



Algorytmy genetyczne – zastosowanie

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Prezentacja multimedialna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Algorytmy genetyczne – zastosowanie

Źródło: CHUTERSNAP, domena publiczna.

Algorytmy genetyczne znalazły swoje zastosowanie między innymi w elektronice. Wraz ze wzrostem złożoności i poziomu skomplikowania obwodów elektrycznych tradycyjne metody projektowe stają się coraz trudniejsze i bardziej kłopotliwe w zastosowaniu. Dzięki algorytmom genetycznym można zautomatyzować proces projektowania obwodów elektrycznych. Dodatkowo algorytmy te mogą służyć do optymalizacji układów pod kątem kosztów produkcyjnych i materiałowych.

Więcej informacji o algorytmach genetycznych znajdziesz w pozostałych e-materiałach tej serii:

- [Algorytmy genetyczne,](#)
- [Algorytmy genetyczne – populacja,](#)
- [Algorytmy genetyczne – projektowanie,](#)
- [Algorytmy genetyczne – przeszukiwanie dużych przestrzeni rozwiązań.](#)

Twoje cele

- Prześledzisz przykładową reprezentację obwodu elektrycznego w postaci drzewa.
- Wyjaśnisz, jak działają operacje genetyczne algorytmów pracujących na drzewach reprezentujących obwody elektryczne.

- Przetwórz wady i zalety stosowania algorytmów genetycznych do projektowania obwodów elektrycznych.

Przeczytaj

Główną ideą stosowania algorytmów genetycznych w elektronice jest możliwość reprezentacji dowolnego obwodu elektrycznego w postaci indywidualnego osobnika, na którym wykonywane są standardowe operacje genetyczne. Ze względu na szeroki zakres zastosowań badacze skupiali się na różnych rodzajach problemów, takich jak:

- konfiguracja układów FPGA,
- optymalizacja sekwencyjnych i kombinacyjnych układów,
- synteza układów cyfrowych,
- optymalizacja rozmiaru tranzystorów.

Przykład reprezentacji obwodu elektrycznego

Przedstawmy przykładową reprezentację obwodu elektrycznego. Można ją zmieniać i rozbudowywać, dostosowując do konkretnych problemów. Należy jednak pamiętać, że odpowiednia reprezentacja pozwala na prawidłowe przeszukiwanie danej przestrzeni rozwiązań. A zatem należy dokładnie przemyśleć, czego tak naprawdę potrzebujemy.

Każdy obwód elektryczny może być przedstawiony w postaci drzewa na podstawie jego struktury elementów i połączeń. Każdy węzeł drzewa będzie zawierał symbol reprezentujący dany element w układzie według następujących zasad:

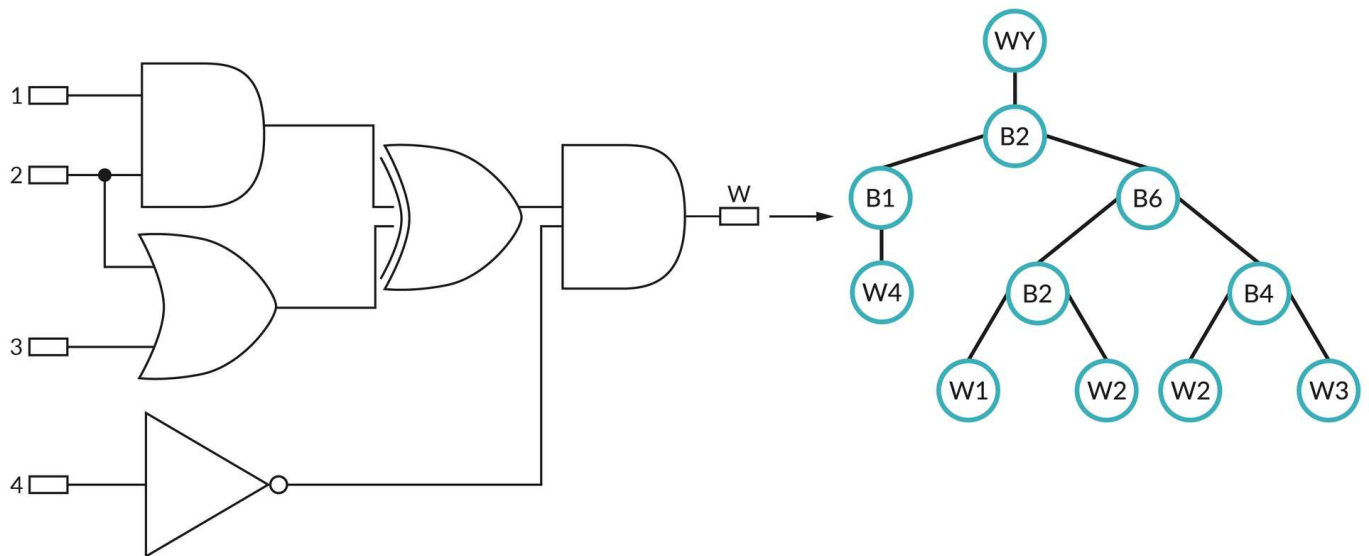
- **symbol z przedrostkiem B** - węzeł reprezentuje bramkę logiczną,
- **symbol z przedrostkiem W** - węzeł reprezentuje wejście układu,
- **symbol WY** - węzeł reprezentuje wyjście układu.

