



Algorytmy genetyczne

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Infografika](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Algorytmy genetyczne są inspirowane zjawiskiem biologicznej ewolucji. Wykorzystuje się je m.in. do rozwiązywania problemów optymalizacyjnych, przy rozpoznawaniu obrazów, podczas korzystania z gier komputerowych i projektowania budynków.

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

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

Twoje cele

- Scharakteryzujesz koncepcję algorytmów genetycznych.
- Prześledzisz podstawowe słownictwo związane z algorytmami genetycznymi.
- Przeanalizujesz przykładowe zastosowania algorytmów genetycznych.

Koncepcja algorytmów genetycznych

Proces ewolucji biologicznej polega na zmianie cech organizmów wraz z biegiem pokoleń. Dzięki temu organizmy lepiej przystosowują się do otoczenia, co zwiększa ich szanse na przetrwanie. Co jednak łączy ewolucję biologiczną z algorytmami genetycznymi?

Naukowcy zbadali mechanizmy zachodzące w populacji organizmów, przyczyniające się do przebiegu ewolucji. Krzyżowanie się najsilniejszych osobników i losowe mutacje genów sprawiają, że następne pokolenia mogą być lepiej przystosowane do przetrwania w warunkach naturalnych. Okazuje się, że procesy te można również wykorzystać w informatyce – do efektywnego przeszukiwania zbioru rozwiązań danego problemu.

Ciekawostka

Pierwsze badania nad algorytmami genetycznymi odbywały się na początku lat 60. XX wieku. Były one przeprowadzane przez dwóch biologów: **Nilsa Barricelliego** oraz **Alexa Frasera**. Symulowali oni procesy genetyczne za pomocą komputerów. Wtedy nie myślano jeszcze o zastosowaniu tych symulacji do rozwiązywania problemów matematycznych. Ich potencjał odkrył **John Holland**, podczas swoich prac nad systemami adaptacyjnymi w 1962 roku. Od tej pory zaczęto używać algorytmów genetycznych w innych dziedzinach naukowych.

Zanim jednak omówimy działanie algorytmów genetycznych, musimy zapoznać się z następującymi pojęciami:

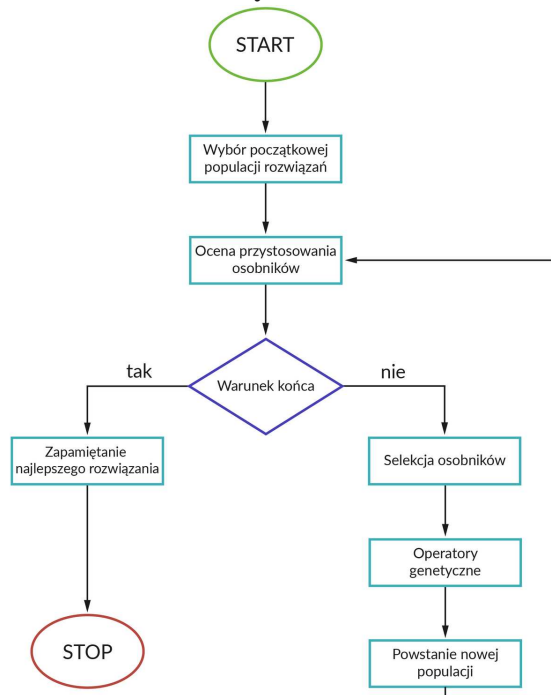
- **gen** – podstawowa jednostka przechowująca informację na temat pewnej szczególnej cechy organizmu; może to być wartość boolowska, liczba całkowita albo rzeczywista;
- **chromosom** – jest to zbiór liczb lub bitów reprezentujących poszczególne geny;
- **osobnik** – zbiór chromosomów; każdy osobnik jest reprezentantem pewnego rozwiązania danego problemu;
- **populacja** – jest to zbiór osobników; w kolejnych cyklach ewolucji rodzice są zastępowani przez swoje dzieci;
- **funkcja przystosowania** – funkcja pozwalająca, by dany osobnik określił swoje przystosowanie z punktu widzenia rozwiązywanego problemu; zakładamy, że wyższa wartość funkcji oznacza, że dany osobnik jest lepiej przystosowany.

