

# O wybieraniu najlepszych funkcji optymalizacyjnych

Łukasz Grabarski

# Plan prezentacji

- 1 Wprowadzenie
- 2 CEC
- 3 BBOB
- 4 Testy statystyczne

# Metaheurystyka

**Metaheurystyka** – ogólny algorytm (heurystyka) do rozwiązywania problemów obliczeniowych. Algorytmu metaheurystycznego można używać do rozwiązywania **dowolnego problemu**, który można opisać za pomocą pewnych definiowanych przez ten algorytm pojęć.

# Metaheurystyka

- Jak znaleźć najlepszy algorytm?
- Na jakiej podstawie porównywać ze sobą algorytmy?



# Metaheurystyka

- Jak znaleźć najlepszy algorytm?
- Na jakiej podstawie porównywać ze sobą algorytmy?

Odpowiedź: Benchmarki i testy



# Dlaczego benchmarki?

- Uważa się je za podstawę do opracowywania bardziej złożonych problemów optymalizacyjnych np. wielokryterialnych
- Muszą one symulować stopień trudności rzeczywistych problemów optymalizacyjnych w świecie rzeczywistym.
- Muszą być w stanie wykryć słabości i mocne strony nowych algorytmów optymalizacyjnych, które znacząco się poprawiły w ciągu ostatnich kilku lat.

# CEC - to znaczy?

**CEC** (ang. "IEEE Congress on Evolutionary Computation") to coroczna konferencja poświęcona algorytmom ewolucyjnym i innym algorytmom heurystycznym. Konferencja ta organizowana jest przez Instytut Inżynierów Elektryków i Elektroników (IEEE).


# CEC - to znaczy?

Benchmarki służą do oceny skuteczności algorytmów optymalizacji i porównywania wyników różnych algorytmów na tych samych zestawach testowych. CEC Benchmark Functions składają się z 28 funkcji testowych, które zostały zaprojektowane specjalnie dla konkursów optymalizacyjnych w ramach tejże konferencji.



# CEC 2021 - Kraków







https://cec2021.mini.pw.edu.pl/en/organization/organizing-committee.html



**2021 IEEE**  
CONGRESS ON EVOLUTIONARY COMPUTATION  
28.06–1.07.2021 • Kraków • POLAND

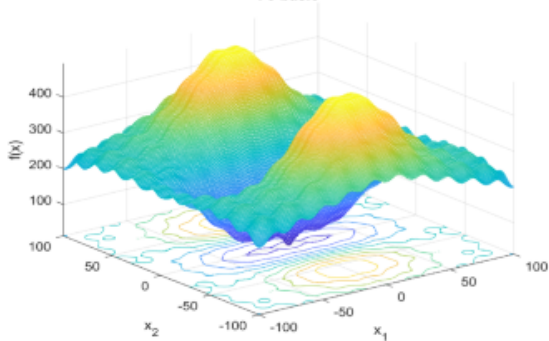
Home Calls ▾ Paper Submission Registration Program ▾ **Organization ▾** 🔍

## ORGANIZING COMMITTEE

General Co-Chair	General Co-Chair	Program Co-Chair	Program Co-Chair	Technical Co-Chair	Technical Co-Chair
					
Jacek Mańdziuk	Hussein Abbass	Yew-Soon Ong	Hemant Singh	Daniel Ashlock	Oscar Cordon

