
Übung zum Kompaktkurs
Einführung in die Programmierung mit C++
Sommersemesterferien 2019 — Blatt 1

Aufgabe 1 (Potenzieren)

Schreiben Sie ein Programm, welches eine reelle Zahl $x \in \mathbb{R}$ mit einer ganzen Zahl $n \in \mathbb{N}$ potenziert (x^n).

- Legen Sie dazu eine neue Datei `power.cc` mit Hilfe des Terminals im Projektordner zum ersten Tag an (unter Benutzung von `ll`, `mkdir`, `cd` und `touch`) und editieren Sie diese mit einem Editor Ihrer Wahl (zum Beispiel `kate`). Der Name des kompilierten Programms soll `power` lauten.
- Das Programm soll die beiden Argumente interaktiv einlesen und bei falscher Eingabe mit einer Fehlermeldung beenden.
- Das Programm soll das Ergebnis im Terminal ausgeben.
- Erweitern Sie ihr Programm, sodass die Abfrage und Berechnung beliebig oft wiederholt wird, solange vom Nutzer ein positiver Exponent eingegeben wird.

Aufgabe 2 (Reihenentwicklung von π)

Eine Approximation von $\pi = 3.141592653589793238462643383\dots$ ist durch die Reihendarstellung

$$\pi_N := 4 \sum_{n=0}^N \frac{(-1)^n}{2n+1}$$

gegeben, sodass $\pi_N \rightarrow \pi$ für $N \rightarrow \infty$. Schreiben Sie ein Programm `pi.cc` zur Berechnung dieser Reihendarstellung.

- Das Programm soll $N \in \mathbb{N}$ als Kommandozeilenargument einlesen und bei falscher Benutzung mit einer Fehlermeldung abbrechen.
- Das Programm soll alle Zwischenschritte in die Datei `pi.txt` schreiben, sodass in jeder Zeile " $n \pi_n$ " steht:

```
0 4
1 2.666666667
⋮ ⋮
```

- Visualisieren Sie die Ergebnisse mit Hilfe von `gnuplot`.
- Erweitern Sie ihr Programm, sodass es zusätzlich die Experimentelle Konvergenzordnung $EOC(N, 2N)$ (siehe unten) im Terminal ausgibt. Nutzen Sie dazu die mathematischen Funktionen `std::abs` und `std::log`. Suchen Sie dazu auf <http://cppreference.com> (rechts oben) nach dem Namen der Funktion um herauszufinden, welchen Header Sie zusätzlich mit `#include <...>` einbinden müssen.

Bemerkung 1 (Genauigkeit einer Ausgabe)

Die Genauigkeit eines beliebigen Ausgabestreams (z.B. von `std::cout` oder eines `std::ofstream` Objekts) kann mit der Methode `precision` eingestellt werden:

```
std::cout.precision(10);
```

Bemerkung 2 (Experimentelle Konvergenzordnung)

Gilt für den Approximationsfehler

$$|\pi - \pi_n| \leq C(1/n)^k$$

für eine Konstante $C > 0$ und einen Exponent $k \in \mathbb{N}$, so ist das Approximationsverfahren konvergent mit Ordnung k . k lässt sich experimentell durch den Vergleich zweier Approximationen π_n und π_m für $m > n$ mit Hilfe des EOC bestimmen:

$$EOC(n, m) := \frac{\log\left(\frac{|\pi - \pi_n|}{|\pi - \pi_m|}\right)}{\log\left(\frac{1/n}{1/m}\right)}$$