Zasada działania algorytmów genetycznych

Na początku działania algorytmu genetycznego generujemy pierwszą populację organizmów. Każdy z osobników zostaje poddany ocenie na bazie jego przystosowania do

danych warunków. W kolejnym kroku przeprowadzana jest **selekcja osobników**. Najlepsi z nich są krzyżowani, a następnie tworzona jest nowa populacja. Algorytm możemy przeprowadzać do momentu, w którym nie uzyskamy zadowalającego nas rozwiązania.

Opisany proces przedstawia schemat blokowy:



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

Zalety i wady algorytmów genetycznych

Algorytmy genetyczne mogą być użyte do rozwiązywania problemów, dla których klasyczne algorytmy optymalizacyjne nie są skuteczne. Często są to problemy źle uwarunkowane lub trudne do sformułowania matematycznego.

Dodatkowo, większość klasycznych algorytmów optymalizacyjnych stosuje **deterministyczną** procedurę dojścia do optymalnego rozwiązania. Mają one tendencję do utknięcia w rozwiązaniu suboptymalnym i ich skuteczność zależy od punktu startowego poszukiwań.

Główną zaletą algorytmów genetycznych jest, że stosują **probabilistyczne**, a nie deterministyczne reguły wyboru. Nie przetwarzają bezpośrednio parametrów zadania, a jedynie jego zakodowaną postać oraz prowadzą poszukiwania, zaczynając od pewnej losowej populacji, a nie od pojedynczego punktu. Dodatkowo metoda ta jest stosunkowo szybka. Znalezienie rozwiązania często jest możliwe, po przejrzeniu zaskakująco niewielkiej przestrzeni rozwiązań.

Jednak duży wpływ na działanie algorytmów genetycznych ma prawidłowe zakodowanie problemu oraz odpowiednie dobranie funkcji przystosowania. Nie ma uniwersalnego sposobu mówiącego, jak powinien wyglądać cały proces, więc jest to często kwestia intuicji

i doświadczenia. Nigdy nie mamy pewności, czy znaleźliśmy rozwiązanie optymalne, ponieważ algorytmy genetyczne są algorytmami probabilistycznymi.

Przykładowe zastosowania algorytmów genetycznych

Dzięki swojej wydajności i prostocie algorytmy genetyczne znalazły szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach.

Zostały one wykorzystane w przemyśle lotniczym do optymalizacji konstrukcji skrzydła samolotu, poprzez minimalizację jego ciężaru oraz oporu aerodynamicznego. Na przełomie wieków XX oraz XXI trwały prace nad projektami samolotów naddźwiękowych. Jednym z nich był model NEXST-1. Japońskie Narodowe Laboratorium Kosmiczne (National Aerospace Laboratory of Japan) wraz ze swoimi inżynierami przygotowało projekt skrzydeł, który porównano z wynikami uzyskanymi przez naukowców wykorzystujących algorytmy genetyczne. Projekty stworzone z wykorzystaniem algorytmów oceniono wyżej.

Algorytmy genetyczne są również stosowane do konstrukcji strategii inwestycyjnych na giełdzie oraz do modelowania finansowego.

W przemyśle używa się tego typu algorytmów do harmonogramowania i szeregowania zadań. Dzięki nim powstały lepiej zoptymalizowane taśmy produkcyjne.

Algorytmy genetyczne są również wykorzystywane do wyznaczania punktów startowych dla deterministycznych algorytmów optymalizacyjnych. Dzięki temu przeszukiwanie przestrzeni rozwiązań nie jest aż tak losowe i eliminujemy problem związany z doбором punktu startowego poszukiwań.

Algorytmy genetyczne znalazły również zastosowanie przy projektowaniu sztucznych sieci neuronowych. Mogą być wykorzystywane do wyznaczenia liczby iteracji uczenia, czy liczności neuronów w poszczególnych warstwach. Są stosowane w rozwiązywaniu rzeczywistych problemów w różnych dziedzinach i pozwalają na pokonanie trudności związanych ze stosowaniem klasycznych metod optymalizacyjnych.

