WYKŁAD 12

Algorytmy ewolucyjne (2)

PLAN WYKŁADU

- Schemat algorytmu genetycznego
- Kodowanie permutacji
- Algorytmy hybrydowe
- Kodowanie strategii
- Programowanie genetyczne

SCHEMAT - PRZYPOMNIENIE

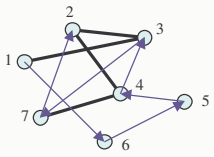
Cel: znaleźć maksimum funkcji f(x).
Założenie: funkcja ta jest dodatnia.

1. Tworzymy N osobników losowych.

5. Powtarzamy od punktu 2.

KODOWANIE PERMUTACJI

W pewnych zastosowaniach kodowanie binarne jest mniej naturalne, niż inne sposoby kodowania. Na przykład, w problemie komiwojażera wygodniej jest trasy przedstawiać jako permutacje.



Osobnik:
{ 1 6 5 4 3 7 2 }

Algorytm genetyczny może działać na osobnikach złożonych z permutacji. Jedyny problem stanowią operatory genetyczne (mutacja i krzyżowanie): należy je tak zaprojektować, by zawsze w wyniku dawały legalną permutację.

KODOWANIE PERMUTACJI OPERATORY

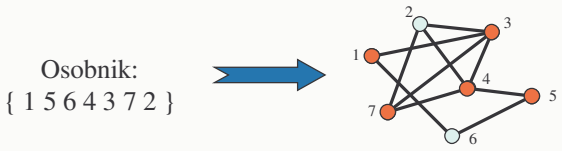
Mutacja: transpozycja (zamiana miejscami) dwóch losowych pozycji.

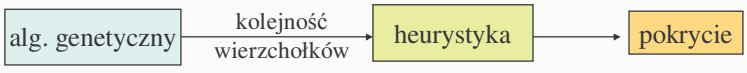
Algorytm krzyżowania OX (*order crossover*): losujemy punkt przecięcia chromosomów. Odcinki przed punktem przecięcia zostawiamy bez zmian, natomiast wartości za punktem przecięcia sortujemy w takiej kolejności, w jakiej występują one w drugim osobniku.

Jest to tylko przykład: używa się wielu różnych operatorów krzyżowania (OX jest jednym z najprostszych).

PRZYKŁAD

Algorytm heurystyczny poszukujący pokrycia krawędziowego w grafie: rozpoczynamy działanie od wylosowania kolejności badania wierzchołków, a potem dołączamy je kolejno do pokrycia (o ile nowy wierzchołek pokrywa którąkolwiek niepokrytą krawędź).
Modyfikacja: zamiast losować kolejność, użyjmy algorytmu genetycznego generującego permutację.





ITEROWANY DYLEMAT WIĘŹNIA

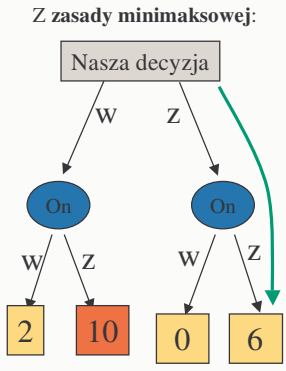
W więzieniu siedzi (w osobnych celach) dwóch uczestników napadu na bank. Każdy z nich ma podczas przesłuchania do wyboru dwie strategie: wyprzeć się wszystkiego lub obciążyć całą winą towarzysza. Jeśli jeden z więźniów zdradzi drugiego, ten drugi dostanie 10 lat, a pierwszy wyjdzie na wolność jako świadek koronny. Jeśli obaj będą milczeć, dostaną po 2 lata za pomniejsze przestępstwa. Jeśli obaj zdradzą (przyznając się przy tym do winy), dostaną po 6 lat. Jak ma się zachować więzień?

Wersja iterowana: zakładamy, że z tym samym towarzyszem siedzimy w więzieniu po raz kolejny i pamiętamy, jak zachowywał się on (i my) podczas poprzednich odsiadek.

STRATEGIA

Strategia: przepis (algorytm) mówiący, jak się zachować w dowolnej sytuacji, jaka może się zdarzyć w grze.

W praktyce: funkcja, która na wejściu dostaje historię poprzednich przypadków, a na wyjściu daje odpowiedź "zdrada"/"współpraca", oznaczającą zalecane zachowanie.



