

Práctica 1 Movimiento Brawniano

Denisse leyva

Febrero 17, 2021

1. Introducción

En esta practica número 1 se trata el tema Movimiento Brawniano de una partícula, se debe analizar el tiempo de regreso al origen de dicha partícula en diferentes dimensiones (de 1 a 5) en incrementos lineales, variando el numero de pasos de la caminata como potencias de dos con exponente de 4 a 9 en incrementos lineales de uno, con 30 repeticiones del experimento para cada combianción.

2. Objetivo

El objetivo de la simulación es verificar por medio de las 5 dimensiones y las 30 repeticiones en cada cantidad de pasos especifica cuanto se tarda la partícula en regresar al origen o si no regresa nunca. Y graficar los datos resultantes en un diagrama caja-bigote así como obtener un cuadro con la información del minimo, promedio y maximo del tiempo de regreso para cada dimensión así como el porcentaje de las que nunca regresaron.

3. Código

En el siguiente código se utilizaron secuencias for para realizar todo el objetivo propuesto en una sola ejecución. Todo esta centrado en el primer for que determina la cantidad de pasos. En el segundo for se determina la dimensión a trabajar con el número de pasos que arrojo el for anterior. En el tercer for se especifican las repeticiones para cada dimensión.

Ademas se utilizó la libreria pandas para crear las tablas con el mínimo, promedio, máximo y el porcentaje de las partículas que nunca regresaron al origen.

El código base se saco del repertorio de la Dra. Elisa Schaeffer

<https://github.com/satuelisa/Simulation/tree/master/BrownianMotion>

Código creado en Python

```
from random import random, randint
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd

rff, expt = [], []
for e in range(6):
    exponencial = e + 4
    exp = 2 ** exponencial
    print('Con numero de pasos de ', exp)
    rf=[[],[],[],[],[]]
    minimo, maximo, promedio, porcentaje = [],[],[],[]
    for d in range(5):
        dimension = d+1
```

```

p_inicial = [0] * dimension
resultados = []
resultados1 = []
repeticiones = 30

for nr in range(repeticiones):
    nunca = True

    for paso in range(exp):
        dim = randint(0, dimension-1)
        p_inicial[dim] = p_inicial[dim] + 1 if random() < 0.5 else p_inicial[dim] -1

        if all([p == 0 for p in p_inicial]):
            resultados.append(paso+1)
            resultados1.append(paso+1)
            nunca = False
            break

    if nunca:
        resultados.append(None)
        # resultados1.append(exp+1)

    cuantos = sum([r is None for r in resultados])
    # print((cuantos / repeticiones)*100, 'no regresaron nunca en la dimension ', d+1)
    porcentaje.append((cuantos / repeticiones)*100)
    if cuantos < repeticiones:
        regresaron = sum([r if r is not None else 0 for r in resultados])
        # print(regresaron / (repeticiones - cuantos), 'fue la tardanza en promedio en la dimension ' + str(d+1))
    for r in resultados1:
        rf[d].append(r)
    # print(rf[d])
    if rf[d] > []:
        mi = min(rf[d])
        prom = sum(rf[d])/len(rf[d])
        ma = max(rf[d])
        minimo.append(mi)
        promedio.append(prom)
        maximo.append(ma)
    else:
        # print("se anula")
        minimo.append('Anulado')
        promedio.append('Anulado')
        maximo.append('Anulado')

data = {'Dimension': [1,2,3,4,5],
        'Minimo': minimo,
        'Promedio': promedio,
        'Maximo': maximo,
        'Porcentaje': porcentaje}
# print(data)
expt.append(exp)
rff.append(rf)
df = pd.DataFrame(data)
print(df)

