FİZ433 FİZİKTE BİLGİSAYAR UYGULAMALARI

(DERS NOTLARI)

Hazırlayan:

Prof.Dr. Orhan ÇAKIR

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü

Ankara, 2017

İÇİNDEKİLER

KONU 11

BENZETİM I

Rasgele oluşmuş gibi görünen olayların bir basit modelini bilgisayarda oluşturup gelişimini inceleyebiliriz (simulasyon). Günümüzde olayların bilgisayar simulasyonları deneysel bir yöntem gibi algılanmaktadır. Genelde, rastgele sayı üretimine bağlı Monte Carlo (MC) yöntemi kullanılmaktadır. Simulasyonu yapılan süreçlerin veri analizinde istatistik yöntemler kullanılmaktadır. Olay üreticilerinden elde edilen olaylar, dedektör ortamlarına aktarılarak madde içinden parçacıkların geçişinin simulasyonu yapılabilir. Parçacık fiziği deneylerinde üretilen belli türdeki olayların veri dosyaları oluşturulmaktadır. Bu dosyalara net üzerinden bağlantı kurularak erişim sağlanır ve verilerin fiziksel analizleri yapılır.

Fiziksel bir model çerçevesinde bir olayın doğası anlaşılmaya çalışılır. Teoriler (standart model (SM) veya standart model ötesi (BSM))bu olaylar hakkında serbest parametreler cinsinden dağılım tahmini verirler. Bu parametrelerin belirlenmesi veri analizi ile yapılabilmektedir. Ayrıca bu parametrelerin belirlenmesindeki belirsizlikler istatistik yöntemlerin kullanılmasını gerektirmektedir. Parçacık fiziğinde de çeşitli belirsizlik kaynakları bulunmaktadır: teori (kuantum mekaniği) belirleyici değildir; rastgele ölçüm hataları vardır; zaman, maliyet, vs. nedenlerle herşey iyi bilinmez, yani bilgi eksikliği vardır. Ancak, belirsizliği olasılık kullanarak ölçebiliriz (miktar). Teorinin tahminlerinin deneyle ne kadar tutarlı olduğunun test edilmesi veri analizi ile yapılmaktadır. Veri analizinde başlıca konular, interpolasyon, eğri uydurma, uyum kalitesi belirlemedir.

Rasgele Sayı Üretimi

Rasgele sayı üreteçlerinin tipik olarak aşağıdaki temel kriterleri karşılaması gerekir:

1. Belirli bir aralıkta eşit olarak dağıtılmalıdır.

2. İstatistiksel rastgelelik testlerini yerine getirmeli, öngörülebilir olmamaları gerekir ve bir dizinin komşu sayıları arasında bir korelasyon yoktur.

3. Bir algoritma, döngüyü tekrarlamadan önce büyük bir dizi farklı sayı üretmelidir

4. Hesaplama çok hızlı olmalıdır.

Monte Carlo Benzetimi: Rastgele sayılar üreterek istenen koşula uygun niceliklerin elde edilmesi.

Örnek: Pi sayısının değerini hesaplamak için MC yöntemini kullanalım.

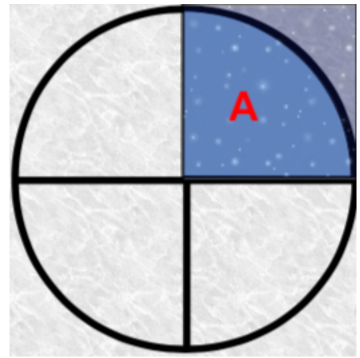
Çemberin alanı=pi*r^2, bu birim yarıçaplı çember için pi dir.

Birim çemberin dörtte biri için iki rastgele değişken x,y düşünelim !

y<sqrt(1-x^2) olduğu sürece çember içinde bulunuyoruz ve bunu “hit” olarak alalım. Yazılacak programın fonksiyonu aşağıda verildiği gibi olacaktır.

```
....

for(i=0;i<imax;i++){

x=double(rand())/double( RAND_MAX);
```

```
y=double(rand())/double( RAND_MAX);

if(y<=sqrt(1-pow(x,2))) hit+=1; }

cout<<"Pi:"<<4*hit/imax <<endl;

....
```



Şekil: Birim yarıçaplı daire ve 2birim kenar uzunluklu kare nin alanının çeyreğinde taralı alan (A) gösterilmiştir.

Burada yöntemin uygulanması:

N(1/4 daire): 1/4 daire içinde kalan nokta sayısı,

N(kare): kare içindeki toplam nokta sayısı,

olmak üzere yandaki Şekildeki taralı alan:

A=N(1/4 daire)/N(kare)=pi/4

ile verilir. Şimdi bu şekille ilişkili bir C++ programı yazalım:

```
#include<iostream>

#include<math.h>

#include<stdlib.h>

#include<time.h>

using namespace std;

int main(){

int jmax=1000; // sabit alalim
int imax=1000; // 1000 veya 1000 000 (~3 dk)

double x,y;
int hit;
srand(time(0));
```

```
for (int j=0;j<jmax;j++){
hit=0;
x=0; y=0;
for(int i=0;i<imax;i++){

x=double(rand())/double(RAND_MAX);

y=double(rand())/double(RAND_MAX);

if(y<=sqrt(1-pow(x,2))) hit+=1;   }

cout<<""<<4*double(hit)/double(imax)<<endl; }

}
```

Örnek: lineer dağılmış rastgele sayı üreten bir üretici oluşturun. Burada $f(x) = ax$, ve x in geçerlilik bölgesi $x_{max} > 0$ olmak üzere $[x_{min}, x_{max}]$ ile verilir.

