粒子物理与核物理实验中的数据分析

杨振伟
清华大学

第四讲：ROOT在数据分析中的应用(2)

上讲回顾

- ROOT 基本概念(C++, 实验数据处理)
- 安装与登录ROOT以及体验

  设置ROOT的3个环境变量$ROOTSYS, $PATH, $LD_LIBRARY_PATH
- ROOT的语法简介

  完全兼容c++语法, Int_t, Float_t, Double_t, ...
- 数学函数, 直方图, 随机数, 文件, 散点图舍选法等

TF1, TF2, TF3, TFile, TH1I, TH1F, TH1D, TH2F, gRandom, ...

补充提示1: TH1F *h1=new TH1F("h1","",100,0.,1.);

h1->GetBinContent(i);//i=0,1,...,101.

可以得到102个值: i=0 对应underflow

i=101对应 overflow

i=1,2,...,100为相应bin的值。

补充提示2: gRandom->SetSeed(seed);需要明显给定seed。如

gRandom->SetSeed(0);

本讲要点

- ROOT中tree的概念(类TTree)

  什么是tree， 为什么tree存取数据
- 如何定义、填充TTree并写入文件
- 如何读取实验数据填充为TTree
- 如何查看或读取ROOT文件中的tree
- TChain:

  同时处理多个相同root文件

  (root文件中含有相同的tree，总事例不超过10^{12} 个)

```
chain->Add("/data/sns/090324_01.root");
chain->Add("/data/sns/090325*.root");
```

root 文件与它的 tree 概念

- 一个 root 文件就像 UNIX 中的一个目录，它可以包含目录和没有层次限制的目标模块。

  即，在可以在root文件创建不同的目录子目录，
  目录中存放不同的类对象或普通数据。

- 如要求存储大量的同类目标模块，需要引入概念：

  TTree：　减小磁盘空间和增加读取速度方面被优化

  TNtuple：只能存储浮点数的TTree。尽量避免使用。

- TTree 减少了每个目标模块的header，但仍保留类的名字，而每个同类的目标模块名字可以被压缩。

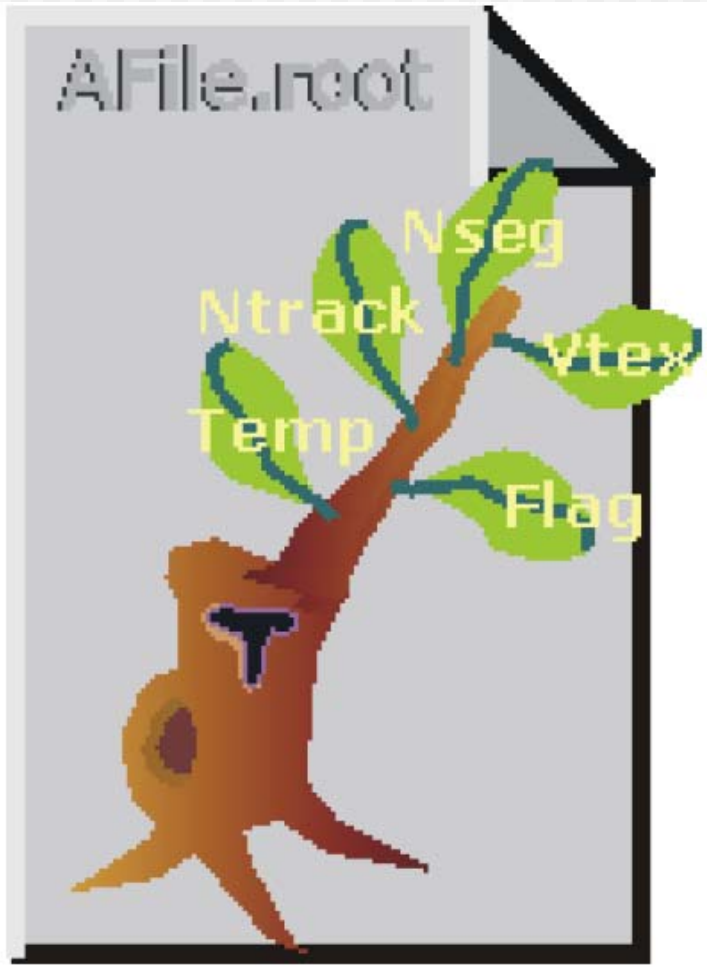
- TTree 采用了 branch 的体系，每个 branch 的读取可以与别的 branch 无关。

  可以把tree看成root文件中的子目录，
  branch看成子目录中的文件或者子目录。

为什么使用TTree

- 适用于大量的类型相同的对象
- 可以存储包括类对象、数组等各种类型数据
- 一般情况下，tree的Branch，Leaf信息就是一个事例的完整信息

  有了tree之后，可以很方便对事例进行循环处理。
- 占用空间少，读取速度快



TTree是ROOT最强大的概念之一

下载本讲例子到本地计算机

cd <你的工作目录>

wget hep.tsinghua.edu.cn/~yangzw/CourseDataAna/examples/Lec4.tgz

tar -zxvf Lec4.tgz

cd Lec4

或者

cd <你的工作目录>

scp -r $USER@166.111.32.64:/home/yangzw/examples/Lec4.tgz .

