

METODY SZTUCZNEJ INTELIGENCJI W ROZWIĄZYWANIU ZADAŃ OPTYMALIZACJI

Izabela Skorupska

**Studium Doktoranckie, Wydział Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji
Uniwersytet Zielonogórski**

e-mail: iskorups @willow.iie.uz.zgora.pl

STRESZCZENIE

Artykuł przedstawia zastosowanie metod sztucznej inteligencji do rozwiązywania zadań optymalizacyjnych z ograniczeniami. Prezentuje przykładowy sposób kodowania chromosomu, który umożliwia zastosowanie algorytmów genetycznych do wspomagania decyzji dotyczących wybierania optymalnych rozwiązań.

1. WPROWADZENIE

Szybki rozwój metod sztucznej inteligencji spowodował, że znajdują one zastosowanie w różnych dziedzinach nauki oraz w życiu codziennym. Przykładem może być ich użycie do wspomagania podejmowania decyzji przy wybieraniu optymalnego rozwiązania [3]. Jedną z metod może być zastosowanie algorytmów genetycznych.

Algorytmy genetyczne oparte są na mechanizmach doboru naturalnego oraz dziedziczności. Łączą w sobie ewolucyjną zasadę przeżycia najlepiej przystosowanych osobników z systematyczną, choć zrandomizowaną wymianą informacji [2].

Do opisu algorytmów genetycznych używa się słownictwa zapożyczonego z genetyki naturalnej. Mówi się o *osobnikach* (lub *genotypach*, *strukturach*) w populacji. Często osobniki te są także nazywane *łańcuchami* lub *chromosomami*. Chromosomy składają się z *genów* (*cech*, *znaków*, *dekoderów*) uszeregowanych liniowo. Każdy gen decyduje o dziedziczności jednej lub kilku cech. Geny pewnych typów są umieszczone w pewnych miejscach chromosomu zwanych *pozycją* (*locus* – miejscem w łańcuchu). Jakakolwiek cecha osobnika (taka jak kolor włosów) objawia się inaczej – mówi się, że gen jest w kilku stanach, zwanych *allelami* (wartościami cech) [1].

Każdy genotyp reprezentuje potencjalne rozwiązanie zadania (znaczenie poszczególnego chromosomu, tzn. jego fenotyp, jest definiowane zewnętrznie przez użytkownika). Proces ewolucyjny zachodzący w populacji chromosomów odpowiada przeszukaniu przestrzeni potencjalnych rozwiązań [1].

Na algorytm genetyczny składają się trzy następujące operacje:

reprodukcja
krzyżowanie
mutacja

Reprodukcja jest procesem, w którym indywidualne ciągi kodowe zostają powielone w stosunku zależnym od wartości, jakie przybiera dla nich funkcja celu f (biolodzy nazywają ją funkcją przystosowania). Operacja ta jest namiastką darwinowskiej zasady doboru naturalnego, zgodnie z którą przeżywają najlepiej przystosowani [2].

Mutacja polega na losowej zmianie jednego lub więcej genów wybranego chromosomu, z prawdopodobieństwem równym częstości mutacji.

Krzyżowanie prowadzi do połączenia cech dwóch rodzicielskich chromosomów w chromosomach dwóch potomków przez wymianę odcinków chromosomów rodziców.

2. PRZYKŁAD PROCEDURY WSPOMAGANIA DECYZJI Z ZASTOSOWANIEM ALGORYTMU GENETYCZNEGO

Przykład zostanie oparty o typowy schemat działania algorytmu genetycznego opisany w [2, 3]. Zadanie polega na wybraniu pięcioosobowej drużyny biorącej udział w teleturnieju, w którym 30% pytań jest z matematyki, 30% z informatyki, 20% z literatury, 15% z filmu, 5% z historii. Na wybór zdefiniowano następujące ograniczenia:

łączny wiek zawodników nie może przekroczyć 150 lat,
w drużynie muszą być minimum dwie kobiety i dwóch mężczyzn.

2.1. Podejście tradycyjne

Aby wyznaczyć reprezentację należałoby za pomocą obliczeń sprawdzić wszystkie możliwe kombinacje losowania 5-cio osobowej drużyny spośród pewnej liczby kandydatów:

$$C_{lk}^5 = \frac{lk!}{5!(lk-5)!} \quad (1)$$

Dla 15 kandydatów należałoby wypisać 3003 możliwych kombinacji oraz kolejno sprawdzić, czy spełniają one warunki zadania. Już samo ustalenie wszystkich możliwych kombinacji jest zajęciem czasochłonnym, łącznie ze sprawdzaniem warunku zadania mogłoby zająć kilkanaście godzin.