Zasada budowy drzewa jest prosta. Liście reprezentują wejścia układu, więc zawierają symbole z odpowiednim numerem. Wyjściem układu jest korzeń drzewa, natomiast wszystkie węzły pomiędzy - to bramki logiczne układu. Tabela przedstawia symbole bramek i odpowiadające im bramki logiczne.

Symbol	Bramka logiczna
B1	bramka NOT
B2	bramka AND
B3	bramka NAND
B4	bramka OR
B5	bramka NOR
B6	bramka XOR

Wykorzystując tabelę, możemy przekształcić układ elektryczny na graf.

Przykład:



Źródło: Contentplus.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Słownik

tablica prawdy obwodu elektrycznego

tabela zero-jedynkowych kombinacji wartości logicznych wejść danego obwodu i dokładnie zależących od nich wartości logicznych wyjść

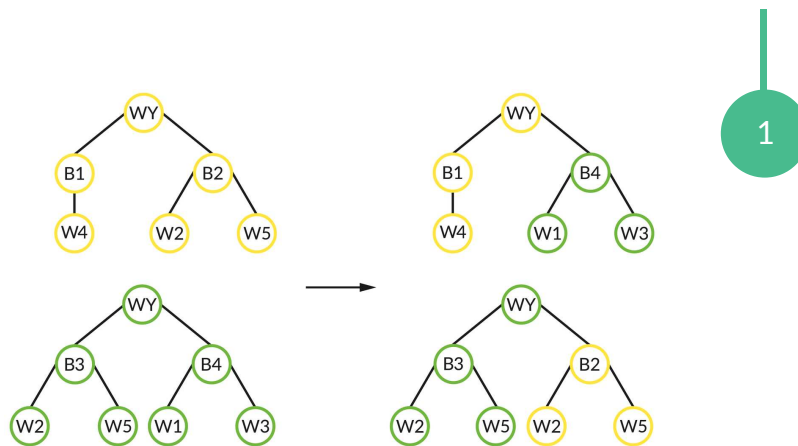
układ FPGA

rodzaj programowalnego cyfrowego układu logicznego; za jego pomocą można tworzyć własne procesory i bardzo zaawansowane układy; na ogół nie posiadają pamięci stałej, lecz jedynie RAM

Prezentacja multimedialna

Polecenie 1

Zapoznaj się z prezentacją i przeanalizuj, jakie operacje są wykonywane w celu osiągnięcia populacji o optymalnym zestawie cech.



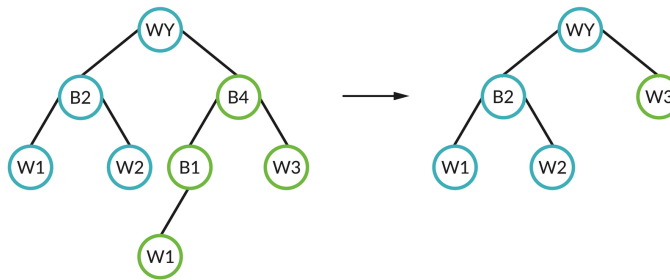
Materiał audio dostępny pod adresem:

<https://zpe.gov.pl/b/P13ODrPCh>

Krzyżowanie populacji obwodów elektrycznych

Operacja krzyżowania polega na wymianie genów pomiędzy poszczególnymi parami najlepiej przystosowanych osobników. Jeżeli reprezentujemy obwód elektryczny w postaci drzewa, to krzyżowanie polega na wymianie pewnych poddrzew. Proces ten nie tylko tworzy nowe osobniki, ale dzięki niemu są one bardzo podobne do swoich rodziców. Pozwala to na zachowanie najlepszych genów w populacji i optymalizację obwodów.