(注意最后有个"."，表示复制到当前目录，需要输入密码)

tar -zxvf Lec4.tgz

cd Lec4 (本讲所有例题都在该目录下)

TTree的定义

参见 http://root.cern.ch/root/html522/TTree.html

构造函数：

名称　　描述

```
TTree(const char* name, const char* title,
      Int_t splitlevel = 99);
```

Branch成员函数：

```
virtual TBranch*Branch(const char* name, void* address,
                       const char* leaflist, Int_t bufsize = 32000);
```

创建TTree，并设置Branch，比如：

```
Int_t RunID;
TTree *t1 = new TTree("t1","test tree");
TBranch *br = t1->Branch("RunID",&RunID,"RunID/I");
```

Branch可以是单独的变量，也可以是一串变量，也可以是定长或不定长数组，也可以是C结构体，或者类对象(继承自**TObject**，如TH1F对象)。

如何写一个简单的TTree
/home/yangzw/examples/Lec4/ex41.C

```
void ex41() {
  TFile *f = new TFile("tree1.root","recreate");
  TTree *t1 = new TTree("t1","test tree");
  gRandom->SetSeed(0);
  Float_t px,py,pz;
  Double_t random;
  Int_t i;
  //Set the Branches of tree
  t1->Branch("px",&px,"px/F");
  t1->Branch("py",&py,"py/F");
  t1->Branch("pz",&pz,"pz/F");
  t1->Branch("random",&random,"random/D");
  t1->Branch("i",&i,"i/I");
  for (i=0;i<5000;i++) {
     gRandom->Rannor(px,py);
     pz = px*px + py*py;
     random = gRandom->Rndm();
     t1->Fill();//Fill tree
  }
  t1->Write();
}
```

定义tree，参数分别为tree的名称和描述

设置Branch，参数分别为Branch的“名称”、“地址”以及“leaf列表和类型”。这里只有一个leaf，如果多个则用冒号分开。
常用类型:C,I,F,D分别表示字符串、整型、浮点型和双精度型，参见ROOT手册195-196

为每个leaf赋值，每个事例结束时填充一次。这里一共填充5000事例。
好的做法是实验一个事例填充一次！！！

将tree写入root文件中存盘

运行：**root -l ex41.C 或ROOT环境中: .x ex41.C**

查看Tree的信息

>root -l tree1.root 打开root文件
root[1].ls 查看文件信息，
发现TTree t1
root[2]t1->Show(0);
显示第0个event的信息
root[3]t1->GetEntries() 总事例数
root[4]t1->Scan();
root[5]t1->Print();
root[6]t1->Draw("px");

```
[training] root -l tree1.root
root [0]
Attaching file tree1.root as _file0...
root [1] .ls
TFile**         tree1.root
 TFile*         tree1.root
  KEY: TTree    t1;1    test tree
root [2] t1->Show(0)
======> EVENT:0
 px                = -0.864926
 py                = 1.28846
 pz                = 2.40823
 random            = 0.436748
 i                 = 0
root [3]
```

```
root [3] t1->Scan()
************************************************************************
*    Row   *        px *        py *        pz *    random *         i *
************************************************************************
*        0 * -0.864926 * 1.2884608 * 2.4082288 * 0.4367477 *         0 *
*        1 * 0.1207585 * 0.8442332 * 0.7273124 * 0.2977862 *         1 *
```

```
root [4] t1->Print()
************************************************************************
*Tree    :t1        : test tree                                         *
*Entries :     5000 : Total =          155503 bytes  File  Size =      91601 *
*        :          : Tree compression factor =   1.47                  *
************************************************************************
```

查看Tree的信息(续)

也可以

```
>root -l   进入root
root[0]TFile *f1=new TFile("tree1.root");
root[1]t1->Draw( "sqrt(px*px+py*py)" );
root[2]TH1F *h1;
root[3]t1->Draw("px>>h1");
root[4]t1->Draw("py","px>0","sames");
root[5]t1->Draw("py","","sames");
```