Çözüm: Fonksiyon entegre edilebilir olduğuna göre, tersleme yöntemi kullanılabilir. Burada f(x) ‘in integrali

$y=F(x)=ax^2/2$

buradan x çözülürse

$x = \sqrt{(2y/a)}$

böylece ters fonksiyon

$F^{-1}(y) = \sqrt{2y/a}$

olur. Bu ifadeyi

$x = F^{-1}(R(F(xmax) - F(xmin)) + F(xmin))$

yerine yazalım. Buradan lineer dağılmış x değerleri

$x = \sqrt{(R\, xmax^2 + (1-R)xmin^2)}$

elde edilir.

Algıç Benzetimi

Algıç (Dedektör) benzetimi (simülasyonları) yaygın olarak; (1) bir algılama sisteminin performansını anlamak, (2) belirli ölçümlerin kabulünü, etkinliğini ve çözümlerini belirlemek ve (3) benzetilmiş verilerin düzeltilmesine yönelik olarak kullanılabilecek cevap matrislerini elde etmek için kullanılır.

Bu tür görevler, GEANT bilgisayar kodu tarafından sağlananlar gibi dedektör simülasyon ortamlarında gerçekleştirilen dedektör performansının ayrıntılı ve kapsamlı çalışmaları ile en iyi şekilde gerçekleştirilebilir.

Ancak, GEANT kullanımı oldukça fazla kurulum ve bilgisayar kodlaması gerektirdiğinden ve GEANT simülasyonlarının CPU yoğun olabileceğini düşündüğü için performans çalışmaları çoğu zaman dedektörün cevabının basit ve bazen de ilkel modellerini içeren hızlı simülatörler (PGS, Delphes, vb.) ile gerçekleştirilir.

Sonlu verimlilik, dedektör çözünürlüğü ve kabul tespitinin etkilerinin simülasyonu için temel örnekleme teknikleri incelenebilir ve Parçacık Fiziğinde jet ölçümleri için bir cevap matrisi hesaplaması yapılabilir.

Böylece tipik bir simülasyon şöyle ilerler:

1. Dosyadan bir olay oluşturun veya okuyun.

2. Verimlilik / yayılma (smear): Bir olayın her parçacığı için

a. Parçacık kabul edilip edilmemesi gerektiğine karar verin.

b. Parçanın kinematik parametrelerini inceleyin (gerekirse / istenirse).

c. Yayılmış parametreleri saklayın.

3. Analiz: Kabul edilen (ve yayılmış) partiküllere dayanarak oluşturulan olayın gerekli analizini yapın. İsteğe bağlı olarak, “mükemmel algılama” referansı elde etmek için üretilen ve incelenmemiş parçacıkların analizini yapın.

Bir parçacığı kabul edip etmeme kararı üç adıma dayanır:

(1) parçacığın (yayılmış) kinematik parametreleri verildiğinde (η, φ, pT), algılamanın (η, φ, pT) verimini hesaplamak;

(2) [0, 1] aralığında tek tip bir dağılıma rastgele bir sayı r üretir;

ve (3) $r \leq \varepsilon$ (η, φ, pT) ise parçacığı kabul eder.

Örnek Problem:

Ks0 mezonun π+ π- bozunumunda kabul ve algılama verimini hesaplamak için bir Monte Carlo programı yazın. Ks0′ ın, kinetik enerji T = 0.40 GeV ile bir Maxwell-Boltzmann dağılımıyla üretildiğini varsayın. $0.2 \leq p \leq 1.5$ GeV momentum aralığında pionları (π ±) tanımlayabilen bir dedektör için kabul (A) ifadesini düşünün. Enine momentum pT ve sanki-hızlılık pseudorapidity η′ nın bir fonksiyonu olarak kabul (A) ve verimi (ϵ) çizin.

Veri Analizi

Deneysel yapılan çalışmaların sonucunda elde edilen verilerin analizi, belirli teorik modellere uyumu oldukça önemlidir. Veriler analiz edilirken uygulanan yöntemler güvenilir olmalıdır. Genelde verilerin sınıflandırılması, histogramlarının çizilmesi, eğri uydurma, interpolasyon ve istatistik yöntemlerle verilerin analizleri yapılmaktadır. Deney verilerinin hataları biliniyorsa, her x_i noktasında karşı gelen y_i değeri bir deney hatasını (σ_i) da içermelidir. Deneysel verileri açıklayacak $y(x)$ modeli bilindikten sonra χ^2 analizi yapılabilir. Bunun için

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{N} \frac{\left[y_i - y(x_i)\right]^2}{\sigma_i^2}$$

niceliği hesaplanır.