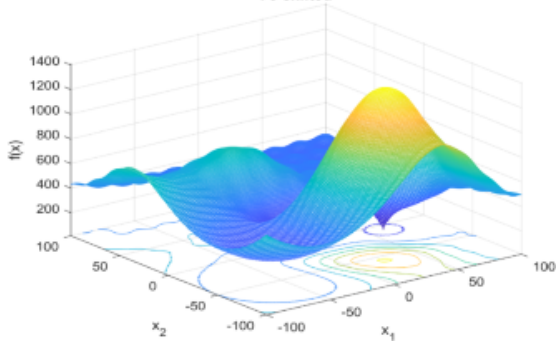
# CEC 2021 - benchmarki

F9 basic



(a) Basic function

F9 shifted



(b) Shifted function

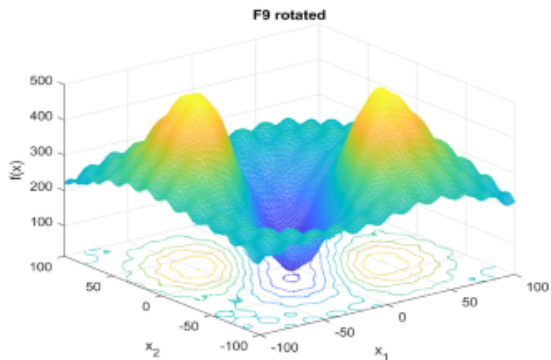
F9 rotated



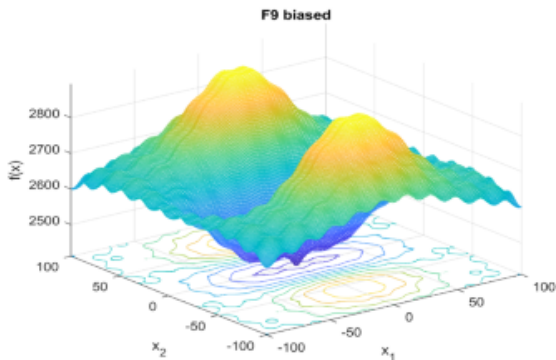
F9 biased



# CEC 2021 - benchmarki

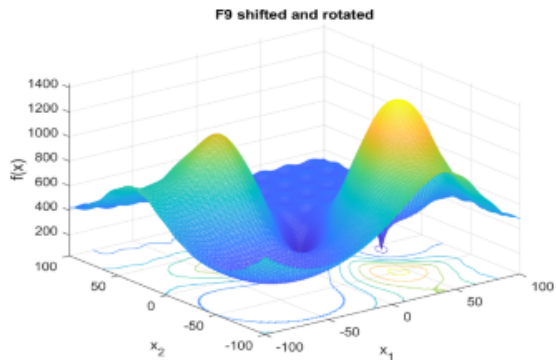


**(c)** Rotated function

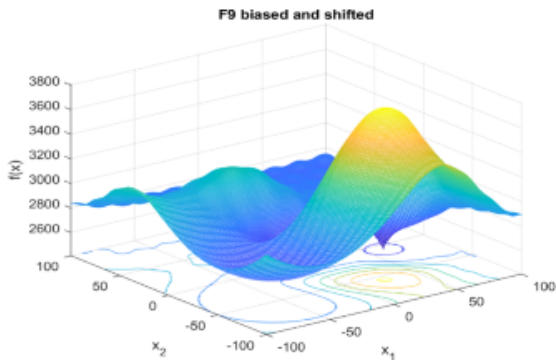


**(d)** Biased function

# CEC 2021 - benchmarki

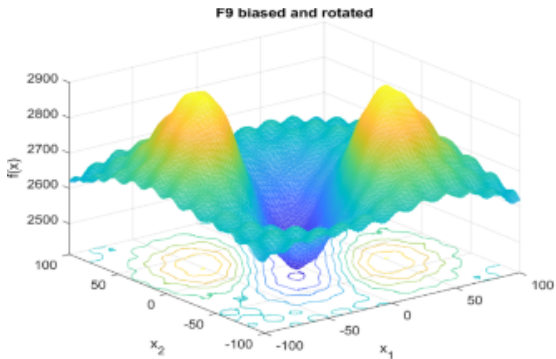