如何读写含有不定长数组的tree(1)
/home/yangzw/examples/Lec4/ex42.C

```
...
const Int_t kMaxTrack = 50;
Int_t ntrack;
Float_t px[kMaxTrack];
Float_t py[kMaxTrack];
Float_t zv[kMaxTrack];
Double_t pv[3];

TFile f(rootfile,"recreate");
TTree *t3 = new TTree("t3",
                "Reconst events");
t3->Branch("ntrack",&ntrack,"ntrack/I");
t3->Branch("px",px,"px[ntrack]/F");
t3->Branch("py",py,"py[ntrack]/F");
t3->Branch("zv",zv,"zv[ntrack]/F");
t3->Branch("pv",pv,"pv[3]/D");
...
```

```
void ex42r() { //读取数据，适用于简单分析
  TFile *f = new TFile(rootfile);
  TTree *t3 = (TTree*)f->Get("t3");
  t3->Draw("sqrt(px*px+py*py)");
  htemp->SetLineColor(2);
  t3->Draw("sqrt(px*px+py*py)",
           "zv>100","sames");
}
```

直接画出**Branch/Leaf**，可以加很多条件。

！！如何获取**root**文件中的**tree**指针

1)估计不定长数组的最大维数，以该维数定义数组；如**float zv[kMaxTrack]**

2)定义某变量，用于存放数组的实际维数。如**int ntrack,**表示一个事例中实际的径迹数。

3)定义**tree**，设置**Branch**。第三个参数给出数组的实际维数。如**"zv[ntrack]/F"**

运行:进入**ROOT**环境后

.L ex42.C
ex42w()
ex42r()

很多时候不定长数组是必要的，比如正负电子对撞，记录末态粒子的信息，末态粒子数目是不固定的。

如何读写含有不定长数组的tree(2)
/home/yangzw/examples/Lec4/ex42.C

```
void ex42r2() {
   TFile *f = new TFile(rootfile);
   TTree *t3 = (TTree*)f->Get("t3");
   //步骤1:定义好必要的变量
   const Int_t kMaxTrack = 100;
   Int_t ntrack;
   Float_t px[kMaxTrack]; //[ntrack]
   Float_t py[kMaxTrack]; //[ntrack]
   Float_t zv[kMaxTrack]; //[ntrack]
   Double_t pv[3];
   //步骤2: 用SetBranchAddress函数
   //将tree的Branch与定义好的变量
   //地址联系起来。
   t3->SetBranchAddress("ntrack",
&ntrack);
   t3->SetBranchAddress("px", px);
   t3->SetBranchAddress("py", py);
   t3->SetBranchAddress("zv", zv);
   t3->SetBranchAddress("pv", pv);
   //获取事例总数
   Int_t nentries = t3->GetEntries();

   TH1I *hntrack = new TH1I("hntrack","trk n",25,0,50);
   TH1F *hpt     = new TH1F("hpt"    ,"trk pt" ,100,0,10);
   //步骤3:对所有事例循环
   for (int i=0;i<nentries;i++) {
      t3->GetEntry(i); //获取第i个事例
      hntrack->Fill( ntrack );
      for (int j=0;j<ntrack;j++) {
        Float_t pt = sqrt(px[j]*px[j]+py[j]*py[j]);
        hpt->Fill( pt );
    }
   }
   TCanvas *myC = new TCanvas("myC","",10,10,600,400);
   hntrack->Draw("e");
   hntrack->GetYAxis()->SetRangeUser(0,60);
   TCanvas *myC1 = new TCanvas("myC1","",10,10,600,400);
   hpt->Draw();
}
```

问题：对**ntrack**和**px**的处理有什么差别？为什么？

运行：进入**ROOT**环境后

.L ex42.C
ex42w()
ex42r2()

每获取一个事例，这些**Branch**直接赋值给指定的变量。可以在循环中设定选取条件，选择分析数据。进行复杂细致的分析推荐使用这种方法。

注：程序中**//[ntrack]**的意义参见手册**171-174 Streamer**

如何将类对象设定为tree的Branch
/home/yangzw/examples/Lec4/ex43.C

```
...
TTree *t3 = new TTree("t3","Reconst events");
//Evt_t是已经定义好的类(详见ex43.C)。这里的myevt一定要用new的方式定义，
//然后就可以直接将该对象设为tree的一个Branch。
//第1个参数为Branch的名字，第2个为类的名字(可省略)，第3个为对象指针的地址(!!)，
//第4个为缓存大小，第5个为分割级别(split-level)。
//参见手册196-197“Adding a Branch to Hold an Object”
Evt_t *myevt = new Evt_t();
t3->Branch(“evt”,“Evt_t”,&myevt,32000,1);
```

