

Algorytmy ewolucyjne

Piotr Lipiński

Lista zadań nr 1 – Pierwsze spotkania z algorytmami ewolucyjnymi

Zadanie 1. (4 punkty)

Zapoznaj się z algorytmem symulowanego wyżarzania (ang. Simulated Annealing, SA) wykonując skrypt Pythona umieszczony w materiałach do wykładu. Przedstawia on zastosowanie algorytmu SA do rozwiązywania problemu Quadratic Assignment Problem (QAP) omówionego na wykładzie.

- Postaraj się dobrać parametry algorytmu SA umożliwiające rozwiązywanie problemu QAP dla kilku innych instancji.
- Histogram w skrypcie pokazuje jaki jest rozkład wartości funkcji celu dla rozwiązań generowanych losowo. Zrób podobny histogram dla rozwiązań generowanych algorytmem SA (dla ustalonej instancji QAP i ustalonych parametrów algorytmu). Będzie to wymagać wielu uruchomień algorytmu i zapewne długich obliczeń.
- Sprawdź ile jest "sukcesów" (rozwiązanie q lepsze niż rozwiązanie p) i "akceptowanych porażek" (rozwiązanie q gorsze niż rozwiązanie p , ale zaakceptowane) w kolejnych iteracjach algorytmu SA (w miarę upływu czasu, "sukcesy" i "akceptowalne porażki" są coraz rzadsze) dla kilku wybranych ustawień parametrów algorytmu. Zilustruj to zjawisko wykresem.
- Jak można mierzyć odległość między permutacjami? Sprawdź jaka jest zależność między zmianami wartości funkcji celu $f(p) - f(q)$ w sukcesach, a odległością między permutacjami p i q . Zilustruj to wykresem.
- Spróbuj ulepszyć algorytm proponując inny warunek akceptowania porażki.

Zadanie 2. (2 punkty)

- Zaimplementuj algorytm PBIL.
- Sprawdź jego działanie na kilku prostych testowych problemach optymalizacji (OneMax, Deceptive OneMax, K-Deceptive OneMax). Eksperymenty obliczeniowe wykonaj dla różnych wielkości problemu i różnych ustawień algorytmu. Dokładnie przeanalizuj wyniki.

Zadanie 3. (6 punktów)

Zastosuj algorytm PBIL do rozwiązywania uproszczonego problemu klasyfikacji wielospektralnych obrazów satelitarnych w następujący sposób:

Dany jest obraz wielospektralny o 3 spektrach i rozmiarze 106×148 punktów (zapisany w formacie BSQ, pliki ImageRaw.bsq i ImageRaw.hdr). Każdy punkt obrazu można przedstawić jako wektor rozmiaru 3×1 , a więc cały obraz można przedstawić jako macierz rozmiaru 3×15688 (zapisana w pliku ImageRaw.txt). Dana jest wzorcowa klasyfikacja tego obrazu - jest to bitmapa o 11 kolorach i rozmiarze 106×148 punktów (zapisana w pliku ImageExpert.bmp). Można przedstawić ją jako wektor rozmiaru 1×15688 o wartościach ze zbioru $\{1, 2, \dots, 11\}$ (zapisany w pliku ImageExpert.txt).

Interesują nas tylko 3 klasy punktów (klasa nr 3, 7 i 9), pozostałe punkty więc usuwamy z danych, otrzymując macierz X rozmiaru 3×9350 (punkty obrazu wielospektralnego) oraz wektor C rozmiaru 1×9350 o wartościach ze zbioru $\{1, 2, 3\}$ (wzorcowa klasyfikacja). Dane te zapisane są odpowiednio w plikach ImageRawReduced.txt i ImageExpertReduced.txt.

Dostępnych jest 266 utworzonych wcześniej reguł klasyfikujących. Każda reguła to określona funkcja, która na wejściu dostaje punkt obrazu (wektor rozmiaru 3×1), a na wyjściu zwraca etykietę klasy (liczbę ze zbioru $\{1, 2, 3\}$). Dla wygody dostępne są już policzone wartości każdej reguły klasyfikującej dla każdego punktu obrazu, a nie same definicje tych reguł (plik ClassificationRules.txt).

Klasyfikacja oparta na pojedynczej regule klasyfikującej nie daje dobrych wyników, podobnie jak i klasyfikacja oparta na wszystkich 266 regułach klasyfikujących ("większością głosów"). Dobre wyniki natomiast uzyskuje się, jeśli najpierw wybierze się pewien podzbiór zbioru wszystkich reguł klasyfikujących, a później opiera się decyzję na "większości głosów" reguł z tego podzbioru.

Do wyznaczenia takiego podzbioru użyj algorytmu PBIL. Przestrzenią poszukiwań będzie zbiór wszystkich wektorów binarnych długości $d = 266$ (kolejne pozycje odpowiadają kolejnym regułom klasyfikującym: 1 oznacza włączenie, a 0 nie włączanie danej reguły do konstruowanego zbioru). Funkcją celu będzie liczba poprawnie poklasyfikowanych punktów obrazu przez klasyfikator oparty na danym podzbiore reguł klasyfikujących.

UWAGA 1: Dane zapisane w plikach wymienionych w drugim akapicie nie są potrzebne (można ich ewentualnie użyć do wizualizacji). Zamiast nich wystarczą przygotowane przeze mnie dane zapisane w plikach ImageRawReduced.txt i ImageExpertReduced.txt.

UWAGA 2: Obliczenia mogą być czasochłonne (nawet kilka godzin na starszym sprzęcie). Proponuje używać komputerów z pracowni 110, które mają odpowiednio szybkie procesory i odpowiednio dużo pamięci.

Zadanie 4. *(nieobowiązkowe - 4 punkty bonusowe)*

Zmodyfikuj system klasyfikujący z poprzedniego zadania w taki sposób, żeby każdej regule klasyfikującej przypisywać wagę, z którą będą uwzględniane jej decyzje, zamiast włączać lub wyłączać regułę. Innymi słowy, zamiast wektora binarnego będziemy konstruować wektor wag. Zaproponuj algorytm znajdujący optymalny wektor takich wag.