Słownik

algorytm probabilistyczny

algorytm, który do swojego działania wykorzystuje elementy losowe.

determinizm

koncepcja filozoficzna przyjmująca zasadę, zgodnie z którą wszystkie zjawiska są zależne od określonych warunków

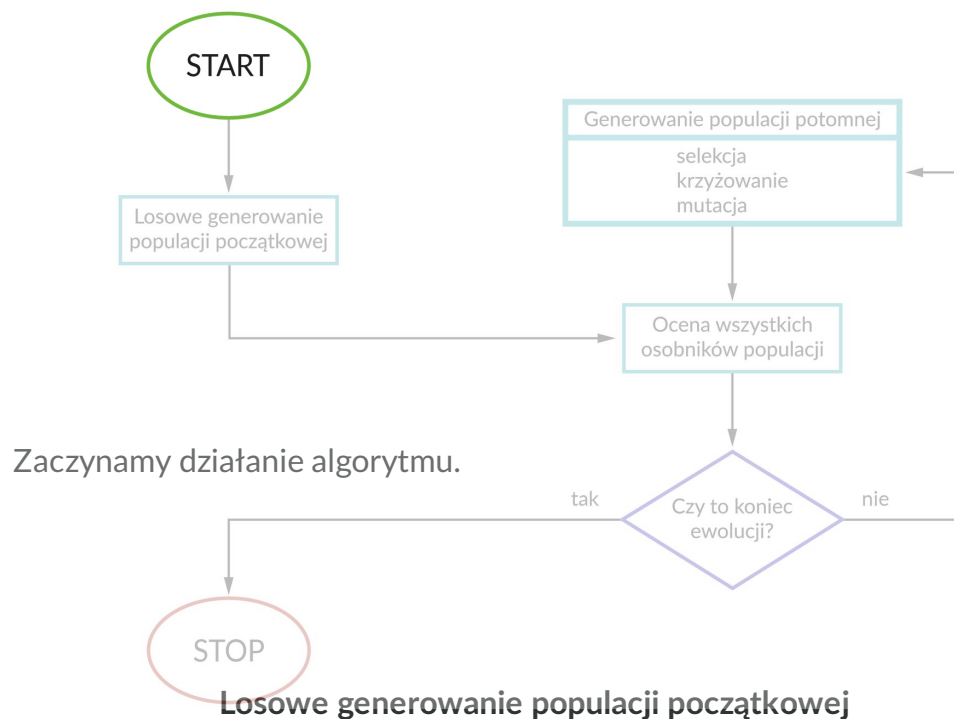
