Institut für Informatik
Dr. Tobias Neckel
Alfredo Parra
Paul Sârbu

Technische Universität München
WS 2016/2017

Einführung in die wissenschaftliche Programmierung

Übungsblatt 8

1.) Telefonbuch - Exception Handling

Wandeln Sie das Telefonbuch vom letzten Übungsblatt so ab, dass fehlerhafte Eingaben über Exception-Handling abgefangen werden.

- Wird als Telefonnummer eine ungültige Zahl eingelesen, d.h. eine Zeichenfolge, die nicht nur aus den Zahlen 0 bis 9 besteht, soll ein ValueError verarbeitet werden.
- Versucht der Benutzer, die Eingae von Telefonbuch-Daten frühzeitig durch die Eingabe von Ctrl+C abzubrechen, soll der Text "Fehlerhafter Abbruch! Bitte Quit-Befehl nutzen" ausgegeben werden und anschliessend wieder das Hauptmenü erscheinen. Welchen großen Vorteil haben wir durch das Abfangen dieses Eingabe-Fehlers? Was würde mit den vorhandenen Telefonbuch-Daten passieren ohne dieses Exception-Handling?

2.) Komplexe Zahlen (Hands-On)

Erstellen Sie eine Klasse `Komplex`, um komplexe Zahlen der Form $x = a + ib$, $a, b \in \mathbb{R}$ darzustellen. Sie soll zwei Klassenvariablen `a` und `b` von Typ `float` enthalten, die dem Realteil und Imaginärteil einer komplexen Zahl entsprechen.
Diese Klasse soll folgende Methoden implementieren:

- `abs`: bekommt eine komplexe Zahl x eingegeben und gibt den Betrag $|x| = \sqrt{a^2 + b^2}$ zurück.
- `konjugiert`: bekommt eine komplexe Zahl $x = a + ib$ eingegeben und gibt eine neue komplexe Zahl $x^* = a - ib$ zurück.
- `real` und `imag`: geben den Realteil bzw. Imaginärteil von x zurück.

- Vier Methoden `__add__`, `__sub__`, `__mul__` und `__div__`, die die Operatoren $+$, $-$, $*$ und $/$ überladen.
- Zuletzt muss die Funktion `__str__` überladen werden, so dass jede komplexe Zahl eine vernünftige Darstellung als String hat.

Sie können Ihr Programm folgendermaßen testen:

```
>>> x = Komplex(1, 10)                    # ruft __init__ auf
>>> y = Komplex(1, 20)                    # ruft __init__ auf
>>> z = x + y                             # ruft __add__ auf
>>> print z                               # ruft __str__ auf
2.0 + i30.0
>>> print y.konjugiert()                  # ruft konjugiert und __str__ auf
1.0 - i20.0
>>> print x/y                             # ruft __div__ und __str__ auf
0.501246882793 - i0.0249376558603
>>> print x.abs()                         # ruft abs und __str__ auf
10.0498756211
```

3.) Mandelbrot Menge

Die Mandelbrot-Menge $\mathbb{M}$ ist die Menge aller komplexen Zahlen c, für welche die Folge

$$z_{n+1} = z_n^2 + c, \qquad z_0 = 0,$$

beschränkt bleibt. Visualisiert wird diese Menge üblicherweise wie in der Abbildung unten. Hierzu wird die Anzahl der Iterationen gezählt, bis der Absolutwert der Folge über z.B. den Wert 2.0 wächst. Erzeugen Sie nun die Mandelbrot-Menge für $c \in [-2, 0.5] \times [1, -1]$ und stellen Sie diese mit TKInter graphisch dar.

i) Diskretisieren Sie zuerst den c-Bereich in 100×100 Teilstücke.

ii) Zählen Sie für jeden Wert von c die Anzahl der Iterationen, bis $|z_{n+1}| > 2.0$. Setzen Sie die maximale Anzahl von Iterationen auf 20 fest.

iii) Schreiben Sie eine Funktion `getColor(iter)`, die die Anzahl von Iterationen bekommt und eine Farbe zurückgibt. Diese soll folgende Fälle unterscheiden:

