



# Основи натхнених природою обчислень

Лекція 1: Вступ до еволюційних обчислень

Кочура Юрій Петрович  
[iuriy.kochura@gmail.com](mailto:iuriy.kochura@gmail.com)  
[@y\\_kochura](https://twitter.com/y_kochura)

# Сьогодні

- 🎙 Навіщо вчитися у природи?
- 🎙 Біоніка
- 🎙 Теорія еволюції за Дарвіном
- 🎙 Еволюційні алгоритми: термінологія
- 🎙 Штучна еволюція на практиці
- 🎙 Відомі алгоритми еволюційних обчислень
- 🎙 Бібліотеки та фреймворки для еволюційних обчислень

Навіщо вчитися у  
природи?

# Алгоритми в природі



# Біоніка

Біоніка, біоміметика або біомікрія – наука, що вивчає застосування принципів дії живих систем і використання біологічних процесів для вирішення інженерних завдань.

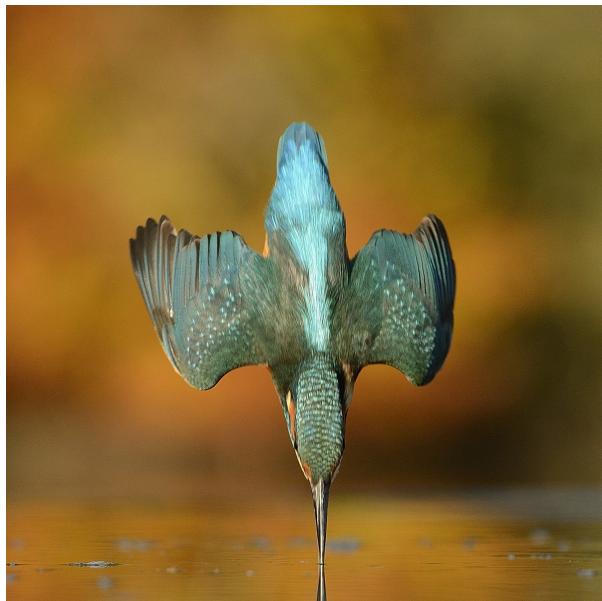


- Природа у ході еволюції розробила ефективні методи вирішення задач обробки інформації
- Методи, що імітують такі природні процеси, часто називають «натхнені природою»