```

```

fig = plt.figure()
gs = fig.add_gridspec(2,3, hspace=0.4, wspace=0.35)
ax1 = fig.add_subplot(gs[0,0])
ax1.boxplot(rff[0])
ax1.set_title('Pasos: ' + str(expt[0]))

ax2 = fig.add_subplot(gs[0,1])
ax2.boxplot(rff[1])
ax2.set_title('Pasos: ' + str(expt[1]))

ax3 = fig.add_subplot(gs[0,2])
ax3.boxplot(rff[2])
ax3.set_title('Pasos: ' + str(expt[2]))

ax4 = fig.add_subplot(gs[1,0])
ax4.boxplot(rff[3])
ax4.set_title('Pasos: ' + str(expt[3]))

ax5 = fig.add_subplot(gs[1,1])
ax5.boxplot(rff[4])
ax5.set_title('Pasos: ' + str(expt[4]))

ax6 = fig.add_subplot(gs[1,2])
ax6.boxplot(rff[5])
ax6.set_title('Pasos: ' + str(expt[5]))

fig.savefig('p1_pasos.png')
# plt.close()

```

4. Resultados

En las Figuras de la 1 a la 6 se muestra un diagrama caja-bigote con los datos de las partículas que regresaron al origen con los pasos determiniados en la caminata.

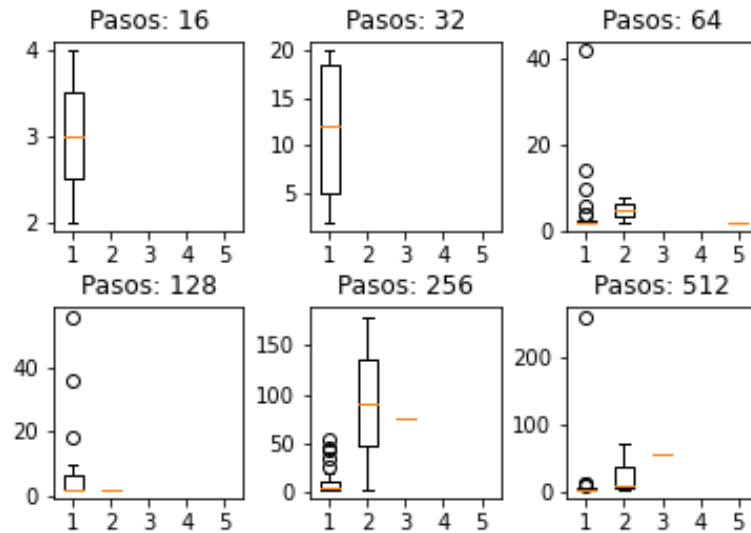


Figura 1: Caminata de pasos.

En las tablas de la 1 a la 6 se muestran las tablas con el mínimo, el promedio, el máximo y el porcentaje de las partículas que regresaron al origen.

| Con numero de pasos 16 | | | | |
|------------------------|---------|----------|---------|------------|
| Dimensión | Mínimo | Promedio | Máximo | Porcentaje |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 93.333333 |
| 2 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |
| 3 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |
| 4 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |
| 5 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |

Cuadro 1: Caminata 16 pasos

| Con numero de pasos 32 | | | | |
|------------------------|---------|----------|---------|------------|
| Dimensión | Mínimo | Promedio | Máximo | Porcentaje |
| 1 | 2 | 11.5 | 20 | 86.666667 |
| 2 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |
| 3 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |
| 4 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |
| 5 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |

Cuadro 2: Caminata 32 pasos

| Con numero de pasos 64 | | | | |
|------------------------|---------|----------|---------|------------|
| Dimensión | Minimo | Promedio | Máximo | Porcentaje |
| 1 | 2 | 4.83333 | 42 | 20.000000 |
| 2 | 2 | 5 | 8 | 93.333333 |
| 3 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |
| 4 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |
| 5 | 2 | 2 | 2 | 96.666667 |

Cuadro 3: Caminata 64 pasos

| Con numero de pasos de 128 | | | | |
|----------------------------|---------|----------|---------|------------|
| Dimensión | Minimo | Promedio | Máximo | Porcentaje |
| 1 | 2 | 8.4 | 56 | 33.333333 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 96.666667 |
| 3 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |
| 4 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |
| 5 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |

