

116-PROBA-particulas

April 23, 2018

En este ejercicio simulamos un sistema físico muy simple, pero de gran interés. Supongamos una lista L de longitud n que en el momento inicial tiene en todas sus entradas el valor 5. Cada una de esas entradas representa una "partícula" que en el momento inicial $t = 0$ tiene una "energía" igual a 5 unidades. El sistema L evoluciona en el tiempo, es decir para $t = 0, 1, 2, 3, \dots$ obtenemos listas $L_0 = L, L_1, L_2, L_3, \dots$, de la siguiente manera:

Dada la lista L_t elegimos una entrada al azar, es decir con igual probabilidad para cada una de las n entradas. Supongamos que hemos obtenido la entrada i .

A continuación elegimos al azar otra entrada de L_t y obtenemos la entrada j .

Si $L_t[i]$ es mayor que cero, definimos $L_{t+1}[i] := L_t[i] - 1$ y $L_{t+1}[j] := L_t[j] + 1$, y dejamos las demás entradas igual, y si $L_t[i] = 0$ dejamos $L_{t+1} = L_t$. Es decir, la partícula i ha "interaccionado", en el instante t , con la j y le ha transferido una unidad de energía, pero todo el tiempo la energía total del sistema es $5n$ y, por tanto, la energía media es siempre 5.

EJERCICIO A RESOLVER:

Programa una función de dos argumentos enteros n la longitud de L y N el valor máximo de t , y que devuelva la lista L_N , que representa los valores de la energía de las partículas después del paso de N "segundos".

Define una lista, por ejemplo $M = [1, 2, 3]$, define $T = M.\text{finance}.\text{TimeSeries}()$, que convierte la lista en una serie temporal (el primer elemento es el correspondiente a $t = 0$, el segundo a $t = 1$, etc.) y estudia la información (poca) que se obtiene con la instrucción `T.plot_histogram?`. El gráfico que se obtiene es el "histograma" correspondiente a la serie temporal T .

Utiliza la información obtenida en el punto 2 para producir, mediante un bucle for adecuado, una serie de histogramas correspondientes a $n = 1000$ y $N = 100, 1000, 10000, 100000, 1000000$. ¿Qué observas en los histogramas acerca de la evolución temporal del sistema de partículas?

```
In [1]: def interaccion(n,N):
        L = [5]*n
        for int in xrange(N):
            x = randint(0,n-1)
            y = randint(0,n-1)
            if L[x]>0:
                L[x] += -1
                L[y] += 1
        return L

In [2]: LR = interaccion(1000,1000)

In [3]: sum(LR)
```

Out [3]: 5000

In [4]: `max(LR)`

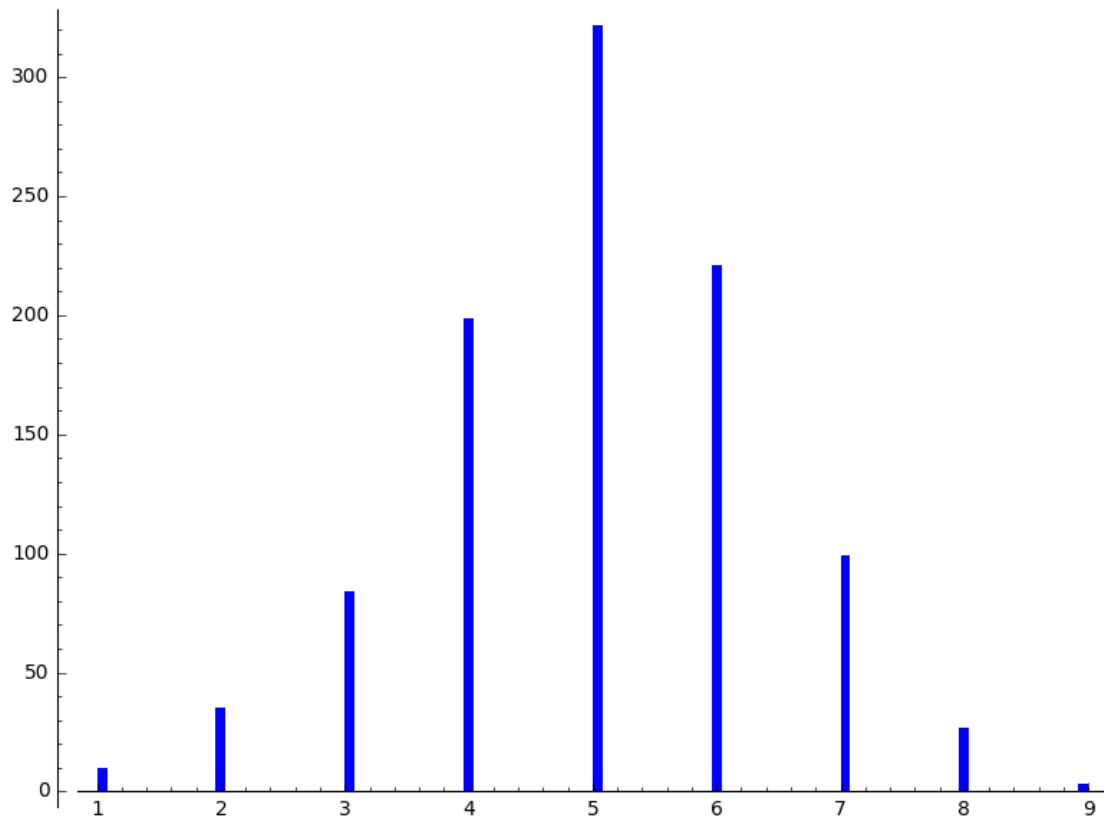
Out [4]: 9

In [5]: `v=finance.TimeSeries(LR)`

In [6]: `v.plot_histogram(bins=100,normalize=False)`

/usr/lib/sagemath/local/lib/python2.7/site-packages/matplotlib/font_manager.py:273: UserWarning
warnings.warn('Matplotlib is building the font cache using fc-list. This may take a moment.')