Wydaje się zasadne szukanie innego sposobu rozwiązania zadania. I jako taki uwzględniony zostanie algorytm genetyczny.

2.2. Rozwiązanie z zastosowaniem algorytmu genetycznego

Sformułowanie zadania do rozwiązania za pomocą algorytmu genetycznego wymaga uwzględnienia i ustalenia kilku elementów omówionych poniżej.

- 1) Wartości parametrów algorytmu genetycznego:
rozmiar populacji – 15 osobników,
prawdopodobieństwo krzyżowania $0.5 < p_k < 1$ – wybrano $p_k = 0.7$,
prawdopodobieństwo mutacji $0 < p_m < 0.1$ – wybrano $p_m = 0.05$,
liczba pokoleń – 35
- 2) Reprezentacja zmiennych decyzyjnych

Jest kluczowym zagadnieniem. W proponowanym podejściu kodowania każda drużyna reprezentowana jest w postaci chromosomu przedstawionego na rysunku 1:

Osoba1	Osoba2	Osoba3	Osoba4	Osoba5	wiek	ocena
--------	--------	--------	--------	--------	------	-------

Rys 1. Sposób kodowania chromosomu

gdzie pole:

- osoba1, osoba2, osoba3, osoba4, osoba5 – zawierają informację dotyczącą osób wchodzących w skład drużyny.
- wiek – zawiera informację dotyczącą łącznego wieku drużyny,
- ocena – zawiera ocenę szansy na zwycięstwo dla drużyny (im wyższa wartość tym lepiej),

Pole osoba zostało zakodowane w sposób przedstawiony na rysunku 2:

Nazwa	mat	lit	hist	film	inf	plec	wiek
-------	-----	-----	------	------	-----	------	------

Rys. 2. Sposób kodowania informacji o osobniku

gdzie:

- nazwa – zawiera dane dotyczące osoby (imię i nazwisko),
- mat, lit, hist, film, inf – określają czy dana osoba jest specjalistą w odpowiedniej dziedzinie (matematyka, literatura, historia, film, informatyka) możliwe wartości pola: 'T' - tak, 'N' - nie,
- plec – określa płeć osoby ('K' – kobieta, 'M' - mężczyzna),
- wiek – zawiera informację dotyczącą wieku osoby (liczba lat).

Dane dotyczące przykładowej osoby mogą być zakodowane w następujący sposób:

{ 'Jan Kowalski', 'T', 'N', 'N', 'N', 'M', 25 }

Drużyna może być przedstawiona jako:

{ 'Jan Kowalski', 'T', 'N', 'N', 'N', 'T', 'M', 25,
'Janina Kowalska', 'T', 'N', 'N', 'N', 'T', 'K', 35,
'Anna Malinowska', 'T', 'N', 'T', 'N', 'T', 'K', 15,
'Krzysztof Nowak', 'T', 'N', 'N', 'T', 'T', 'M', 10,
'Adam Nowaczyk', 'T', 'T', 'N', 'N', 'N', 'M', 35,
120, 100 }

Populacja rodzicielska – została wygenerowana losowo na podstawie bazy danych osób – kandydatów do drużyny.

Funkcja dopasowania - odwzorowuje kod chromosomu w liczbę rzeczywistą przy spełnieniu ograniczeń:

- łączny wiek drużyny nie może przekroczyć 150 lat,
- w drużynie muszą być co najmniej dwie kobiety i dwóch mężczyzn,
- w składzie drużyny musi znaleźć się pięć różnych osób,
- jeśli w drużynie występuje specjalista, otrzymuje ona ocenę równą prawdopodobieństwu wylosowania pytań z jego dziedziny,
- ponadto przyjęto, że jeśli w drużynie nie ma żadnego matematyka ale jest informatyk (lub odwrotnie), to drużyna otrzymuje połowę punktów prawdopodobieństwa wystąpienia pytań z tej dziedziny.

Wartość funkcji dopasowania obliczana jest po sprawdzeniu warunków 1, 2, 3 (i może przyjąć maksymalną wartość równą 100) wg algorytmu:

```
if not (1 and 2 and 3) then
begin
  f(x)=0
end;
if (1 and 2 and 3) then
begin
  if matematyk then f(x)=f(x)+prawdopMat*100
  if informatyk then f(x)=f(x)+prawdopInf*100
  if historyk then f(x)=f(x)+prawdopHist*100
  if literatura then f(x)=f(x)+prawdopLit*100
  if film then f(x)=f(x)+prawdopFilm*100
  if ((informatyk=False) and (matematyk=True)) then
    f(x)=f(x)+prawdopInf*50
  if ((informatyk=True) and (matematyk=False)) then
    f(x)=f(x)+prawdopMat*50
end;
```

Warunek stopu

Program kończy działanie jeśli wygenerowane zostaną wszystkie pokolenia.