Infografika

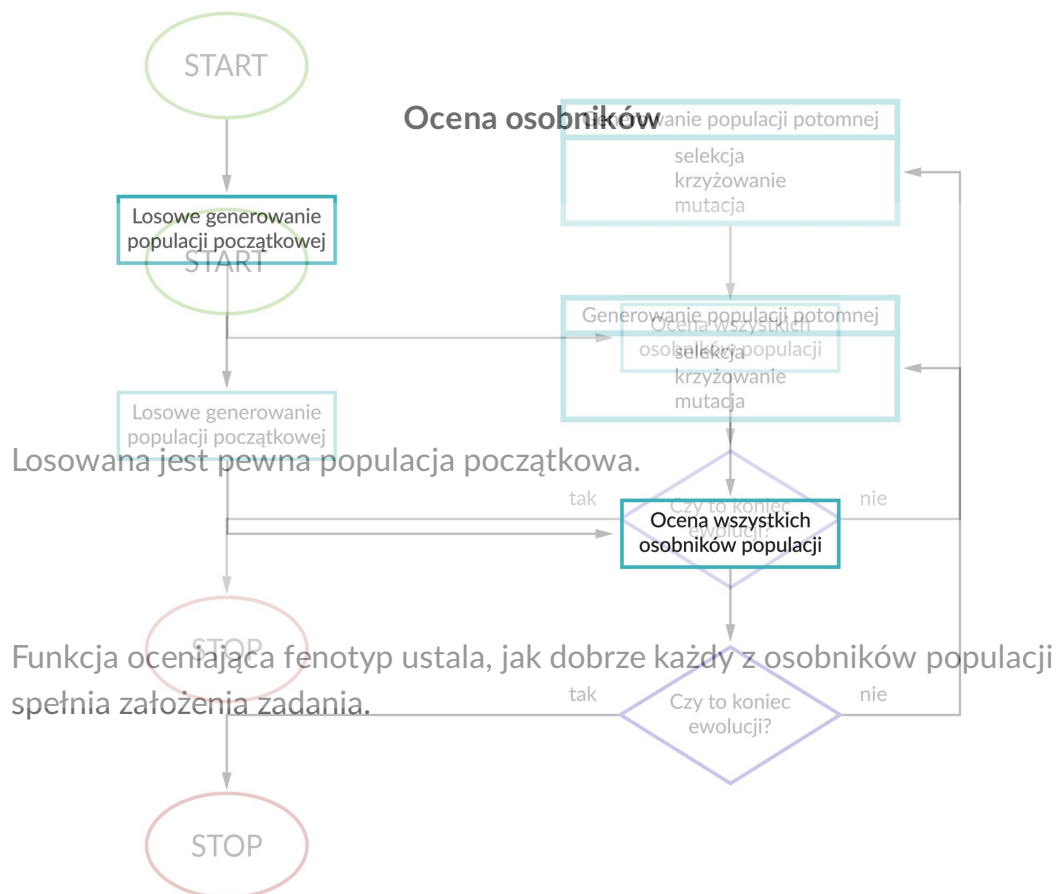
Polecenie 1

Przeanalizuj infografikę. Następnie zastanów się, jaki praktyczny problem można rozwiązać, wykorzystując zaprezentowany algorytm.

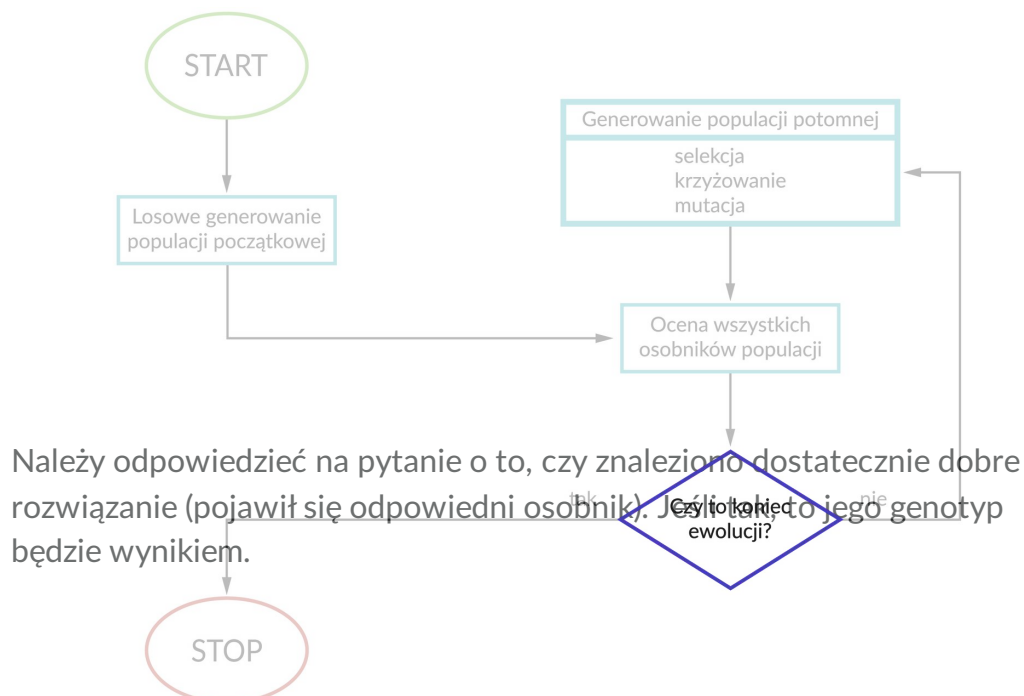
Ważne!

