

Aufgabenblatt 4

Allgemeine Hinweise:

- Für die Aufgaben auf diesem Übungsblatt müssen Sie am 19.11. votieren.
 - In den IPI-Übungen haben Sie eine Datei `fcpp.hh` bekommen, die einige Funktionen wie `print()` und `enter_int()` zur Verfügung stellt. Diese Funktionen sind **nicht** Teil von normalem C++ und können in den IPK-Übungen **nicht verwendet werden!** Benutzen Sie zur Ein- und Ausgabe bitte weiterhin die Eingabe- und Ausgabestreams `std::cin` und `std::cout`.
-

Aufgabe 1

Versionskontrolle mit git

git ist, wie in der Vorlesung vorgestellt, ein verteiltes Versionskontrollsystem. In dieser Übung geht es darum, sich ein wenig mit dem System vertraut zu machen.

- (a) Melden Sie sich bei einem der Dienste GitLab¹, Bitbucket² oder GitHub³ an - da GitLab und BitBucket auch private Repositories erlauben, sind sie etwas besser geeignet.
- (b) Erstellen Sie auf der Website ein neues Projekt für die Übungen, z.B. `ipk-exercises`, und folgen Sie den Anweisungen auf der Website, um dieses Repository auf Ihren Computer zu klonen.
Wichtig: Auf GitLab folgen Sie den Schritten nur bis zum Ende des Absatzes "Create a new repository"!
- (c) Kopieren Sie die Quellcodedateien der bisherigen Übungen in das neue Verzeichnis, fügen Sie sie zu git hinzu und erstellen einen Commit. Beim Erstellen des Commits müssen Sie eine Commit Message eingeben. Dies können Sie auf zwei verschiedene Arten machen:
 - Sie schreiben einfach `git commit`. In diesem Fall öffnet sich im Terminal ein Texteditor mit einigen auskommentierten Zeilen (beginnend mit "#"). Schreiben Sie in die erste (leere) Zeile die Commit Message (diese kann auch mehrere Zeilen lang sein), speichern Sie die Datei und verlassen Sie den Editor. Meistens öffnet sich unter Linux der Editor `vim`, der etwas gewöhnungsbedürftig ist:
 1. Drücken Sie die Taste "i" (für "insert"), um den Eingabemodus zu aktivieren.
 2. Tippen Sie die commit message.
 3. Drücken Sie die Taste "ESC", um den Editiermodus zu verlassen.
 4. Geben Sie folgendes ein, um die Datei zu speichern und den Editor zu schliessen: `":wq"` und drücken Sie Enter.
 - Alternativ können Sie die commit message auch auf der Kommandozeile eingeben:

```
1 git commit -m "hier steht Ihre commit message"
```

Damit ist es allerdings schwierig, mehrzeilige Commit Messages zu schreiben.

Hinweis: Kompilierte Programme sollten normalerweise nicht eingecheckt werden, da man diese ja einfach durch erneutes Kompilieren wieder aus den Quellcodedateien erzeugen kann.

¹<https://gitlab.org>

²<https://bitbucket.org>

³<https://github.com>

- (d) Pushen Sie den Commit auf den Server.
- (e) Während der Arbeit in den Übungen entstehen diverse Dateien, die nicht mit unter Versionskontrolle sollen, z.B. Sicherungsdateien, .o-Dateien und CMake-Buildverzeichnisse. Um diese Dateien zu *ignorieren*, gibt es in git den `gitignore`-Mechanismus (siehe `git help gitignore`). Erstellen Sie in Ihrem Arbeitsverzeichnis eine Datei `.gitignore` (Achtung, diese Datei ist versteckt, zum Anzeigen verwenden Sie `ls -a`) mit Dateinamen, die nicht zu git hinzugefügt werden sollen, z.B.

```
# alle Dateien, die auf .o enden
*.o
# eine bestimmte Datei, z.B. ein Executable
statistics
# Sicherungskopien, die auf ~ enden
*~
# das Unterverzeichnis build/ (von CMake)
build/
```

Hierbei werden Zeilen, die mit # beginnen, wieder als Kommentare ignoriert. Fügen Sie die Datei zu git hinzu, erstellen Sie einen Commit und pushen Sie diesen.

Von nun an können Sie git verwenden, um Dateien zwischen Ihrem Laptop und dem Rechner im Computer-Pool zu synchronisieren.

- (f) Testen Sie, ob alle wichtigen Dateien auf dem Server angekommen sind (am einfachsten über das Webinterface). **Danach** löschen Sie das lokale Verzeichnis mit Ihren Übungen, indem Sie in das übergeordnete Verzeichnis wechseln und den Befehl `rm -rf ipk-exercises` ausführen, wobei Sie `ipk-exercises` durch den Namen ersetzen müssen, den Sie für das Verzeichnis verwendet haben.

Im Anschluss klonen Sie das Repository wieder vom Server und überprüfen, dass alle eingeecheckten Dateien weiterhin da sind.

Hinweis: Auch in Zukunft ist es sinnvoll, Ihre Dateien zumindest am Ende der Übungsstunde zu committen und auf den Server zu pushen. Dann können Sie das Repository von zu Hause erneut klonen und an den Übungen weiterarbeiten. Es ist auch eine gute Idee, regelmäßiger Commits zu machen, z.B. immer dann, wenn man eine Teilaufgabe erfolgreich gelöst hat.