2

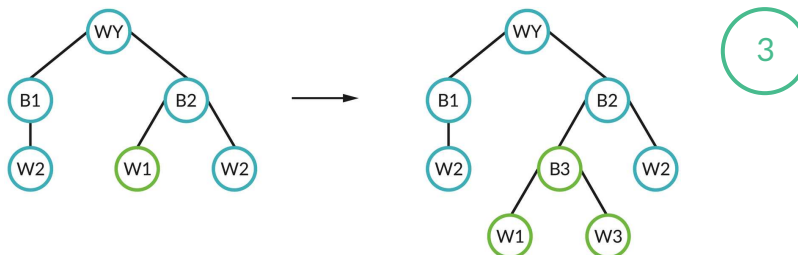


Materiał audio dostępny pod adresem:

<https://zpe.gov.pl/b/P13ODrPCh>

Operacja mutacji

Operacja mutacji jest niezbędna, aby algorytm genetyczny, który projektuje obwody elektryczne, mógł dobrze przeszukiwać przestrzeń dostępnych rozwiązań. Wyróżniamy trzy rodzaje mutacji. Pierwszą z nich nazywamy **mutacją ubytkową**. Polega ona na zamianie losowego poddrzewa na liść, przy czym trzeba pamiętać, że operacja ta jest niedozwolona dla korzenia.

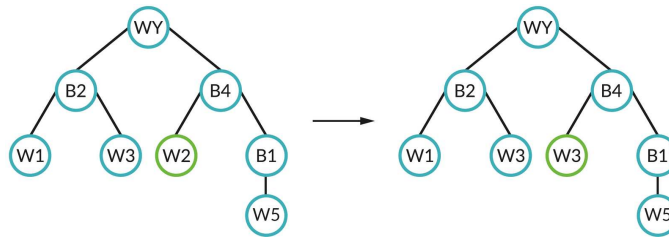


Materiał audio dostępny pod adresem:

<https://zpe.gov.pl/b/P13ODrPCh>

Drugi rodzaj mutacji to **mutacja przyrostowa**. Działa ona na zasadzie przeciwnej do poprzedniej. Pewien liść zostaje zamieniony na losowo wygenerowane poddrzewo.

4



Materiał audio dostępny pod adresem:

<https://zpe.gov.pl/b/P13ODrPCh>

Natomiast trzecią i ostatnią jest **mutacja bezpośrednia**. Polega ona na zmianie rodzaju bramki logicznej w pewnym losowym węźle albo na zmianie numeru wejścia w wylosowanym liściu.

Materiał audio dostępny pod adresem:

<https://zpe.gov.pl/b/P13ODrPCh>

5

Funkcja przystosowania osobników

Do poprawnie funkcjonującego algorytmu genetycznego potrzebujemy jeszcze funkcji przystosowania. Projektując obwód elektryczny metodą tradycyjną, wykorzystujemy tzw. tablicę prawdy. Jest to tablica, która określa dla konkretnych wejść, jakie ma być wyjście układu. Wykorzystajmy ją zatem do oceny wygenerowanych osobników.

6

Materiał audio dostępny pod adresem:

<https://zpe.gov.pl/b/P13ODrPCh>

Wartością zwracaną przez funkcję przystosowania będzie procent, w jakim odpowiedzi danego osobnika pokrywają się

z ustaloną tablicą prawdy. Dodatkowo chcielibyśmy optymalizować liczbę elementów wykorzystywanych do budowy układu. Niech N oznacza liczbę wykorzystanych bramek logicznych. Wtedy wartość funkcji przystosowania P ma następującą postać:

$P = \text{procent pokrycia} - N$

Materiał audio dostępny pod adresem:

<https://zpe.gov.pl/b/P13ODrPCh>

7

Projektowanie obwodów elektrycznych

Zastosowanie algorytmów genetycznych do projektowania obwodów elektrycznych ma bardzo duży potencjał. Dzięki nim jesteśmy w stanie budować układy, które są tańsze w produkcji, a ich tablica prawdy jest zgodna z tym, czego potrzebujemy. Losowość algorytmów genetycznych sprawia, że znajdują one rozwiązania, które nie zostałyby odkryte przy wykorzystaniu tradycyjnych metod projektowych.