略过，但并非不重要

```
...
//读取tree时，可以直接将对象指针的地址的赋给相应的Branch
//需要提醒的是，第1个参数为Branch的名称，必须与写入时指定的名称相同。
Evt_t *myevt = 0 ;
t3->SetBranchAddress("evt",&myevt);

...
//GetEntry(i)获得第i个entry后，通过myevt->ntrack（或其它成员变量)可以获得
//相应的数据。
t3->GetEntry(i);
hntrack->Fill( myevt->ntrack );
```

语法更严格，必须include需要的头文件

详见ex43.C。运行时必须通过外部编译器如：**root -l ex43.C+**
或者在ROOT环境中 **.x ex43.C+**　　这里的”+”是必须的。

如何从ASCII文件中读取数据转为ROOT中的TTree
/home/yangzw/examples/Lec4/ex44.C

有时候记录的实验数据是**ASCII**格式，或者二进制格式。我们可以读取这些数据转换成**ROOT**中的**tree**，方便进行数据分析。**ex44.C**读取**basic.dat(ASCII**码**)**，转成最简单的**TTree**。**basic.dat**中的数据分**3**列，分别为**x,y,z**坐标。

```
void ex44() {
  ifstream in; //定义文件流对象, i表示in，f表示file，即从某文件中读取数据
  in.open("basic.dat"); //打开该文件
  Float_t x,y,z;
  Int_t nlines = 0;
  TFile *f = new TFile("ex44.root","RECREATE");
  TH1F *h1 = new TH1F("h1","x distribution",100,-4,4);
  //TNtuple可以看成特殊的的TTree，只可以存放浮点型数据。
  TNtuple *ntuple = new TNtuple("ntuple","data aus ascii","x:y:z");
  while (1) {
    in >> x >> y >> z; //从文件中读取一行，分别赋值给x,y,z。
    if (!in.good()) break;
    if (nlines < 5) printf("x=%8f, y=%8f, z=%8f\n",x,y,z);
    h1->Fill(x);
    ntuple->Fill(x,y,z); //填充TNtuple
    nlines++;
  }
  printf(" found %d points\n",nlines);
  in.close();
  f->Write();
}
```

注：3个Branch分别为x，y，z

每个事例填充一次

运行：**root -l ex44.C**
或者在**root**环境中：
.x ex44.C

改成TTree方式：

```
void ex44() {
  Float_t x,y,z;
  Int_t nlines = 0;
  TFile *f = new TFile("ex44.root","RECREATE");
  TH1F *h1 = new TH1F("h1","x distribution",100,-4,4);
  //TNtuple可以看成特殊的的TTree，只可以存放浮点型数据。
  TTree *mytree = new TTree("mytree","aaaaaaaaaaaa");
  mytree->Branch("x",&x,"x/F");
  mytree->Branch("y",&y,"y/F");
  mytree->Branch("z",&z,"z/F");
  while (1) {
    in >> x >> y >> z; //从文件中读取一行，分别赋值给x,y,z。
    if (!in.good()) break;
    if (nlines < 5) printf("x=%8f, y=%8f, z=%8f\n",x,y,z);
    h1->Fill(x);
    mytree->Fill();//填充TNtuple
    nlines++;
  }
  printf(" found %d points\n",nlines);
  in.close();
  f->Write();
}
```

略过，但并非不重要

如何从ASCII文件中读取数据转为ROOT中的TTree
/home/yangzw/examples/Lec4/ex44a.C

读取**ASCII**格式文件还有个更简便的方式，即用**TTree**的**ReadFile**函数：
tree->ReadFile(parameter1,parameter2);

参见手册**212**页**Example5**

```
void ex44a() {
  TFile *f = new TFile("ex44.root","RECREATE");
  TTree *T = new TTree("ntuple","data from ascii file");
  //第1个参数为要打开的文件名称
  //第2个参数是Branch的描述，即设定3个Branch x,y,z
  Long64_t nlines = T->ReadFile("basic.dat","x:y:z");
  printf(" found %lld points\n",nlines);
  T->Write();
}
```

运行：**root -l ex44a.C**
或者在**root**环境中：
.x ex44a.C

TTree提供的**ReadFile()**函数更简洁，更强大？

TChain: 分析多个root文件的利器(1)

TChain对象是包含相同tree的ROOT文件的列表。
参见手册231页Chains以及
http://root.cern.ch/root/html522/TChain.html

```
void ex45() {
 //定义TChain，t3为root文件中tree的名称!!!!!!!
 TChain* fChain= new TChain("t3");
 //添加所有文件至fChain，或根据需要添加部分root文件
 fChain->Add("rootfiles/*.root");

 //画出t3的某个leaf，如ntrack
  fChain->Draw("ntrack");
}
```