Postępujemy tak, by maksymalna strata, jaką może nam zadać przeciwnik, była jak najmniejsza

KODOWANIE STRATEGII

Załóżmy, że pamiętamy ostatnie dwie "gry" w postaci dwóch par "zw" (tzn. ja zdradziłem, partner milczał). Wszystkich możliwych historii typu "zw zz" jest 16. Do tego dochodzą 4 możliwości w przypadku, gdy gra toczy się dopiero jedną rundę, oraz dodatkowy przypadek mówiący, że właśnie zaczynamy grę.

Strategia: 21 reguł postaci "zw zz => z", "ww ww => w" itp. Da się ją zakodować na 21 bitach (same prawe strony reguł). Wystarczy więc znaleźć optymalny łańcuch 21 bitów.

Funkcja celu: turniej w ramach populacji ("każdy z każdym"), jako wartość osobnika bierzemy sumę punktów zdobytych w turnieju.

PROGRAMOWANIE GENETYCZNE

Przykładowe zadanie:
Napisać program działania automatu wyposażonego w czujniki i urządzenia wyjściowe, którego zadaniem będzie przejście labiryntu. Automat może dodatkowo mieć pewne rejestry wewnętrzne zapamiętujące informacje pomocnicze.

- Wejście: stan rejestrów i czujników - czy na następnym polu jest ściana? Czy po lewej/prawej stronie jest ściana?
- Wyjście: stan urządzeń wyjściowych - wykonaj krok do przodu, obróć się w lewo, obróć się w prawo, zmień stan rejestrów.

KODOWANIE ALGORYTMÓW

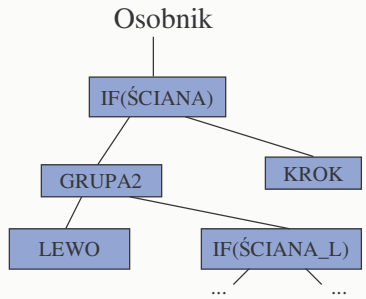
Język programowania robota składa się z:

- operacji logicznej IF(warunek, akcja1, akcja2),
- operacji grupującej inne operacje GRUPA2(akcja, akcja), GRUPA3(akcja, akcja, akcja),
- operacji wyjściowych KROK, LEWO, PRAWO, USTAW(rejestr, wartość),
- predykatów oznaczających stan wejść (ŚCIANA, ŚCIANA_L, ŚCIANA_P) i rejestrów.

Zadaniem algorytmu genetycznego jest stworzenie programu - kombinacji (w postaci drzewa) dozwolonych operacji i warunków. Ocena osobnika (programu) polegała będzie na symulacji jego działania w danym środowisku testowym.

KODOWANIE ALGORYTMÓW

Osobnik: program zapisany w strukturze drzewiastej. Liśćmi są komendy nie mające argumentów.
Mutacje: losowe zmiany treści węzła, zamiana liścia na węzeł z dalszymi odgałęzieniami, skasowanie fragmentu drzewa lub dodanie losowego...
Krzyżowanie: zamieniamy miejscami losowe węzły z rodziców, razem z odpowiednimi poddrzewami.



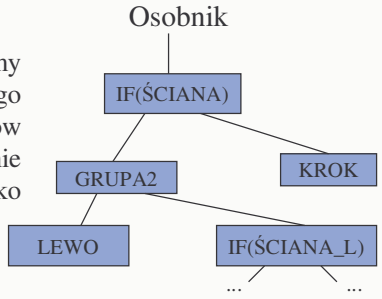
Krzyżowanie: zamiana poddrzew

Należy uważać na niekontrolowany rozrost drzewa.

KODOWANIE ALGORYTMÓW

Programowanie genetyczne zwykle wiąże się z symulacją wygenerowanego programu i oceną skutków jego działania. Jest to proces czasochłonny. Typowa wielkość populacji to kilka tysięcy osobników.

Liczenie funkcji celu: generujemy labirynt, wpuszczamy do niego automat. Symulujemy np. 1000 kroków programu, tzn. 1000-krotne wykonanie instrukcji z drzewa. Liczymy, jak blisko wyjścia znalazł się automat.



ZASTOSOWANIA

Przykłady z roku 2000 - różne rodzaje algorytmów genetycznych:

- Optymalizacja konstrukcji silników B777.
- Programy optymalizujące plany prac rolniczych.
- Analizatory giełdowe (dzienna wartość transakcji przeprowadzanych na podstawie analiz opartych na GA wynosiła średnio 28 mld USD).
- Programy policyjne dopasowujące twarze na zdjęciach do konkretnych osób.