

# Metody Rozmyte i Algorytmy Ewolucyjne

mgr inż. Piotr Kaczyński

Wydział Matematyczno-Przyrodniczy  
Szkoła Nauk Ścisłych  
Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego

Wykład wstępny



# Plan prezentacji

- 1 Wprowadzenie
  - Kontakt
  - Tematyka wykładu
  - Zasady zaliczenia
- 2 Algorytmy i techniki ewolucyjne
  - Geneza
  - Źródła przyrodnicze
  - Przykład działania
- 3 Metody rozmyte
  - Geneza
  - Zastosowania

# Dane kontaktowe

- E-mail: `p.kaczynski@uksw.edu.pl`,
  - W temacie e-maila **musi** pojawić się na początku [MRAE],
  - Temat maila powinien zawierać zwięzłą informację dotyczącą jego zawartości,
  - E-mail **musi** być podpisany imieniem i nazwiskiem,
- Konsultacje:
  - Po wykładzie w piątki (w ramach ćwiczeń),
  - Umawiane poprzez e-mail, zależne od dostępności czasu (najchętniej wtorek i środa)



# Treść wykładu

- Wykład wstępny,
- Podstawy optymalizacji (2007.03.02),
- Algorytm symulowanego wyżarzania, podstawowy schemat algorytmu ewolucyjnego i najprostsze operatory genetyczne (2007.03.09),
- Strategie ewolucyjne i podstawowe operatory genetyczne (2007.03.16),
- Zarządzanie populacją, metody symulacji algorytmu (2007.03.30),
- Kodowanie i operatory genetyczne (2007.04.13),
- Zaawansowane zagadnienia związane z algorytmami genetycznymi (2007.04.20),







# Treść wykładu

- *No free lunch theorem* i przykłady zastosowań (2007.04.27),
- Definicja i przykłady klasycznych oraz skierowanych zbiorów rozmytych (2007.05.11),
- Działania na zbiorach rozmytych i wnioskowanie rozmyte, aproksymacja rozmyta (2007.05.18),
- Rozmyty system wnioskujący (2007.05.25),
- Rozmyte sztuczne sieci neuronowe (2007.06.01),



# Literatura

-  Jarosław Arabas.  
*Wykłady z algorytmów ewolucyjnych.*  
Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2001.
-  Earl Cox.  
*The Fuzzy Systems Handbook.*  
Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, 1999.
-  Zbigniew Michalewicz.  
*Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne.*  
Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2003.
-  R.R. Yager, D. Filev.  
*Podstawy modelowania i sterowania rozmytego.*  
Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1995.



# Potencjalnie zainteresowani

- Informatycy interesujący się problematyką optymalizacji dyskretnej,
- Osoby zainteresowane technikami sztucznej inteligencji,
- Praktycy chcący rozwiązywać problemy **praktyczne**,
- Wymagane są:
  - **Chęć do nauki**,
  - Znajomość podstaw rachunku prawdopodobieństwa,
  - Znajomość podstawowych zagadnień badań operacyjnych,
  - Umiejętność programowania na dowolnej platformie (+ robienie wykresów),

# Zasady zaliczenia

- Na ocenę końcową składa się egzamin i projekt,
- Projekt realizowany jest w ramach ćwiczeń (nie są obowiązkowe),
- Egzamin
  - Zestaw zadań/pytań otwartych,
  - Możliwa liczba punktów do zdobycia: 60,
- Projekt (od ok. 2007.03.30 do 2007.06.01)
  - Implementacja i analiza jednego z algorytmów przedstawianych na wykładzie,
  - Sprawozdanie z projektu, kod źródłowy oraz „obrona” projektu,
  - Oceniana będzie również zawartość merytoryczna analizy i wniosków z badań projektowych,
  - Maksymalna liczba punktów do zdobycia: 40,
- Trzeba zdobyć co najmniej 15 punktów z projektu i 20 z egzaminu,





# Punktacja dodatkowa i oceny

- Za napisanie sprawozdania w  $\text{\LaTeX}$ 'u +5% do ogólnej punktacji,
- Zaliczenie projektu przed 2007.06.01 (na co najmniej 20 pkt.) dopuszcza do egz. „0”,
- Punktacja

Liczba punktów	Ocena
0 – 50	2
51 – 60	3
61 – 70	3.5
71 – 80	4
81 – 90	4.5
91 – 100	5