Приклад 1: конструкція крила літака



**Приклад 2:** швидкісні поїзди з новим дизайном передньої частини





Flying Failures | Stock Footage



Info



Share



0:00 / 4:25



YouTube

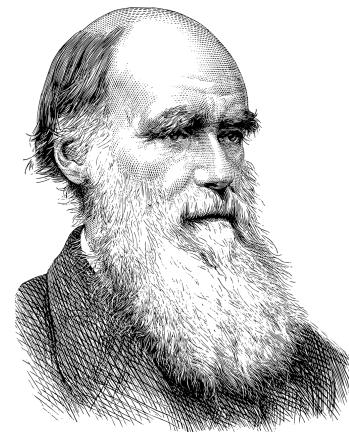


# Еволюція



# Еволюційні алгоритми

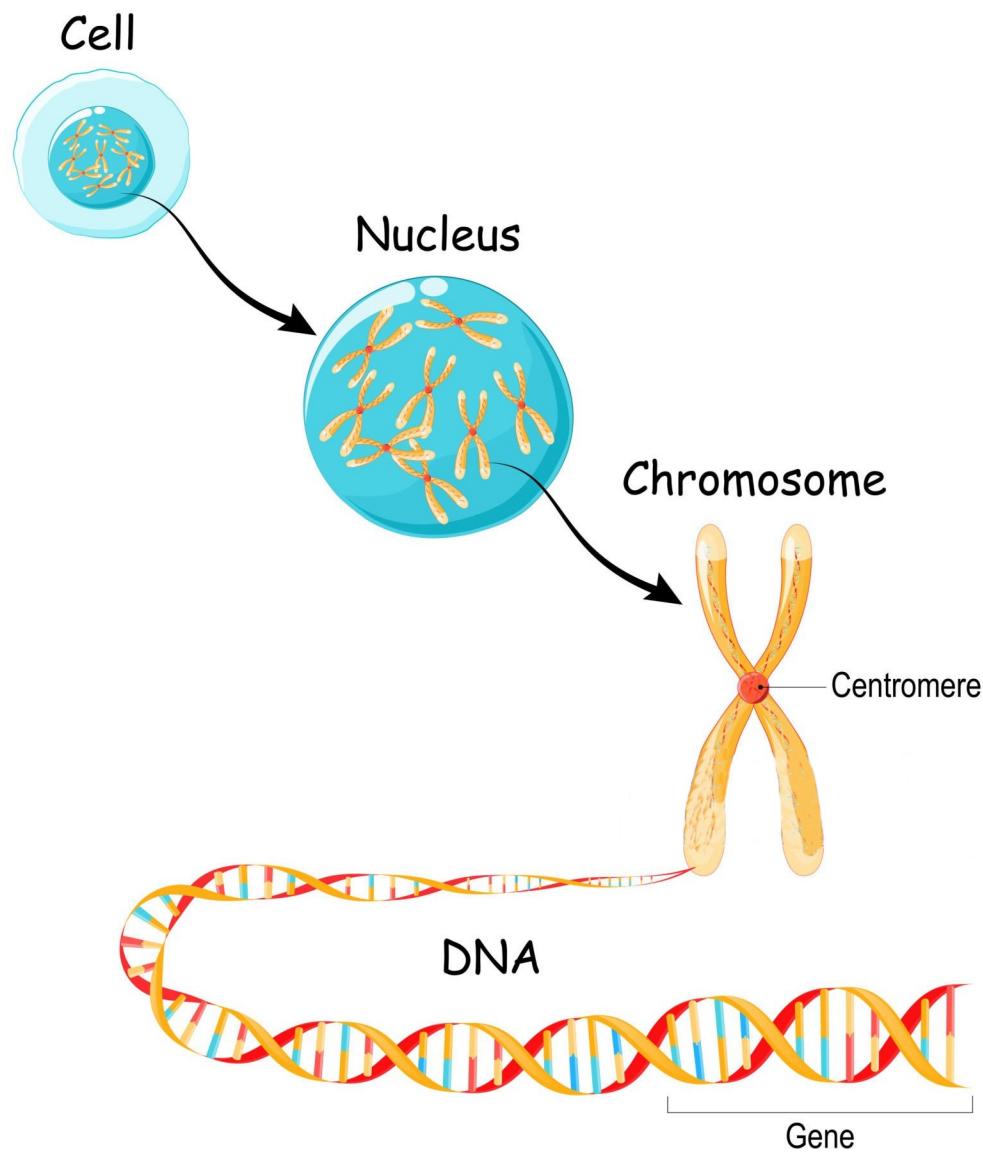
- Потомство, створене шляхом схрещування, мутації тощо
- Природний відбір – процедура керованого пошуку
- Індивіди, які краще адаптовані до умов, виживають, розмножуються та передають свою генетичну інформацію нащадкам
- Популяції пристосовуються до умов навколишнього середовища. Варіації накопичуються з часом, створюючи нові види