问题：root文件中多个tree怎么办？

注意：此时，fChain等同于一个大root文件中的一个类"t3",该文件包含的事例数为所有文件中事例数之和（10^{12}以内）

ROOT文件中的子目录

```
//创建root文件，创建后默认目录就是在myfile.root目录中，
//实际上，root文件被当作一个目录。
TFile *fname=new TFile("myfile.root","recreate");
//gDirectory只想当前目录，即myfile.root
//可以调用mkdir函数在ROOT文件中创建一个子目录，如subdir
gDirectory->mkdir("subdir");
//进入到subdir子目录
gDirectory->cd("subdir");
//创建TTree
TTree *tree = new TTree("tree","tree in subdir");
.....
//将tree写到当前目录，即subdir中
tree->Write();
```

TChain: 分析多个root文件的利器(2)

如果root文件中的类t3是在子目录subdir下，
则可以这样定义：

```
TChain* fChain= new TChain("subdir/t3");
```

或者将子目录和类的名字全部放在Add()函数中

```
TChain* fChain=new TChain();
fChain->Add("rootfiles/*.root/subdir/t3");
```

注意；从这里可以看出，

1）ROOT文件中的目录subdir与系统的子目录rootfiles同等地位;
2）ROOT文件的文件名在这里也类似于目录
3）TTree，即t3在这里也类似于目录

由此可以得到，当ROOT文件中存在多个TTree，比如t3，t4时，需要哪个就使用哪个，其它的与我们无关。

TChain: 分析多个root文件的利器(3)
/home/yangzw/examples/Lec4/ex45.C

```
void ex45() {
 TChain* fChain= new TChain("t3");  //t3为文件中tree的名称
  fChain->Add("rootfiles/*.root");  //将需要的root文件加入fChain
  fChain->Draw("ntrack");   //可以直接把fChain当成TTree t3
  //也可以跟读取root文件中的tree类似，设定Branch的地址，进行细致分析。
  const Int_t kMaxNum = 50;
  Int_t       ntrack;
  Float_t      px[kMaxNum];  //[ntrack]
  Float_t      py[kMaxNum];  //[ntrack]
  Float_t      zv[kMaxNum];  //[ntrack]
  Double_t      pv[3];
  fChain->SetBranchAddress("ntrack", &ntrack); //设定Branch
  fChain->SetBranchAddress("px", px);
  fChain->SetBranchAddress("py", py);
  fChain->SetBranchAddress("zv", zv);
  fChain->SetBranchAddress("pv", pv);
  cout << "Entries=" << fChain->GetEntries() << endl;
  for (int i=0;i<10;i++) {
    fChain->GetEntry(i);
    cout << "ntrack = " << ntrack << endl;
  }
}
```

运行：**root -l ex45.C**
或者在**root**环境中：
.x ex45.C

TChain: 分析多个root文件的利器(4)
/home/yangzw/examples/Lec4/ex45a.C

假如**ROOT**文件的**Branch**是类对象，如**ex43.C**生成的**ex43.root**，在用**TChain**进行分析处理时，往**TChain**中添加文件与例子**ex45.C**完全相同。只是在设定**Branch**进行详细分析时，需要用例子**ex43.C**中给出的读取**tree**信息的方式。详见**ex45a.C**

```
void ex45a() {
  TChain* fChain= new TChain("t3");
  fChain->Add("rootfilesclass/*.root");
  fChain->Draw("ntrack");

  Evt_t *myevt = 0;
  fChain->SetBranchAddress("evt", &myevt);
  cout << "Entries=" << fChain->GetEntries() << endl;
  for (int i=0;i<10;i++) {
    fChain->GetEntry(i);
    cout << "ntrack = " << myevt->ntrack << endl;
  }
}
```

略过，但并非不重要

与**ex43.C**中的函数**ex43r2()**进行比较，进一步理解如何读取**tree**中存储类对象的**Branch**。

注意脚本中**include**了很多头文件。

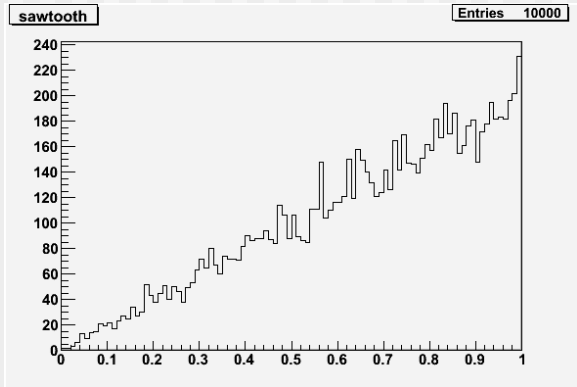
运行：**root -l ex45a.C+**或者在**root**环境中：
.x ex45a.C+　　“+”是必需的。