Weitere Hilfe zu git finden Sie unter anderem hier:

- <https://git-scm.com/doc> Ausführliche Dokumentation und einige Einführungsvideos.
- <https://git-scm.com/docs/everyday> Eine praktische Kurzübersicht wichtiger Befehle.
- <https://git-scm.com/docs/gittutorial> Das offizielle Tutorial.

Ansonsten ist Google Ihr Freund...

Aufgabe 2

Positive Potenzen von ganzen Zahlen

In dieser Aufgabe sollen Sie positive Potenzen $n \in \mathbb{N}_0$ von ganzen Zahlen $q \in \mathbb{Z}$ berechnen:

$$q^n = \prod_{i=1}^n q = \underbrace{q \cdot q \cdots q}_{n\text{-mal}}, \quad q^0 = 1.$$

Alle folgenden Funktionen sollen testen, ob die Eingabe gültig ist. Bei einem Fehler schreiben Sie eine Meldung nach `std::cout` und geben 0 zurück.

- (a) Schreiben Sie eine Funktion `int iterative(int q, int n)`, die q^n mit Hilfe einer Schleife berechnet. Diese Funktion soll im namespace `power` liegen.

- (b) Schreiben Sie eine Funktion `int recursive(int q, int n)`, die q^n berechnet, indem sie sich wiederholt selbst mit anderen Argumenten aufruft. Hier müssen Sie eine geeignete Abbruchbedingung finden, bei der die Funktion sich nicht mehr weiter selbst aufruft. Diese Funktion soll ebenfalls im namespace `power` liegen.
- (c) Eine naive Implementierung obiger Funktionen muss $n - 1$ Multiplikationen durchführen. Können Sie eine bessere Implementierung finden? Sie können die verbesserte Version entweder iterativ oder rekursiv implementieren, was immer Ihnen einfacher erscheint. Tipp: $q^{2n} = (q^n)^2$.

Hinweise:

- Ihr Hauptprogramm soll q und n von der Kommandozeile einlesen und das Ergebnis ausgeben.
- Achten Sie darauf, dass die Funktion `main(int argc, char** argv)` nicht innerhalb des namespace liegt, sonst funktioniert Ihr Programm nicht!

Aufgabe 3

Berechnung n -ter Wurzeln

In der vorherigen Aufgabe haben Sie Potenzen von Zahlen berechnet, wobei der Exponent n stets eine ganze Zahl war. Hier wollen wir die Aufgabenstellung quasi umdrehen: wir suchen die n -te Wurzel einer positiven Zahl $q \in \mathbb{R}^+$, definiert durch

$$q^{1/n} = a \in \mathbb{R}^+ \iff a^n = \prod_{i=1}^n a = q.$$

Im Gegensatz zur Potenzaufgabe nutzen wir hier Fließkommazahlen (`double`), da die so definierte Wurzel $q^{1/n}$ für die meisten Kombinationen von q und n keine ganze Zahl mehr ist. Eine Formel, mit der man diese n -te Wurzel $q^{1/n}$ näherungsweise berechnen kann, ist

$$a_{k+1} := a_k + \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{q}{a_k^{n-1}} - a_k \right),$$

wobei a_0 eine erste Schätzung ist, z.B. einfach $a_0 := 1$, und die Folge von Werten $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots$ immer bessere Näherungen für den echten Wert von $q^{1/n}$ produziert.

Alle folgenden Funktionen sollen testen, ob die Eingabe gültig ist. Bei einem Fehler schreiben Sie eine Meldung nach `std::cout` und geben ggf. 0 zurück.

- (a) Schreiben Sie eine Funktion `double root_iterative(double q, int n, int steps)`, die $q^{1/n}$ näherungsweise berechnet. Dabei ist `steps` die Anzahl an Schritten (und damit Anzahl an Näherungen), die das Programm berechnen soll.
- (b) Zum Berechnen einer Iteration $a_k \rightarrow a_{k+1}$ benötigen Sie die $(n - 1)$ -te Potenz von a_k . Eine passende Funktion haben Sie bereits geschrieben; Sie müssen lediglich darauf achten, dass sich die Datentypen von Ein- und Ausgabe geändert haben.
- (c) Schreiben Sie eine Funktion `void test_root(double q, int n, int steps)`, die die Genauigkeit Ihrer Wurzelberechnung testet. Dazu soll die Funktion wie oben beschrieben eine Näherung $\tilde{a} \approx q^{1/n}$ berechnen, die Potenz \tilde{a}^n bestimmen, und dann die folgenden Werte ausgeben: q , n , \tilde{a} , \tilde{a}^n und $q - \tilde{a}^n$.

Testen Sie Ihr Programm für mehrere zehnstellige Ganzzahlen q als Eingabe, mit $n \in \mathbb{N}$ einstellig. Überprüfen Sie insbesondere, dass für $n = 1$ die Eingabe reproduziert wird ($q^1 = q$), und für $n = 2$ die gewohnte Quadratwurzel berechnet wird. Die Schrittzahl `steps` kann dabei in der Größenordnung von 100 gewählt werden.