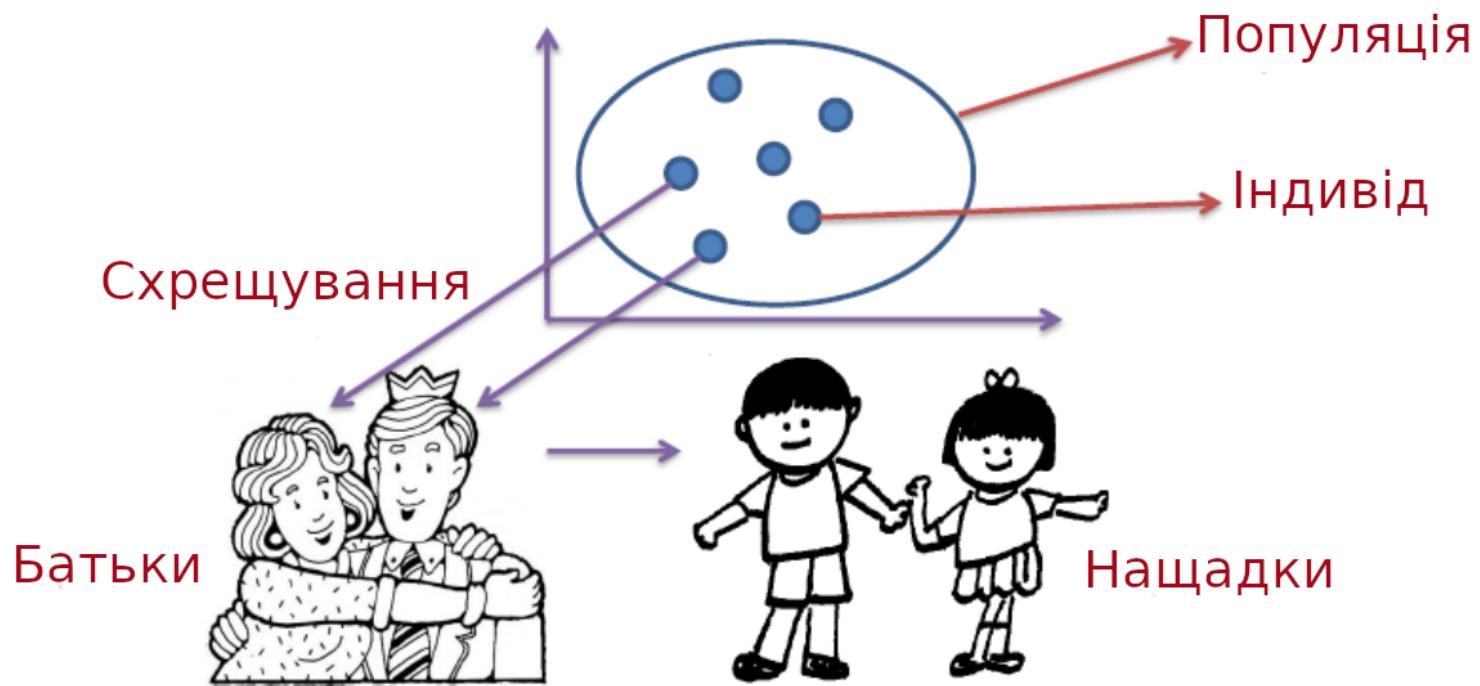


Чарлз Дарвін  
**(1809-1882)**

# Еволюційні алгоритми: термінологія

- Ген – найменша одиниця інформації в хромосомі.
- Індивід – один з можливих розв’язків проблеми, несе генетичну інформацію (хромосому).
- Популяція – сукупність індивідів.
- Покоління – набір всіх індивідів (хромосом), що існують на певному етапі виконання алгоритму. Кожне нове покоління генерується з попереднього шляхом операцій відбору, схрещування та мутацій.
- Функція допасованості або «фітнес-функція» часто використовується як синонім цільової функції.

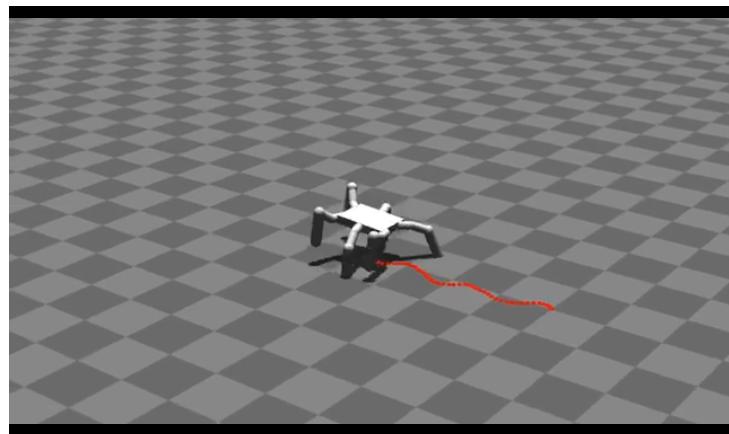
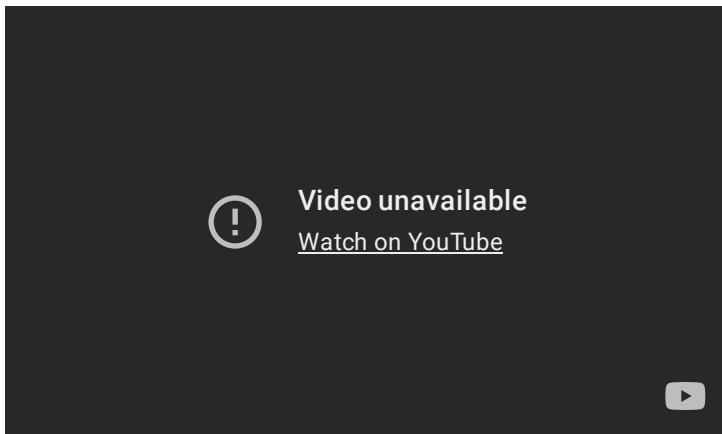
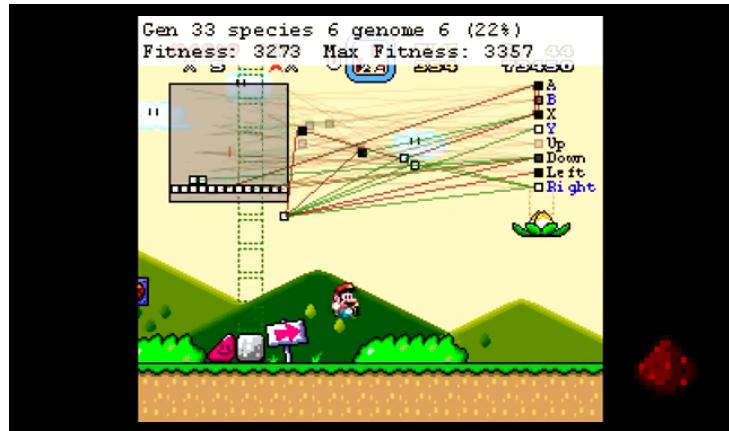
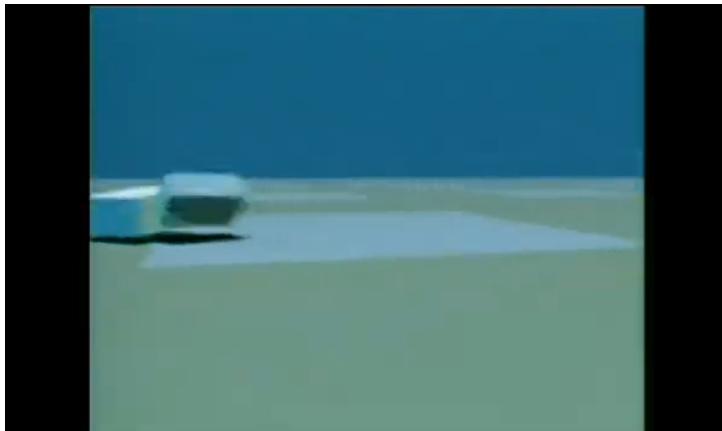