**(e)** Shifted and rotated function

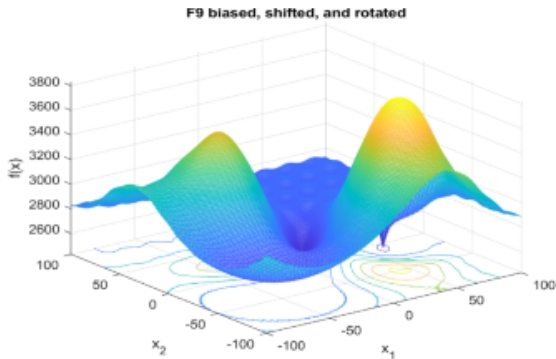


**(f)** Biased and shifted function

# CEC 2021 - benchmarki



**(g)** Biased and rotated function

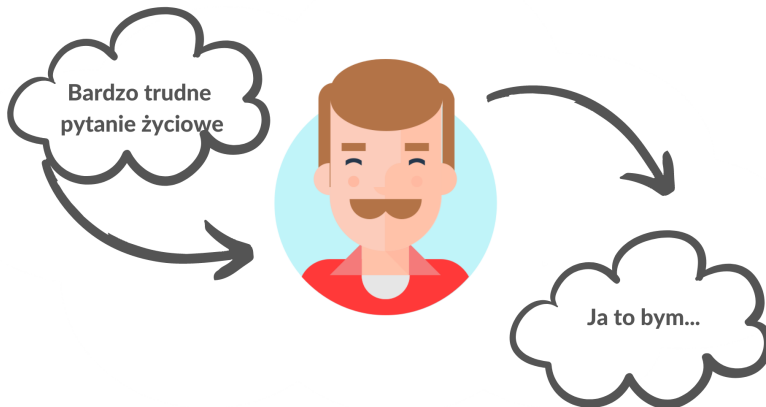


**(h)** Biased, shifted and rotated function

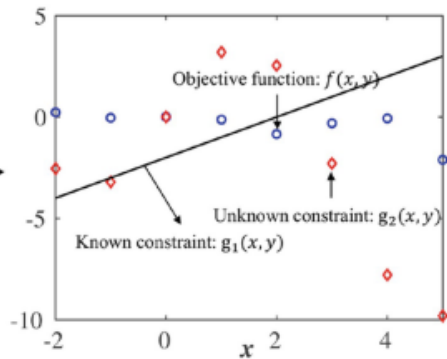
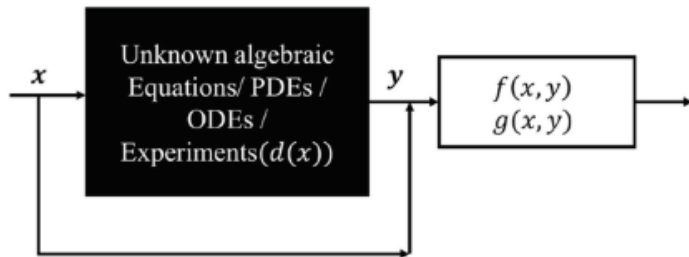
# BBO - życiowo



# BBO - życiowo



# BBO - formalniej

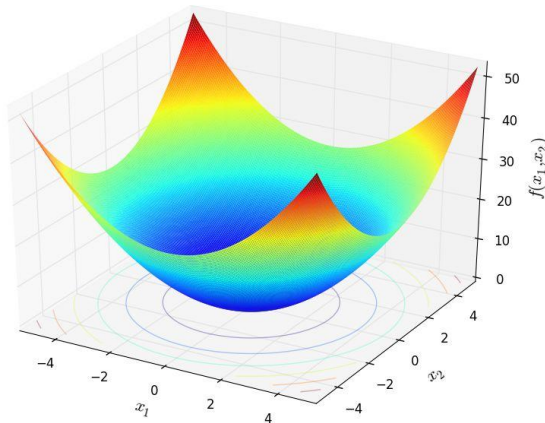




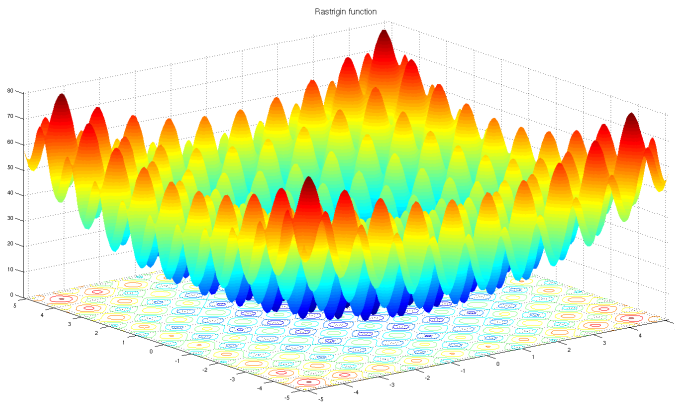
# BBOB - co to?