# Proste zagadnienie optymalizacji

- Standardowe zagadnienie optymalizacji z ograniczeniami

$$\min_{x \in \mathbb{R}^n} f(x)$$

przy ograniczeniach:

$$g_i(x) \leq 0, \quad i = 1, 2, \dots$$

- Jeśli  $f(x)$  liniowa oraz  $g_i(x)$  liniowe, to jest to zagadnienie programowania liniowego,
- Zagadnienia programowania liniowego są proste (metoda sympleks),
- Jeśli  $f(x)$  nieliniowa oraz/lub  $g_i(x)$  nieliniowe, to jest to zagadnienie programowania nieliniowego,
- Zagadnienie trudne, najczęściej znalezienie rozwiązania optymalnego bardzo trudne



# Zagadnienie optymalizacji dyskretnej

- Standardowe zagadnienie optymalizacji dyskretnej

$$\min_x f(x)$$

przy ograniczeniach:

$$g_i(x) \leq 0, \quad i = 1, 2, \dots$$

oraz:

$$x_j \in \mathbb{Z} \quad \text{dla wybranych } j$$

- Jest to zagadnienie **istotnie** trudniejsze,
- Algorytmy (o bardzo dużej złożoności obliczeniowej) dostępne tylko dla zagadnień liniowych,
- Problemy optymalizacji dyskretnej są bardzo często spotykane w życiu!



# Zagadnienie optymalizacji nieróżniczkowalnej

- $f(x)$  oraz  $g(x)$  nieróżniczkowalne,
- Na przykład  $f(x) = |x|$ , lub  $f(x) = \text{sgn}(x)$ ,
- Klasyczne, iteracyjne algorytmy poszukiwania minimum najczęściej korzystają z informacji o pochodnej (pierwszego i drugiego rzędu),
- Nieliczne metody przeszukiwania, nie gwarantujące znalezienia rozwiązania optymalnego (globalnie),



# Problemy praktyczne

- W zagadnieniach praktycznych często nie oczekujemy znalezienia **najlepszego** rozwiązania,
- Najczęściej chcemy dostać **lepsze** rozwiązanie, niż to, które stosujemy obecnie.

## Przykład

Firmy gazeciarskie (RUCH, Kolporter) codziennie muszą rozwieźć zadaną liczbę gazet do punktów dystrybucji (kiosków). Dla każdego samochodu (w uproszczeniu) musi być rozwiązany problem komiwojażera i problem plecakowy (można pakować tylko pełne paczki gazet). Spróbować zapisać problem komiwojażera jako problem optymalizacyjny.



# W poszukiwaniu rozwiązań

- Człowiek bardzo często szuka rozwiązań problemów w przyrodzie,

## Przykłady

- Samoloty (ptaki, skrzydła),
- Łodzie podwodne (ryby),
- Porozumiewanie się w podczerwieni, ultradźwięki,
- Sztuczne sieci neuronowe (neurony w układzie nerwowym),
- Algorytmy genetyczne wykorzystują (luźno) ideę ewolucji,
- Osobniki poprzez długotrwały proces ewolucji **przystosowują** się do otoczenia.