SDA第三章练习(3.3a)

/home/yangzw/examples/Lec4/ex4SDA/exercise33a.C

根据计算可得若r满足(0,1)区间均匀分布，则x(r)=xmax*sqrt(r)满足(0,xmax)之间的锯齿分布。
下面这段程序先产生随机数r，然后计算x(r)，填充到直方图中，验证x(r)是否为锯齿分布。

```
void exercise33a() {
  const Int_t NEntry = 10000 ; //填充直方图10000次
  const Int_t NBin   = 100 ; //直方图分100个bin
  Float_t xMax = 1.0 ;
  gStyle->SetOptStat("e"); //只给出entries统计信息
  //定义直方图，100bin，区间(0,1)
  TH1F *h1 = new TH1F("h1","sawtooth",NBin,0,xMax);
  gRandom->SetSeed(0);
  for (int i=0;i<NEntry;i++) {
      float r = gRandom->Rndm() ; //产生(0,1)之间的随机数
      float xr = xMax*sqrt(r);  //根据公式计算x(r)
      h1->Fill( xr );              //填充直方图
  }
  h1->Draw();
  c1->SaveAs("pic_ex33a.gif");
  c1->SaveAs("pic_ex33a.eps");
}
```

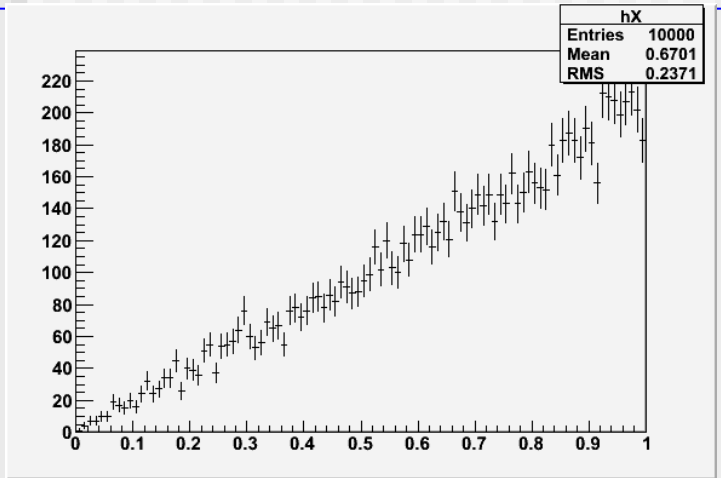


SDA第三章练习(3.3b)

/home/yangzw/examples/Lec4/ex4SDA/exercise33b.C

用舍选法获得锯齿分布

```
void exercise33b() {
  const Int_t NEntry = 10000;
  const Int_t NBin   = 100 ;
  Double_t x[NEntry] ;
  Double_t xMin = 0.0 ;
  Double_t xMax = 1.0 ;
  gStyle->SetOptStat(1111);
  gRandom->SetSeed(0);
  //用舍选法产生锯齿分布
  mypdf(x,NEntry,xMin,xMax);
  TH1F *hX =
        new TH1F("hX","",NBin,0,xMax);
  for (int i=0;i<NEntry;i++) hX->Fill( x[i] );
  hX->Draw("e");
  c1->SaveAs("pic_ex42.gif");
  c1->SaveAs("pic_ex42.eps");
}
```




```
void mypdf( Double_t *x, const Int_t NEntry,
Double_t xMin, Double_t xMax ){
  Double_t mycut = xMax ;
  Double_t fmax = -999.;
  for (Int_t i=0;i<100; i++) {
     Double_t r = gRandom->Rndm();
     r = r*xMax;
     Double_t f = 2.0*r/xMax/xMax;  //分布函数 f
     if (fmax<f) fmax = f;
  } //该循环寻找分布函数的最大值。
  fmax = 1.2*fmax; //放宽最大值
  Int_t nevt = 0;
  while(nevt<NEntry){
     Double_t r = gRandom->Rndm();
     r = r*xMax;
     Double_t z = 2.0*r/xMax/xMax; //f(z)
     if(z>fmax) {
       fmax=z;
       cout<<"z > fmax, find again!!!"<<endl;
     }
     Double_t u = gRandom->Rndm();
     u = u*fmax;
     if(u<=z) {  //如果u*fmax<=f(z)，选取，否则舍弃。
       if(TMath::Abs(r)<mycut){
          x[nevt]=r;
          nevt++;
       }
     }//end of if u<=z
  }//end of while nevt<NEntry
  return;
}
```