Start





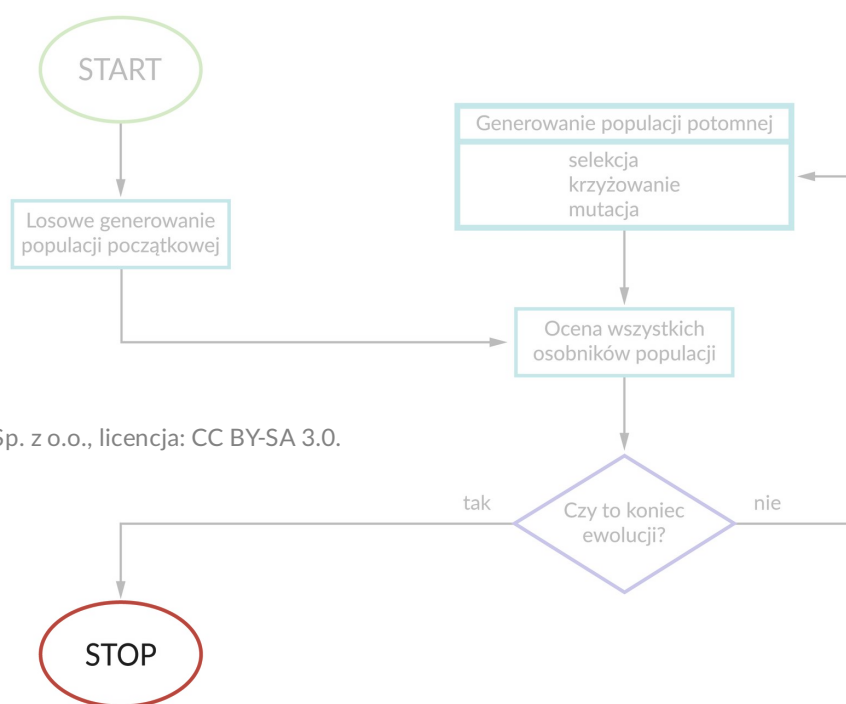
Czy to koniec ewolucji?



Generowanie populacji potomnej



Koniec ewolucji



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

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wskaż, jakim procesem biologicznym zainspirowali się naukowcy podczas tworzenia pierwszych algorytmów genetycznych.

- ☐ procesem działania ekosystemu
- ☐ procesem ewolucji biologicznej
- ☐ procesem przetwarzania informacji przez mózg

Ćwiczenie 2



Dokończ zdanie.

Algorytm probabilistyczny to algorytm, który do działania wykorzystuje...

- ☐ mechanizmy ewolucji.
- ☐ elementy losowe.
- ☐ sieci neuronowe.
- ☐ struktury danych.

Ćwiczenie 3



Wskaż poprawną odpowiedź.

Algorytmy genetyczne pozwalają na pokonanie trudności powiązanych ze stosowaniem klasycznych metod optymalizacyjnych.

☐ fałsz

☐ prawda

Ćwiczenie 4



Zaznacz wszystkie wady algorytmów genetycznych.

☐ Działanie algorytmów genetycznych jest bardzo wolne.

☐ Nie można mieć pewności, czy znalezione rozwiązanie jest optymalne, ponieważ algorytm genetyczny jest algorytmem probabilistycznym.

☐ Nie można mieć pewności, czy znalezione rozwiązanie jest optymalne, ponieważ algorytm genetyczny jest algorytmem deterministycznym.

☐ Duży wpływ na działanie algorytmów genetycznych ma prawidłowe zakodowanie problemu.

☐ Algorytm genetyczny osiąga słabe wyniki, jeżeli nie dobierzemy odpowiedniej funkcji przystosowania.

Ćwiczenie 5



Wskaż poprawną odpowiedź.

