

Rechnernutzung in der Physik

Institut für Experimentelle Teilchenphysik
Institut für Theoretische Teilchenphysik
Interfakultatives Institut für Anwendungen der Informatik

Prof. G. Quast, Prof. M. Steinhauser

Dr. A. Mildenerger, Dipl.-Phys. Jens Hoff, Dr. M. Zeise

WS2011/12 – Blatt 04

<http://comp.physik.kit.edu>

Prog: Di, 22.11.2011 / Ausarb: Fr, 25.11.2011

Aufgabe 9: e – Compilieren, Linken, Makefiles Programmtestat + Ausarbeitung

Die Übersetzung eines Programmes muss nicht notwendigerweise mit einem einfachen Compileraufruf geschehen. Im Gegenteil, es ist oft erwünscht oder gar notwendig, diese Arbeit in Teilschritte zu zerlegen, z.B. wenn man mehrere Quelldateien hat oder auf bereits compilierten Code (Bibliotheken) zurückgreift.

Programmtestat:

(a) Laden Sie von der Kurswebseite die Dateien `emain.cc`, `mathhelp.h`, `mathhelp.cc` und `Makefile.mk` und benennen Sie die Datei `Makefile.mk` in `Makefile` um. Lesen Sie bitte die Inhalte aller vier Dateien aufmerksam durch!

Starten Sie nun eine Übersetzung, indem Sie das Kommando `make` eingeben. `make` sucht voreingestellt nach den Dateien `Makefile` und `makefile` und arbeitet diese ab. Über Optionen von `make` (siehe `man make`) kann dies auch modifiziert werden.

Sie können nun beobachten, welche Kommandos der Reihe nach ausgeführt werden: Zunächst werden die einzelnen Teildateien übersetzt und dann diese Teile zusammen mit Systembibliotheksrountinen zu einem ausführbaren Programm zusammengebunden. Was passiert, wenn Sie `make` ein zweites Mal starten? Was passiert, wenn Sie nur eine Quelltextdatei ändern und dann erneut `make` aufrufen? Was bewirken `make clean` und `make chrono`?

(b) Es soll nun die Eulersche Zahl e mit grosser Präzision berechnet werden. Da die Genauigkeit der Standardzahlentypen nicht ausreichen wird, verwenden wir nun die Programmbibliothek *GNU Multiple Precision Arithmetic Library* (<http://gmpilib.org>). Diese Bibliothek stellt Datentypen mit hoher Genauigkeit und zahlreiche Rechenoperationen zur Verfügung. Die Dokumentation der Bibliothek steht unter <http://gmpilib.org/manual/>. Bequemere Weise sind für die neuen, genauen Datentypen in der Regel die üblichen Rechenoperatoren von C++ überladen. Der Quelltext dieser Bibliothek ist offen und einsehbar, dennoch werden in der Regel Bibliotheken in kompilierter Form verwendet und nicht immer auf den Quelltext zurückgegriffen. Konkret geschieht das hier so: Im eigenen Programm werden per `#include <gmpxx.h>` die Funktionsaufrufe und Klassenstrukturen bekannt gemacht. Der eigentliche Code der Bibliotheksrountinen wird später beim „Linken“ dazugebunden. Die benötigte Option beim Linken ist `-l gmpxx`, das `l` steht dabei für *Library*. Im Poolraum ist `gmpilib` installiert.

Laden Sie von der Webseite das Programmfragment `e-xample.cc` herunter. Dieses enthält beispielhaft einige Rechenoperationen in hoher Genauigkeit. Passen Sie als ersten Schritt Ihr Makefile so an, dass dieses Programm übersetzt wird und ausgeführt werden kann.

Die Berechnung der Eulerschen Zahl e mit $a = 100$ Stellen Genauigkeit kann folgendermaßen vorgenommen werden. Es gilt:

$$e^x = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^k}{k!} = \sum_{k=0}^N \frac{x^k}{k!} + R_N(x),$$

wobei in der letzten Umformung das Restglied $R_N(x)$ eingeführt wurde. Dieses kann abgeschätzt werden durch

$$R_N(x) < \frac{2|x|^{N+1}}{(N+1)!} \quad \text{für } |x| < N/2 + 1.$$

Indem $x = 1$ gesetzt wird, kann die Zahl e berechnet werden. Die Genauigkeit 10^{-a} ist dabei erreicht, falls $R_N(x) < 10^{-a}$. Mit der relativ groben Abschätzung $(N+1)! > e^{N-1}$ ergibt sich für $x = 1$, dass für $N > \log(2 \cdot 10^a) + 1$ die geforderte Genauigkeit erreicht ist.

Programmieren Sie mit diesem Ansatz die Berechnung von $a = 100$ Stellen der Zahl e .

Freiwilliger Zusatz: Leiten Sie die Abschätzung des Restglieds her. (Tipp: geometrische Reihe)

Ausarbeitung:

Erklären Sie bitte in eigenen Worten in jeweils etwa zwei bis fünf Sätzen die folgenden fünf Begriffe: Compiler, Objektcode, Linker, (Programm-)Bibliothek, Makefile.

Aufgabe 10: Einführung in Mathematica

freiwillig

(a) Auf der Homepage zur Vorlesung finden Sie die Datei `Intro.nb`. „nb“ steht dabei für Notebook. Kopieren Sie diese Datei in Ihr Verzeichnis und führen Sie das Kommando

```
> mathematica Intro.nb &
```

aus. Folgen Sie im Weiteren den Anweisungen des Notebooks. Machen Sie sich außerdem mit der Notebook-Oberfläche vertraut und versuchen Sie Hilfestellungen zu den verschiedenen Befehlen zu bekommen.

(b) `Mathematica` kann auch direkt aus der Shell aufgerufen werden. Nachdem Sie das Kommando `> math`

einggegeben haben, erscheint eine Befehlszeile `In[1] :=`, die Sie zur Eingabe auffordert. Probieren Sie ein paar Befehle aus der Datei `Intro.nb` aus. Mit `Quit[]` können Sie die `Mathematica`-Session beenden.
