
Algorytmy Geometryczne

Ćwiczenie 1 - Predykaty geometryczne

Jakub Własiewicz - Grupa 2

1. Opis ćwiczenia

Ćwiczenie polegało na klasyfikacji położenia punktów względem prostej nałożonej po jej lewej, prawej oraz współliniowej z nią, a następnie wizualizacji wyników i opisanie wniosków. Do analizy zostały dane następujące zbiory:

- **Zbiór A** : 10^5 punktów z płaszczyzny $[-1000, 1000]^2$
- **Zbiór B** : 10^5 punktów z płaszczyzny $[-10^{14}, 10^{14}]^2$
- **Zbiór C** : 1000 punktów spełniających równanie okręgu o środku $(0, 0)$ i promieniu $R = 100$
- **Zbiór D** : 1000 punktów z przedziału $[-1000, 1000]$ znajdujących się na prostej tworzonej przez wektor \vec{ab} , gdzie $a = (-1, 0)$, $b = (1, 0.1)$

2. Dane techniczne

Program został uruchomiony na komputerze z następującymi specyfikacjami:

- **System Operacyjny** - Ubuntu 24.04.3 LTS
- **Architektura Procesora** - x86_64
- **Procesor** - AMD Ryzen 7 7840HS
- **Język i wersja kompilatora** - Rust 1.86.0

Oraz użyte zostały następujące biblioteki:

- **plotters 0.3.7**
- **rand 0.9.2**

3. Opis teoretyczny

Aby wyznaczyć położenie punktu c względem prostej danej punktami a i b , analizujemy wartość wyznacznika macierzy 2×2 lub 3×3 danym następującymi wzorami:

$$\det(a, b, c) = \begin{vmatrix} a_x & a_y & 0 \\ b_x & b_y & 0 \\ c_x & b_y & 0 \end{vmatrix} \quad \text{oraz} \quad \det(a, b, c) = \begin{vmatrix} a_x - c_x & a_y - c_y \\ b_x - c_x & b_y - c_y \end{vmatrix}$$

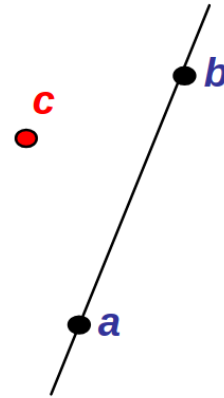
$$\det(a, b, c) = \begin{cases} > 0 - \text{punkt jest po lewej stronie prostej} \\ < 0 - \text{punkt jest po prawej stronie prostej} \\ = 0 - \text{punkt jest współliniowy} \end{cases}$$

Dzięki temu możemy dokonać obliczeń, ale ze względu na właściwości arytmetyki zmiennie-przecinkowej, nie zalecane jest bezpośrednie przyrównanie wyznacznika do zera.

Jedną z możliwości jest przyrównanie modułu różnicy liczby z zerem do jakiegoś małego ε :

$$|x - 0.0| \leq \varepsilon$$

Dla wszystkich obliczeń poniżej przyjmiemy $\varepsilon = 10^{-16}$.



Rysunek 1: Punkt c i prosta wyznaczona przez a, b . Punkt c znajduje się po lewej stronie.

4. Realizacja zadania

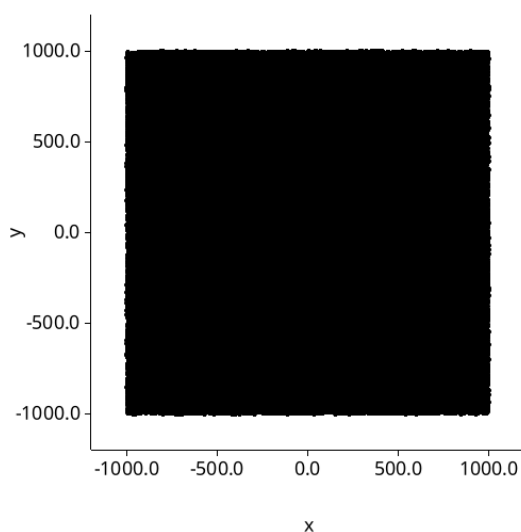
Na wszystkich poniższych wizualizacjach do oznaczenia położenia punktów względem prostej zostały użyte następujące kolory:

- **Niebieski** - dla punktów współliniowych,
- **Czerwony** - dla punktów po prawej,
- **Zielony** - dla punktów po lewej

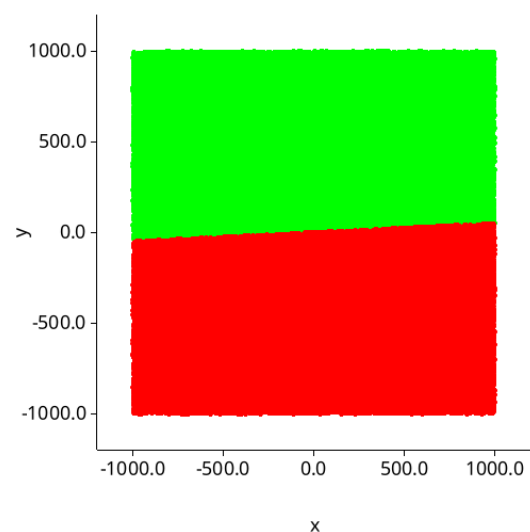
Oraz następujące oznaczenia dla tablic:

- **f32** - liczby zmiennie-przecinkowe 32-bitowe
- **f64** - liczby zmiennie-przecinkowe 64-bitowe
- **det_3x3** - wyznacznik macierzy 3x3
- **det_2x2** - wyznacznik macierzy 2x2

4.1. Zbiór A



Rysunek 2: Zbiór A - 10^5 punktów o współrzędnych z przedziału $[-1000, 1000]$



Rysunek 3: Zbiór A po pokolorowaniu punktów według kryterium

Typ liczb zmiennie- -przecinkowych	Rodzaj wyznacznika	Liczba punktów po lewej	Liczba punktów po prawej	Liczba punktów współliniowych
f32	det_2x2	50276	49724	0
	det_3x3	50276	49724	0
f64	det_2x2	50276	49724	0
	det_2x2	50276	49724	0

Tabela 1: Wyniki klasyfikacji zbioru A

W tym zbiorze, niezależnie od doboru precyzji czy wyznacznika, otrzymujemy te same rezultaty. Zostało to przedstawione w Tabeli 1.