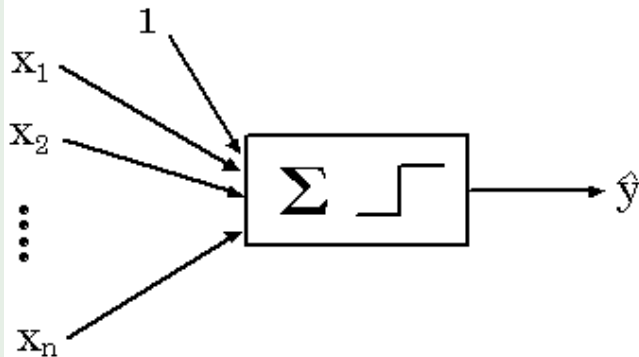
# Przykład — neuron

## Przykład



# Przykład — neuron

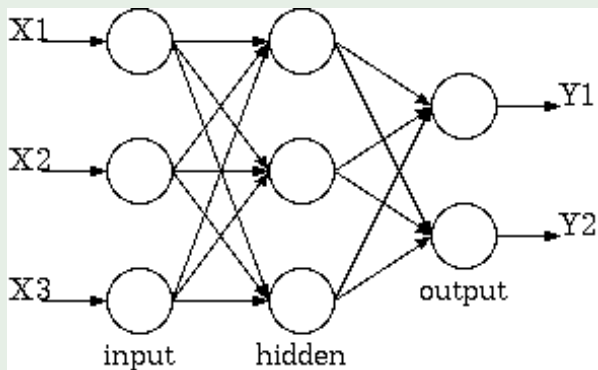
## Przykład





# Przykład — neuron

## Przykład

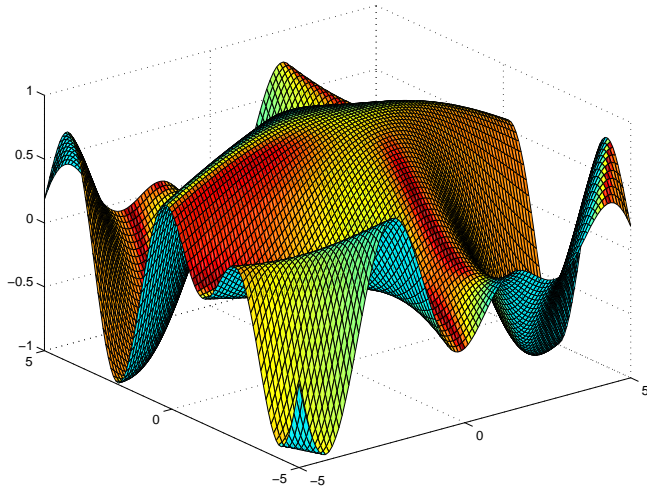


# Owce w terenie

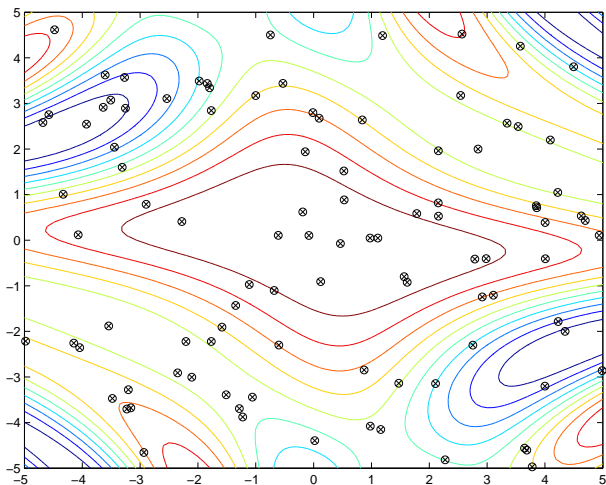
- Niech dany będzie pewien górzysty teren (środowisko),
- Im wyżej znajdujemy się w tym terenie, tym więcej pożywienia (f. przystosowania),
- W teren ten wypuszczamy populację „owieczek” w losowych punktach terenu (inicjalizacja),
- Ponieważ owce są krótkowzroczne, mogą tylko poruszać się w małym zakresie nie bardzo wiedząc, czy idą w dobrym kierunku (mutacja),
- Owce, które mają więcej pożywienia, mają większą szansę na to, że ich potomkowie przetrwają (selekcja),
- **Czy znajdzie się jakaś owca, która wejdzie na najwyższy szczyt terenu?**