8

Materiał audio dostępny pod adresem:

<https://zpe.gov.pl/b/P13ODrPCh>

Niestety do znalezienia odpowiedniego rozwiązania algorytmy genetyczne potrzebują bardzo dużej ilości czasu. Dla układów składających się z wielu wejść i bramek logicznych przestrzeń możliwych rozwiązań jest ogromna. Jej przeszukanie w praktyce oznacza badanie populacji tysięcy układów na przestrzeni setek pokoleń. Obecnie standardowe komputery nie posiadają

odpowiedniej mocy obliczeniowej do wykonywania takiego zadania w miarę rozsądnym czasie. Często do usprawnienia obliczeń muszą być wykorzystywane klastry komputerów, aby praca algorytmu mogła odbywać się równolegle.

Źródło: Contentplus.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zdecyduj, czy poniższe zdanie, jest prawdziwe czy fałszywe.

Losowość algorytmów genetycznych sprawia, że znajdują one rozwiązania, które nie zostałyby odkryte za pomocą tradycyjnych metod projektowych obwodów elektrycznych.

fałsz

prawda

Ćwiczenie 2



Zaznacz wszystkie rodzaje problemów w elektronice, do których wykorzystuje się algorytmy genetyczne.

optymalizacja rozmiaru tranzystorów

konfiguracja układów FPGA

analiza kierunku przepływu prądu w obwodach elektrycznych

dostosowanie wyglądu układów

synteza układów cyfrowych

optymalizacja sekwencyjnych i kombinacyjnych układów

Ćwiczenie 3



Wskaż, na czym polega operacja krzyżowania, jeżeli reprezentujemy obwód elektryczny w postaci drzewa.

- na zamianie korzeni
- na wymianie pewnych poddrzew między dwoma drzewami
- na wymianie liści między dwoma drzewami
- na zmianie rodzaju bramki logicznej we wspólnych liściach

Ćwiczenie 4



Wskaż właściwe wyjaśnienie, czym jest tablica prawdy obwodu elektrycznego.

- Jest to tabela zero-jedynkowych kombinacji wartości logicznych wyjść danego obwodu i dokładnie zależących od nich wartości logicznych wejść.
- Jest to tabela całkowitych kombinacji wartości napięć wejść danego obwodu i dokładnie zależących od nich wartości napięć wyjść.
- Jest to tabela zero-jedynkowych kombinacji wartości logicznych wejść danego obwodu i dokładnie zależących od nich wartości logicznych wyjść.

Ćwiczenie 5



Wstaw brakujące wyrażenia, tak aby treść tekstu była prawdziwa.

Bardzo ważnym elementem algorytmu genetycznego jest funkcja . W przypadku algorytmów projektujących obwody elektryczne wykorzystuje się procent z oczekiwaną tablicą prawdy układu. Dodatkowo, jeżeli chcemy optymalizować elementów wykorzystywanych do budowy układu, to powinniśmy pokrycia liczbę wykorzystanych bramek logicznych.

skrót

przystosowania

jakość

koła ruletki

liczbę

dodawać do

odejmować od

pokrycia

Ćwiczenie 6



Wskaż, co jest główną wadą algorytmów genetycznych projektujących obwody elektryczne.

- Trudno jest określić przystosowanie danego osobnika przez dużą liczbę możliwych kombinacji wejść.
- Reprezentacja obwodu elektrycznego w postaci drzewa nie uwzględnia wszystkich jego właściwości, więc możemy nigdy nie trafić na rozwiązanie optymalne.
- Do znalezienia odpowiedniego rozwiązania potrzebują bardzo dużej ilości czasu, ponieważ przestrzeń możliwych rozwiązań dla bardziej skomplikowanych układów jest ogromna.

