

Inteligencja Obliczeniowa

Marcin Wąsowicz, Maciej Trątnowiecki

Listopad 2022

1 Analiza Narzędzia i Dziedziny

W celu analizy dziedziny zapoznaliśmy się z dostępnymi popularnymi frameworkami i bibliotekami wspierającymi implementację algorytmów genetycznych.

1.1 Framework LEAP[1]

1.1.1 Gotowe Implementacje Benchmarkowych Funkcji Fitnessu

Posiada wiele wbudowanych funkcji fitnessu, które mogą zostać użyte do benchmarków. Funkcje jako argument przyjmują wektor i zwracają wartość rzeczywistą opartą o poszczególne elementy wektora. Istnieje potencjał do wykorzystania Nx w celu ich implementacji w formie tensorowej.

- Ackley Problem
- Cosine Family Problem
- Gaussian Problem
- Griewank Problem
- Langerman Problem
- Lunacek Problem
- Noisy Quartic Problem
- Rastrigin Problem (<https://github.com/jonatanklosko/meow/blob/main/examples/rastrigin.exs>)

1.1.2 Operatory

Nie posiada operatorów spoza zakresu MEOW

1.2 Framework PyGAD[2]

1.2.1 Sieci Neuronowe

Posiada moduły do reprezentacji i optymalizacji parametrów sieci neuronowych typu FNN oraz CNN za pomocą algorytmów genetycznych.

1.2.2 Operatory

Posiada operatory spoza zakresu MEOW

1. Selekcji
 - steady state selection
2. Mutacji
 - adaptive mutation
 - scramble mutation

1.3 Framework DEAP[3]

DEAP jest frameworkiem stworzonym w celu ułatwienia szybkiego prototypowania i testowania algorytmów ewolucyjnych. Zawiera zestaw operatorów pozwalających na efektywne budowanie algorytmów. W porównaniu z MEOW, framework ten zawiera implementację kilku dodatkowych operatorów.

1.4 Operatory

Operatory krzyżowania:

1. Partially matched
2. Messy one point
3. Ordered
4. simulated binary bounded

Operatory mutacji:

1. Polynomial bounded
2. Shuffle index

Operatory selekcji:

1. NSGA2
2. NSGA3
3. SPEA
4. Random
5. Best
6. Worst
7. Lexicase

1.5 Gotowe algorytmy

Framework DEAP zawiera gotową implementację algorytmu *CMA-ES* (Covariance Matrix Adaptation Evolution Strategy). Algorytm ten może zostać zaimplementowany w oparciu o obliczenia tensorowe, dostępne są jego implementacje we frameworku tensorflow[4].

2 Specyfikacja Funkcjonalności Projektu

2.1 Marcin Wąsowicz

W ramach projektu planowane jest rozszerzenie frameworka *MEOW* o następujące operatory mutacji:

- **Polynomial Bounded Mutation**

Operator mutacji wykorzystany do implementacji algorytmu *NSGA II*[5]. Jego pseudokod[6] przedstawiony jest poniżej:

```

Begin
mutation_probability = 1/n; (where n is the number of decision variables)
ηm = distribution index;

for i=0 to N; (where N is the population size)
  for z=0 to n;
    Xp = getValue(z);
    Xl = getLowerBound(z);
    Xu = getUpperBound(z);

    rand → [0, 1];
    if (rand <= mutation_probability) then

      δ1 =  $\frac{x_p - x_l}{x_u - x_l}$       δ2 =  $\frac{x_u - x_p}{x_u - x_l}$ 

      r → [0, 1];

      if (r <= 0.5) then
        δq =  $[2r + (1 - 2r)(1 - \delta_1)^{\eta_m + 1}]^{\frac{1}{\eta_m + 1}}$ 
      else
        δq =  $1 - [2(1 - r) + 2(r - 0.5)(1 - \delta_2)^{\eta_m + 1}]^{\frac{1}{\eta_m + 1}}$ 
      end if

      Xc = Xp + δq(Xu - Xl)
      if (Xc < Xl) then
        Xc = Xl;
      endif
      if (Xc > Xu) then
        Xc = Xu;
      endif

      Child_Solution = Parent_Solution.setValue(z, Xc);
    endif
  endfor
endfor

```

- **Index Shuffle Mutation**

Operator wykonujący losową zamianę pozycji wartości w genotypie osobnika.

Jeżeli zakres powyższych prac nie okaże się wystarczający, zaimplementowane zostaną dodatkowo następujące operatory krzyżowania:

- Ordered Crossover
- Simulated Binary Bounded Crossover

Operatory zostaną zaimplementowane w technologii *Nx*

2.2 Maciej Trątnowiecki

W ramach projektu planuję implementację algorytmu *CMA-ES* w wersji tensorowej z wykorzystaniem frameworka Elixir NX.

References

- [1] *LEAP Framework documentation*. URL: <https://leap-gmu.readthedocs.io/en/latest/>.

- [2] *PyGAD Framework documentation*. URL: <https://pygad.readthedocs.io/en/latest/>.
- [3] *DEAP Framework documentation*. URL: <https://deap.readthedocs.io/>.
- [4] *CMA-ES implementation in tensorflow*. URL: <https://github.com/srom/cma-es/>.
- [5] *NSGA II Algorithm research paper*. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/996017>.
- [6] *Bounded Polynomial Mutation Pseudocode Source*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095741741400184>.