

Pakiet ROOT

prosty generator Monte Carlo

Maciej Trzebiński

Instytut Fizyki Jądrowej
Polskiej Akademii Nauki



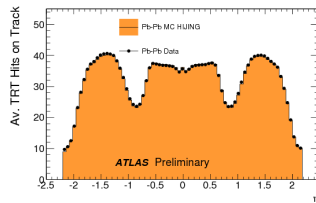
Praktyki studenckie na LHC
IFJ PAN, 23 sierpnia 2016

1. Generatory Monte Carlo.
2. Zmienne losowe i generowanie zadanego rozkładu.
3. Struktura protonu.

Motywacja:

- badanie reakcji detektora na spodziewany sygnał, w szczególności:
 - czy sygnał znajduje się w akceptancji odpowiednich podzespołów detektora,
 - w jaki sposób działanie detektora (wydajność, szumy, itp.) wpłynie na pomiar,
 - czy można zoptymalizować detektor pod kątem danego pomiaru.

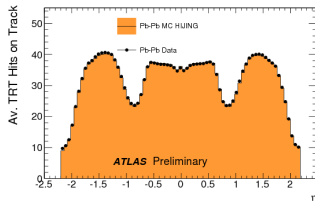
Przykład: porównanie przewidywań zachowania detektora do zmierzonych danych.



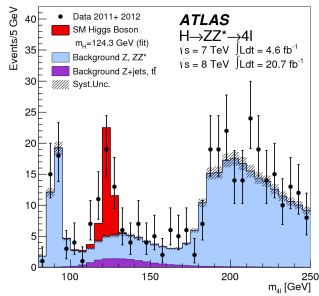
Motywacja:

- badanie reakcji detektora na spodziewany sygnał, w szczególności:
 - czy sygnał znajduje się w akceptancji odpowiednich podzespołów detektora,
 - w jaki sposób działanie detektora (wydajność, szумы, itp.) wpłynie na pomiar,
 - czy można zoptymalizować detektor pod kątem danego pomiaru.
- przewidywanie wyników eksperymentu na podstawie modelu teoretycznego, np.:
 - czy uda się zebrać wystarczającą ilość przypadków,
 - czy zebrane przypadki będą widoczne ponad tłem,
 - jak można oddzielić sygnał od tła.

Przykład: porównanie przewidywań zachowania detektora do zmierzonych danych.



Przykład: zgodność modeli MC opisujących tło oraz sygnał pochodzący od produkcji bozonu Higgsa z danymi eksperymentalnymi.



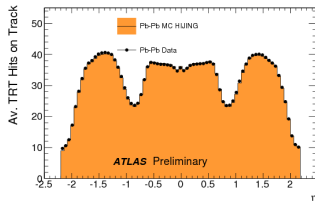
Motywacja:

- badanie reakcji detektora na spodziewany sygnał, w szczególności:
 - czy sygnał znajduje się w akceptancji odpowiednich podzespołów detektora,
 - w jaki sposób działanie detektora (wydajność, szумы, itp.) wpłynie na pomiar,
 - czy można zoptymalizować detektor pod kątem danego pomiaru.
- przewidywanie wyników eksperymentu na podstawie modelu teoretycznego, np.:
 - czy uda się zebrać wystarczającą ilość przypadków,
 - czy zebrane przypadki będą widoczne ponad tłem,
 - jak można oddzielić sygnał od tła.

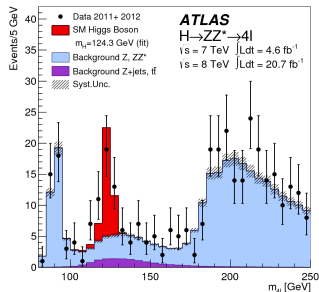
Istnieje wiele generatorów Monte Carlo, np. PYTHIA8, HERWIG, MADGRAPH, HIJING.

Większość eksperymentów w fizyce wysokich energii posiada symulacje działania detektorów. Symulacja detektora ATLAS napisana została przy użyciu programu GEANT4.

Przykład: porównanie przewidywań zachowania detektora do zmierzonych danych.



Przykład: zgodność modeli MC opisujących tło oraz sygnał pochodzący od produkcji bozonu Higgsa z danymi eksperymentalnymi.



Większość języków programowania ma biblioteki zawierające funkcje do generowania liczb losowych, np.