**Black Box Optimization Benchmark (BBOB)** to zbiór testów, które służą do oceny skuteczności algorytmów optymalizacji globalnej. Jest to benchmark, ponieważ zawiera zestaw standardowych funkcji celu, które pozwalają porównać wyniki różnych algorytmów na tych samych danych testowych. [2]

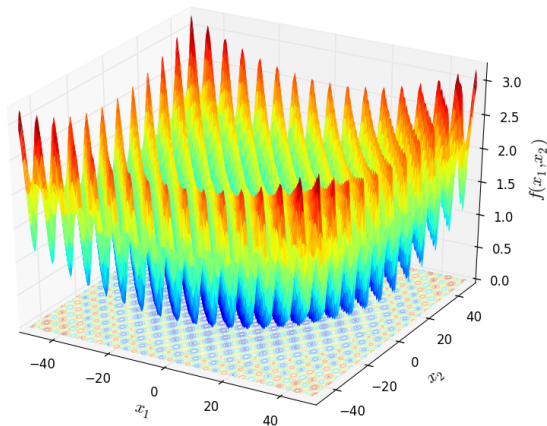
# Sphere Function



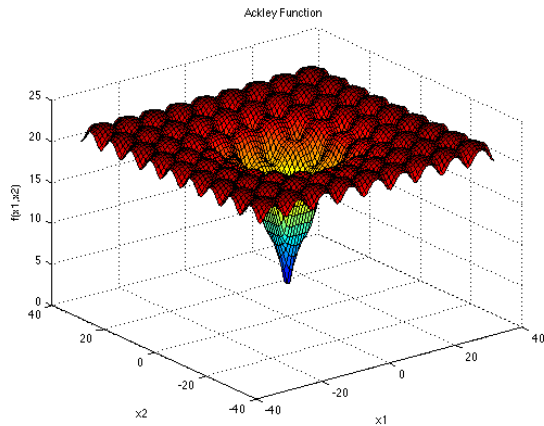
# Rastrigin Function



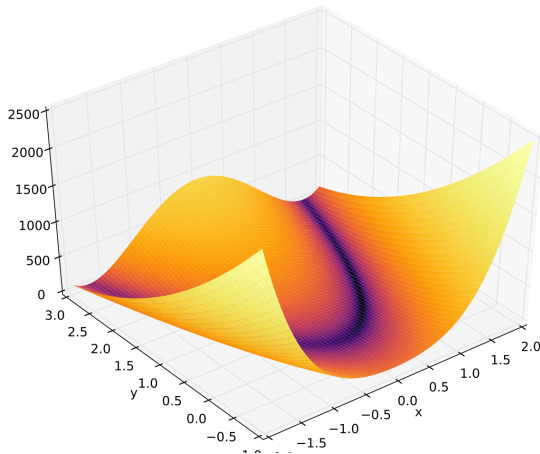
# Griewank Function



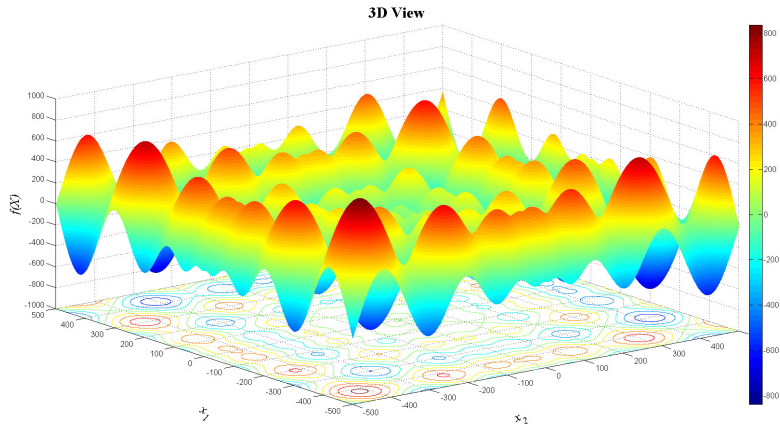
# Ackley Function



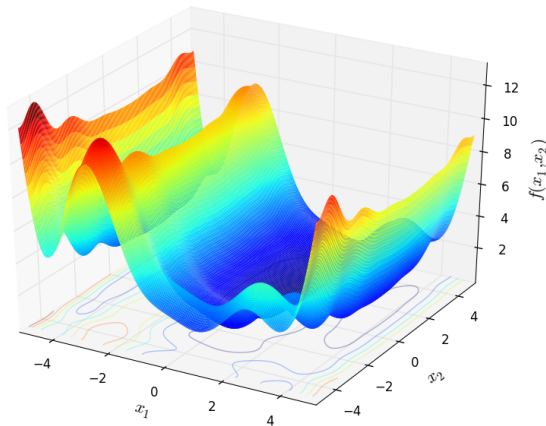
# Rosenbrock (banana) Function



# Schwefel Function



# Levy Function





# O testach statystycznych w ogóle

## Test statystyczny

Testem statystycznym nazywamy statystykę  $\varphi : X \rightarrow \{0, 1\}$ , której wartość 1 interpretujemy jako wskazanie odrzucenia hipotezy zerowej, natomiast wartość 0 — jako brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej.

# O testach statystycznych w ogóle

## Hipoteza

Hipoteza (gr. *hypóthesis* = założenie) — zdanie przyjęte jako założenie, w celu wyjaśnienia jakiegoś zjawiska i wymagające sprawdzenia. Zazwyczaj mamy **hipotezę zerową**  $H_0$  i odpowiadającą jej **hipotezę alternatywną**  $H_1$ .