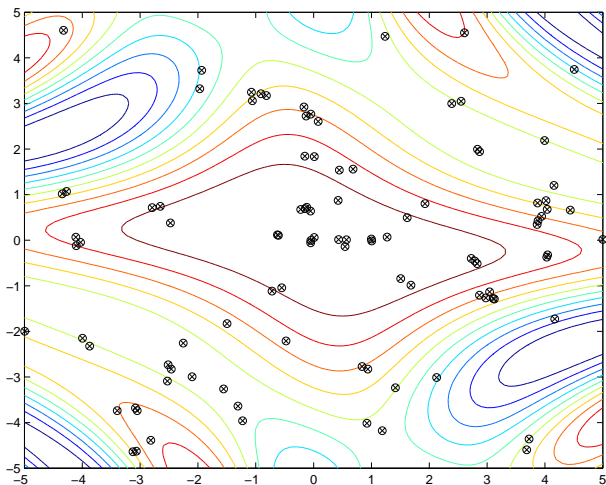
# Działanie algorytmu



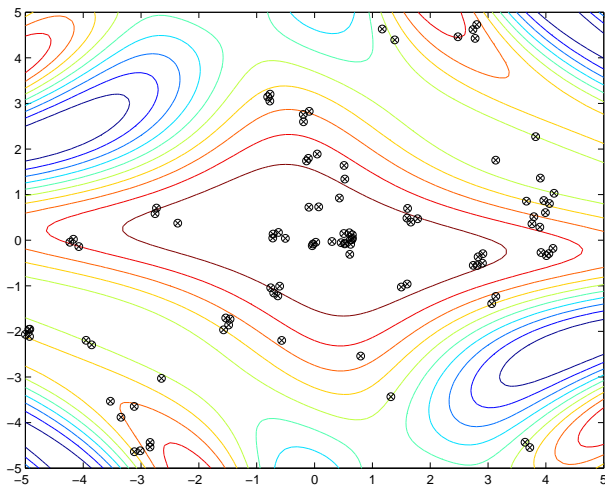
# Działanie algorytmu



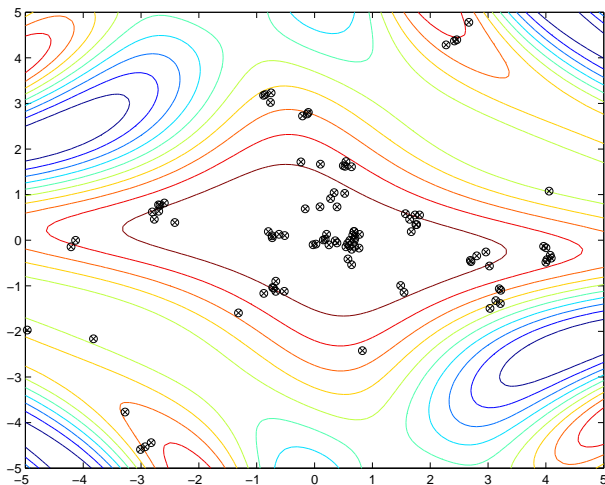
# Działanie algorytmu



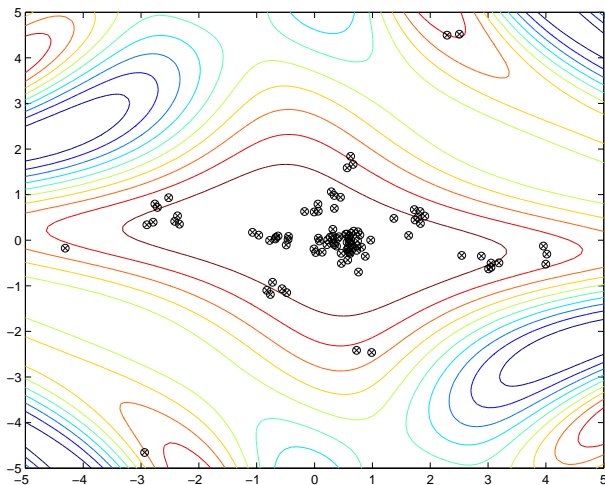
# Działanie algorytmu



# Działanie algorytmu

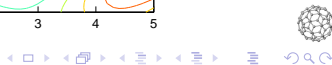
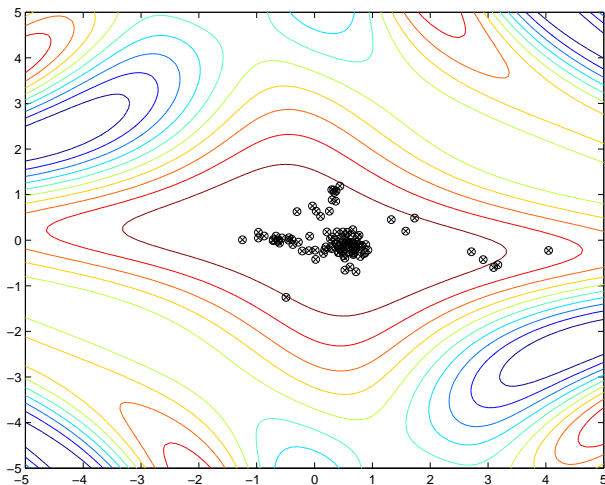


