

Práctica 9: Interacciones entre partículas

Simulación de sistemas

Marco Antonio Guajardo Vigil 2095

02 de abril, 2019

1. Introducción

Se supone un modelo simplificado para los fenómenos de atracción y repulsión de física(o química). Contamos con n partículas que habitan un cuadro unitario bidimensional y que cada partícula tiene una carga eléctrica, distribuida independientemente y normalmente al azar entre $[-1, 1]$ 1.

Cargas de un mismo signo producen una repulsión mientras que cargas opuestas resultan en una atracción, la magnitud de la fuerza está proporcional a la diferencia de magnitud de las cargas (mayores diferencias resultan mayores fuerzas), y además la fuerza es inversamente proporcional a la distancia euclídeana entre las partículas [3].

2. Objetivo

Se agrega a cada partícula una **masa** y esta causa fuerzas gravitacionales (atracciones) además de las fuerzas causadas por las cargas. Se estudia la distribución de velocidades de las partículas y se verifica gráficamente que esté presente una relación entre los tres factores: la **velocidad**, la **magnitud de la carga** y la **masa de las partículas**. La velocidad también es afectada por las posiciones.

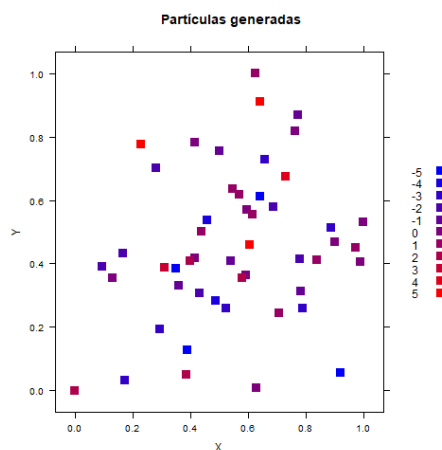


Figura 1: Modelo bidimensional de partículas con cargas eléctricas distribuidas al azar.

2.1. Implementación de R

Para la elaboración de este experimento, se hace uso de un software libre para computación estadística y gráficos llamado R [1], el cual nos permite realizar los cálculos necesarios para dicho experimento. Con él, se pueden controlar los datos estadísticos que se ocupan para dar seguimiento con la práctica, se necesita graficarlos para así poder compararlos mejor, ya que se maneja una cantidad de datos considerable y trabajaremos con ellos en forma estadística.

2.2. Experimentación

Se establecen 50 partículas para el modelo de experimentación dadas en la variable **n**, se agrega masa a las partículas con una distribución normal para poder crear una fuerza gravitacional entre ellas y se normaliza para generar masas con rango [0, 1], para simplificar las normalizaciones requeridas para las otras variables se crea una función para ello, lo cual se observa en el código:

```
1 n <- 50
2 p <- data.frame(x = rnorm(n), y = rnorm(n), carga = rnorm(n), masa = rnorm(n))
3 carga <- FALSE
4 fg <- FALSE
5 normalizar <- function(v){
6   max <- max(v)
7   min <- min(v)
8   V <- (v - min) / (max - min)
9   return(V)
10 }
11 p$x <- normalizar(p$x) # ahora son de 0 a 1
12 p$y <- normalizar(p$y) # las y tambien
13 p$masa <- normalizar(p$masa) # la masa es de 0 a 1
14 cargamax <- max(p$c)
15 cargamin <- min(p$c)
16 p$carga <- 2 * (p$carga - cargamin) / (cargamax - cargamin) - 1 # cargas son entre -1 y 1
```