Cuadro 4: Caminata 128 pasos

| Con numero de pasos de 256 | | | | |
|----------------------------|---------|----------|---------|------------|
| Dimensión | Minimo | Promedio | Máximo | Porcentaje |
| 1 | 2 | 10.2667 | 54 | 0.000000 |
| 2 | 2 | 91 | 180 | 93.333333 |
| 3 | 76 | 76 | 76 | 96.666667 |
| 4 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |
| 5 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |

Cuadro 5: Caminata 256 pasos

| Con numero de pasos de 512 | | | | |
|----------------------------|---------|----------|---------|------------|
| Dimensión | Minimo | Promedio | Máximo | Porcentaje |
| 1 | 2 | 12.963 | 262 | 10.000000 |
| 2 | 2 | 23.4286 | 70 | 76.666667 |
| 3 | 54 | 54 | 54 | 96.666667 |
| 4 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |
| 5 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.000000 |

Cuadro 6: Caminata 512 pasos

5. Reto 1

El primer reto es estudiar de forma sistemática y automatizada el tiempo de ejecución de una caminata (en milisegundos), en términos de largo de la caminata (en pasos) y la dimensión. Para medir el tiempo de una replica, se debe ejecutar multiples veces y normalizar con la cantidad de repeticiones para obtener un promedio del tiempo de una replica individual.[1]

Para este reto se modificó el número de repeticiones aumentandolo a 500 para tener mas numeros de muestras y obtener un buen promedio, tambien se agrego una variable que guarda el tiempo inicial y una que guarda el tiempo final en milisegundos, con estas dos variables se determinó el tiempo que trabaja la caminata y solo se promedia con el número de repeticiones. Ademas se agrego un conteo de pasos totales ya que este si cuenta con los pasos completos aunque no acabe el recorrido de regreso a cero para obtener un promedio de los pasos totales por caminata.

```

from random import random, randint
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas as pd
import time

rff, expt = [], []
for e in range(6):
    exponencial = e + 4
    exp = 2 ** exponencial
    print('Con numero de pasos de ', exp)
    rf=[],[],[],[],[]
    minimo, maximo, promedio, porcentaje, tiempo_t, pasos_c= [], [], [], [], [], []
    for d in range(5):
        dimension = d+1
        p_inicial = [0] * dimension
        resultados = []
        resultados1 = []
        repeticiones = 500
        inicio = time.time()
        p_t = []

        for nr in range(repeticiones):
            nunca = True

            for paso in range(exp):
                dim = randint(0, dimension-1)
                p_inicial[dim] = p_inicial[dim] + 1 if random() < 0.5 else p_inicial[dim] -1

                if all([p == 0 for p in p_inicial]):
                    resultados.append(paso+1)
                    resultados1.append(paso+1)
                    nunca = False
                    break
            p_t.append(paso+1)
            if nunca:
                resultados.append(None)
                # resultados1.append(exp+1)

        final = time.time()
        tiempo = final - inicio
        tiempo_p = tiempo/repeticiones
        tiempo_t.append(tiempo_p)
        # print("tiempo promedio de caminata: ",tiempo_p, " en la dimension: ", dimension)
        prom_pasos = sum(p_t)/repeticiones
        pasos_c.append(prom_pasos)
        # print("el promedio de pasos completos es: ",pasos_c)

        cuantos = sum([r is None for r in resultados])
        # print(cuantos , "no regresaron")
        # print((cuantos / repeticiones)*100, 'no regresaron nunca en la dimension ', d+1)
        porcentaje.append((cuantos / repeticiones)*100)
        if cuantos < repeticiones:

