

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. Mildenerberger, Dip. Phys. J. Hoff, Dr. M. Zeise

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

WS2011/12 – Blatt 10

Prog.: Di, 17.01.2012 / Ausarb.:Fr., 20.01.2012

Für die Übungen zu Root gibt es ein Muster-Programm auf der Web-Seite des Kurses. Bitte ein Arbeitsverzeichnis erzeugen, z.B. mit `mkdir ex10` und die Vorlage `ex10.cc` sowie `Makefile` dort hin kopieren. Wechseln sie dann in das soeben erzeugte Verzeichnis (mittels `cd ex10`). Das Beispielprogramm macht noch nicht viel, es liefert nur den Rahmen für die folgenden Übungen. Den echten Code müssen Sie selbst einfügen. Als Test für den Übersetzungsprozess sollten Sie zunächst `ex10.cc` übersetzen und eine ausführbare Datei erzeugen. Geben Sie dazu einfach `make` ein.

Dieser Befehl erzeugt eine Datei `ex10.o` (object file), die dann zu einer ausführbaren Datei `ex10` gebunden wird („link“-Prozess, erzeugt „executable“). Diese Datei führen Sie aus mit dem Befehl `./ex10` (der explizite Zusatz `./` wird benötigt, weil das eben erzeugte Arbeitsverzeichnis – aus Sicherheitsgründen – nicht automatisch im Pfad der ausführbaren Programme eingetragen ist).

Jetzt können Sie den Quellcode `ex10.cc` in einem Editor Ihrer Wahl öffnen und bearbeiten. Enthalten sind die Funktionen `fermi`, `ranc1t_1` und `ranc1t_2`, die jeweils den folgenden Aufgaben entsprechen. Bei der Programmentwicklung können sie das Beispielprogramm auch als Macro in ROOT ausführen; während der Arbeit an einem Programmteil kommentieren Sie im Hauptprogramm `ex10()` die Aufrufe der anderen Programmteile aus.

1 Funktionen darstellen mit ROOT

Aufgabe 22: Fermi-Dirac-Verteilung

Programmtestat

Als erste Übung in ROOT soll eine Kurvenschar mit Hilfe der Klasse `TF1` dargestellt werden. Die Funktion selbst soll, anders als in Aufg. 21 von Blatt 9, dieses Mal in C++ erstellt werden. Wählen Sie dazu als Vorlage die Datei `slits.cxx` aus dem Tutorium „Diving into Root“ und modifizieren Sie sie so, dass die Fermi-Dirac-Verteilung

$$f(E) = \frac{1}{\exp\{(E - E_F)/k_b T\} + 1}$$

für 10 verschiedene Temperaturen von $k_b T = 0.1 E_F$ bis $1.9 E_F$ mit unterschiedlicher Farbcodierung im gleichen Diagramm dargestellt wird; setzen Sie für diese Darstellung $E_F = 1$, d.h. die Energie auf der x-Achse wird in Einheiten der Fermi-Energie angegeben.

Hinweis: Zur Anzeige einer Funktion verwenden sie die Methode `DrawCopy()` der Klasse `TF1`; ins gleiche Diagramm zeichnen Sie, wenn sie die Option `DrawCopy("same")` verwenden.

Zufallszahlen und Zentraler Grenzwertsatz

Machen Sie sich bitte mit der Klasse `TH1` vertraut, und lesen Sie das entsprechende Kapitel im Tutorial „Diving into Root“.

Aufgabe 23: Erzeugung gleichverteilter Zufallszahlen

freiwillig

Schreiben Sie ein Programm zur Erzeugung von 10000 Zufallszahlen, die zwischen 0 und 1 gleichverteilt sind und füllen Sie diese in ein Histogramm.

Editieren Sie dazu die Funktion `ranclt_1`. Mit der Methode `gRandom→Rndm()` aus dem ROOT-Paket, d.h. `x=gRandom→Rndm()` erzeugen Sie eine Zufallszahl x .

Mit der `Fill`-Methode der Histogramm-Klasse `TH1F` können Sie die Ergebnisse in ein Histogramm mit 100 Bins füllen. Das Buchen des eindimensionalen Histogramms geht mit dem Befehl

```
TH1F *h100 = new TH1F("h100","some title",NumberBinsX,XMin,XMax);
```

und das Füllen mit `id→Fill(x)`;

(dabei ist `id` der im Schritt davor gewählte Variablenname des Histogramms).

Jetzt noch das Programm übersetzen, wie oben erklärt, und ausführen. Die Ergebnisdatei `ranclt_1.root` enthält nun das Histogramm `h100`.

Das Ergebnis können Sie in einer interaktiven ROOT-Sitzung anzeigen durch Eingabe von `user@host> root ranclt_1.root`

in einem Konsolenfenster. Dies ist äquivalent zu folgender Vorgehensweise:

1. ROOT starten, indem Sie `root` in einem Konsolenfenster eingeben
2. Datei (`ranclt_1.root`) einlesen mittels `TFile file("ranclt_1.root")` öffnen.

Jetzt noch eine Instanz von `TBrowser` erzeugen mit `TBrowser b;`, dann durch Klicken auf `ROOT Files` und `ranclt_1.root` sowie einen Doppel-Klick auf das Histogramm dieses anzeigen.

Alternativ können Sie in der Funktion `ranclt_1` auch die Methode `Draw()` der Histogramm-Klasse benutzen, um Ihr Histogramm direkt ohne den interaktiven Schritt anzeigen zu lassen.

Aufgabe 24: Zentraler Grenzwertsatz

Ausarbeitung ¹

In dieser Aufgabe soll der wichtige zentrale Grenzwertsatz illustriert werden.

Betrachten Sie die Summe y von n gleichverteilten Zufallszahlen im Intervall $[0,1]$ (s. zweite Aufgabe auf diesem Blatt):

$$y = \sum_{i=1}^n x_i$$

Zeigen Sie, dass eine Gleichverteilung im Intervall $[0,1]$ eine Standardabweichung von $\sigma = \sqrt{1/12}$ hat. Zeigen Sie durch eine explizite analytische Rechnung, dass y einen Erwartungswert von $n/2$ und eine Varianz von $n/12$ hat.

Nach dem zentralen Grenzwertsatz nähert sich die Verteilung von y für große n einer Gauß-Verteilung an. Dies soll im folgenden überprüft werden.

Wir betrachten die Variable

$$z = \frac{\sum_{i=1}^n x_i - \frac{n}{2}}{\sqrt{n/12}}$$

mit Mittelwert 0 und Standardabweichung 1.

Schreiben Sie ein Programm, um jeweils 10000 Werte von z für $n = 2, 3, \dots, 20$ zu erzeugen und füllen Sie diese in Histogramme. Zeichnen Sie jeweils eine passend normierte Standard-Gauß-Kurve (d.h. $\mu = 0$, $\sigma = 1$) in Ihre Histogramme ein und vergleichen Sie!

Zu dieser Aufgabe wird eine schriftliche Ausarbeitung verlangt. Neben den analytischen Berechnungen von oben legen Sie bitte Ausdrücke der Histogramme mit überlagerten Gauß-Kurven für $n=2, 3, 10$ und 20 bei.

Hinweis:

Mit dem Rechnernamen `fphctssh.physik.uni-karlsruhe.de` können Sie von überall aus mittels `ssh/scp` Programm auf einen Poolrechner zugreifen.

¹Zu Teil „Statistik und Datenanalyse“ der Computerübung werden mindestens 4 Ausarbeitungen angeboten, von denen drei verpflichtend sind.