

Laboratorium 16 — Opracowanie programów realizujących obliczenia inżynierskie z wykorzystaniem biblioteki NumPy i SciPy.

SciPy to kolejny z modułów Pythona służący do obliczeń inżynierskich. Może być używana m.in. do optymalizacji, czy operacji na obrazach.

Wczytywanie obrazów — biblioteka SciPy

Do obsługi obrazów w Pythonie służy submoduł biblioteki SciPy o nazwie `ndimage` oraz `misc`. Wczytanie i zapis obrazu:

```
from scipy import ndimage
from matplotlib.pyplot import imread, imsave
img = imread(src)
imsave(name, img)
```

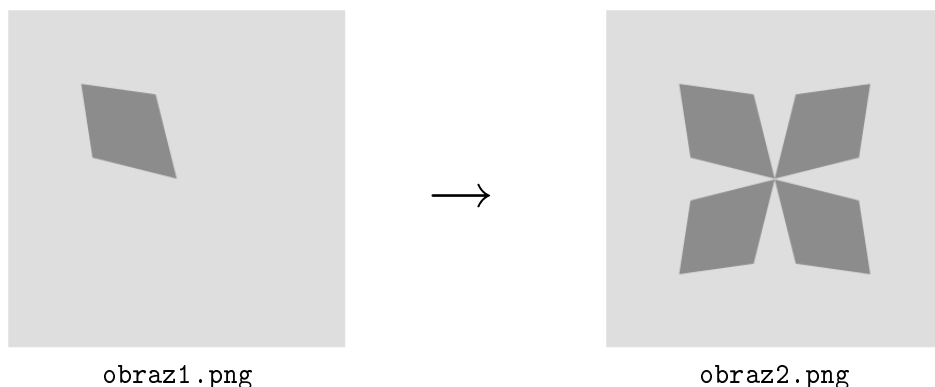
Po wczytaniu obrazu można m.in. obliczyć średnią jasność pikseli, wartość maksymalną, czy minimalną: `img.mean()`, `img.max()`, `img.min()`.

Dzięki modułowi `ndimage` uzyskuje się dostęp do wielu funkcji jak np. obrót obrazu. Szczegółowy wykaz funkcji można znaleźć tutaj: <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/ndimage.html>.

Zadanie 1 Wczytaj obraz `logo.png`, a następnie wyznacz jego negatyw (bez zastosowania wbudowanych funkcji) i zapisz do pliku `logoN.png`.

Zadanie 2 Wczytaj obraz `logo.png`, a następnie: przytnij obraz tak, aby pozostało na nim jedynie logo; wykonaj konwersję obrazu do szarości; zmniejsz jasność obrazu o 70; obróć obraz o 45° , a następnie zapisz plik pod nazwą `logo2.png`.

Zadanie 3 Wczytaj obraz `obraz1.png`, a następnie dokonując odpowiednich operacji na nim, stwórz drugi z obrazów i zapisz go do pliku `obraz2.png`.



Optymalizacja w SciPy

W bibliotece SciPy można znaleźć m.in. funkcję do minimalizacji funkcji jednej lub więcej zmiennych:

```
scipy.optimize.minimize(f, x0, method=None, bounds=None, constraints=(),
                        options=None, tol=None, ...),
```

gdzie:

- `f` to funkcja, którą należy zminimalizować `fun(x, *args) → float`,

- `x0` to współrzędne początkowe,
 - `method` to typ solvera np. Nelder-Mead, Powell, SLSQP itd.,
 - `bounds` to granice wartości każdej ze zmiennych podane w postaci sekwencji par `(min_x, max_x)`,
 - `constraints` to dodatkowe ograniczenia podane w postaci listy słowników, gdzie każdy ze słowników posiada pola `type` — typ ograniczeń: `eq` dla równości, `ineq` dla nierówności oraz `fun` — funkcja definiująca ograniczenie,
 - `tol` — tolerancja, która zakończy obliczenia.
-

Zadanie 4 Napisz program, który obliczy minimum podanych poniżej funkcji korzystając z modułu `SciPy`:

- $f(x_1, x_2) = (x_1 + 2x_2 - 7)^2 + (2x_1 + x_2 - 5)^2$, $x_0 = [-10, -10]$, $tol = 1e - 6$,
- $f(x_1, x_2) = 0.5 + \frac{\sin^2(x_1^2 - x_2^2) - 0.5}{[1 + 0.001(x_1^2 + x_2^2)]^2}$, $x_0 = [-5, 5]$, $tol = 1e - 6$.

Zadanie 5 Napisz program, który rozwiąże zadanie minimalizacji funkcji $f(x_1, x_2) = x_1 - 3x_2 + 2$ z ograniczeniami: $2x_1 + x_2 \geq 6$ i $-x_1 + x_2 \geq 1$. Dodatkowo $2 \leq x_1 \leq 10$ oraz $1 \leq x_2 \leq 8$. Początkowe $x_1 = 1$, $x_2 = 2$. Wypisz znalezione wartości x_1 , x_2 , wartość minimalizowanej funkcji f oraz liczbę iteracji, po której solver znalazł rozwiązanie.

Całkowanie w SciPy

Do całkowania służy szereg funkcji, jak np.: `quad(f, a, b)` — całka oznaczona funkcji jednej zmiennej, `nquad(f, [[ax, bx], [ay, by], ...])` — całka oznaczona funkcji wielu zmiennych, `trapz(f(x), x)` — przybliżona metoda trapezów, `simps(f(x), x)` — przybliżona metoda parabol. Wszystkie z tych funkcji znajdują się w submodule `integrate`.

Zadanie 6 Oblicz całki oznaczone następujących funkcji dwóch zmiennych:

- $\int_0^1 \int_0^1 e^{x+2y} dx dy$,
- $\int_0^2 \int_2^3 (x + y^2 x) dx dy$,
- $\int_0^2 \int_0^\pi (x \sin x + 6y^2) dx dy$.

Zadanie 7 Napisz program, który porówna dokładność działania dwóch metod całkowania: trapezów oraz parabol, dla funkcji $f(x) = -x^4 + 4x^3 + 2x^2 + 8$ dla wartości $x \in [-1, 0, 1, 2, 3, 4]$. Jako metodę „dokładną” przyjmij wynik zwracany przez funkcję `quad` (licząc całkę na przedziale $[-1, 4]$) i wyznacz dla badanych metod błęd względny.

Interpolacja w SciPy

Interpolacja to metoda numeryczna polegająca na wyznaczaniu w danym przedziale tzw. funkcji interpolacyjnej, która przyjmuje z góry zadane wartości w ustalonych punktach nazywanych węzłami.

Do interpolacji w `SciPy` służy submodule `interpolate`, a w nim m.in. funkcje takiej jak:

`interp1d(x, y, kind, ...)` — interpolacja funkcji 1D, czy `griddata(x, y, xi, method, ...)` — interpolacja funkcji wielu zmiennych.

Zadanie 8 19 września 2019 roku odnotowano w Szczecinie następujące temperatury: o godzinie 7 : 00 — 7°C , 10 : 00 — 12°C , 11 : 00 — 13°C , 15 : 00 — 15°C , 19 : 00 — 13°C . Korzystając z interpolacji, wyznacz temperatury tego dnia w Szczecinie w podanych godzinach: 9 : 45, 12 : 06 oraz 17 : 00, metodą `cubic`.