```

```

        regresaron = sum([r if r is not None else 0 for r in resultados])
        # print(regresaron)
        # print(regresaron / (repeticiones - cuantos), 'fue la tardanza en promedio en la dimension
for r in resultados1:
    rf[d].append(r)
# print(rf[d])
if rf[d] > []:
    mi = min(rf[d])
    prom = sum(rf[d])/len(rf[d])
    ma = max(rf[d])
    minimo.append(mi)
    promedio.append(prom)
    maximo.append(ma)
else:
    # print("se anula")
    minimo.append('Anulado')
    promedio.append('Anulado')
    maximo.append('Anulado')

data = {'Dimension': [1,2,3,4,5],
        'Minimo':minimo,
        'Promedio':promedio,
        'Maximo':maximo,
        'Porcentaje':porcentaje,
        'Tiempo_promedio' : tiempo_t}
# print(data)
expt.append(exp)
rff.append(rf)
df = pd.DataFrame(data)
print(df)

fig = plt.figure()
gs = fig.add_gridspec(2,3, hspace=0.4, wspace=0.35)
ax1 = fig.add_subplot(gs[0,0])
ax1.boxplot(rff[0])
ax1.set_title('Pasos: ' + str(expt[0]))

ax2 = fig.add_subplot(gs[0,1])
ax2.boxplot(rff[1])
ax2.set_title('Pasos: ' + str(expt[1]))

ax3 = fig.add_subplot(gs[0,2])
ax3.boxplot(rff[2])
ax3.set_title('Pasos: ' + str(expt[2]))

ax4 = fig.add_subplot(gs[1,0])
ax4.boxplot(rff[3])
ax4.set_title('Pasos: ' + str(expt[3]))

ax5 = fig.add_subplot(gs[1,1])
ax5.boxplot(rff[4])
ax5.set_title('Pasos: ' + str(expt[4]))

```

```

ax6 = fig.add_subplot(gs[1,2])
ax6.boxplot(rff[5])
ax6.set_title('Pasos: ' + str(expt[5]))

fig.savefig('p1_pasos.png')
# plt.close()

```

En las siguientes figuras se muestran las tablas con el tiempo promedio.

| Con numero de pasos 16 | | | | | |
|------------------------|---------|----------|---------|------------|-----------------|
| Dimensión | Minimo | Promedio | Máximo | Porcentaje | Tiempo Promedio |
| 1 | 2 | 4.83333 | 14 | 97.6 | 0.000062 |
| 2 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.0 | 0.000049 |
| 3 | 4 | 8 | 14 | 99.4 | 0.000072 |
| 4 | 2 | 2 | 2 | 99.6 | 0.000066 |
| 5 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.0 | 0.000076 |

Cuadro 7: Caminata 16 pasos

| Con numero de pasos 32 | | | | | |
|------------------------|---------|----------|---------|------------|-----------------|
| Dimensión | Minimo | Promedio | Máximo | Porcentaje | Tiempo Promedio |
| 1 | 2 | 9.93103 | 32 | 94.2 | 0.000161 |
| 2 | 2 | 17.5 | 30 | 99.2 | 0.000140 |
| 3 | 6 | 6 | 6 | 99.8 | 0.000162 |
| 4 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.0 | 0.000161 |
| 5 | 2 | 2 | 2 | 99.8 | 0.000123 |

Cuadro 8: Caminata 32 pasos

| Con numero de pasos 64 | | | | | |
|------------------------|---------|----------|---------|------------|-----------------|
| Dimensión | Minimo | Promedio | Máximo | Porcentaje | Tiempo Promedio |
| 1 | 2 | 9.52174 | 60 | 90.8 | 0.000169 |
| 2 | 2 | 10 | 42 | 97.8 | 0.000148 |
| 3 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.0 | 0.000139 |
| 4 | 2 | 2 | 2 | 99.8 | 0.000161 |
| 5 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.0 | 0.000136 |