SDA第三章练习(3.4b)

/home/yangzw/examples/Lec4/ex4SDA/exercise34b.C

当n很大时， n个均匀分布随机数之和满足高斯分布。练习ROOT脚本的参数

```
void exercise34b(Int_t n) {
  const Int_t NEntry = 10000;
  const Int_t NBin   = 100;
  gROOT->SetStyle("Plain");
  gStyle->SetOptStat(1111);
  gRandom->SetSeed(0);

  TH1D *hZ = new TH1D("hZ","",NBin,-3,3);
  for (int i=0;i<NEntry;i++) {
       float z = genZ(n);
       hZ->Fill(z);
  }

  TCanvas *myC = new TCanvas("myC","",10,10,800,600);
  gPad->SetBottomMargin(0.15);
  hZ->Draw("e");
  TString xTitle( Form("z=(#sum_{i=1}^{n}x_{i}-n/2)/ #sqrt{#frac{n}{12}}, n=%i",n) );
  hZ->GetXaxis()->SetTitle(xTitle);
  hZ->GetXaxis()->CenterTitle();
}
```

运行：root -l

.L exercise34b.C

exercise34b(1)

exercise34b(2)

...

exercise34b(20)

可以看到当n变大时，z的分布越来越接近标准高斯分布

```
//产生n个(0,1)之间均匀分布的随机数，求这n个随机数之和y
//返回z=(y-n/2)/sqrt(n/12).
Double_t genZ(Int_t n) {
  Double_t y = 0;
  for (int i=0;i<n;i++) y += gRandom->Rndm();
  Double_t z = (y-n/2.)/sqrt(n/12.);
  return z;
}
```

1)脚本的运行需要参数n，n为正整数

2)n=1时，z仍为均匀分布

3)n=2时，z接近锯齿分布

4)n~12时，z非常接近高斯分布

5)注意ROOT中Latex公式的写法。

小结

- TTree的基本概念
- 如何创建TTree并写入root文件中
  为TTree设定Branch:
  tree->Branch(...);
- 如何查看root文件TTree信息，如何读取
  tree->Show(i), tree->Scan(), tree->Print()
  为Branch指定变量地址:
  tree->SetBranchAddress(...);
- 如何从ASCII格式文件读取数据生成TTree
  tree->ReadFile(“filename”,”branch descriptor”);
- TChain分析含相同类结构的多个root文件
  chain->Add(...);
- 舍选法，含参数的ROOT脚本

练习

1. /home/yangzw/examples/Lec4/ascii_data/random1.dat
该文本文件有5列数据，前2列为整型，之后两列为浮点型，最后一列为字符串型。读取该文件，这些数据写入tree，并存到random1.root文件中。为tree设置5个Branch：npart, ntrack,px,py,ch，分别为整型、整型、浮点型、浮点型、字符串
提示：参照ex41.C和ex44.C，将二者综合起来。
设置字符串的Branch可以如下：
Char_t ch[4];
tree1->Branch("ch",ch,"ch/C");
2. 用练习1的程序将ascii_dat/random2.dat, random3.dat分别读取为random2.root, random3.root。加上习题1的root文件，共3个。用这3个root文件数据，画出npart,ntrack,px以及py的分布。
画出npart:ntrack的散点图。
提示：参照ex45.C，用TChain将这3个root文件连起来。
tree->Draw("npart:ntrack");可以看2个变量的关联

