

# Raport Zadanie NUM2

Tomasz Dziób

28.10.2023

# 1 Wstęp

Poniższy raport dotyczy zadania numerycznego NUM2 z listy 1. Załączony program o nazwie *num2.cpp* został napisany w języku *C++*, do wykonania matematycznych obliczeń został użyty *GSL*. Przed skompilowaniem programu należy zainstalować powyższą bibliotekę.

## 1.1 Jak uruchomić program?

Razem z załączonymi plikami znajdziemy *Makefile* który służy do uruchomienia programu komendą: *make run*.

# 2 Spodziewany wynik

Spodziewany wynik rozwiązania równań macierzowych zależy od wartości macierzy  $A$  oraz wektora wyrazów wolnych  $b$ , a zaburzenie  $\Delta b$  o małej normie euklidesowej nie powinno znacząco wpływać na rozwiązanie, jeśli obliczenia numeryczne są wykonywane w sposób dokładny.

# 3 Użyta metoda

Rozwiązanie sprowadza się do obliczenia wartości  $y$  z wzoru  $A \cdot y = b$  używając wybranych funkcji z biblioteki *GSL*. Wyniki uzyskujemy poprzez zaburzenie wartości wektora  $b$  dodając do niego losowe liczby rzędu  $10^{-6}$ .

# 4 Uzyskany wynik

---

```
=== DLA MACIERZY A1 ===
A1 * y = b
y = [ 0.225084577 -0.006020997 1.841831983 -5.153442774 -0.217622915 ]
A1 * y = (b + Delta_b)
y = [ 837.799675877 -3013.301457583 -390.534586414 797.387978471 996.129372383 ]

=== DLA MACIERZY A2 ===
A1 * y = b
y = [ 0.577471720 -1.273784582 1.676750084 -4.815794905 0.201563474 ]
A2 * y = (b + Delta_b)
y = [ 0.577471560 -1.273785006 1.676749955 -4.815794644 0.201563572 ]
```

---

Spoglądając na wyniki uzyskane po wykonaniu zaburzenia jesteśmy w stanie od razu zauważyć różnicę. Pomimo założeń mówiących, że tak małe wartości nie powinny mieć znaczącego wpływu na wynik, okazujemy się być w błędzie. Dla przykładu  $A_1$  uzyskujemy wartości liczone w setkach a nawet tysiącach, dla kontrastu w drugim nawet nie przekaczają liczby dziesiątek.

Rozwiązanie  $A_1$  z zaburzonym wektorem wyrazów wolnych jest nierealistycznie duże, co sugeruje, że nawet niewielkie zaburzenie  $\Delta b$  może znacząco wpłynąć na rozwiązanie. Wartości w tym przypadku są znacznie większe niż te w oryginalnym rozwiązaniu. Rozwiązanie  $A_2$  z zaburzonym wektorem wyrazów wolnych jest tylko nieznacznie zmienione w porównaniu do oryginalnego rozwiązania. To sugeruje, że macierz  $A_2$  jest bardziej stabilna względem zaburzeń  $\Delta b$  w porównaniu do macierzy  $A_1$ .

Ogólnie rzecz biorąc, wyniki sugerują, że stabilność numeryczna rozwiązań zależy od właściwości macierzy. Macierz  $A_2$  wydaje się być bardziej stabilna wobec zaburzeń niż macierz  $A_1$ . Niemniej jednak, wartości zaburzenia  $\Delta b$  są na tyle małe (o normie euklidesowej rzędu  $10^{-6}$ ), że na pierwszy rzut oka nie wyglądają jakby miały znaczący wpływ na rozwiązania dla obu macierzy.