

Práctica 1

Movimiento Browniano

Introducción

El movimiento browniano es un tipo movimiento aleatorio que se observa en las partículas que se hallan en un medio fluido (líquido o gas), y este es el resultado de los choques de las moléculas de dicho fluido. Este tipo de movimiento es de gran relevancia ya que se presenta en varios procesos físicos, químicos, cuánticos, etc.

Desarrollo

En esta práctica se analizaron distintos códigos que permiten la generación de números al azar, códigos que permiten el análisis de los datos generados y que además nos permiten entender cómo se comporta el movimiento Browniano, ya que este tipo de movimiento es azaroso en su comportamiento, es importante entender estos códigos y como analizar este tipo de datos para su utilización en distintas áreas de la investigación.

Simulación y resultados

El código de esta práctica genera un diagrama de caja-bigote en función del largo de la caminata contra las dimensiones en las que se mueve la partícula. Para la tarea se pide ver cuántas veces la partícula regresa al origen en función de las dimensiones.

Para realizar el conteo de las veces que se regresa al origen el código fue modificado y se agregaron los siguientes fragmentos al código original.

```
1. for (dimension in 1:8) {
2.   clusterExport(cluster, "dimension")
3.   resultado <- parSapply(cluster, 1:repetir, function(r) {
4.     pos <- rep(0, dimension)
5.     contador <- 0
6.     for (t in 1:pasos) {
7.       cambiar <- sample(1:dimension, 1)
8.       cambio <- 1
9.       if (runif(1) < 0.5) {
10.        cambio <- -1
11.      }
12.      pos[cambiar] <- pos[cambiar] + cambio
13.
14.      if(all(pos == 0)) {
15.        contador <- contador + 1
16.      }
17.    }
18.    return(contador)}
19.
20.   datos <- rbind(datos, resultado)
```

```
21.     }  
22.     stopCluster(cluster)
```

Se agregó un vector vacío de nombre *contador* para que este fuera llenado con los resultados del conteo de las veces que se regresa al origen, también se eliminaron las partes que contenían la selección del cálculo de las distancias, esto para usar solo un tipo de distancia y que no existieran diferencias en los resultados.

En la figura 1 se muestra el diagrama caja-bigotes de las veces que las partículas regresan al origen en función de las dimensiones. En esta figura se puede observar que con el incremento de las dimensiones el regreso de las partículas al origen disminuye, esto puede deberse a la dificultad de que tienen las partículas de desplazarse en diferentes dimensiones ya no implica el mismo esfuerzo moverse en línea recta de adelante hacia atrás que moverse en diagonal, subiendo y bajando, es por eso que es posible que el número de veces que la partícula regresa al origen se vuelve nulo a partir de la cuarta dimensión.

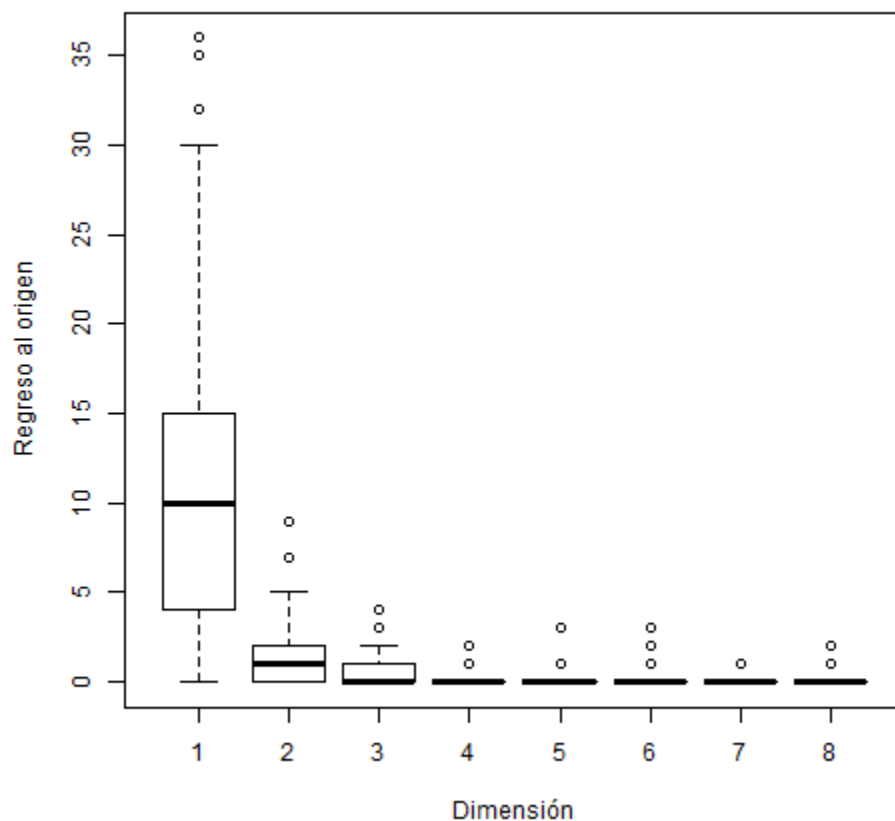


Fig. 1. Diagrama caja-bigotes del número de veces que se regresa al origen en función de las dimensiones.

