

Programmieren für Physiker

Interfakultatives Institut für Anwendungen der Informatik
Institut für Theoretische Teilchenphysik

Prof. Dr. M. Steinhauser, Dr. A. Mildenerger
<http://comp.physik.kit.edu>

SS 2011 – Blatt 12
Bearbeitungszeitraum: bis 06. Juli 2011

Klausurtermin: Dienstag, 12. Juli 2011, 17.30 Uhr.

Hörsaal gemäß erstem Buchstaben des Nachnamens: A-R $\hat{=}$ Gerthsen-HS, S-Z $\hat{=}$ Gaede-HS.

Dauer: 90 Minuten. Es sind keine Hilfsmittel erlaubt. Bitte Studentenausweis mitbringen.

Bachelor-Studierende: Es ist erforderlich, sich bis 05.07.2011 unter <https://studium.kit.edu/> zur Klausur anzumelden.

Aufgabe 29: Trapez-Integration, Romberg-Verfahren

Pflichtaufgabe

Schreiben Sie ein C++-Programm zur numerischen Berechnung des Integrals

$$\int_a^b dx f(x)$$

unter Verwendung der allgemeinen Trapezregel

$$F_{\text{Tr}}^{(N)} = \frac{h}{2}(f_0 + 2f_1 + \dots + 2f_{N-1} + f_N) \quad \text{mit} \quad h = \frac{b-a}{N}, \quad f_j = f(a + j \cdot h), \quad j = 0, \dots, N.$$

(a) Beginnen Sie die Berechnung mit nur einem Intervall ($N = 1$) und verdoppeln Sie die Intervall-Anzahl so oft, bis die relative Änderung zweier aufeinanderfolgender Berechnungen eine vorgegebene Genauigkeit erreicht

$$\left| \frac{F_{\text{Tr}}^{(2N)} - F_{\text{Tr}}^{(N)}}{F_{\text{Tr}}^{(2N)}} \right| \leq \varepsilon \quad \text{mit} \quad \varepsilon = 10^{-3}$$

oder die Anzahl der Intervalle größer als $2^{16} = 65536$ wird.

Berücksichtigen Sie bitte beim Verdoppeln der Stützstellenanzahl, dass Sie die Trapezsumme nicht komplett neu berechnet werden muss, sondern nur Funktionsauswertungen an den neuen Zwischenstellen benötigt werden. Bewahren Sie hierzu die Trapezsummen $F^{(N)}$ in einem Feld auf. Dieses Feld wird auch noch in Teil (b) benötigt.

Übergeben Sie Ihrer Integrationsroutine oder -klasse die zu integrierende Funktion per Funktionszeiger.

(b) Verwenden Sie die zuvor ausgerechneten Trapezsummen um eine sogenannte Romberg-Extrapolation durchzuführen:

$$T_{i,0} = F_{\text{Tr}}^{(2^i)}$$
$$T_{i,k} = T_{i,k-1} + \frac{T_{i,k-1} - T_{i-1,k-1}}{4^k - 1} \quad \text{mit} \quad k = 1, \dots, i_{\text{max}} \quad \text{und dabei jeweils} \quad i = k, \dots, i_{\text{max}}$$

Der beste Approximation ergibt sich aus $T_{i_{\text{max}}, i_{\text{max}}}$. Die Tableaugröße i_{max} soll hierbei durch die in Teil (a) benötigte Stützstellenanzahl bestimmt sein.

Geben Sie das gesamte Romberg-Tableau in Dreiecksform aus. Stellen Sie die ausgegebenen Dezimalstellen sinnvoll ein.

Testen Sie das Programm mit dem Integral

$$\int_0^{10} dx \frac{\sqrt{x}}{1+x^2} \quad (\approx 1.590243869).$$

Aufgabe 30: Pointer-Knobelei

freiwillig

Was macht das folgende Programm und, wichtiger noch, wie funktioniert es? Versuchen Sie, das Programm zu analysieren, möglichst ohne es ablaufen zu lassen.

```
#include <iostream>
using namespace std ;

int main()
{
    char zeile[] = "Ist das ein Stuss!" ;
    char *p = zeile ;
    while (*p++ != 'S') ;
    -----*p ;
    **p = *(zeile+5) ;
    cout << zeile << endl ;
}
```

Aufgabe 31: Klasse für n-dimensionale Vektoren

freiwillig

Schreiben Sie eine Klasse für n-dimensionale reelle Vektoren. Die Größe des Vektors soll im Konstruktor übergeben werden, allokiieren Sie den benötigten Speicherplatz in ihrer Klasse. Schreiben Sie Methoden, um auf die Vektorelemente zuzugreifen und einige Rechenoperationen mit Vektoren. Geben Sie den Speicherplatz im Destruktor wieder frei.

Was ist beim Zuweisungsoperator und beim sogenannten Copy Constructor zu bedenken?

Hinweis: Die benötigten Befehle `new` und `delete` werden in der Vorlesung am 05. Juli besprochen.