Out [6]:

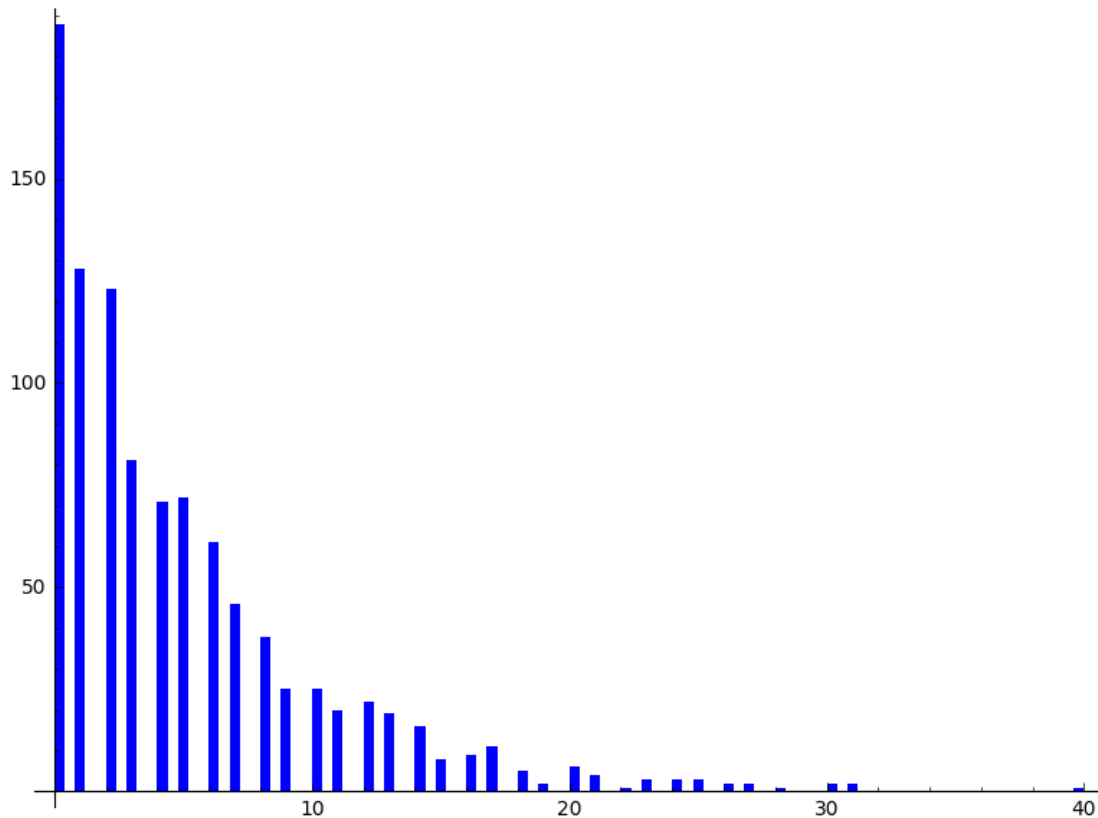


In [7]: `LR1 = interaccion(1000,100000)`

In [8]: `v1=finance.TimeSeries(LR1)`

In [9]: `v1.plot_histogram(bins=100,normalize=False)`

Out [9]:



```
In [10]: v1.plot_histogram?
```

```
In [11]: [finance.TimeSeries(interaccion(1000,10^n)).plot_histogram(bins=100,normalize=False) :
```

```
Out[11]: [Graphics object consisting of 100 graphics primitives,
Graphics object consisting of 100 graphics primitives,
Graphics object consisting of 100 graphics primitives,
Graphics object consisting of 100 graphics primitives,
Graphics object consisting of 100 graphics primitives,
Graphics object consisting of 100 graphics primitives]
```

Cambiamos un poco el modelo: ahora las partículas empiezan con una energía aleatoria y cuando interactúan la partícula que tiene más energía cede una unidad a la que tiene menos.

```
In [12]: [randint(0,3) for int in range(10)]
```

```
Out[12]: [1, 0, 0, 0, 3, 3, 1, 2, 0, 3]
```

```
In [13]: def interaccion2(n,E,N):
    L = [randint(1,E) for muda in xrange(n)]
    for int in xrange(N):
        x = randint(0,n-1)
```

```

        y = randint(0,n-1)
        if L[x]>L[y]:
            L[x] += -1
            L[y] += 1
        elif L[y]>L[x]:
            L[y] += -1
            L[x] += 1
    return L

```

In [14]: `interaccion2(10,15,105)`

Out[14]: [9, 9, 9, 9, 10, 9, 9, 9, 10, 10]

In [15]: `interaccion2(10,15,106)`

Out[15]: [9, 9, 10, 9, 9, 9, 9, 10, 9, 10]