# Загальна ідея

- Відбір – рулетковий, турнірний тощо.
- Мотивація – зберегти найкращі індивіди (створюючи кілька копій) і усунути найгірші.
- Схрещування – імітоване бінарне схрещування, лінійне схрещування, змішане схрещування тощо.
- Створення нових розв'язків, які ймовірно будуть кращими.
- Мутація – поліноміальна мутація, випадкова мутація тощо.
- Збереження різноманітності у популяції
  - $010110 \rightarrow 010100$  (побітова мутація).

# Штучна еволюція на практиці



# Історичний огляд

- **1948**, Тюрінг: запропонував "генетичний або еволюційний пошук".
- **1962**, Бремерманн: оптимізація через еволюцію та рекомбінацію.
- **1964**, Рехенберг: запровадив еволюційні стратегії.
- **1965**, Фогель, Оуенс і Волш: запровадили еволюційне програмування.
- **1975**, Голланд: запровадив генетичні алгоритми.
- **1992**, Коза: запровадив генетичне програмування.

# Відомі алгоритми

- **CMA-ES (Covariance Matrix Adaptation Evolutionary Strategy)**

Стратегія еволюції з адаптацією ковариаційної матриці – метод оптимізації для неперервних параметрів.

- **NSGA-II (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II)**

Генетичний алгоритм із сортуванням нерівноцінних розв'язків (друга версія) – популярний метод для багатокритеріальної оптимізації.

- **NEAT (Neuroevolution of Augmenting Topologies)**

Нейроеволюція доповнювальних топологій – метод навчання нейронних мереж за допомогою еволюційних алгоритмів.

- **MAP-Elites**

Метод пошуку елітних розв'язків через картування простору розв'язків – техніка для дослідження різноманітності розв'язків.

# Бібліотеки та фреймворки

Бібліотеки та фреймворки для еволюційних обчислень у різних мовах програмування:

- **ECJ (Java)**: фреймворк для еволюційних обчислень
- **GPLAB (MATLAB)**: бібліотека для генетичного програмування
- **Optimization Toolbox (MATLAB)**: вбудований інструмент MATLAB для оптимізації, включаючи генетичні алгоритми
- **pycma (Python)**: бібліотека CMA-ES (Covariance Matrix Adaptation Evolution Strategy) для неперервної оптимізації.
- **pytmo (Python)**: бібліотека для багатоцільової оптимізації в Python.
- **MABE (C++)**: фреймворк для моделювання еволюції агентів.
- **eaopt (Go)**: реалізація стандартних еволюційних операторів.

та інші ...



The Most Useful Thing AI Has Ever Done



Share

# AI SOLVED THIS



Найкорисніша річ, яку коли-небудь зробив ШІ