Cuadro 9: Caminata 64 pasos

| Con numero de pasos 128 | | | | | |
|-------------------------|---------|----------|---------|------------|-----------------|
| Dimensión | Minimo | Promedio | Máximo | Porcentaje | Tiempo Promedio |
| 1 | 2 | 10.9744 | 76 | 92.2 | 0.000240 |
| 2 | 2 | 10 | 10 | 99.4 | 0.000289 |
| 3 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.0 | 0.000248 |
| 4 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.0 | 0.000251 |
| 5 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.0 | 0.000254 |

Cuadro 10: Caminata 128 pasos

| Con numero de pasos 256 | | | | | |
|-------------------------|---------|----------|---------|------------|-----------------|
| Dimensión | Minimo | Promedio | Máximo | Porcentaje | Tiempo Promedio |
| 1 | 2 | 21.9074 | 238 | 78.4 | 0.000357 |
| 2 | 118 | 118 | 118 | 99.8 | 0.000531 |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 99.8 | 0.000518 |
| 4 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.0 | 0.000564 |
| 5 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.0 | 0.000564 |

Cuadro 11: Caminata 256 pasos

| Con numero de pasos 512 | | | | | |
|-------------------------|---------|----------|---------|------------|-----------------|
| Dimensión | Minimo | Promedio | Máximo | Porcentaje | Tiempo Promedio |
| 1 | 2 | 33.9751 | 488 | 51.8 | 0.000644 |
| 2 | 2 | 9.6 | 38 | 99.0 | 0.001003 |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 99.8 | 0.000953 |
| 4 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.0 | 0.001010 |
| 5 | Anulado | Anulado | Anulado | 100.0 | 0.001036 |

Cuadro 12: Caminata 512 pasos

6. Reto 2

El segundo reto es realizar una comparación entre una implementación paralela y otra versión que no aproveche paralelismo en términos del tiempo de ejecución, aplicando alguna prueba estadística adecuada para determinar si la diferencia es significativa. [1]

Para este reto decidí convertir mi código original en una función para poder llamarlo con un def, dejando como variable la dimensión para utilizar el multiprocessing.

```
from random import random, randint
import matplotlib.pyplot as plt
import multiprocessing

def practical1(dimension):
    for e in range (6):
        exponencial = e + 4
        exp= 2**exponencial
        print ('con numero de paso de', exp)
```

```

pinicial = [0] * dimension
res = []
rep = 30

for nr in range (rep) :
    nunca = True

    for paso in range (exp):
        dim = randint(0,dimension-1)
        pinicial[dim]=pinicial[dim]+ 1 if random() < 0.5 else pinicial[dim] - 1

        if all ([p==0 for p in pinicial]):
            res.append(paso)
            nunca = False

            break

    if nunca:
        res.append(None)
    cuantos = sum([r is None for r in res])
    print ( cuantos/rep,'no regresaron nunca en la dimension', dimension)

    if cuantos < rep:
        regresaron = sum([r if r is not None else 0 for r in res])
        print (regresaron/(rep- cuantos), 'fue la tardanza en promedio en la dimensión', dimension)

if __name__ == "__main__":
    # practical1(2)
    # dimension = [d for d in range(1, 2)]
    # p = [(d) for d in dimension]
    # print(p, dimension)
    job=[]
    for i in range(1,6):
        p1 = multiprocessing.Process(target=practical1, args=(i,))
        job.append(p1)
        p1.start()
    # with multiprocessing.Pool() as pool:
    #     inicio = pool.map(practical1, p)
    # print(inicio)

```

Referencias

- [1] Elisa Schaeffer. Práctica 1 Febrero 2021 <https://elisa.dyndns-web.com/teaching/comp/par/p1.html>.
- [2] Elisa Schaeffer. ejemplo caminata.py Febrero 2021 <https://github.com/satuelisa/Simulation/blob/master/BrownianMotion/caminata.R>.
- [3] Ejemplo libreria Pandas <https://www.geeksforgeeks.org/dealing-with-rows-and-columns-in-pandas-dataframe>