- `iter` < 4, gibt `'magenta'` zurück
- $4 \leq$ `iter` < 8, gibt `'blue'` zurück
- $8 \leq$ `iter` < 12, gibt `'green'` zurück

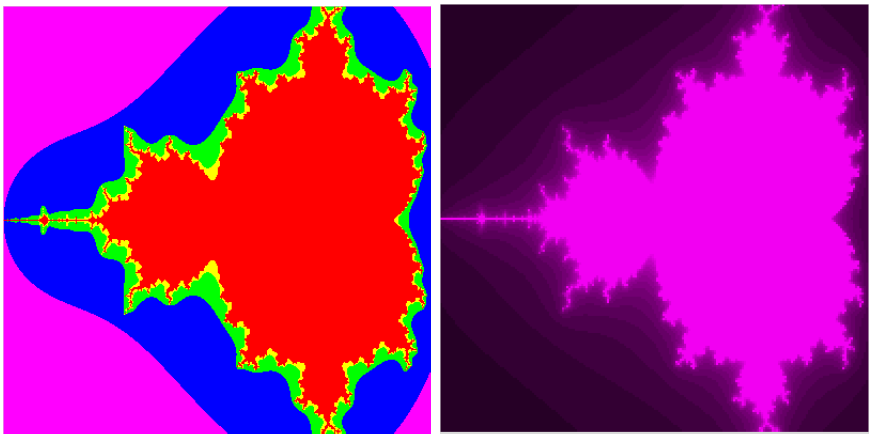
- $8 \leq$ `iter` < 16, gibt `'yellow'` zurück
- $16 \leq$ `iter`, gibt `'red'` zurück

iv) Malen Sie für jeden dieser 100×100 Punkte ein Rechteck der Größe 4×4. Hinweis: Haben Sie die TK Klasse mit `root = Tk()` instanziiert, können Sie mit `can = tk.Canvas(root, width=200, height=200)` eine "Leinwand" erzeugen. Danach muss `can.pack()` aufgerufen werden. Auf der Leinwand können Sie mit

```
can.create_rectangle(x, y, x + 4, y + 4, fill = 'blue',
                     outline = 'blue')
```

ein 4×4 blaues Rechteck (mit blauem Rand) an der Stelle (x, y) erzeugen. Sie müssen `root.update()` nach dem Aufruf von `create_rectangle` aufrufen, um das Rechteck zu zeichnen.

Verwenden Sie die Klasse `Komplex` von Aufgabe 1 (oder alternativ die in Python eingebauten komplexen Zahlen). Testen Sie weitere Farbschemata, um die Mandelbrot Menge zu visualisieren!



4.) Newton-Verfahren

Mit dem Newton-Verfahren kann eine Approximation der Lösung zu der Gleichung $f(x) = 0$ für eine stetig differenzierbare Funktion $f : \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ bestimmt werden. Beschrieben wird das Verfahren über die Iterationsvorschrift

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)},$$

wobei $x_0 \in \mathbb{R}$ gegeben ist.

Schreiben Sie eine Funktion `newton(f,df,x,eps,N)` mit der Funktion `f`, der zugehörigen Ableitung `df`, dem Anfangswert `x`, einer Schranke `eps` und der maximalen Anzahl der Iterationen `N` als Parameter. Es soll dann bis zur Genauigkeit `eps` iteriert werden, jedoch maximal N viele Iterationen. Die Funktion `newton` soll die Nullstelle und den Wert an der Nullstelle (d.h. den Fehler) zurückgeben.
Testen Sie Ihre Implementierung mit folgenden Funktionen und Anfangswerten:

i) $f(x) = 3x - x^2$, $x_0 = 1.0$, $x_0 = 1.5$ und $x_0 = 2$.

ii) $f(x) = 1/x - 2$, $x_0 = .25$ und $x_0 = 1$.

iii) $f(x) = x^3 - 2x + 2$, $x_0 = -1.0$ und $x_0 = 0$.

Verwenden Sie dafür `eps` $= 10^{-7}$ und $N = 100$. Was stellen Sie fest?