Wer die Geometrie begreift, vermag in dieser Welt alles zu verstehen.
Galileo Galilei

UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

FR Mathematik
Andreas Buchheit

4. Übung zur Vorlesung
Programmierung
im Sommersemester 2019

Abgabe: Mittwoch, den 15.05.2019 bis spätestens 12 Uhr.

Aufgabe 4.1. (6 Punkte) Operator Basics
Diese Aufgabe dient dazu, Operatorprioritäten und Assoziativitäten einzuüben. In einem gut geschriebenen Programm sollte die Reihenfolge der auszuführenden Operationen offensichtlich sein. Wir sollten aber trotzdem in der Lage sein, uns in schlechtem geschriebenem Code zurechtfinden zu können.

(a) Schreiben Sie ein Programm, das nacheinander den Wert der Ausdrücke

- `++a < 10 && 25 + 3 != 25`
- `15 > a || 15 < 5 * --a`
- `a += a != 5 && 3;`
- `a %= 3*a - 5 && 2*a +2 || a - 10;`

mit printf ausgibt. Hierbei ist a eine int Variable mit anfänglichem Wert $a = 3$. Setzen Sie dann Klammern, um die Anordnung der Operationen klar erkennbar zu machen, ohne den Wert oder die Nebenwirkungen der Ausdrücke zu ändern. Erklären Sie in einem Kommentar, wie und warum sich der Wert der Variablen a während der Auswertung der einzelnen Ausdrücke ändert.

(b) Die Zeile

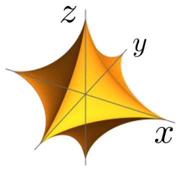
```
a%=b++-c*d--+e&&f-(int)3.1415<=!*&g||h
```

stellt einen legalen, wenn auch absichtlich unleserlichen C-Ausdruck dar. Hierbei sind a bis h Variablen des Typs int mit Werten $a = 7$, $b = 6$, $c = 5$, $d = 4$, $e = 3$, $f = 2$, $g = 1$, $h = 0$. Implementieren Sie den Ausdruck in einem Programm und fügen Sie Klammern gemäß der Priorität und Assoziativität der Operatoren ein, sodass die Ausführung der Operationen klar ersichtlich ist (ohne das Resultat und die Nebenwirkungen des Ausdrucks zu ändern). Geben Sie den Wert des Ausdrucks, sowie der beteiligten Variablen (vor und nach Auswerten des Ausdrucks) aus. Erklären Sie in einem Kommentar, wie und warum sich die Werte der Variablen während der Ausführung ändern und erläutern Sie in einem Kommentar, wie der Rückgabewert des Ausdrucks zustande kommt.

Aufgabe 4.2. (6 Punkte) Monte-Carlo-Simulation

Im Folgenden sollen Sie die in der Vorlesung eingeführte Monte-Carlo-Simulation anwenden. Hierbei sollen komplexe mathematische Problemstellungen mithilfe von Simulationen mit Zufallszahlen gelöst werden.

(a) Schreiben Sie ein Programm, das mithilfe einer MC-Simulation numerisch das Volumen eines sogenannten asteroidalen Ellopsoids (siehe rechts) bestimmt, welcher durch die Punktmenge



$$\left\{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 : \left(x^2\right)^{1/3} + \left(y^2\right)^{1/3} + \left(z^2\right)^{1/3} \leq \left(R^2\right)^{1/3}\right\}. \tag{1}$$

festgelegt wird. Verwenden Sie Symmetrieüberlegungen um die Berechnung des Volumens auf $x, y, z \geq 0$ reduzieren zu können. Brechen Sie die Berechnung ab, wenn die Region $N_{hit} = 10^7$ mal getroffen wurde und berechnen Sie den relativen Fehler zu dem exakten Volumen $V_{exakt} = 4\pi/35$. Sie dürfen von nun an alle Funktionen aus math.h verwenden.

(b) Schreiben Sie ein Programm, das die Volumina der d-dimensionalen euklidischen Einheitskugel für $d = 3 \ldots 6$ mithilfe von MC berechnet und ausgibt. Brechen Sie jeweils die Berechnung nach $N_{hit} = 10^7$ ab. Geben Sie jeweils den relativen Fehler zum exakten Resultat

$$V_d = \frac{\pi^{d/2}}{\Gamma(d/2 + 1)} \tag{2}$$

aus, wobei Γ die Gammafunktion ist.