Ćwiczenie 7



Połącz każdy rodzaj mutacji z właściwym opisem.

mutacja ubytkowa

polega na zmianie rodzaju bramki logicznej albo na zmianie numeru wejścia w liściu

mutacja przyrostowa

polega na zamianie losowego poddrzewa na liść

mutacja bezpośrednia

polega na zamianie losowego liścia na pewne wygenerowane poddrzewo

Ćwiczenie 8



Wskaż, do czego wykorzystuje się klastry komputerów.

do poprawy wyników algorytmu genetycznego poprzez wzajemne sprawdzanie

do przyspieszenia wykonywania algorytmu genetycznego poprzez zrównoleżenie obliczeń

do przyspieszenia wykonywania algorytmu genetycznego poprzez wzajemną motywację

Dla nauczyciela

Autor: Bartosz Zadrozny

Przedmiot: Informatyka

Temat: Algorytmy genetyczne – zastosowanie

Grupa docelowa:

Szkoła ponadpodstawowa, liceum ogólnokształcące, technikum, zakres rozszerzony

Podstawa programowa:

Cele kształcenia – wymagania ogólne

I. Rozumienie, analizowanie i rozwiązywanie problemów na bazie logicznego i abstrakcyjnego myślenia, myślenia algorytmicznego i sposobów reprezentowania informacji.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Rozumienie, analizowanie i rozwiązywanie problemów.

Zakres rozszerzony. Uczeń spełnia wymagania określone dla zakresu podstawowego, a ponadto:

8) dyskutuje na temat roli myślenia komputacyjnego i jego metod, takich jak: abstrakcja, reprezentacja danych, dekompozycja problemu, redukcja, myślenie rekurencyjne, podejście heurystyczne w rozwiązywaniu problemów z różnych dziedzin.

III. Posługiwanie się komputerem, urządzeniami cyfrowymi i sieciami komputerowymi.

Zakres rozszerzony. Uczeń spełnia wymagania określone dla zakresu podstawowego, a ponadto:

2) dokonuje kompresji informacji, objaśnia różnice między kompresją stratną i bezstratną tekstów, obrazów, dźwięków, filmów;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Prześledzisz przykładową reprezentację obwodu elektrycznego w postaci drzewa.
- Wyjaśnisz, jak działają operacje genetyczne algorytmów pracujących na drzewach reprezentujących obwody elektryczne.
- Przystawisz wady i zalety stosowania algorytmów genetycznych do projektowania obwodów elektrycznych.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja;
- rozmowa nauczająca z wykorzystaniem multimediu i ćwiczeń interaktywnych.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

Przebieg lekcji

Przed lekcją:

1. Chętne lub wybrane osoby przygotowują krótką prezentację podsumowującą najważniejsze informacje na temat algorytmów genetycznych, które uczniowie poznali na wcześniejszych zajęciach.
2. Nauczyciel dzieli klasę na grupy. Każda z grup przygotowuje wystąpienie dotyczące praktycznego zastosowania algorytmów genetycznych.
3. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia e-materiał: „Algorytmy genetyczne – zastosowanie”. Nauczyciel prosi uczniów o zapoznanie się z treściami w sekcji „Przeczytaj”.

Faza wstępna:

1. Uczniowie odpowiedzialni za prezentację występują z nią. W razie potrzeby nauczyciel uzupełnia ich wypowiedź.
2. Ustalenie celu lekcji i kryteriów sukcesu.
3. **Rozpoznanie wiedzy uczniów.** Nauczyciel prosi wybranego ucznia lub uczniów o przedstawienie sytuacji problemowej związanej z tematem lekcji.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z tekstem.** Uczniowie analizują treści z sekcji „Przeczytaj” wyświetlone na tablicy.
2. **Praca z multimediami.** Uczniowie zapoznają się z Poleceniem 1 w sekcji „Prezentacja multimedialna”. Następnie w parach zapoznają się z prezentacją. W razie potrzeby nauczyciel omawia niezrozumiałe treści.
3. Grupy prezentują swoje wystąpienia dotyczące zastosowania algorytmów genetycznych. Chętna lub wybrana osoba notuje najważniejsze elementy wystąpień w formie mapy myśli na tablicy.

Faza podsumowująca:

1. Na koniec zajęć nauczyciel raz jeszcze wyświetla na tablicy temat lekcji i cele zawarte w sekcji „Wprowadzenie”. W odniesieniu do ich realizacji dokonuje szczegółowej oceny rozwiązania zastosowanego przez wybranego ucznia.

Praca domowa:

1. Uczniowie wykonują ćwiczenia 1–8 z sekcji „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne:

- Uczniowie mogą wykorzystać multimedia w sekcji „Prezentacja multimedialna” do przygotowania się do lekcji powtórkowej.