- `rand()` z biblioteki `stdlib.h` w C++,
- funkcje z biblioteki `TRandom3.h` w ROOT.

Większość języków programowania ma biblioteki zawierające funkcje do generowania liczb losowych, np.

- `rand()` z biblioteki `stdlib.h` w C++,
- funkcje z biblioteki `TRandom3.h` w ROOT.

Warto jednak zauważyć, że generowane są **najbardziej typowe rozkłady**. W przypadku ROOTa jest to rozkład:

- eksponencjalny: `Exp(tau)`,
- jednorodny (całkowity): `Integer(imax)`,
- normalny: `Gaus(mean, sigma)`,
- jednorodny (0–1): `Rndm()`,
- jednorodny: `Uniform(x1, x2)`,
- Landaua: `Landau(mpv, sigma)`,
- Poissona: `Poisson(mean)`,
- dwumianowy: `Binomial(ntot, prob)`.

Większość języków programowania ma biblioteki zawierające funkcje do generowania liczb losowych, np.

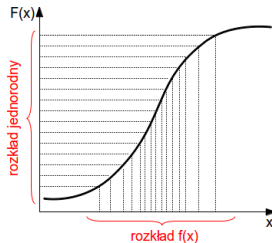
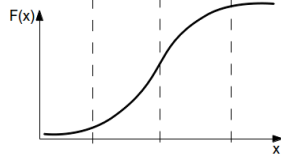
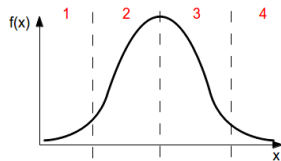
- `rand()` z biblioteki `stdlib.h` w C++,
- funkcje z biblioteki `TRandom3.h` w ROOT.

Warto jednak zauważyć, że **generowane są najbardziej typowe rozkłady**. W przypadku ROOTa jest to rozkład:

- eksponencjalny: `Exp(tau)`,
- jednorodny (całkowity): `Integer(imax)`,
- normalny: `Gaus(mean, sigma)`,
- jednorodny (0–1): `Rndm()`,
- jednorodny: `Uniform(x1, x2)`,
- Landaua: `Landau(mpv, sigma)`,
- Poissona: `Poisson(mean)`,
- dwumianowy: `Binomial(ntot, prob)`.

W celu wygenerowania innych rozkładów używa się sposobów takich jak np. **metoda odwrotnej dystrybuanty**.

Przykład: zasada działania metody odwrotnej dystrybuanty.





masa: 938.3 MeV, czas życia: $> 10^{32}$ lat, ładunek: dodatni, spin: 1/2,
cząstka nieelementarna



masa: 938.3 MeV, czas życia: $> 10^{32}$ lat, ładunek: dodatni, spin: 1/2,
cząstka nieelementarna



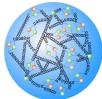
skład: kwarki walencyjne (górny, górny, dolny)



masa: 938.3 MeV, czas życia: $> 10^{32}$ lat, ładunek: dodatni, spin: 1/2,
cząstka nieelementarna



skład: kwarki walencyjne (górnny, górnny, dolny)



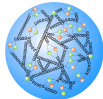
+ „morze” (pary kwark-antykwar, gluony)



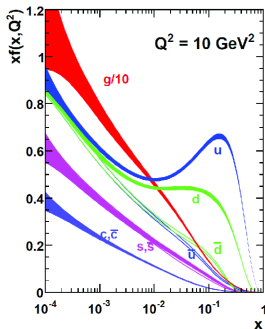
masa: 938.3 MeV, czas życia: $> 10^{32}$ lat, ładunek: dodatni, spin: 1/2,
cząstka nieelementarna



skład: kwarki walencyjne (górnny, górny, dolny)



+ „morze” (pary kwark-antykwar, gluony)



Zachowanie niespolaryzowanych rozkładów partonów ($f(x)$) pomnożonych przez niesiony przez nie ułamek pędu protonu (x).

Rozkład ten zależy od sposobu, w jaki patrzymy na proton (tzw. skala Q^2).

Obserwacje:

- kwarki walencyjne niosą przeważnie duże ułamki pędu,
- gluony oraz kwarki morza dominują w rejonie małych x ,
- rozkład gluonów został podzielony przez 10 – są one najliczniejszym składnikiem protonu.