# Jak sprawdzać hipotezy?

- 1 Stawiamy hipotezę zerową  $H_0$  i alternatywną  $H_1$
- 2 Ustalamy model matematyczny
- 3 Przyjmujemy poziom istotności  $\alpha$
- 4 Liczymy wartość statystyki testowej  $T$
- 5 Liczymy wartość istotności testu  $p$  (ang.  $p - value$ )
- 6 Decydujemy: jeśli  $p \leq \alpha$  odrzucamy  $H_0$

# Test Kołmogorowa - Smirnowa

## Założenia

Weźmy dwie próbki proste z ciągłych rozkładów:

$X = (X_0, \dots, X_n) \sim F$  oraz  $Y = (Y_0, \dots, Y_m) \sim G$ .

Interesuje nas problem:  $H_0 : F = G$  vs.  $H_1 = F \neq G$

# Test Kołmogorowa - Smirnowa

## Statystyka testowa

Rozważamy następującą statystykę:

$$D_{n,m} = \sup_{x \in \mathbb{R}} |\widehat{F}_n(x) - \widehat{G}_m(x)|$$

Hipotezę zerową będziemy odrzucać na poziomie istotności  $\alpha$  gdy:  $D_{n,m} \geq D_{n,m}(1 - \alpha)$ , gdzie  $D_{n,m}(1 - \alpha)$  jest kwantylem rzędu  $1 - \alpha$  rozkładu statystyki testowej (przy założeniu prawdziwości  $H_0$ ).

# Reasumując...



# Tyle wystarczy...

Dziękuję za uwagę!

# Bibliografia

 P.Agrawal A. Mohamed, K. Sallam.

Evaluating the performance of meta-heuristic algorithms on cec 2021 benchmark problems, Jan 2023.

 O. Mersmann N. Hansen, D. Brockhoff.

Comparing continuous optimizers: numbbbo, March 2022.