, \frac{2}{5}, \frac{3}{5}, \frac{4}{5}, \frac{9}{10}, \frac{7}{10}, \frac{1}{5}, \frac{2}{5}, \frac{9}{10}, \frac{9}{10}, \frac{2}{5}, \frac{9}{10}, \frac{1}{10}, \frac{2}{5}, \frac{4}{5}, 0, \frac{1}{10}, \frac{1}{5}, \frac{1}{5}, \frac{3}{5}, \frac{3}{10}, \frac{1}{5}, \frac{1}{5}, \frac{3}{5}, \frac{1}{3}, \frac{9}{10}, \frac{4}{5}, \frac{1}{3}, 0, \frac{4}{5},$$

Generator liczb ze standardowego rozkładu normalnego zwróci kolejno liczby

$$n_i = 0, -\frac{3}{10}, \frac{11}{10}, -\frac{19}{10}, \frac{2}{5}, \frac{9}{10}, \frac{7}{10}, \frac{3}{5}, 0, \frac{7}{10}, \frac{3}{5}, -\frac{3}{10}, -\frac{2}{5}, -\frac{3}{10}, -\frac{3}{2}, -\frac{3}{2}$$

Zadanie 3 (5 pkt.)

Czy algorytm genetyczny dla populacji z osobnikami dwugenowymi o genach X i Y bez operatora krzyżowania, a jedynie z mutacją daną wzorem

$$X' = X + \xi_1, \quad Y' = Y + \xi_2,$$

gdzie $\xi_i,\ i = 1, 2$ są niezależnymi zmiennymi losowymi o rozkładzie wykładniczym z parametrem $\lambda > 0$ jest spójny? Odpowiedź uzasadnij.

Zadanie 4 (5 pkt.)

Czy zbiór chromosomów osiągalnych w wyniku globalnego krzyżowania uśredniającego jest tożsamy ze zbiorem chromosomów osiągalnych w wyniku krzyżowania wieloosobniczego z $n + 1$ rodzicami? Naszkicuj te zbiory zakładając, że $n = 2$.

Zadanie 5 (5 pkt.)

Dla jakich parametrów ρ reprodukcja progowa jest bardziej selektywna (większy nacisk selektywny) a dla jakich mniej? Prawdopodobieństwo reprodukcji osobnika X dane jest w niej wzorem

$$p_r(x) = \begin{cases} \frac{1}{\rho\mu} & \text{dla } 0 \leqslant r(X) < \rho\mu \\ 0 & \text{w przeciwnym przypadku} \end{cases}$$

gdzie μ liczebność populacji, $r(X)$ ranga osobnika X. Oblicz prawdopodobieństwo tego, że w populacji tymczasowej (o tej samej liczebności, co bazowa) znajdą się co najmniej dwa osobniki X_3 z populacji (przy założeniu $\rho = \frac{1}{3}$), w której osobniki mają następujące wartości przystosowania

$$f(X_1) = 1, \quad f(X_2) = 2, \quad f(X_3) = 3, \quad f(X_4) = 4, \quad f(X_5) = 5$$

Zadanie 6 (5 pkt.)

Czy algorytm genetyczny z nieobciążonym operatorem krzyżowania i bez mutacji ma zawsze szansę na znalezienie optimum globalnego? Czy posługiwanie się samą mutacją może do tego doprowadzić?

Zadanie 7 (5 pkt.)

Narysuj schemat (pętlę) algorytmu ewolucyjnego. Wyjaśnij cel i działanie każdego z elementów tejże pętli. W których elementach możliwe jest zwiększenie nacisku selektywnego?

Zadanie 8 (5 pkt.)

Dla zbioru rozmytego oznaczającego „zimno” danego następującą funkcją przynależności

$$\mu(x) = \frac{1}{\pi\lambda\left[1 + \left(\frac{x-\theta}{\lambda}\right)^2\right]}$$

gdzie $\theta = -1$, $\lambda = 5$. Podaj, czy jest on zbiorem normalnym, podaj jego wysokość, nośnik i jądro. Podaj wzór funkcji przynależności dla zbioru „bardzo zimno” (koncentracja).

Zadanie 9 (5 pkt.)

Wyjaśnij pojęcie algorytmu koewolucyjnego. Jak ilość podpopulacji wpływa na własność eksploracji i eksploatacji algorytmu, przy założeniu identycznych parametrów w podpopulacjach? Wyjaśnij schemat algorytmu koewolucyjnego z imigracją oraz algorytmu koewolucyjnego z emigracją.

Zadanie 10 (5 pkt.)

Dla maksymalizowanej funkcji oraz ograniczenia postaci

$$f(x) = 2\sin(x), \quad 0 \leqslant x \leqslant 4\pi$$

narysuj funkcję przystosowania powstałą wskutek efektu Baldwina. Przyjmij, że algorytm optymalizacji lokalnej jest idealnie (dokładnie) działającym algorytmem największego wzrostu.