

# Rozwiązywanie układu równań liniowych iteracyjną metodą Richardsona Sprawozdanie, Etap I

Kacper Górnka, Krzysztof Rudnicki, Aleksandra Sobala

9 grudnia 2024

## 1 Zadanie

**Metoda Richardsona** Metoda Richardsona służy do iteracyjnego rozwiązywania systemów równań liniowych postaci  $Ax = b$ .

Pojedyńcza iteracja wygląda następująco:

$$x^{(k+1)} = x^{(k)} + \omega(b - Ax^{(k)})$$

Gdzie  $\omega$  to skalar wybrany tak by  $x^{(k)}$  zbiegało

**Wymagania** Mieliśmy za zadanie stworzyć program rozwiązujący układ równań dla wygenerowanych macierzy gęstych oraz dla macierzy rzadkich:

[nemeth12](#)

i

[poli3](#)

## 2 Baza

**Generowanie i zapisywanie macierzy** Macierze gęste są przez nas generowane przy użyciu biblioteki **numpy**, aby przyśpieszyć obliczenia zapewniamy **bewzględna dominację wierszową** głównej przekątnej i upewniamy się że wygenerowana macierz jest **symetryczna i dodatnio określona**

Macierze są potem zapisywane do pliku w formacie .npz, łącznie z ich wartościami własnymi, tak by skrócić działanie programu i ujednolicić testy

Macierze nemeth12 i poli3 są pobierane ze strony podanej wyżej, dla macierzy nemeth12 aby spełnić warunki stosowalności metody musieliśmy przemnożyć ją przez -1

**Testy** Do testów wykorzystujemy biblioteki **numpy** oraz **pytest** oraz wbudowane w Pythona narzędzia do mierzenia czasu.

Sprawdzamy poprawność naszych algorytmów poprzez porównanie naszych wyników z wynikami policzonymi przy wykorzystaniu funkcji np.linalg.norm z biblioteki numpy. Jeżeli nasze rozwiązanie różni się od rozwiązania numpy o mniej niż  $8 \times 10^{-3}$  akceptujemy je jako poprawne

Zarówno wielkość macierzy, jej typ i typ metody użytej do zrównoleglenia Richardsona jest podawana jako parametr testów, pozwala nam to łatwo dodawać nowe metody zrównoleglenia bez zmiany kodu testów.

**Funkcje pomocnicze** Wszelkie podstawowe metody operacji na macierzach takie jak mnożenie wektorów, macierzy itp, napisaliśmy od zera, bez użycia zewnętrznych bibliotek, funkcje są zdefiniowane w pliku **linear\_algebra\_utils.py**

**Metoda Richardsoona** Metoda Richardsoona jest zaimplementowana w pliku **richardson\_method.py**, sprowadza się ona do pętli:

---

```
1   for iteration in range(self.max_iterations):
2       Ax = self.LinAlg.matrix_vector_multiply(self.A, x)
3       residual = self.LinAlg.vector_vector_subtraction(
4           self.b, Ax)
5       x = self.LinAlg.vector_vector_addition(
6           x,
7           self.LinAlg.scalar_vector_multiply(self.omega,
8               residual))
9       if self.LinAlg.SequentialLinearAlgebraUtils.
10           vector_norm(residual) < self.tol:
11               break
```

---

Listing 1: Python Code for Iterative Solver

Dla różnych metod zrównoleglenia stosujemy różne implementacje podstawowych funkcji odpowiedzialnych za mnożenie macierzy przez wektor, odejmowanie wektorów itp. Ponownie, dzięki temu możemy łatwo dodawać nowe metody zrównoleglenia bez zmiany podstawowego kodu Richardsona

### 3 Zrównoleglenie