3. 课后仔细阅读ROOT手册第12章，以及第11章。熟悉TTree的使用。

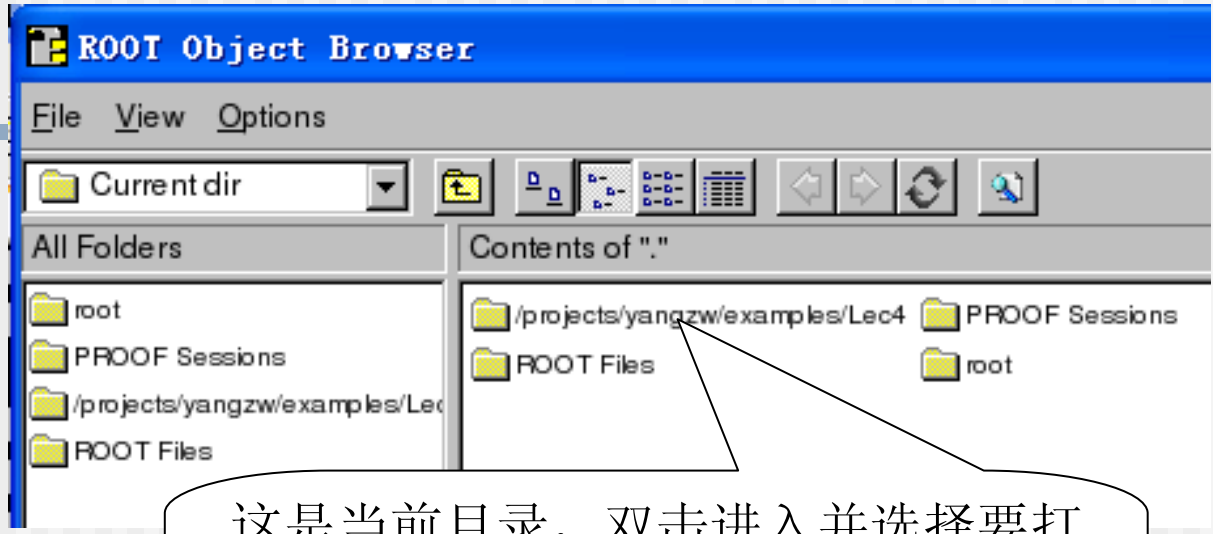
参考资料

- ROOT手册第12章
- ROOT手册第11章
- http://root.cern.ch
- http://root.cern.ch/root/Reference.html
- http://root.cern.ch/root/Tutorials.html
- http://root.cern.ch/root/HowTo.html
- $ROOTSYS/tutorials/tree目录中的例子

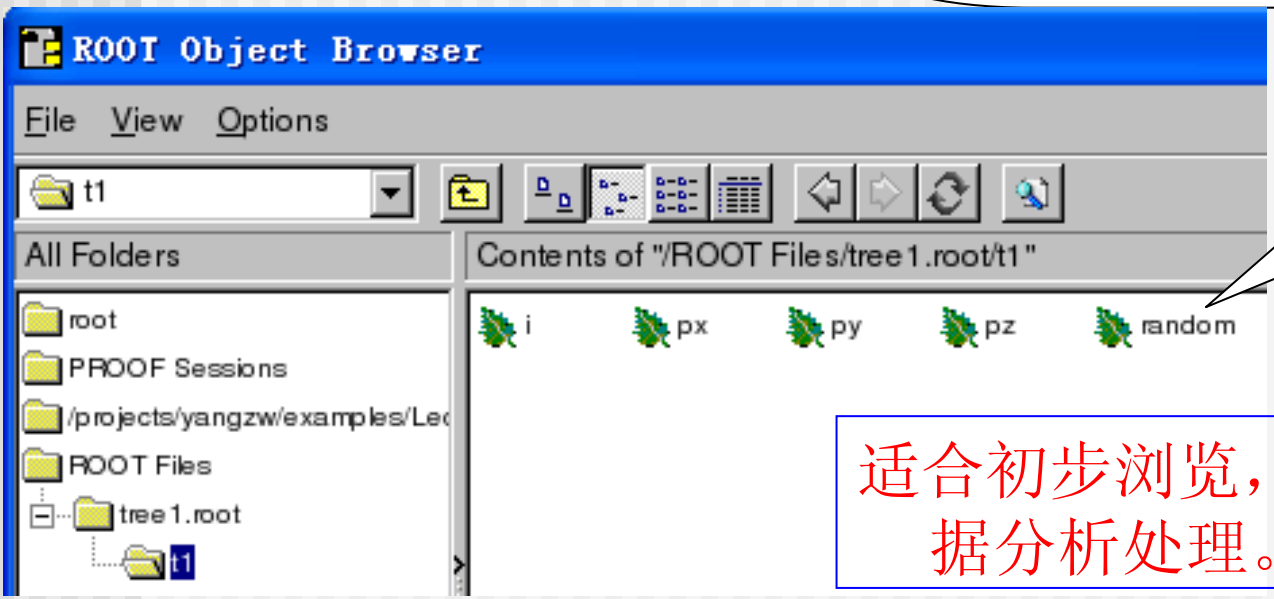
查看Tree的信息(2)

TBrowser b

TBrowser打开一个浏览器，从中可以选择root文件，并一层层进入其中的tree，branch以及leaf。类似于Windows下的Explorer。



这是当前目录，双击进入并选择要打开的root文件，以及文件中的tree，最后可以看到tree的各个leaf



双击leaf可以查看leaf的直方图

适合初步浏览，但不适合具体的数据分析处理。并不推荐使用。