3) Operatory genetyczne:

krzyżowanie:

punkt krzyżowania wybierany jest losowo, następnie wymieniane są informacje dotyczące osób w drużynie. W prezentowanym przypadku: w wyniku losowania wybrany został punkt krzyżowania po 3 genie:

reprezentacja 1: {**r1osoba1**, **r1osoba2**, **r1osoba3**, **r1osoba4**,**r1osoba5**, **r1wiek**, **r1ocena**}

reprezentacja 2: {*r2osoba1*, *r2osoba2*, *r2osoba3*, *r2osoba4*,*r2osoba5*, *r2wiek*, *r2ocena*}

w wyniku krzyżowania powstały drużyny:

drużyna 1: {**r1osoba1**, **r1osoba2**, **r1osoba3**, *r2osoba4*,*r2osoba5*, *d1wiek*, *d1ocena*}

drużyna 2: {*r2osoba1*, *r2osoba2*, *r2osoba3*, **r1osoba4**,**r1osoba5**, *d2wiek*, *d2ocena*}

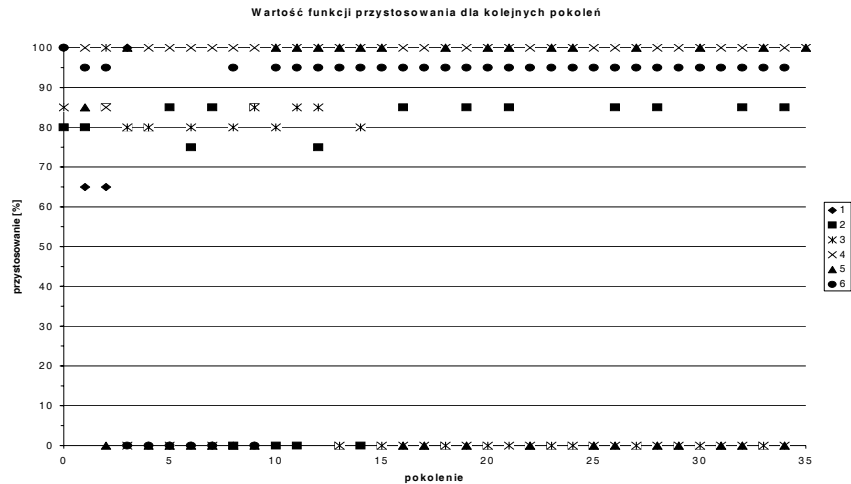
mutacja:

Losowo wybrana osoba z drużyny zastępowana jest inną (również wybraną losowo)
selekcja:

W skład nowego pokolenia wchodzi osobniki wybierane losowo. Selekcja odbywa się według algorytmu:

```
for i:=1 to i< liczba_osobników do
begin
  if mutacja then
begin
  losuj osobę do mutacji
  mutacja()
end;
  if krzyżowanie then
begin
  losuj osobniki do krzyżowania
  losuj punkt krzyżowania
  krzyżowanie()
end;
end;
for i:=1 to i< liczba_osobników do
  nowa_populacja[i]:=ruletko()
```

Na podstawie przedstawionych założeń napisany został program, którego wyniki działania przedstawia wykres 1. Serie danych przedstawiają uzyskane wartości funkcji przystosowania dla drużyn w kolejnych wywołaniach programu.



Wykres 1. Wartość funkcji przystosowania dla kolejnych wywołań programu

Na podstawie przeprowadzonych symulacji można zauważyć, że w każdym przypadku generowane były wyniki umożliwiające wybranie drużyny o dużej wartości funkcji przystosowania. W wielu przebadanych przypadkach wylosowana drużyna odznaczała się 100% wartością funkcji przystosowania. Pozwala to stwierdzić, iż prezentowana metoda oraz przedstawiony sposób kodowania chromosomu umożliwiają szybkie wyszukiwanie optymalnego rozwiązania.

3. WNIOSKI

Analizując proponowane rozwiązanie można zauważyć, że algorytmy genetyczne są realizowalne w zadaniach z wieloma ograniczeniami oraz mogą mieć zastosowanie we wspomaganiu podejmowania decyzji. W odróżnieniu od podejścia tradycyjnego, umożliwia otrzymanie dobrego rozwiązania w dużo krótszym czasie. Prezentowane zadanie można rozszerzyć o dodatkowe ograniczenia.

LITERATURA

- [1] J.Arabas: *Wykłady z algorytmów ewolucyjnych*, Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2001
- [2] D.E. Goldberg: *Algorytmy genetyczne i ich zastosowania*, Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1995
- [3] M. Ostwald: *Optymalizacja konstrukcji*, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1987