

Aukcje kombinatoryczne

Piotr Rzepecki, Krzysztof Zielonka

23 stycznia 2013

Aukcje kombinatoryczne

W aukcjach kombinatorycznych (ang. combinatorial auction) przedmiotem handlu jest wiele towarów. Uczestnicy mogą składać oferty na zbiory towarów i te oferty są niepodzielne, tzn. muszą być przyjęte w całości lub w całości odrzucone. Problem wyznaczania zbioru ofert przyjętych maksymalizujących przychód w takiej aukcji jest w ogólnym przypadku NP trudnym problemem kombinatorycznym.

Dane

Dane to liczba towarów n i m ofert, gdzie każda oferta to lista towarów i proponowana za nią cena. Oferty te są niepodzielne, a każdy przedmiot może zostać kupiony tylko raz.

Rozwiązanie

Rozwiązaniem nazywamy zbiór ofert, w którym żadne dwie oferty nie zawierają tego samego przedmiotu.

Funkcja celu

Funkcją celu jest suma wartości wybranych ofert (przy czym zbiór ten spełnia wymagania zadania i oferty są niesprzeczne).

Uwagi:

- naturalną reprezentacją byłby zbiór identyfikatorów ofert,
- ta reprezentacja nie pozwala jednak na efektywne stosowanie operatorów genetycznych

Alternatywy:

- wektor binarny
- permutacja

Wektor binarny

- ciąg 0-1 długości równej liczbie ofert
- 1 oznacza, że oferta została zaakceptowana, a 0, że została odrzucona
- pozwala wykorzystać algorytm PBIL (wektor prawdopodobieństw)

Problemy

- nie uwzględnia problemu niesprzeczności ofert,
- ani nie pozwala na ustalenie kolejności ofert

Częściowo można to rozwiązać wybierając tylko niesprzeczne oferty zaczynając od lewej strony.

Reprezentacja rozwiązania - permutacja

Permutacja

- ciąg liczb naturalnych od 1 do n (liczba ofert)
- permutacja oznacza kolejność rozpatrywania ofert
- pozwala wykorzystać standardowy algorytm SGA

Problemy

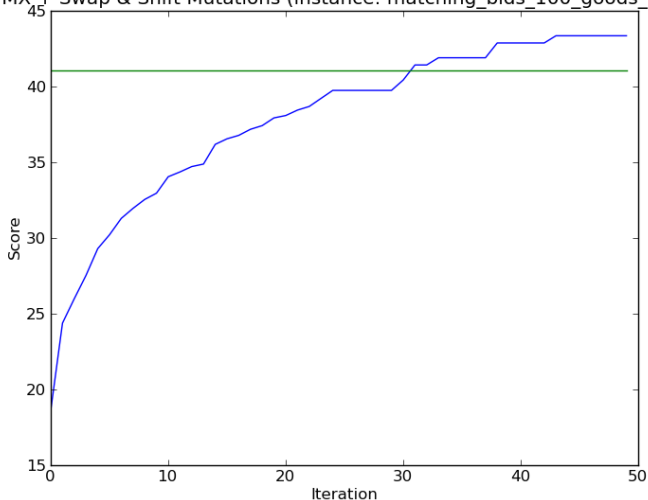
- niesprzeczność ofert jest rozwiązana akceptując niesprzeczne oferty zaczynając od lewej strony
- w zależności od instancji problemu, wpływ na funkcję celu może mieć tylko niewielki początkowy fragment permutacji
- wiele różnych osobników może mieć taki sam wynik funkcji celu

Wymienione problemy utrudniają generowanie osobników istotnie różnych (zarówno jako permutacja jak i wartość funkcji celu)

- Do rozwiązania problemu wykorzystujemy algorytm SGA.
- Operator krzyżowania to lekko zmodyfikowany operator PMX (staramy się aby wymieniane środkowe segmenty były częściej wybierane z lewej strony osobnika niż prawej).
- Operator mutacji przesuwa całą permutację o jeden element w lewo.

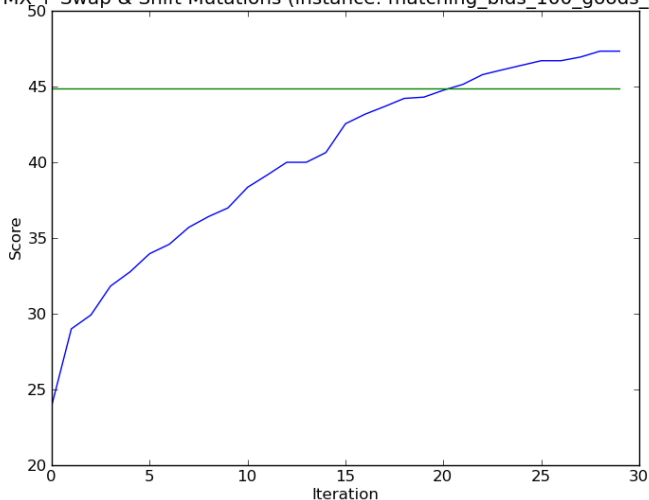
Do generowania danych testów korzystamy z generatora CATS. Jest on najbardziej popularnym narzędziem dla tego problemu i jak twierdzi autor generuje dane zbliżone dla realnych problemów tego typu.

λ + PMX + Swap & Shift Mutations (instance: matching_bids_100_goods_20_000)



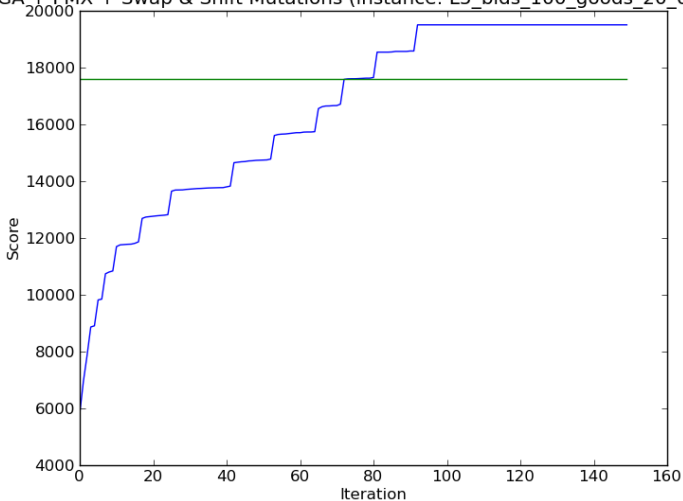
Rysunek: Wykres dla problemu 'matching' o parametrach 20 ofert i 100 towarów.

λ + PMX + Swap & Shift Mutations (instance: matching_bids_100_goods_40_000)



Rysunek: Wykres dla problemu 'matching' o parametrach 40 ofert i 100 towarów.

SGA + PMX + Swap & Shift Mutations (instance: L5_bids_100_goods_20_0000.t)



Rysunek: Wykres dla problemu 'L5' o parametrach 20 ofert i 100 towarów.

- Rozwiązania PBILa były porównywalne z algorytmem losowym (czyli reprezentacja binarna była nieskuteczna dla tego problemu).
- Rozwiązania SGA są nieco lepsze niż wyniki algorytmu losowego.
- Głównym problemem jest bardzo szybka zbieżność populacji (przy czym dotyczy to wartości funkcji celu, a nie różnorodności samych osobników).
- Reprezentacja permutacja też nie jest idealna (duża część permutacji nie wpływa na faktyczne rozwiązanie, operatory genetyczne muszą być odpowiednio dostosowane).