Para realizar la verificación del efecto significativo en el número de repeticiones del experimento se utilizó el siguiente código.

```
1. #repetir <- 100 # repeticiones del experimento
2. pasos <- 200 # pasos en la caminata
3.
4. library(parallel)
5.
6. cluster <- makeCluster(detectCores() - 2)
7. clusterExport(cluster, "pasos")
8. datos <- data.frame()
9. for (repetir in c(100, 200, 300)){
10.   for (dimension in 1:8) {
11.     clusterExport(cluster, "dimension")
12.     resultado <- parSapply(cluster, 1:repetir, function(r) {
13.       pos <- rep(0, dimension)
14.       contador <- 0
15.       for (t in 1:pasos) {
16.         cambiar <- sample(1:dimension, 1)
17.         cambio <- 1
18.         if (runif(1) < 0.5) {
19.           cambio <- -1
20.         }
21.         pos[cambiar] <- pos[cambiar] + cambio
22.
23.         if(all(pos == 0)) {
24.           contador <- contador + 1
25.         }
26.       }
27.       return(contador))}
28.
29.     datos <- rbind(datos, resultado)
30.   }
31. }
32. stopCluster(cluster)
33. save.image(file = "repeticiones.RData")
34.
35. png("Origen.png")
36. boxplot(data.matrix(datos), use.cols=FALSE,
  xlab="Dimensi\u{F3}n", ylab="Regreso al origen")
37. graphics.off()
```

En este código se comentó la variable *repetir* para poder trabajar con diferentes repeticiones en el experimento y se utilizó un *for* para poder dar el ciclo de repeticiones con diferentes números de pruebas, y para poder graficar se utilizó el comando *boxplot* para generar los múltiples diagramas caja-bigote.

En la figura 2 se muestran los distintos diagramas de caja bigote para diferentes números de prueba en 8 dimensiones. Como se puede observar el número de repeticiones del experimento no causa un efecto significativo en el número de veces que las partículas regresan al origen ya que el comportamiento observado para 100 repeticiones en 8 dimensiones se repite para las repeticiones de 200 y 300 pruebas y se nota que a partir de la cuarta dimensión el número de veces que se regresa al origen se vuelve cero.

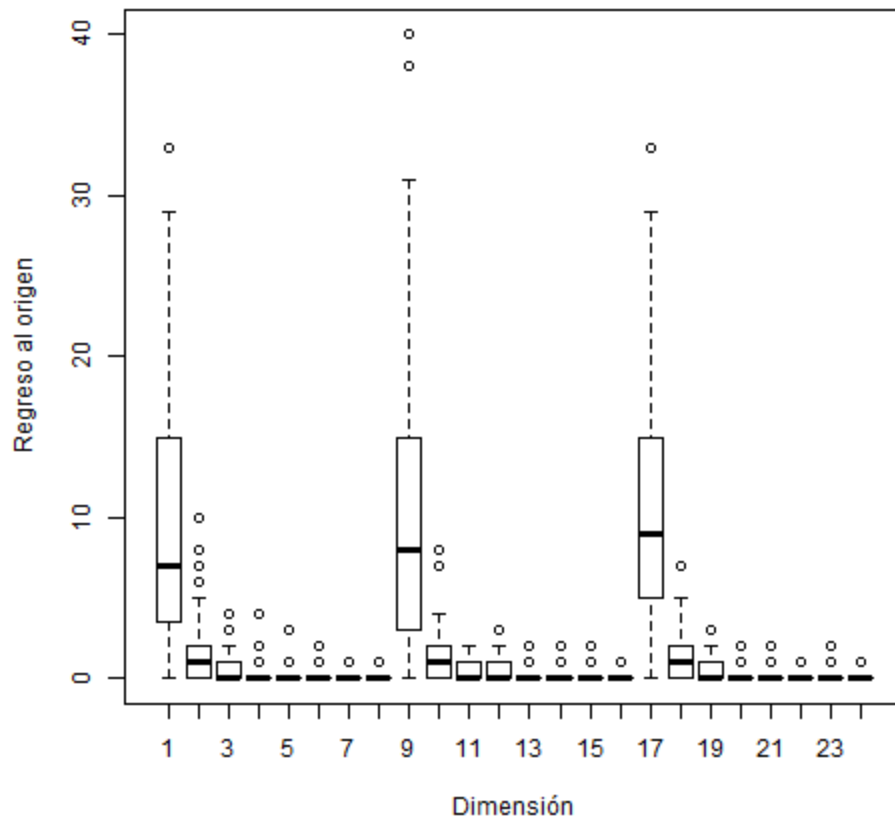


Fig. 2. Diagrama caja-bigote de repeticiones de 100, 200 y 300 con 8 dimensiones.

Conclusiones

En esta práctica se puede concluir que el estudio del movimiento Browniano es más sencillo al utilizar las herramientas estadísticas que nos ofrece R. También se concluye que el tipo de cálculo para la distancia influye en el resultado del movimiento de dicha partícula y que el número de dimensiones utilizadas afecta el número de veces que ésta regresa al origen.