Czy algorytmy genetyczne mogą pomóc przy wyznaczaniu punktów startowych dla deterministycznych algorytmów optymalizacyjnych?

- ☐ Nie, ponieważ punkt startowy wyznaczony przez algorytm genetyczny nie wpływa na jakość ostatecznego rozwiązania.
- ☐ Tak, dzięki temu zwiększamy powodzenie działania naszego algorytmu.

Ćwiczenie 6



Uporządkuj w odpowiedniej kolejności główne etapy algorytmu genetycznego.

Dokonanie selekcji osobników.



Wygenerowanie startowej populacji.



Krzyżowanie osobników i losowe mutacje.



Stworzenie nowej populacji.



Ewentualne powtórzenie algorytmu dla nowo wygenerowanej populacji.



Ocena każdego z osobników na bazie jego przystosowania do danego problemu.



Ćwiczenie 7



Wstaw brakujące wyrażenia tak, aby treść przedstawionego tekstu była prawdziwa.

Pierwsze badania nad algorytmami genetycznymi miały miejsce w latach XX wieku. Były one przeprowadzane przez dwóch biologów: Nilsa Barricelliego oraz Alexa Frasera. Jednak wtedy jeszcze nie myślano o ich możliwościach w zakresie rozwiązywania problemów matematycznych. Dopiero w roku prace Johna Hollanda pokazały prawdziwy potencjał algorytmów genetycznych.

Ćwiczenie 8



Połącz w pary pojęcia z ich definicjami.

gen

zbiór osobników; w kolejnych cyklach ewolucji rodzice są zastępowani przez swoje dzieci

chromosom

dla danego osobnika określa jego jakość z punktu widzenia rozwiązywanego problemu

osobnik

podstawowa jednostka przechowująca informację na temat pewnej szczególnej cechy organizmu

populacja

zbiór liczb lub bitów reprezentujących poszczególne geny

funkcja przystosowania

zbiór chromosomów; jest reprezentantem pewnego rozwiązania do danego problemu

Dla nauczyciela

Autor: Bartosz Zadrozny

Przedmiot: Informatyka

Temat: Algorytmy genetyczne

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):

- Scharakteryzujesz koncepcję algorytmów genetycznych.
- Prześledzisz podstawowe słownictwo związane z algorytmami genetycznymi.
- Przeanalizujesz przykładowe zastosowania algorytmów genetycznych.

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. Chętna lub wybrana osoba przygotowuje prezentację na temat podstawowych informacji dot. algorytmów genetycznych.
2. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia e-materiał: „Algorytmy genetyczne”. Nauczyciel prosi uczniów o zapoznanie się z treściami w sekcji „Przeczytaj”.

Faza wstępna:

1. Nauczyciel inicjuje rozmowę wprowadzającą w temat lekcji. Przedstawia cele zajęć oraz kryteria sukcesu.
2. **Rozpoznanie wiedzy uczniów.** Nauczyciel prosi wybranego ucznia lub uczniów o przedstawienie sytuacji problemowej związanej z tematem lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Osoba, która przygotowała prezentację dot. algorytmów genetycznych, występuje z nią. W razie potrzeby nauczyciel wyjaśnia niezrozumiałe treści.
2. **Praca z tekstem.** Uczniowie w formie mapy myśli przygotowują notatkę dotyczącą najważniejszych informacji zaprezentowanych w prezentacji oraz sekcji „Przeczytaj”.
3. **Ćwiczenie umiejętności.** Uczniowie realizują indywidualnie ćwiczenia nr 1–6, po ich wykonaniu porównują otrzymane wyniki z inną osobą.
4. **Praca z multimedium.** Uczniowie zapoznają się z sekcją „Infografika” i wykonują Polecenie 1.

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.
2. Nauczyciel prosi uczniów o podsumowanie zgromadzonej wiedzy.

Praca domowa:

1. Uczniowie wykonują ćwiczenia 7–8 z sekcji „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne:

- Uczniowie mogą wykorzystać multimedium w sekcji „Infografika” do przygotowania się do lekcji powtórkowej.