

zaawansowane techniki C++ i STL

## algorytmy numeryczne

Instytut Informatyki  
Uniwersytetu Wrocławskiego

Paweł Rzechonek

**Zadanie 1 (2 pkt)**

Zdefiniuj funkcje pracujące na liczbach zespolonych, które będą wyliczać wartość:

- a. funkcji gamma Eulera  $\Gamma(z) = \frac{e^{-\gamma z}}{z} \prod_{n=1}^{\infty} \frac{e^{z/n}}{1+z/n}$
- b. i odwrotności tej funkcji  $\frac{1}{\Gamma(z)} = ze^{\gamma z} \prod_{n=1}^{\infty} \frac{1+z/n}{e^{z/n}}$ .

Symbol  $\gamma$  reprezentuje stałą Eulera-Mascheroniego wynoszącą około 0,5772156649. Funkcje te mają liczyć wartość funkcji w zadanym punkcie zespolonym z określoną dokładnością (liczba iteracji).

**Zadanie 2 (3 pkt)**

Zdefiniuj funkcję pracującą na liczbach zespolonych, która będzie wyliczać wartość funkcji dzeta Riemanna  $\zeta(z) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^z}$ . Szereg ten jest zbieżny dla takich  $z$ , dla których część rzeczywista jest  $\text{Re}(z) > 0$ . Funkcja ta ma liczyć wartość funkcji w zadanym punkcie zespolonym z określoną dokładnością (liczba iteracji).

Policz i stablicuj wartości tej funkcji na *prostej krytycznej* z hipotezy Riemanna, gdzie część rzeczywista jest  $\text{Re}(z) = 0,5$ . Stablicuj dane z przedziału od -30 do 30 ze skokiem co najmniej 0,05. Musisz użyć wzoru zbieżnego dla liczb zespolonych, w których część rzeczywista jest z zakresu

$$0 < \text{Re}(z) < 1, \text{ czyli: } \zeta(z) = \frac{1}{1-2^{1-z}} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n^z}.$$

Wygenerowane liczby zapisz w pliku `.csv` (w osobnych kolumnach części rzeczywiste i urojone). Następnie zrób w arkuszu kalkulacyjnym podwójny wykres dla danych wygenerowanych w taki sposób (nałożone na siebie wykresy dla części rzeczywistych i urojonych).

**Zadanie 3 (2pkt)**

Napisz program, który wygeneruje losowy tekst złożony tylko z małych liter alfabetu angielskiego i spacji (bez znaków interpunkcyjnych). Długość tekstu oraz nazwę pliku `.txt` do zapisania tekstu prześlij poprzez argumenty wywołania programu. Litery w tym tekście mają się pojawiać z częstotliwością zgodną ze statystyką podaną w tabeli na stronie:

<https://www.sttmedia.com/characterfrequency-polish>

Rozkład taki należy więc samodzielnie zaprogramować. Kolejne słowa w tekście mają być oddzielone pojedynczymi spacjami. Każde słowo ma mieć losową długość z zakresu od 1 do 12 liter a długości te mają być wybierane zgodnie z rozkładem dwumianowym.

**Zadanie 4 (3 pkt)**

Napisz program, który wygeneruje 1000 losowych liczb z rozkładem:

- a. jednostajnym, używając `uniform_real_distribution`;
- b. dwumianowym, używając `binomial_distribution`;
- c. normalnym, używając `normal_distribution`.

Wygenerowane liczby zapisz w pliku `.csv` (dla każdego rozkładu w osobnym pliku). Zrób w arkuszu kalkulacyjnym wykresy dla danych wygenerowanych w taki sposób, aby sprawdzić poprawność zastosowanego rozkładu prawdopodobieństwa.