Se crea la fuerza de atracción gravitacional F siguiendo la fórmula (1):

$$F = G \times \frac{m_1 \times m_2}{d^2}, \quad (1)$$

omitiendo su constante universal de gravitación ya que se trabaja con partículas muy pequeñas, de tal modo que esta causa un efecto en las fuerzas f_x y f_y ; donde m_1 es la masa de la partícula que se esta comparando con la de otra partícula m_2 y d^2 es la distancia que existe entre ellas al cuadrado. Si la masa m_1 es menor a la masa m_2 esta se vera atraída por la de mayor masa (m_2). Se suman los dos factores que ahora influyen en las fuerzas (atracción de cargas y gravitacional por sus masas) como se muestra en el código:

```

1 fuerza <- function(i) {
2   xi <- p[i,]$x
3   yi <- p[i,]$y
4   cargai <- p[i,]$carga
5   masai <- p[i,]$masa
6   fx <- 0
7   fy <- 0
8   for (j in 1:n) {
9     cargaj <- p[j,]$carga
10    masaj <- p[j,]$masa
11    dirc <- (-1)^(1 + 1 * (cargai * cargaj < 0))
12    dirm <- (-1)^(1 + 1 * (masai < masaj))
13    dx <- xi - p[j,]$x
14    dy <- yi - p[j,]$y
15    factorc <- dirc * abs(cargai - cargaj) / (sqrt(dx^2 + dy^2) + eps)
16    factorm <- dirm * (masai * masaj) / (dx^2 + dy^2 + eps)
17    fx <- fx - dx * (factorc + factorm)
18    fy <- fy - dy * (factorc + factorm)
19  }
20  return(c(fx, fy))
21 }

```

Obtenemos la velocidad sumando los Δx y Δy que se proporcionan para cada partícula en el paso del tiempo:

```

1 p$v <- foreach(i = 1:n, .combine=c) %lpar% (p[i,]$x + p[i,]$y)

```

2.3. Resultados y conclusiones

Se creo un gif donde se muestra el comportamiento de las partículas afectadas por la atracción de cargas y la fuerza gravitacional de atracción que hay entre ellas, el cual se encuentra en el repositorio de esta misma práctica [2].

Como se muestra en la figura 2, tomando en cuenta que las partículas rojas son las que mayor velocidad tienen y las amarillas la menor, la velocidad de la partícula es mayor conforme su magnitud de carga sea más neutra, entre mayor masa la velocidad se vuelve más lenta ya que la partícula difícilmente se ve atraída por otras, en cambio cuando su masa es menor, estas suelen tener una velocidad más alta.

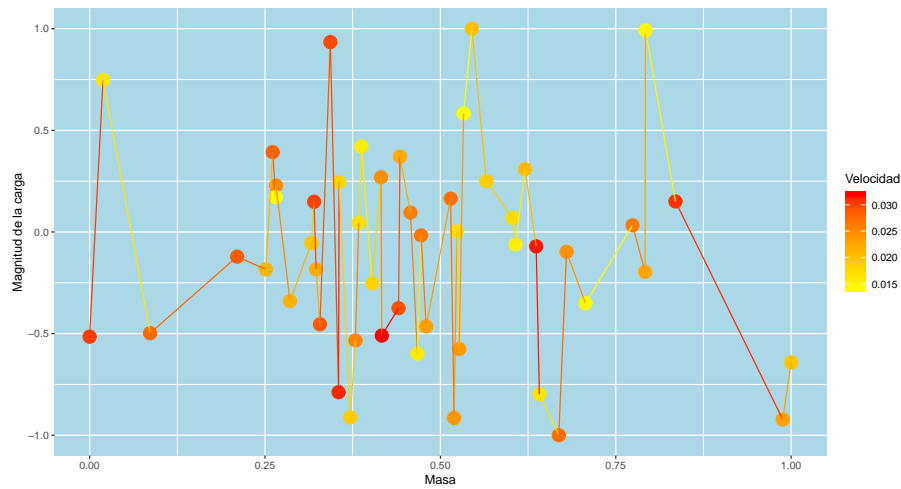


Figura 2: Comparación de las velocidades de las partículas en relación de su masa y su magnitud de carga

Referencias

- [1] The R Project for Statistical Computing. 2019. URL <https://www.r-project.org/>.
- [2] Guajardo Vigil Marco Antonio. Simulación de sistemas. 2019. URL <https://sourceforge.net/projects/simulaciondesistemas/>.
- [3] Satu Elisa Schaeffer. Práctica 9: Interacciones entre partículas. 2019. URL <https://elisa.dyndns-web.com/teaching/comp/par/p9.html>.