# Działanie algorytmu

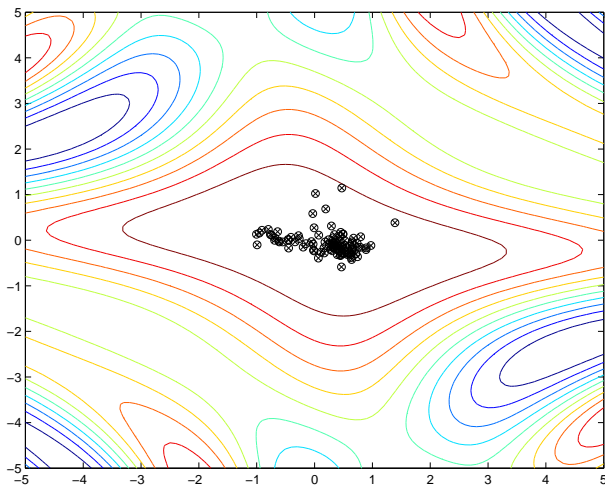




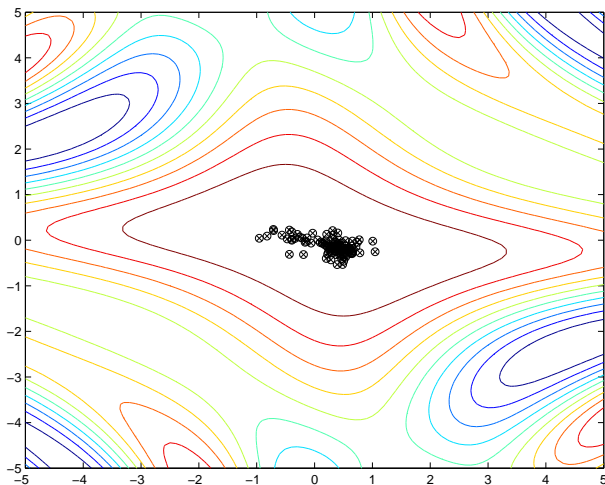
# Działanie algorytmu



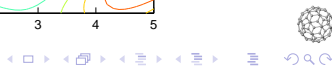
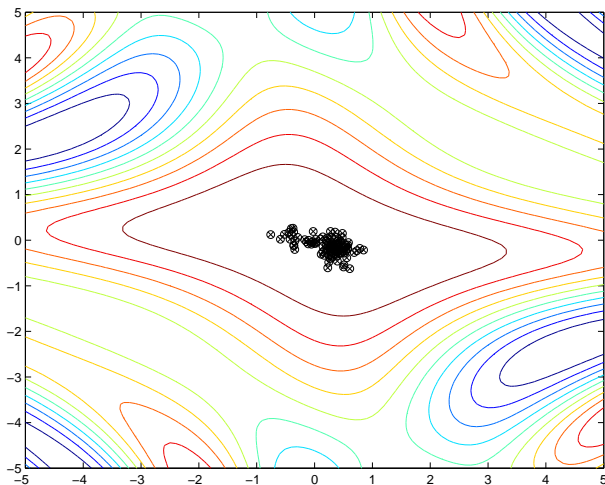
# Działanie algorytmu



# Działanie algorytmu



# Działanie algorytmu



# Logika klasyczna

- Pojęcie przynależności do zbioru - definiowane przez własność,
- Jeśli  $x$  należy do  $A$  zapisujemy

$$x \in A$$

- Jeśli  $x$  nie należy do  $A$  zapisujemy

$$x \notin A$$

- **Zawsze** można określić, czy dany element należy, czy nie należy do zbioru,
- Klasyczne operatory na zbiorach: przecięcie ( $\cap$ ) i suma ( $\cup$ ), dobrze zdefiniowane operacje.



# Opis świata przez człowieka

- Własności i ich opis przez człowieka najczęściej jest **względny**,

## Przykład

Niech dane będzie pojęcie temperatury wody w kranie. Człowiek nie ma „termometru w ręce”. Kiedy spytamy się kogoś, aby powiedział jaka jest temperatura wody może odpowiedzieć

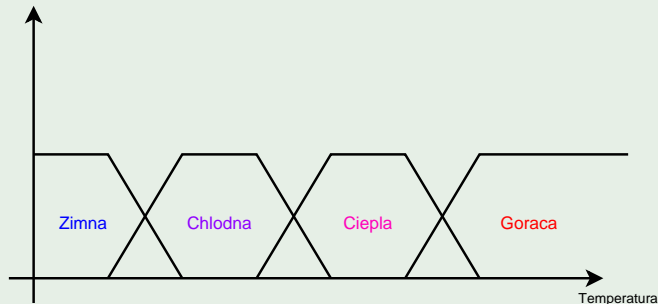
- Ciepła,
- Gorąca,
- Zimna,
- itd...
- **Nigdy** nie otrzymamy odpowiedzi „temperatura wynosi  $73,8^{\circ}\text{C}$ ”!



# Logika rozmyta

- Względny i **rozmyty** opis wiedzy posiadanej przez człowieka,
- Element może należeć do pewnego zbioru **w pewnym stopniu**,

## Przykład (Zbiory rozmyte dla temperatury wody)



# Rozmyte systemy wnioskujące

- Ponieważ wiedza ludzka jest „rozmyta”, łatwiej jest ją zapisać w postaci logiki rozmytej,
- Bardzo często stosowane w medycynie do wykrywania chorób,
- Regulatory obszarowe o rozmytych obszarach,

## Przykłady reguł rozmytych

- Jeśli temperatura jest **ciepła** to przykręć kaloryfer,
- Jeśli pacjent ma **podwyższoną** temperaturę oraz jest **blady** to ma grypę,
- Jeśli trawnik **długo** nie był podlewany oraz wilgotność jest **wysoka**, to uruchom spryskiwacze trawnika na **krótki** okres czasu.





Dziękuję za uwagę. Pytania?