

# Metody Rozmyte i Algorytmy Ewolucyjne

mgr inż. Piotr Kaczyński

Wydział Matematyczno-Przyrodniczy  
Szkoła Nauk Ścisłych  
Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego

Wykład wstępny



## Dane kontaktowe

- ▶ E-mail: [p.kaczynski@uksw.edu.pl](mailto: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)



## Plan prezentacji

### Wprowadzenie

Kontakt  
Tematyka wykładu  
Zasady zaliczenia

### Algorytmy i techniki ewolucyjne

Geneza  
Źródła przyrodnicze  
Przykład działania

### Metody rozmyte

Geneza  
Zastosowania



## 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),



## 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),



## 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.



## 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



## 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!



## 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 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 **lepsz**e rozwiązanie, niż to, które stosujemy obecnie.

### Przykład

Firmy gazeciarskie (RUCH, Kolporter) codziennie muszą rozwiązać 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

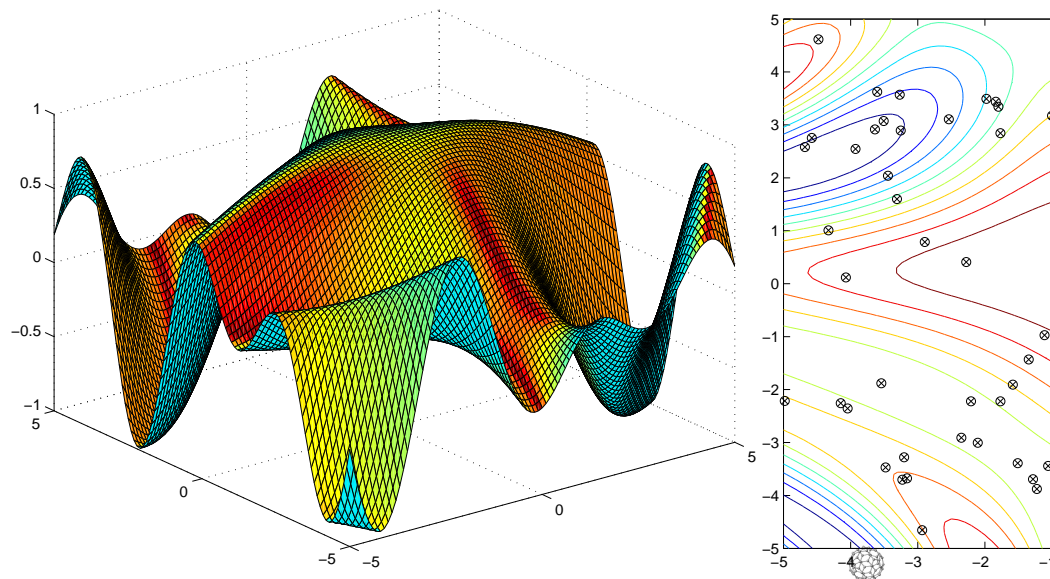


## Owce w terenie

- ▶ 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



## 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

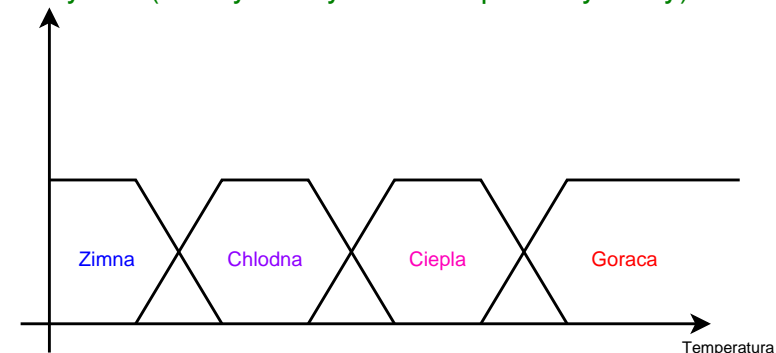
Niech dane będzie pojęcie temperatury wody w kranie. Człowiek nie ma „termometru w ręce”. Kiedy spytamy się kogoś, aby powiedział jaka jest temperatura wody może odpowiedzieć

- ▶ 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 gripę,
- ▶ Jeśli trawnik **długo** nie był podlewany oraz wilgotność jest **wysoka**, to uruchom spryskiwacze trawnika na **krótki** okres czasu.

